ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEĞİŞTİR GÖZLE, GENETİK ALGORİTMA ve PARÇACIK SÜRÜ OPTİMİZASYON ALGORİTMALARININ FOTOVOLTAİK SİSTEM VERİMİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Arjan Musadaq TAHA TAHA

ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2022

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Arjan Musadaq TAHA TAHA tarafından hazırlanan **"Değiştir Gözle, Genetik Algoritma ve Parçacık Sürü Optimizasyon Algoritmalarının Fotovoltaik Sistem Verimine Etkisinin İncelenmesi"** adlı tez çalışması 29/09/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman **:** Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TEKE

Jüri Üyeleri **:**

Başkan **:** Dr. Öğr. Üyesi Zafer CİVELEK
Elektrik - Elektronik Mühendisliği
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye **:** Dr. Öğr. Üyesi Meral ÖZARSLAN YATAK
Elektrik - Elektronik Mühendisliği
Gazi Üniversitesi

Üye **:** Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TEKE
Elektrik - Elektronik Mühendisliği
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum "**Değiştir Gözle, Genetik Algoritma ve Parçacık Sürü Optimizasyon Algoritmalarının Fotovoltaik Sistem Verimine Etkisinin İncelenmesi**" konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan "Bilimsel İntihal Tespit Programı"yla tarandığını, "intihal içermediğini" beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (29/09/2022).

Arjan Musadaq TAHA TAHA

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DEĞİŞTİR GÖZLE, GENETİK ALGORİTMA ve PARÇACIK SÜRÜ OPTİMİZASYON ALGORİTMALARININ FOTOVOLTAİK SİSTEM VERİMİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Arjan Musadaq TAHA TAHA

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

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TEKE

Fotovoltaik güç dönüşüm sistemleri, güneş ışınımlarından elde edilen çevre dostu elektrik enerjisi üretimine dayanan dünya çapında en yaygın yenilenebilir enerji kaynaklarındandır. Güç sistemleri temel olarak güneş panel dizisi, pil grubu, şarj düzenleyicileri ve çeviricilerden meydana gelmektedir. Yeni teknoloji güneş enerjili şarj cihazları pil grubunu olabildiğince verimli şekilde şarj yapabilmek için darbe genlik modülasyonu (DGM) ve maksimum güç noktası takibi (MGNT) teknolojisi gibi yöntemleri içeren teknolojileri kullanmaktadırlar. MGNT teknolojileri, DGM yöntemini kullanan sistemlerden daha yüksek verimlilikte çalışmaktadır. MGNT teknolojisinin çalışma prensibine bakıldığında güç-gerilim özelliklerinde MGNT bağlıdır ve pil bankasını şarj etmek için kullanılacak ideal şarj akımını belirler. Buna cevaben MGNT yöntemi özellikle geliştirilmesi ve verimliliğinin arttırılması alanında araştırmacıların ilgisini büyük derecede çekmektedir. Değiştir gözle metodu (DGM) algoritmasında MGNT alanında oldukça popüler olmuştur. MGN ulaşmak için güneş panelinin özelliklerini adım adım araştırmak gerekir. Bu çalışmada optimizasyon işlemlerinde temel olarak kullanılan arama algoritmaları yani genetik algoritma (GA) ve parçacık sürü optimizasyonuna (PSO) dayanan MGNT yapabilmek için bir yöntem önermekteyiz. Kullanılan optimizasyon algoritmaları başlangıç noktasında rastgele arama işlemi yaparak mevcut maksimum değerleri bulmaya yönelik üretilen dizi öğelerine dayanmaktadır. MATLAB/SIMULINK ortamında modelleme ve simülasyona dayalı MGNT, DGM, GA ve PSO algoritmaları karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre PSO yönteminin ideal arama algoritmalarının kullanılmasında sistemin verimliliğini geleneksel algoritmaya göre önemli ölçüde artırdığını göstermektedir.

2022, 90 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Maksimum güç noktası takip, Genetik algoritma, Parçacık sürü optimizasyonu, Değiştir gözle metodu, Güneş enerji üretimi

ABSTRACT

Master of Science Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PERTURB AND OBSERVE, GENETIC ALGORITHM AND PARTICLE SWARM OPTIMIZATION ALGORITHMS ON PHOTOVOLTAIC SYSTEM EFFICIENCY

Arjan Musadaq TAHA TAHA

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

Advisor: Asst. Prof. Dr. Mustafa TEKE

Photovoltaic power conversion systems are among the most common renewable energy sources worldwide, based on environmentally friendly electrical energy production from solar radiation. Power systems basically consist of solar panel array, battery pack, charge regulators and converters. New technology solar chargers use technologies including Pulse Width Modulation (PWM) and Maximum Power Point Tracking (MPPT) technology to charge the battery pack as efficiently as possible. MPPT technologies operate at higher efficiency than systems using the PWM method. Looking at the working principle of MPPT technology, MPPT depends on its power-voltage characteristics and determines the ideal charging current to be used to charge the battery bank. In response to this, the MPPT method attracts the attention of researchers, especially in the field of development and increasing its efficiency. Perturb and observe method (P&O) algorithm has become very popular in the field of MPPT. In order to reach MPP, it is necessary to research the features of the solar panel step by step. In this study, we propose a method to make MPPT based on search algorithms, namely genetic algorithm (GA) and particle swarm optimization (PSO), which are basically used in optimization processes. The optimization algorithms used are based on the generated array elements to find the maximum available values by performing a random search at the starting point. MPPT, P&O, GA and PSO algorithms based on modeling and simulation in MATLAB/SIMULINK environment are compared. The results show that the PSO method significantly increases the efficiency of the system in the use of ideal search algorithms compared to the traditional algorithm.

2022, 90 pages

Keywords: Maximum power point tracking, Genetic algorıthm, Particle swarm optimization, Perturb and observe algorıthm, Solar power generation

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TEKE'ye yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım. Onun rehberliği ve tavsiyeleri bana projemi yazmamın tüm aşamalarında ışık oldu. Aynı zamanda bu çalışmamda bana ilham olan tüm bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan kız kardeşim Dr. Öğr. Üyesi Sewale Musadaq TAHA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca savunmamı keyifli bir an haline getiren komisyon üyelerine, güzel yorum ve önerileriniz için de teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Araştırmamı yaparken ve projemi yazarken sürekli destek ve anlayışları için eşim Nadia Salim'e ve tüm aileme de özel teşekkürlerimi sunarım. Beni bugüne kadar ayakta tutan sizin duanız oldu.

Son olarak, tüm zorlukların üstesinden gelmeme izin verdiği için Allah'a celle celalühü teşekkür etmek istiyorum. Rehberliğini gün be gün tecrübe ettim. Yüksek lisansımı bitirmeme izin veren sensin. Geleceğim için sana güvenmeye devam edeceğim.

Arjan Musadaq TAHA TAHA

Çankırı, Eylül 2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **iv**
KISALTMALAR DİZİNİ ..... **v**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
2. LİTERATÜR ÖZETİ **3**
3. MATERYAL VE METOT **6**
3.1 Fotovoltaik Sistemler ve Çalışması **6**
3.1.1 Güneş enerjisi sistemleri bileşenleri ve tarihi **12**
3.1.2 Güneş enerjisi atıklarının bertarafı **14**
3.2 Maksimum Güç Noktası Takibi **16**
3.2.1 Değiştir gözle metodu **20**
3.2.2 Genetik algoritma **27**
3.2.3 Parçacık sürü optimizasyon **50**
3.3 DA-DA Dönüştürücüler **60**
3.3.1 Düşüren tip dönüştürücü **60**
4. BULGULAR VE TARTIŞMA **63**
4.1 Genetik Algoritma Metodu - Orantılı İntegral Denetleyici Hibrit Algoritması **63**
4.2 Parçacık Sürü Optimizasyonu **69**
4.3 Genetik Algoritması **72**
4.4 Değiştir Gözle Metodu Algoritması **74**
4.5 Verimliliği ve Enerji (Akım, Gerilim, Güç) Çizelgeleri **77**
5. SONUÇ VE ÖNERİLER **79**
KAYNAKLAR **80**
EKLER **84**
ÖZGEÇMİŞ **96**

KISALTMALAR DİZİNİ

AA	Alternatif Akım (Alternating Current)
ADA	Açık Devre Akım
ADG	Açık Devre Gerilim (Open Circuit Voltage)
AG	Akım-Gerilim (Current-Voltage) (I-V)
AGK	Anahtarlamalı Güç Kaynağı (Switched Mode Power Supply)
Aİ	Artımlı İletkenlik (Integrated Circuit)
AMN	Akım Maksimum Noktası
BMD	Bulanık Mantık Denetleyicisi (Fuzzy Logic Controller)
DA	Doğru akım (Direct Current)
DG	Darbe Genişliği (Pulse Width)
DGM	Darbe Genişlikli Modülasyonu (Pulse Width Modulation) (PWM)
DGM	Değiştir Gözle Metodu (Perturb and Observe Algorıthm) (P&O)
F	Frekansı
FKD	Faz Kilidi Döngüsü (Phase Lock Loop)
FV	FotoVoltaik
GA	Genetik Algoritma (Genetic Algorıthm)
GDA	Gerilim Doğru Akım (Voltage Direct Current)
GESE	Güneş Enerjisi Sistemleri Enstitüsü (Institute for solar Energy systems)
GG	Güç-Gerilim (Power-Voltage) (P-V)
GKA	Guguk Kuşu Araması
GA-OİD	genetik algoritma-orantısal integral denetleyici
GKD	Gerilim Kaynağı Dönüştürücüleri (Voltage Sourced Converter)
KADG	Kısmi Açık Devre Gerilimi
KD	Kısa Devre (Fractional Short Circuit)
KDA	Kısa Devre Akımı (Short Circuit Current)
KKA	Kısmi Kısa Akım
KKO	Karınca kolonisi optimizasyonu (Ant colony optimization)
Kp,Ki	Oransal bütünleştiricinin parametreleri (Parameters of the proportional integrator controller)
MÇDD	Modüler Çok Düzeyli Dönüştürücü (Modular Multilevel Converter)
MGN	Maksimum Güç Noktası (Maximum Power Point)
MGNT	Maksimum güç noktası takipi (Maximum Power Point Tracking)
MOSFET	Semiconductor Field-Effect Transistor (MOSFET)
OİD	Orantılı İntegral Denetleyici (Pelvic Inflammatory)
PKB	Potansiyel Kaynaklı Bozulma (Potential Induced Degradation)
PSO	Parçacık Sürü Optimizasyonu
SD	Seri Direnç (Resistor Series)

ŞD	Şönt Direnci (Shunt Resistor)
ŞD	Şarj Durumu (State Of Charge)
t	Temperature (Sıcaklık)
T	time (Zaman)
YAN	Yüksek Akım Noktası
YG	Yüksek Güç
YGAA	Yüksek Gerilim Alternatif Akım (High Voltage Alternating Current)
YGDA	Yüksek Gerilim Doğru Akım (High Voltage Direct Current)
YGN	Yüksek Güç Noktası
YGN	Yüksek Gerilim Noktası (Max Point Voltage)
YKBT	Yalıtımlı Kapı Bipolar Transistör (Insulated Gate Bipolar Transistor)
YSA	Yapay Sinir Ağı (Artificial Neural Network)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 MGNT'nin AG özellikleri 7
Şekil 3.2 Tek diyot modeli FV panel eşdeğer devre modeli 8
Şekil 3.3 MGN bulmak için (DGM) algoritması..... 12
Şekil 3.4 Bir FV jeneratörünün farklı yük değerlerinde çalışma noktaları 17
Şekil 3.5 Farklı güneş ışığın seviyelerinde bir güneş panelinin AG eğrileri 19
Şekil 3.6 Farklı güneş ışığın seviyelerinde bir güneş panelinin GG eğrileri 19
Şekil 3.7 DGM algoritmasının akış şeması.....20
Şekil 3.8 DGM algoritması simulink devre şeması 22
Şekil 3.9 Görev döngüsü uygulandıktan sonraki GDA..... .23
Şekil 3.10 FV güneş paneli özellikleri.....24
Şekil 3.11 DA-DA düşüren tip dönüştürücü devresi 24
Şekil 3.12 Sıcaklığın akım-gerilim ve güç-gerilim karakteristiğine etkisi 26
Şekil 3.13 GA -OİD algoritmasında MOSFET özellikleri.....27
Şekil 3.14 GA nın akış şeması 27
Şekil 3.15 GA ları uygulamak için adımlar 31
Şekil 3.16 FV (GA-OİD) güneş paneli özellikleri 32
Şekil 3.17 Işımanın akım-gerilim ve güç-gerilim karakteristiğine etkisi 34
Şekil 3.18 GA-OİD algoritmasının akış şeması.....35
Şekil 3.19 GA ile görev döngüsü belirlendikten sonra MGNT teknolojisi.....37
Şekil 3.20 Çalışmadaki voltaj kaynağı dönüştürücünün eşdeğer devresi 35
Şekil 3.21 Voltaj kaynağı dönüştürücülerin deki gerilim doğru akım regülatörü.....36
Şekil 3.22 Faz kilidi döngüsü ve ölçümler.....36
Şekil 3.23 Akım regülatörü.....40
Şekil 3.24 Üç fazlı gerilim üretimi.....41
Şekil 3.25 GA-OİD uygulandıktan sonraki GKD.....42
Şekil 3.26 FV güneş paneli özellikleri 43
Şekil 3.27 Işınım derecesi seviyesi 44
Şekil 3.28 Sıcaklık derecesi seviyesi 45
Şekil 3.29 GA-OİD algoritması simulink devre şeması 46
Şekil 3.30 GA algoritması simulink devre şeması.....48
Şekil 3.31 GA algoritmasının gömülü matlab fonksiyonu 49
Şekil 3.32 FV sistemin genetik algoritma blok şeması.....50
Şekil 3.33 En iyi konum araması için kuş sürüsü hareketi 45
Şekil 3.34 PSO algoritmasında konum ve hız güncellemesi 46
Şekil 3.35 PSO algoritmasında direncin özellikleri 53
Şekil 3.36 FV panelin AG-GG karakteristikleri 54
Şekil 3.37 MGNT i PSO algoritmasının akış şeması.....56
Şekil 3.38 PSO algoritması simulink devre şeması 57
Şekil 3.39 PSO algoritmasının gömülü matlab fonksiyonu.....58

Şekil 3.40 DA-DA düşüren tip dönüştürücü devresi (PSO) 59
Şekil 3.41 MGNT projesinde kullanılan transistor (MOSFET) özellikleri 59
Şekil 3.42 Düşüren tip dönüştürücü 55
Şekil 4.1 GA-OİD algoritmasında güneş panelinden üretilen enerji değerleri 63
Şekil 4.2 GA-OİD algoritmasından enerji (akım, gerilim, güç) çıkışı 65
Şekil 4.3 Değişken ışınım yoğunluğu ve değişken sıcaklık yoğunluğu ve DGM darbeleri 65
Şekil 4.4 Sabit ışınım yoğunluğu ve sabit sıcaklık yoğunluğu ve DGM darbeleri 66
Şekil 4.5 GA algoritmasında endüktif özellikleri 67
Şekil 4.6 Sabit ışınım derecesi özellikleri 67
Şekil 4.7 Sabit sıcaklık derecesi özellikleri 68
Şekil 4.8 GA-OİD dayalı gerilim kaynağı dönüştürücüsünden üretilen darbeler 68
Şekil 4.9 DA-DA jeneratör özellikleri 69
Şekil 4.10 PSO algoritmasında güneş panelinden üretilen enerji değerleri 71
Şekil 4.11 PSO algoritmasından enerji (akım, gerilim ve güç) çıkışı 71
Şekil 4.12 GA algoritmasında güneş panelinden üretilen enerji değerleri 72
Şekil 4.13 GA algoritmasından enerji (akım, gerilim ve güç) çıkışı 73
Şekil 4.14 DGM algoritmasında güneş panelinden üretilen enerji değerleri 74
Şekil 4.15 DGM algoritmasından enerji (akım, gerilim, güç) çıkışı 75
Şekil 4.16 DGM algoritmasında MOSFET' özellikleri 75
Şekil 4.17 DGM algoritmasında diyot özellikleri 76
Şekil 4.18 DGM algoritmasında kapasitif özellikleri 76

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 DGM yöntemi için kontrol prosedürü.....22

Çizelge 4.1 PSO algoritması giriş ve çıkış seviyesi..... 77
Çizelge 4.2 GA giriş ve çıkış seviyesi 78
Çizelge 4.3 DGM giriş ve çıkış seviyesi..... 78

1. GİRİŞ

Fotovoltaik güç dönüşüm sistemleri, çevre dostu yenilikçi bir çözüm olan enerji üretimi için ve çevreye çok zararlı fosil yakıt türevlerine dayalı enerji üretim sistemlerine alternatif olan son derece önemli yenilenebilnecek enerji sistemleridir. Sanayi ve teknolojideki büyük gelişme, artan elektrik enerjisi talebi ve büyük nüfus artışı elektrik tüketiminde artışa yol açarak yüksek maliyetleri ve kıtlıkları nedeniyle araştırmacıları fosil yakıtlardan geleneksel elektrik enerjisi üretim yöntemlerine alternatifler aramaya zorladı. Fotovoltaik güç dönüşüm sistemleri güneş pillerinin sayısına ve panellerin yapılacağı yarı iletkenlere bağlı olması güneş enerjilerni çok faydalı elektrik enerjilerne dönüştürür. Radyan enerji, elektronların güneş pili boyunca hareket etmesine neden olur ve ona bağlı yüke güç sağlayan bir elektrik akımı oluşturur (Energy. 2022).

Fotovoltaik sistemler (FV) güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürebilen yapılardır. FV sistemin verimliliği probleminden muzdarip olduğundan ve hava değişikliklerinden etkilendiğinden hücrenin özellikleri doğrusal değildir ve güneşe bağımlıdır. Özellikle verimliliği artırmak ve faydalı enerjiyi artırmak için güneş enerjisi sistemlerinin geliştirilmesi, dünya çapındaki araştırmacıları ilgilendirmektedir. Maksimum güç noktası izleme (MGNT) algoritmaları da en önemli araştırılan konulardan biridir ve sürekli olarak geliştirilmektedir. MGNT algoritması, mevcut Fotovoltaik güç dönüşüm sistemleri endüstrisinde yaygın olması kullanılan modern FV solar şarj kontrolör yapılarında önemli bir parçlarınandır.

Solar şarj regülatörlerinde MGNT için genellikle DGM algoritma teknolojisi kullanlmaktır. Bu DGM algoritmsı güneş sisteminin hem Akım-Gerilim (AG) hem de Güç-Gerilim (GG) eğrilerinin doğrusal olarak taranmasına dayanacaktadır. Fotovoltaik güç dönüşüm sistemleri kapasitesi her adımda artarsa tarama işlemi devam ederek ancak bir sonraki adımlarıdaki kapasite değerleri bir önceki adımlarıdaki kapasiteden küçükse tarama işlemi yönünü tersine çevirmektir.

Bu çalışmada geleneksel yöntem olarak sayılan değiştir gözle metodu (DGM) algoritması, Genetik Algoritma (GA) ve parçacık sürüsü optimizasyonu (PSO) algoritmaları temel algoritmalar olarak kullanılmıştır. MATLAB/ SIMULINK programı yardımıyla FV sistemde üç farklı algoritma MGNT tasarımı ve simülasyonu uygulanmıştır. Her bir algoritma standart test koşulları altında ışınım =1000W/m^2, sıcaklık=25℃) ayrı ayrı test edilmiş ve FV panellerinden elde edilen ölçümler (akım, gerilim, güç) kaydedilerek güneş panelinin verdiği değerlerle karşılaştırılmıştır. Teorik olarak algoritmanın verimi hesaplanmış ve ayrıca doğru akım-doğru akım (DA-DA) düşüren tip dönüştürücü çıkış değerleri hesaplanmıştır. Aynı işlemi değişken ışınım yoğunluğu ve değişken sıcaklık yoğunluğu tüm algoritmalara DGM, GA, PSO uygulanarak dönüştürücü çıkış değerleri hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra akım, voltaj ve güç özellikleri ve değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra ışınım değerini sabit derecelerde tutarak (1000, 800, 600, 400, 200) W/m^2 ve sıcaklık derecesi sabit tutarak (25℃) akım, voltaj ve güç özellikleri ve değerleri hesaplanmıştır.

Güneş panellerinin AG ve GG özelliklerinin maksimum güç noktasını (MGN) bulmak için GA ve PSO gibi algoritmaları literatürde evrimsel arama algoritmaları kullanılmıştır. Nesnelerin kümülatif deneyimi, karmaşık problemlere en uygun çözümleri bulmak için çözüm bulma sürecinde kullanılır.

Bu tezde, güneş panelleri ve DA-DA düşürücü dönüştürücülü MGNT tipi şarj kontrolörü olmak üzere üç ana parçadan oluşan bir FV sistem inşa edilmiştir. Üç algoritma karşılaştırılarak MGNT de sabit ve değişen iklim koşulları altında en iyi performansı bulmak için MATLAB/SIMULINK kullanılarak simüle edilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Yapılan literatür incelemesinde güneş sistemi verimliliğindeki bozulma konusunu ele almak için araştırmacılar, güneş panelleri tarafından güneş ışığında üretilen MGN'yi izleyerek verimliliği artırmanın yollarını bulmaya çalışmışlardır. Bu yöntemler MGNT olarak adlandırılır (Talbi et al. 2021). Literatürde birçok MGNT tekniği tanımlanmıştır (araştırmacılar, üretim gücünü en üst düzeye çıkarmak için kullanıldıklarını göstermiştir). Voltajı stabilize eden ve belirli bir seviyeye yükselten tip dönüştürücünün görev döngüsünü kontrol eden MGNT teknolojisinin kullanımı gösterilmiştir. (Mao et al. 2020). DGM ve Artımlı İletkenlik Algoritması gibi geleneksel yöntemler üzerinde de çalışılmıştır (Ronilaya et al. 2018). Uygulaması oldukça kolay algoritma çeşitleridir ve FV jeneratör özelliklerinin bilgisine gerek duymadan çalışabilirler. Bu nedenle çok bağımsız çalışmaktadılar ve performansları test koşulları altında stabildir. Ancak hava durumu koşulları (ışınım yoğunluğu ve güneş sıcaklık) değiştiğinde, algoritma MGN çevresinde salınım yapmaya başlamakta ve MGNT'yi izleyemez, bu da tüm sistemlerin verimini düşürmektedir. Bulanık Mantık Denetleyicisi BMD, Yapay Sinir Ağı YSA algoritmaları gibidir (Abdelaziz et al. 2020). Maksimum Güç Noktası MGN, kararlı ve değişken atmosferik koşullar altında hassas bir şekilde izlenir, ancak bu algoritmaların yükseklik verimlilikleri ve yükseklik tepki hızlarıyla karakterize edildiği önceki geleneksel yöntemiden daha zordur (Ali et al. 2021). Optimizasyon algoritmaları Guguk Kuşu Arama GKA'si, Karınca Kolonisi Optimizasyonu KKO ve Parçacık Sürüsü Optimizasyonu PSO algoritmaları, MGNT teknolojisinde kullanılan üçüncü algoritmadır. Modern algoritmalar, özellikle Fotovoltaik güç dönüşüm sisteminin verimliliğini artıran değişen hava durumu koşullarında hızlı yakınsama ve yükseklik doğruluk ile karakterize edilmektir.

Ranjhitha *et al.* (2016) farklı güneş radyasyonu koşulları altında bir FV güneş sisteminin MGN bulmak için GA uygulamıştır. Ayrıca radyasyon değerlerini, ortam sıcaklıklarını ve güneş panelinin tepkisini (AG-GG) özellikleri buna göre tahmin etmek için YSA algoritması kullanmıştır. Bu çalışmada önerilen yöntem MATLAB/ SIMULINK programı kullanılarak gösterilmiş ve önerilen algoritmaların farklı ortam koşullarında MGNT iyi çalıştığı tespit edilmiştir.

Prakash *et al.* (2015) ayrıca FV sistemlerin MGNT için üç farklı tekniğin karşılaştırmasını da analiz etmiştir. GA kullanımının bu alanda birçok faydası olduğu gösterilmiş olup, FV enerji sistemlerinin yüksek verimlilik ve iyileştirmelerle tasarlanması için bu çalışmaya güvenilebilir.

Feroz *et al.* (2020) solar şarj regülatörleri için bir MGNT algoritması önermiştir. MGN bulmak için bir Potansiyel Kaynaklı Bozulma PKB (Potential Induced Degradation) denetleyicisi ile GA üzerinde çalışmıştır. Önerilen yöntemler geleneksel DGM algoritması ile karşılaştırılmış ve kullanılan mikrodenetleyicinin kalibrasyonunda GA kullanılması nedeniyle oldukça değişken güneş ışınımı koşulları altında global maksimumları takip ettiği bulunmuştur.

Eltamaly *et al.* (2020) güneş panelinin maruz kalabileceği kısmi gölge koşullarını değiştirirken, PSO algoritmasına dayalı küresel tepe noktalarının yerini belirlemek için yeni bir strateji önermiştir. Önerilen strateji, mevcut maksimum değerden daha büyük maksimum değerleri aramak için önerilen pozisyonlara bir molekül gönderir. Seçildiğinde, sürü öğeleri doğrudan yeni maksimum değere doğru hareket ettirilecektir. Önerilen tekniğin geleneksel PSO algoritmasının rastgele başlatılması için gereken süreye kıyasla başlatma süresini %65 oranında azalttığı bulundu.

Farayola *et al.* (2018) solar şarj regülatör yapısındaki MGN ve radyasyonu belirlemek için PSO algoritması ve YSA içeren bir hibrit teknik önermiştir. Sonuçlar PSO-YSA hibrit yönteminin en iyi izleme performansını sağladığını göstermektedir.

Belghith *et al.* (2016), bir panel ve bir voltaj regülatöründen oluşan bir güneş enerjisi sisteminde kullanılan algoritmanın performansını iyileştirmek için MATLAB/ SIMULINK ortamında yeni bir yöntem uygulanmış ve üç algoritma arasında karşılaştırma yapılmıştır: BMD, DGM ve PSO bu üç algoritma, farklı hava koşullarında MGNT için kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, PSO algoritmasının kullanılmasının maksimum güç noktası bulma sürecinin verimliliğini önemli ölçüde artırdığını gösterilmiştir.

Literatürde gösterilen ve görev döngüsü kontrol teknolojisine ve transformatör güçlendirmesinin çıkış voltajına dayanan birkaç geleneksel ve evrimsel MGNT tekniği vardır. Bu da araştırmacıların çoğunun çeşitli gelişmiş MGNT teknikleri geliştirmeye çalıştığını göstermektedir. Bir FV sisteminin performansını iyileştirmek, güneş enerjisi üretiminin en yaygın yönüdür. Tüm geleneksel teknikler arasında, kısmi açık devre gerilimi KADG (Fractional Open Circuit Voltage) ve kısmi kısa akım KKA (Fractional Short Circuit) teknikleri uygulanması en az karmaşıklığa sahiptir (Sujith *et al.* 2016).

Yupeng *et al.* (2011) göre durum indirgemede kullanılan PSO algoritması, maksimum kuvvet noktasına ulaştığında pratik olarak sıfıra salınır. Ayrıca, FV modülü için partikül yığınını optimize etmeye dayalı, güneşlenmedeki büyük dalgalanmalar ve kısmi gölgeleme durumu gibi zorlu çevre koşulları için MGN'leri takip etme yeteneğine sahiptir. Diziler, çoklu çarpmalar için global MGN'leri izleyebilir. Sabit değerlerin olduğu karakteristik eğriler algoritmanın ağırlığı için benimsenmiştir. İzleme performansı sağlamlıktan yoksundur. İzleme sırasında daha düşük başarı oranlarına neden olur. MGN'ler başarılı bir şekilde izlense de, dinamik yanıt hızı düşüktür. Tam gölgeli koşullar ve kısmen gölgeli koşullar gibi çeşitli çevresel koşullar için PSO tabanlı MGNT kontrol algoritması parçacık yeniden biçimlendirmesi düşünülerek yeni bir küresel MGN bulunabilir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Fotovoltaik Sistemler ve Çalışması

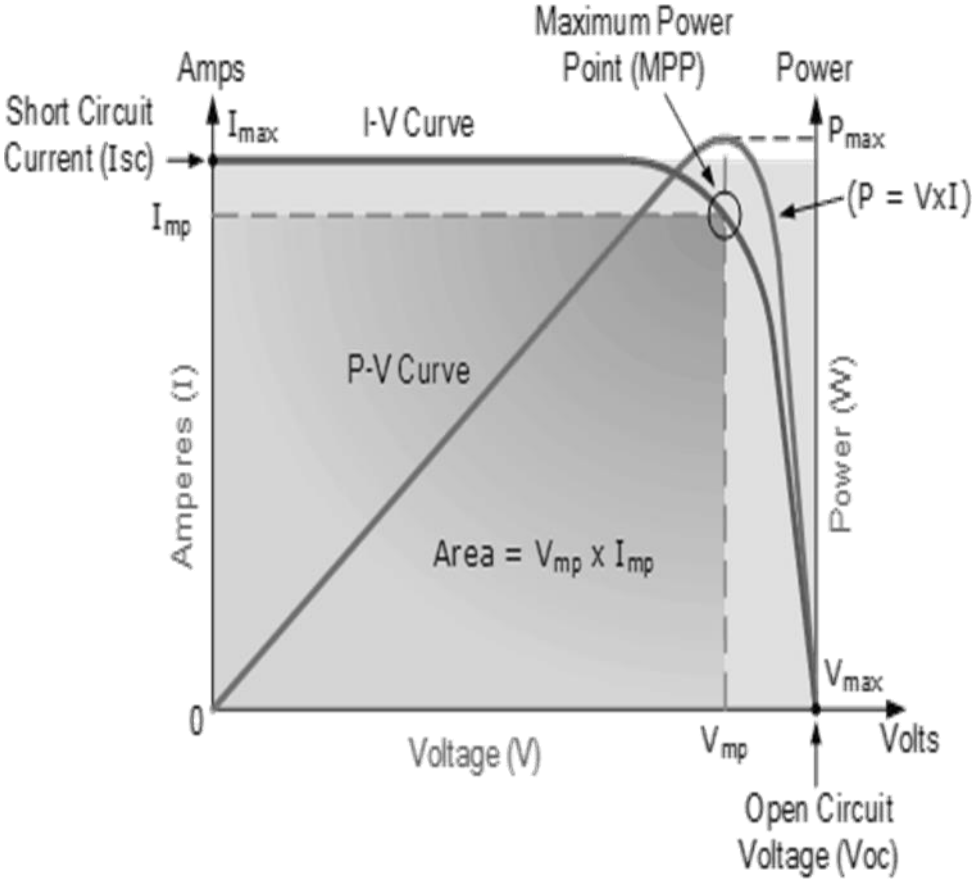
Bir FV modül güneş ışığını elektriğe dönüştürür. Bir başka deyişle bir FV modül güneş ışınımına maruz kaldığında herhangi bir gürültü ve kirlilik yaratmadan doğru akım oluşturur. Güneş modülleri, seri ve/veya paralel bağlı FV hücrelere sahiptir. Bu hücreler esasen ışığa duyarlı bir (Pozitif-Negatif) bağlantısına sahip yarı iletken diyotlar dır. FV dizileri oluşturmak için seri ve/veya paralel olarak bağlanabilir. Tek diyotlu ve iki diyotlu modeller, genellikle bir FV hücresini simüle etmek için kullanılan iki tür eşdeğer devredir. Tek diyot, çift diyot, ve diğer modeller mevcuttur.

FV modülleri oluşturmak için çeşitli eşdeğer devreler kullanılmaktadır. Tek diyotlu eşdeğer devre ile karşılaştırıldığında, iki diyotlu eşdeğer devre daha karmaşık bir yapıya sahiptir ve daha doğrusal olmayan özellikler gösterir. Sonuç olarak, iki diyotlu üniteler nadiren kullanılır. Gerçekçi sonuçlar ürettiği için tek hücreli devre modeli en popüler olanıdır. Bu araştırmada tek diyot eşdeğer devre modeli seçilmiştir.

FV hücre çıkış AG karakteristiği, güneş ışığının olmadığı durumdaki diyot karakteristiğine oldukça benzerdir. Panele düşen fotonların ürettiği elektron hareketliliği, güneş ışığı varken bir elektrik akımı oluşturur. Bu akım FV paneli kısa devre yaptığında devreyi harici yük üzerinden tamamlar. Kaçak akım için paralel direnç, bağlı direnç ise seri, metal ağ, iletişim ve akım miktarı düzeneğinin kaybından kaynaklanan kayıpları temsil eder.

MGNT şarj kontrolörleri, yüksek voltajlı gücü düşük voltajlı güce dönüştürebilen bir DA-DA dönüştürücü ile birlikte çalışan birkaç algoritmadır. Güç miktarını sabit tutmak, bu nedenle, çıkış voltajı giriş voltajından düşükse, farkı telafi etmek için çıkış akımı giriş akımından daha yüksek olacaktır, böylece üretilen güç her durumda sabit kalır. Belirli koşullar altında, FV modülünden üretilen maksimum gücü elde etmek için MGNT şarj kontrolörleri uygulanır, böylece FV modülündeki voltaj MGN olarak adlandırılan

maksimum gücü üretebilir. MGN güneş radyasyonu ve sıcaklıktan etkilenir. Bu nedenle, fotovoltaik panellerin verimliliğini artırmak için (MGNT) teknolojisi kullanılır. Bu teknolojinin (MGNT) avantajı, pili şarj etmek için gerekli voltajı aldığı için fotovoltaik hücre tarafından üretilen tüm voltajı kullanması ve pilin şarj süresini artırmak için fazla voltajı akıma dönüştürmesidir. Bu nedenle bu yöntemin DGM teknolojisinden daha verimli olduğu düşünülmektedir. Şekil 3.1 de MGNT'nin özelliklerini gösterilmiştir.

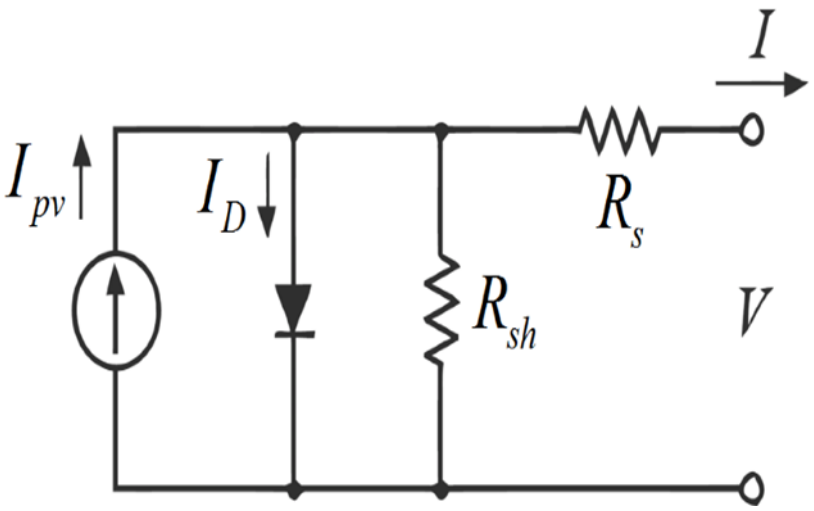


Şekil 3.1 MGNT'nin AG özellikleri (Vinod et al. 2018)

Şekil 3.2`de Şarj regülatörü bu noktada çalışır ve gösterilen FV hücrenin eşdeğer devresi ideal FV hücreyi temsil etmektedir. Bir FV hücresinin daha gerçekçi bir modeli, Şekil 3.2 deki devreye iki direnç SD ve ŞD eklenerek gösterilebilir. Burada SD seri dirençtir (güneş pil grubunun eşdeğer devre direnci) ve ŞD şönt direncidir (kısmi veya tam gölge nedeniyle elektrik akımını takip etme direnci) (Modelling and Tina. 2017). Gerçek bir FV hücre ve eşdeğer devresi için iki belirgin koşul vardır:

1. Terminaller birbirine kısa devre yaptığında akan kısa devre akımı KDA (Short Circuit Current).

2. Terminaller açık bırakıldığında terminaller boyunca açık devre gerilim ADG (Open Circuit Voltage).



Şekil 3.2 Tek diyot modeli FV panel eşdeğer devre modeli (Modelling and Tina. 2017)

Bir FV hücreyi yöneten matematiksel denklemler şu şekilde ifade edilebilir:

1.Termal potansiyel denklemleri: Termal potansiyel denklemi denklem (3.1) belirli bir sıcaklıkta rastgele bir şekilde hareket ettikleri için güneş pil gruplarında yayılırken elektronların ortalama enerjisini ifade etmek için kullanılır.

$$\boldsymbol{V_T = (T_{opt} * K_B)/q} \tag{3.1}$$

2. Diyot akım denklemi: Shockley'e dayalı diyot denklemi (3.2) bir diyottan geçen akımın akışını tanımlar. Voltajın bir fonksiyonu olarak:

$$I_d = I_s * N_p \left(e^{\frac{\left(\frac{V}{N_s}+\frac{IR_S}{N_S}\right)}{n*V_T*C}} - 1 \right) \quad (3.2)$$

3. Foto akım (foto akım denklemi): Foto akım, FV hücrelerin güneş ışınlarına maruz kalması sonucu oluşan elektrik akımıdır. Foto akımın güneş radyasyonunun yoğunluğu ile doğru orantılı olduğu ortaya çıktı. Ayrıca güneş pil grubunun çalışma sıcaklıkları ile referans sıcaklığı arasındaki fark gibi belirli faktörlerle de ilgilidir. Mevcut görüntü eşitlikleri denklem (3.3) deki gibi ifade edilebilir:

$$I_{ph} = \left(K_i\left(T_{opt} - T_{ref}\right) + I_{sc}\right) * I_{RR} \quad (3.3)$$

4. Ters doygunluk akımı denklemi: Diyot ters kutuplandığında ters yönde akan akıma (diyottan sığabilecek akım) kaçak akım denir. Bu akım, güneş pil grubu ile üretilen malzemelerin safsızlıkları için bir standarttır. Bu akımın değeri güneş pil grubunun sıcaklığının artmasıyla artar bu nedenle sıcaklıktaki artış güneş FV hücrelerinin performansını etkileyen olumsuz faktörlerden biridir (Khatib *et al.* 2016). Ters doyma akımı sıcaklığa ve boltzmann sabiti ve difüzyon sabitleri gibi bir dizi faktöre bağlıdır denklem (3.4) deki gibi ifade edilebilir.

$$I_S = \left[I_{RS} \left(\frac{T_{OPT}}{T_{ref}}\right)^3 * e^{\left(\frac{1}{T_{OPT}}-\frac{1}{T_{REF}}\right)\frac{q^2 E_g}{NK_B}} \right] \quad (3.4)$$

5. Ters akım denklemi: Ters akım nispeten açık devre gerilim (ADG) ve çalışma sıcaklığına bağlıdır (Araújo *et al.* 2020). Ters akım denklem (3.5) deki gibi modellenebilir:

$$I_{RS} = \frac{I_{SC}}{e^{\frac{q*V_{OC}}{K_B*C*T_{OPT}*N}-1}} \quad (3.5)$$

6. Şönt akım denklemi: Bir şönt direncinin varlığı, genellikle üretim hataları nedeniyle büyük güç kayıplarına yol açar. Düşük şönt empedansı, ışınım kaynaklı akıma alternatif bir akım yolu sunarak güç kaybına yol açar. Böyle bir sapma, güneş pil grubunun birleşme noktasında akan akım miktarını azaltır ve güneş pil grubunun voltajını azaltır. Mevcut şönt denklemi (3.6) daki gibi ifade edilebilir:

$$\boldsymbol{I_{SH} = \frac{IR_S+V}{R_{SH}}} \tag{3.6}$$

7. Yük akımı denklemi: Şekil 3.3'de gösterilen eşdeğer devre esas alınarak güneş pil grubunun beslediği yük akımı aşağıdaki denklem (3.7) ile verilebilir:

$$\boldsymbol{I_L = N_P * I_{PH} - I_D - I_{SH}} \tag{3.7}$$

VT=Thermal Voltage (V)

V=Actual Voltage (V)

VOC=Open Circuit Voltage (V).

Iph: Light-generated current (Photo-current) (A).

IS: Diode Reverse Saturation Current (A).

Isc: Short Circuit Current (A).

I: Cell Output Current (A).

RSH: Cell Shunt Resistance (360.002 Ω).

RS: Cell Series Resistance (0.18Ω).

TREF: Reference Operating Temperature of Cell (25 °C).

TOPT: Operating Temperature of Cell (°C).

EG: Energy Band Gap (1.12 eV).

N: Ideality Factor.

KB: Boltzmann constant (1.38*〖10〗^(-23) J/K)

Ki: The constant of Current Proportionality (2.2*〖10〗^(-3))

KV= The constant of Voltage Proportionality (73*〖10〗^(-23))

q: Electron charge (1.602 × 〖10〗^(-19) C)

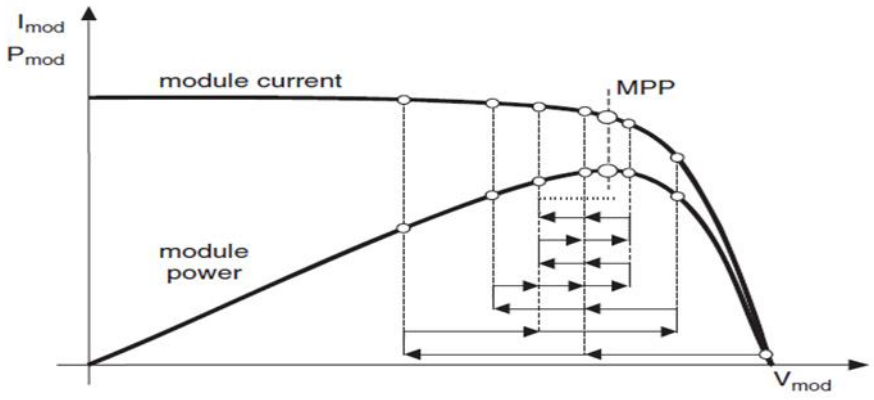
NS: No. of cells in series.

NP: No. of cells in parallel.

I: Irradiance (1000 W/m^2).

C= No. of cells in Module

Şekil 3.3 ’de MGN bulmak için DGM algoritması gösterilen bir grafik yer almaktadır. Bu şekilde en yüksek güç noktası YGN bulunur ve buna bağlı akımı ve gerilim (YAN, YGN) belirlenir.



Şekil 3.3 MGN bulmak için (DGM) algoritması (Nicola *et al.* 2017)

3.1.1 Güneş enerjisi sistemleri bileşenleri ve tarihi

Dünyada güneş enerjisi sistemi ilk defa (1911) yılında Mısır'da Amerikalı bilim adamı Frank Schumann tarafından yapılmıştır. Yapılan sistem yüz beygir gücünde olup dakikada 6 bin galon su pompalayarak pamuk tarlalarına su verilmiştir. İstasyonda ayrıca 5 üniversitenin güneş enerjisi bulunuyordu ve Schumann ünlü bir konuşma yaptı Mısır'da olanlar tarihte yeni bir enerji çağının başlangıcı olduğunu belirtti (Arpaci *et al.* 2019).

Güneş enerjisinin kullanımları iki türe ayrılır: termal kullanımlar ve elektrik kullanımları. Elektrik kullanım sistemlerinden biri olan FV elektrik enerji sistemi beş ana parçadan oluşur: FV paneller, demir yapı ve kablolar, dönüştürücü, şarj regülatörü batarya.

FV paneller: FV güneş pil grubundan oluşur. Güneş ışığını elektriğe çeviren yarı iletken ve ışığa duyarlı, elektriği ileten ön ve arka kapaklı dönüştürücülerdir. Üç tip FV panel hücresi vardır: Monokristal hücreler (bu tip hücrelerin verimi %11-16), polikristal hücreler (bu tip hücrelerin verimi %9-13), morfik hücreler veya ince film hücreler (bu tür hücrelerin verimliliği %3-6 arasında)dir. Panel pil grubu genellikle silikondan yapılır. Güneş pilleri güneş ışığına maruz kaldıklarında elektrik enerjisi üretirler(fotonik, fotonlar). Fotonlar doğada bulunan en küçük parçadır ve bilinen ışınım iletim şeklidir. Bu fotonların silisyuma nüfuz ettiği ve atomlarına rastgele çarptığı yerde, silikon atomlarının iyonlaşmasına yol açar, bu da bir dış elektronun

yörüngesinden kaçmasına ve enerjisini elektronun kinetik enerjisine dönüştürülmesine yol açar. Bu elektronların hareketine elektrik akımı denir.

- Kablolar ve bağlantı: Güneş panelleri için iki tip bağlantı vardır: Seri bağlantı ve paralel bağlantı. Tesisat için kablolar ve bağlantı kaideleri iki kısma ayrılmıştır. Birincisi sabit kaideler. Güneş panelleri, yıl boyunca güneş panelleri için en iyi verimi veren sabit bir eğim açısında kurulur (zeminde, çatıda veya kolonda). İkinci bazalar hareketlidir. Bu tipte güneş panellerinin eğim açısı ayarlanır ve paneller her mevsim başında yılda iki veya dört kez manuel olarak hareket ettirilir. Bağlantı kabloları ise panel sayısına, seri veya paralel bağlantı yöntemine bağlıdır.

- Dönüştürücüler: Güneş paneli bileşenlerinin üçüncü kısmı ve bu kısım güneş enerjisinde önemlidir. Dört ana bölüme ayrılmıştır:

1- Off-grid dönüştürücü, elektrik doğrudan eve veya yüke bağlıdır

2- On-grid dönüştürücü, ana elektrik şebekesine bağlı ve bununla birlikte eve veya yüke bağlıdır.

3- Hibrit dönüştürücü daha çok evlerde kullanılır (Elektrik kesintisi olan ülkelerde).

4-Solar pam dönüştürücü ise sadece gündüz çalışır. Elektrik şebekesinin olmadığı tarım arazilerinde çiftçiler tarafından kullanılmaktadır.

Şarj regülatörü: Şarj regülatörleri, bardak boşken su doldurup, bardak dolmaya yakın suyu azaltıp daha sonra bardak dolduğunda durmak gibidir. Ayrıca akü şarjı düşükken panelden yüksek hızda akım gönderilir ve tama yaklaştığında akımın hızı düşürülür. Voltajı yükselterek ve akım gerektiği kadar azaltarak, pil grubu dolduktan sonra pil grubunu şarj etmek için regülatör tutar aralıklı akım darbeleri göndererek dolu kalması için her zaman şarjlı kalırlar. Ayrıca güneş pil grubunu kısalıktan kaynaklanan hasarlardan korur aküye ve yüklere bağlanan voltajları arındırır ve

stabilize eder yüklerin voltaj ayrımını ayarlar. Akü tipine göre şarj sisteminin seçilmesi, panellerin bağlantı kesme ve bağlantı voltajının ayarlanması, akımın aküden panellere geri dönmemesinin sağlanması, akünün gereksiz deşarj olmasının sağlanması ve batarya şarj durumunun gösterilmesi gibi özellikleri vardır. Şarj regülatörleri iki ana tipe ayrılır:

1- Darbe genişlikli modülasyonu şarj kontrol cihazında, fotovoltaik panelden akan akım, pilin yeniden şarj olma ihtiyacına göre artar veya azalır. Pil voltajı istenilen seviyeye ulaştığında, pilin aşırı ısınmasını önlemek için DGM algoritması panelden gelen şarj akımı akışını yavaş yavaş azaltır. DGM şarj teknolojisi, pil ömrünün uzun süre korunması, pildeki aşırı sıcaklığın azaltılması ve pil üzerindeki stresin daha az olması gibi birçok avantaja sahiptir.

2- Maksimum güç noktası takip sistemi şarjı düzenlemek için yeni bir yöntem olan ve güneş pil grubunun iş etkisini değiştirerek en yüksek çıkış gücünü verecek şekilde güneş pil grubundan mümkün olan maksimum enerjiyi çıkarma ilkesine bağlıdır.

- Batarya: Beşinci kısım, güneş enerjisinde önemli bir kısım olan bataryalardır ve birkaç tip batarya vardır: Floatlı kurşun batarya, sızdırmaz kurşun batarya, ıslak hücreli batarya, emici cam batarya, cil bataryası, lityum iyon batarya, katı batarya.

3.1.2 Güneş enerjisi atıklarının bertarafı

Güneş enerjisinin iklim krizinin çözümünde umut verici bir rol oynadığına şüphe yoktur. Önümüzdeki yıllarda dünya çapında endüstri patlaması yaşanırken güneş enerjisinin atıklarının hedeflediği fosil yakıtlardan daha fazla kirletici bir ortam yaratıp yaratmayacağı konusunda tartışmalar bulunmaktadır. Kullanılmayan güneş paneli sayısının 2036 yılına kadar 170.000 ile 280.000'e ulaşması hedeflerken, birçok şirket bu panelleri bertaraf etmek için ekipman geliştiriyor. Avrupa Birliği, Japonya ve Hindistan gibi bazı ülkelerdeki yasalar ömrünü tamamlamış güneş panellerinin uygun şekilde geri dönüştürülmesini sağlasa da, çabaları sınırlıdır. Aynı zamanda, birkaç uluslararası şirket

bu soruna son vermek için çabalarını yoğunlaştırmaya başladı. Cono times web sitesine göre Japon Nimi Solar su buharı kullanarak güneş panellerini bertaraf etmek için ekipman geliştiriyor. Bu teknoloji, plastiği buharlaştırmak cam ve bakır dahil olmak üzere bileşenlerin % 90'ından fazlasının geri kazanılmasını sağlamak için 600 dereceye kadar ısıtılmış buhar kullanımına dayanır. Atık güneş enerjisi çevreye büyük zarar verir. Şirket yetkilileri, cihazı gelecek yıla kadar piyasaya sürmeyi umduklarını dile getirdiler. Şirketin başkanı Hideyuki Sakamoto pazara daha fazla şirketin katılmasının, rekabetin teknolojik yenilikleri yönlendireceği ve maliyetleri düşüreceği anlamına geldiğini belirtmektedir. Nitrik asit kullanarak üretilmiş güneş panellerinden değerli metallerin ve diğer malzemelerin çıkarılmasını sağlayan bir teknoloji geliştirmiştir. Şirket yetkilileri, çıkarılan malzemeleri geri dönüştürmek için mümkün olan en kısa sürede, muhtemelen (2024) mali yılının sonuna kadar bir iş kurmayı planlıyor. Şirketin yılda 30.000 veya daha fazla güneş paneli işlemeye başlayacağını ve daha sonra talebe göre genişlediğini ifade etmektedirler. Mekanik ekipman Tokyo merkezli güneş paneli üreticisi panel bileşenlerinin %90'ından fazlasının geri dönüştürülmesini sağlayan mekanik cihazlar geliştirerek (2019) yılında satışa çıkarmıştır. Cihaz, güneş panellerinin yüzeyinden camı çıkarmak için 300 santigrat derece veya daha fazla sıcaklıkta çalışan termal bıçaklar kullanmakta ve şirket, bıçağın ünitenin bileşenlerini kırmadan ayıra bilmektedir. Japon şirket, atık elektrikli ve elektronik ekipmanların geri dönüşümü konusunda uzmanlaşmış bir Fransız şirketine güneş panellerini sökme ekipmanı tedarik etmektedir. Şirket, şu ana kadar bu ekipmanı kullanarak yaklaşık 25.000 kullanım ömrü sona ermiş birimi söktüğünü ifade etmektedir. Gelecekteki zorluklar güneş panelleri 20 ile 30 yıl arasında bir ömre sahiptir ve toksik maddeler içerir; kurşun bunların arasındadır. Ancak su geçirmeyen şekilde tasarlanmalı onları sökmek için zaman ve çaba gerektireceği anlamına gelmektedir (Portalı, 2022). Güneş Enerjisi kullanılmış güneş panellerine ayrılmış çöp sahaları olsada; atıkları azaltmak için bir çözüm bulunamazsa, (2035) yılına kadar kapasite sınırlarını aşacaktır. Üreticiler tarafından üstlenilmesi gereken atık bertaraf sürecinin maliyetleri de bir sorundur. Solar Frontier'deki güneş paneli geri dönüşüm ofisi başkanı Katsushi Takenaka bir bertaraf mekanizması olmadığı sürece gelecekte güneş enerjisi çiftlikleri inşa etmenin zor olacağını ve malzemelerin yeniden kullanımını teşvik etmeye ihtiyaç olduğunu belirtmektedir. Şok edici tahminler Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (2050) yılına kadar yaklaşık 78 milyon metrik ton güneş panelinin süresinin

dolacağını ve dünyanın yılda yaklaşık 6 milyon mt güneş enerjisi atığı üreteceğini tahmin etmektedir. Üreticiler gümüş ve silikon gibi daha değerli malzemeleri geri dönüştürmek için çözümler geliştiremezlerse ve bu çözümleri destekleyen etkin politikalar uygulayamazlarsa Arizona Üniversitesi güneş enerjisi araştırmacısı Ming Tao, geri dönüşüm çözümlerinin teşvik edilmemesinin çöplüklerde kaos yaratacağını ifade etmektedir. Güneş enerjisi panel atıklarının çöplüklere girmesinin birçok değerli kaynağın boşa harcandığı ve kurşun gibi zehirli maddelerin dışarı sızabileceği anlamına geldiğini ifade etmişlerdir (Portalı, 2022) .

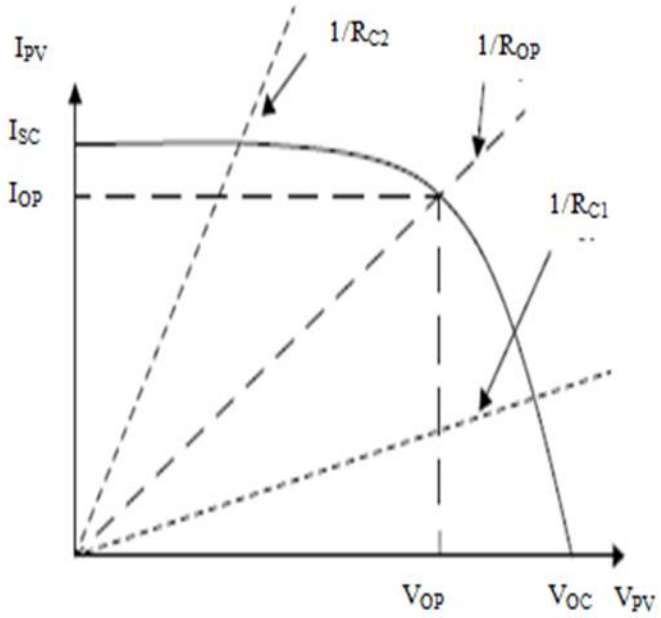
3.2 Maksimum Güç Noktası Takibi

Güneş panellerinin maksimum güç noktası sabit olmadığından ve güneş piline uygulanan radyasyon yoğunluğu ve sıcaklık değişiminden büyük ölçüde etkilendiğinden, FV uygulamaları için çeşitli algoritmalara dayalı MGNT teknolojisinin kullanılması gereklidir. FV sistemlerinde MGNT güneş panellerinden en büyük enerjinin izlenmesi ve çıkarılması ve pillere akışının düzenlenmesi için vazgeçilmez bir parçadır.

Geçtiğimiz yıllarda araştırmacılar, maksimum güç noktasını (MPP) bulmak için çeşitli MPPT yöntemleri geliştirdiler, keşfettiler ve yayınladılar. Kullanılan teknolojiler, gerekli akım ve gerilim sensörleri, verimliliği, biçimin karmaşıklığı, maliyeti, yakınsama hızı, radyasyon yoğunluğunun değişken olduğu durumlarda doğru izleme ve/veya kullanım gibi birçok açıdan farklılık gösterir. Sıcaklık değişimi, kurulum ve uygulama için gerekli donanımlar diğer çalışmalar arasında yer almaktadır.

MGNT teknolojisi ve uygun şekilde tasarlanmış modelleme hesaplamaları kullanılarak güneş panellerinin maksimum güç noktası ve giriş ve çıkış değerleri izlenebilir. Güneş enerjisi takip sistemlerinin verimliliği, kullanılan algoritmanın yetenekleri ile doğrudan ilişkilidir. Bu algoritmalar sayesinde sıcaklık ve radyasyondaki ani değişimlere rağmen sistemin maksimum çıkışı sağlanmaktadır.

FV sistemi çalıştıran bir model söz konusu olduğunda basittir. Çıkış akımı ve voltajı, görev döngüsünün bir fonksiyonu olarak ifade edilebilir. Bu nedenle DA-DA dönüştürücü modellemede en önemli konu MGNT algoritmalarının modellenmesidir. Bir FV dizisinden elde edilen maksimum güç, yalıtım, yük direnci ve hücre sıcaklığı olmak üzere üç parametreye büyük ölçüde bağlıdır. FV sistemi doğrudan bir yüke bağlandığında sistem, MGN'den uzak olabilecek, AG eğrisi ile yük hattının kesiştiği noktada çalışacaktır. Böylece MGN üretimi, değişen hava koşulları altında yükleme hattının ayarlanmasına dayanmaktadır. Sıcaklık ve radyasyon fonksiyonu gibi ticari bir FV modülünün çıkış (AG-GG) özelliklerinden sapması, güneş radyasyonu FV çıkış akımını etkilerken sıcaklığın esas olarak çıkış voltajını etkilediğini gösterir. Bu dalgalanmalara rağmen, FV sistemleri, herhangi bir sıcaklık ve güneş radyasyonu seviyeleri için her zaman maksimum çıkış gücünde çalışacak şekilde tasarlanmalıdır ve üç ana gruba ayrılır (geleneksel algoritmalar, yapay zeka algoritmaları ve optimizasyon algoritmaları). FV çıkış gücünü etkileyen bir diğer önemli faktör ise sabit olmayan yük direncidir. Şekil 3.4`te FV modülünün yük direncini eşleştirmek ve ondan maksimum gücü çıkarmak için görev döngüsü, optimum çalışma noktasına açık devre gerilim - açık devre akım ADG-ADA karşılık gelen değere ayarlanmalıdır (Salas *et al.* 2006).

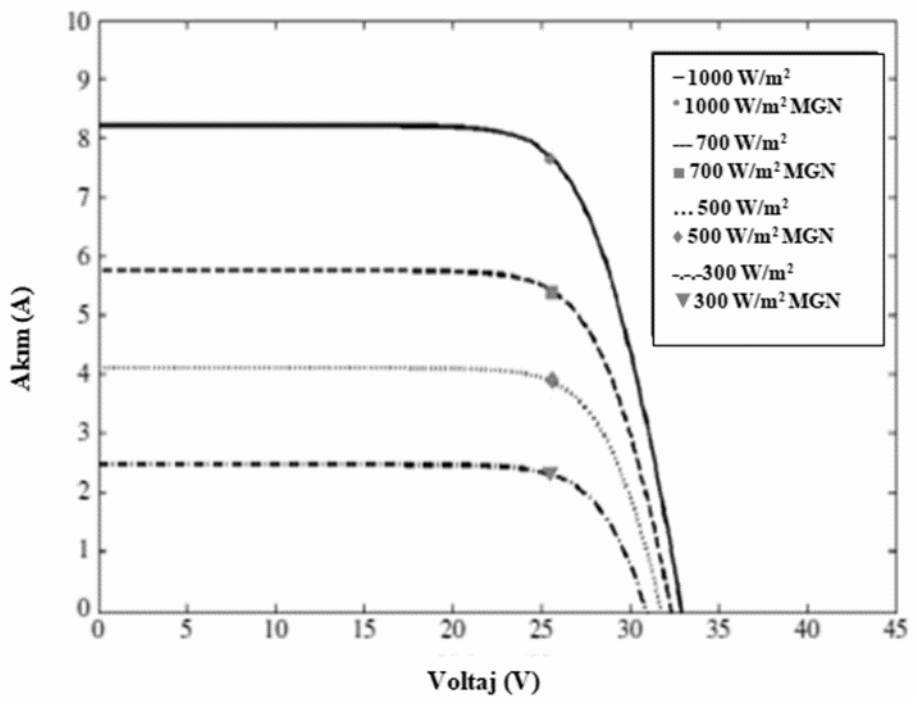


Şekil 3.4 Bir FV jeneratörünün farklı yük değerlerinde çalışma noktaları (Salas *et al.* 2006)

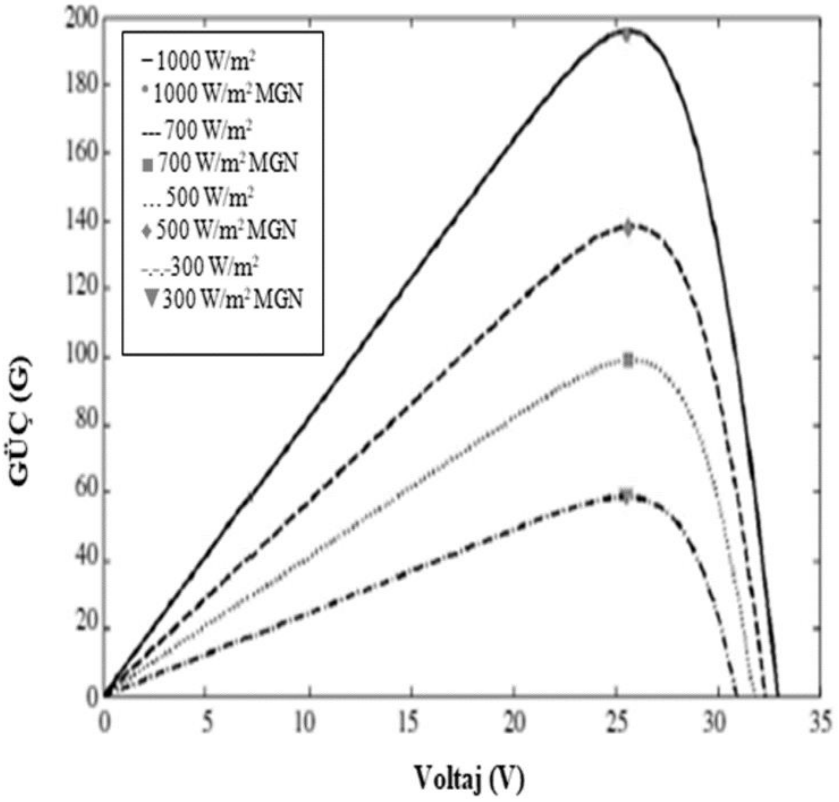
Voltaj ve akım için optimum çalışma noktasını belirlemek için FV dizisi ile bir pil grubu arasına bir DA–DA dönüştürücü eklenir. Kontrolör ayrıca MGNT algoritmasını uygulayarak FV dizisinin kendi MGN'sinde çalışmasını sağlamak için bir DA-DA dönüştürücüye bağlanır. MGNT algoritmasında, güneş radyasyonu ve sıcaklık değiştiğinde, MGN'lerin her biri, transformatörün giriş empedansının yalnızca bir değerine karşılık gelir. Böylece güneş radyasyonu değiştikçe veya sıcaklık değiştikçe, FV modüllerinin yeni konumu belirlemek için gördüğü giriş empedansının değeri de değişecektir. Modelleme DA-DA dönüştürücü, çalışan bir FV sistemi söz konusu olduğunda basittir. Çıkış akımı ve voltajı, görev döngüsünün bir fonksiyonu olarak ifade edilebilir (Talukder 2011). Şekil 3.5 ve Şekil 3.6 da gösterildiği gibi, herhangi bir FV modülü için, AG eğrisi ve GG eğrisi MGN üzerinde, FV sisteminin maksimum verimlilikte çalıştığı ve maksimum güç çıkışı ürettiği ayrı bir nokta vardır. MGN'nin konumu önceden bilinmemekle birlikte MGNT algoritmaları kullanılarak izlenebilir.

MGNT algoritmaları doğrudan ve dolaylı yöntemler olarak sınıflandırılabilir. Doğrudan yöntemler, FV ve/veya akım ölçümlerini kullananları içerir. Bu doğrudan yöntemler FV jeneratörün özelliklerine ilişkin ön bilgilerden bağımsız olma avantajına sahiptir. Bu nedenle, çalışma noktası sıcaklıklardan veya bozulma seviyelerinden bağımsızdır.

Dolaylı yöntemler, farklı ışınlar ve sıcaklıklar için FV sistemleri için tipik GG eğrilerinin verilerini içeren bir parametre veritabanının kullanımına veya MGN tahmini için ampirik verilerden elde edilen matematiksel fonksiyonların kullanımına dayanmaktadır. Çoğu durumda, deneysel verilerden elde edilen matematiksel ilişkiye dayalı olarak FV malzemelerinin önceden değerlendirilmesi gerekir. Bu kategoriye ait yöntemler eğri uydurma, arama tablosu, açık devre ve kısa devre FV voltajlarının kullanımını içerir (Xu *et al.* 1991).



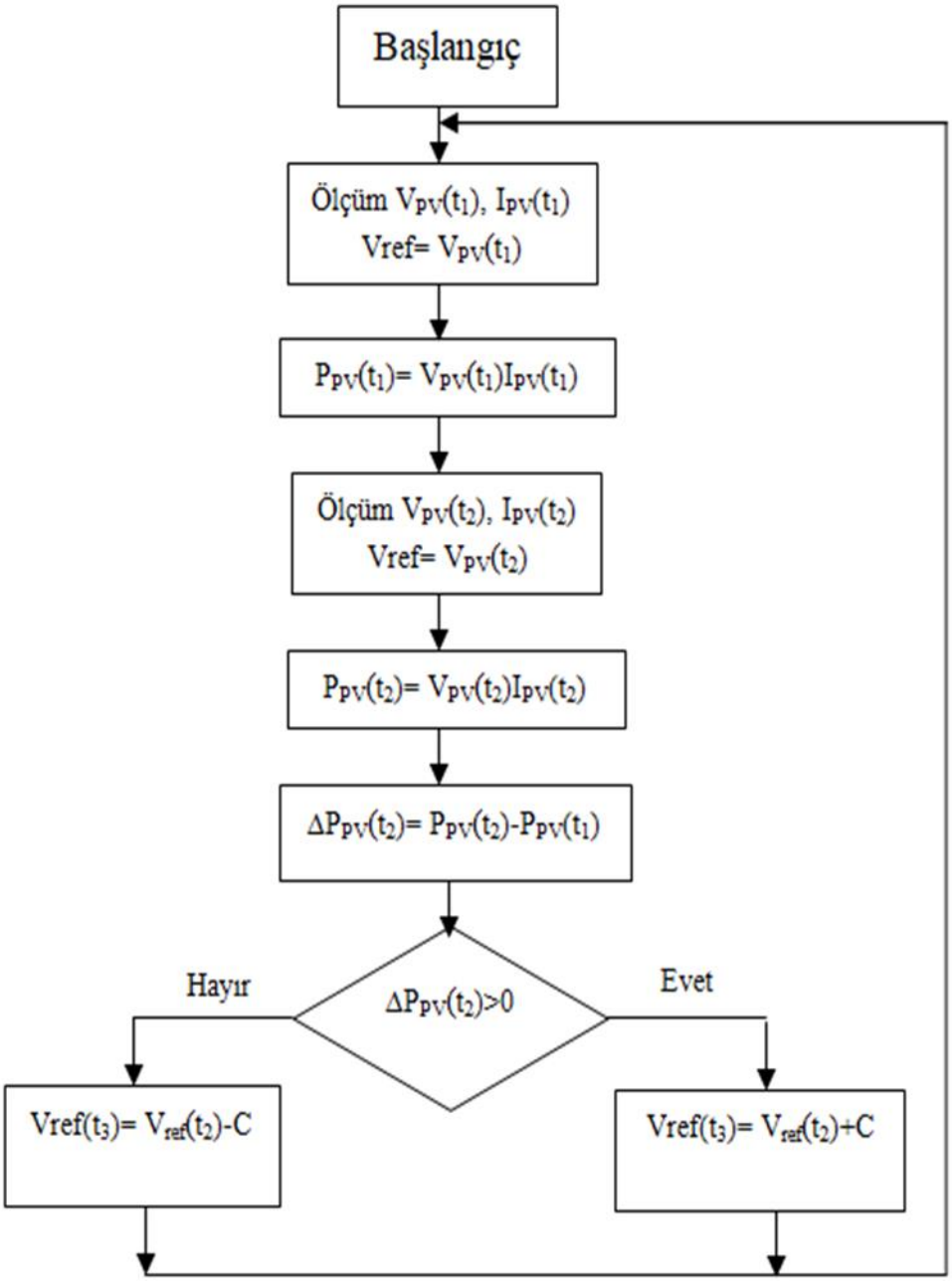
Şekil 3.5 Farklı güneş ışığın seviyelerinde bir güneş panelinin AG eğrileri (Xu *et al.* 1991)



Şekil 3.6 Farklı güneş ışınım seviyelerinde bir güneş panelinin GG eğrileri (Xu *et al.* 1991)

3.2.1 Değiştir gözle metodu

DGM, MGN bulmak için yinelemeli bir arama yöntemidir ve MGNT`de en yaygın kullanılan algoritmalar arasındadır. Aşağıdaki şekil 3.7 de DGM'nun akış şeması gösterilmektedir.



Şekil 3.7 DGM algoritmasının akış şeması

DGM yöntemindeki çeşitli çalışma noktaları için kontrol prosedürleri (Salman *et al.* 2018) Çizelge 3.1`de gösterilmektedir:

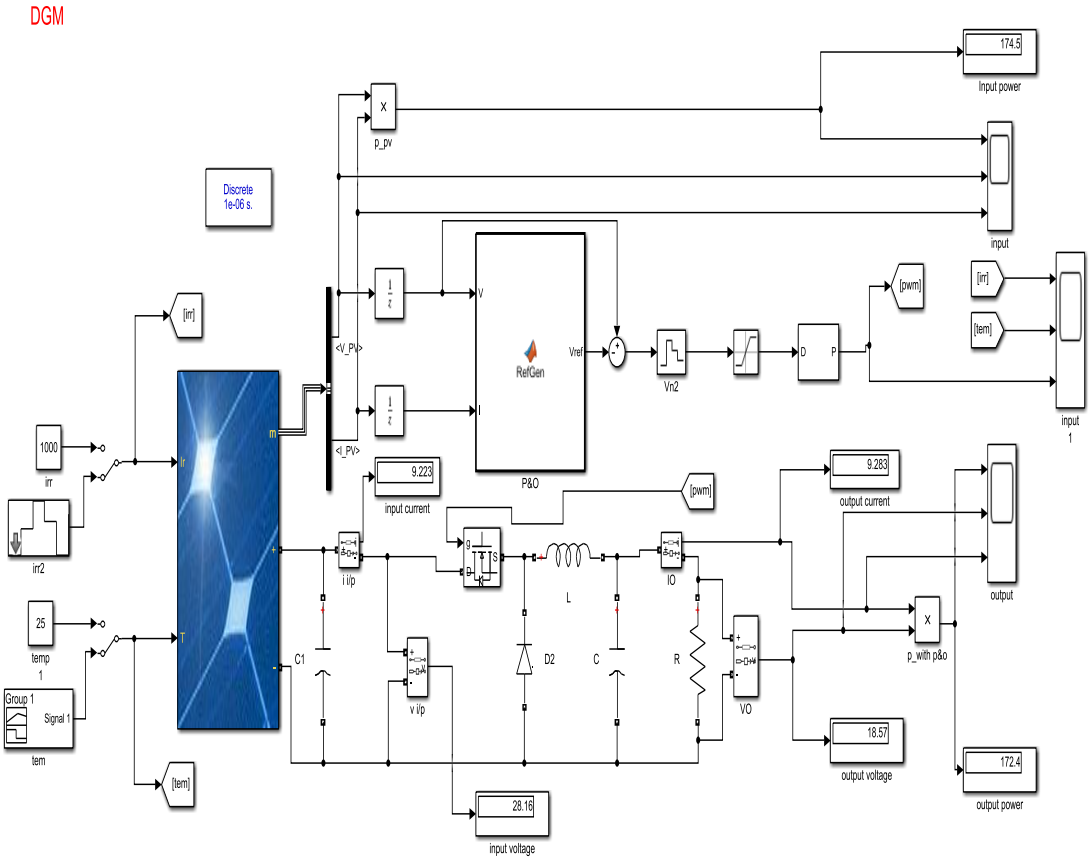
Çizelge 3.1 DGM yöntemi için kontrol prosedürü

No	ΔV	ΔP	ΔP÷ΔV	İzleme Yönü	Voltaj Kontrol Eylemi
1	+	+	+	İyi yön	Artırmak V ile ΔV
2	-	-	+	Kötü yön	Artırmak V ile ΔV
3	-	+	-	İyi yön	Azaltmak V ile ΔV
4	+	-	-	Kötü yön	Azaltmak V ile ΔV

Bu DGM yöntemin avantajı, bir FV jeneratörün avantajları hakklarnda bilgi önceden sahib olmasına gerek olmaması ve çok basit bir yöntem olmasıdır nispeten. Ancak, nokta çalışması MGN etrafında salınım yapmakta mevcut gücün boşa bir miktarını harcamaktadır. Ayrıca değişen hızlı koşullarda kullanılması çok bir uygun yöntem değildir.

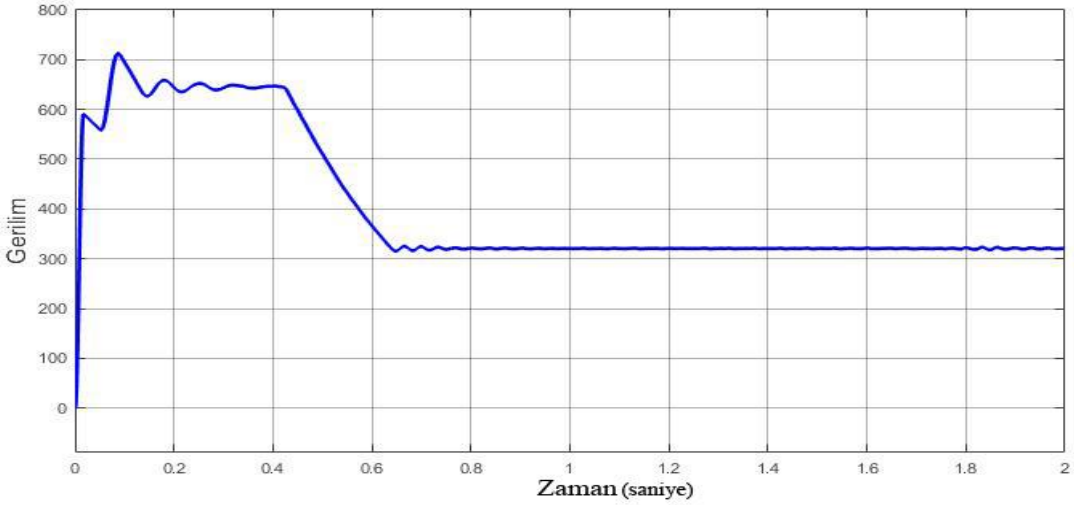
Simülasyonu gerçekleştirilen sistemin Matlab kodu ekler kısmında verilmiştir. Güneş panelinin değişken hava koşulları ile farklı ışıma değerleri altındaki çalışması DGM ile Matlab aracılığıyla simüle edilmiştir. Simülasyonda panel çıkış gücü panelin ürettiği gerilim ve akım değerlerine göre hesaplanarak maksimum nokta arama işlemi yapılmıştır. Önerilen algoritmanın kodu MATLAB dili kullanılarak oluşturulmuştur.

Şekil 3:8 de MATLAB/SIMULINK kullanan DGM algoritmasına dayalı MGNT teknolojisini kullanan bir fotovoltaik sistemin simülasyonunu göstermektedir. DGM algoritması, güneş paneline bağlı DA-DA yükseltici dönüştürücünün görev döngüsünü kontrol ederek güneş panelinden maksimum gücü çeken MGN'yi izler.

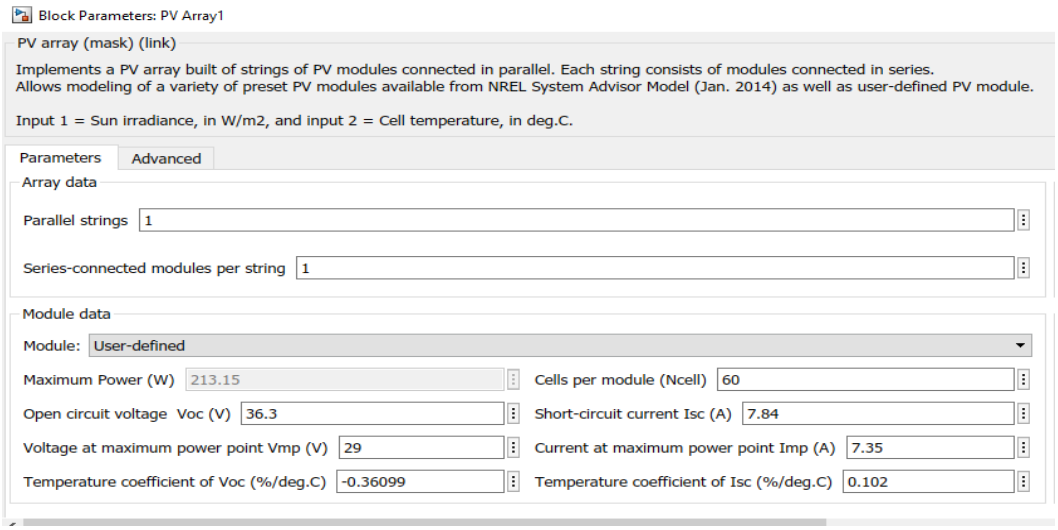


Şekil 3.8 DGM algoritması simulink devre şeması

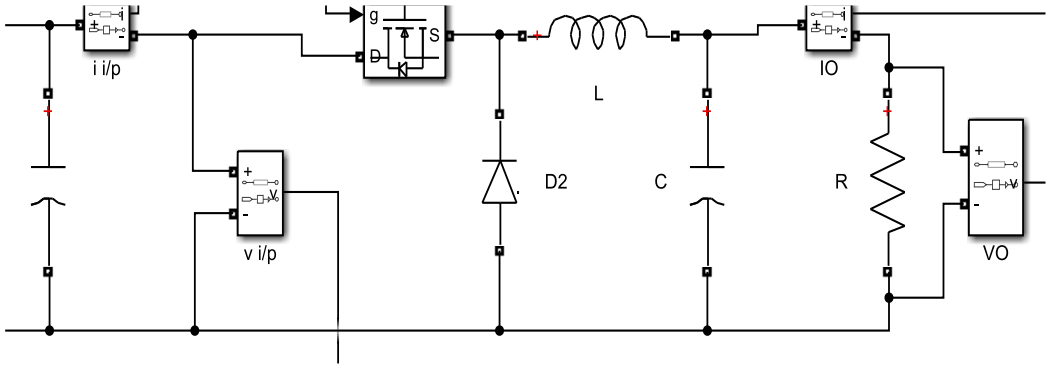
DGM larla şarj regülatöründeki transistördeki geçidin genişliğini kontrol etmek için görev döngüsü (duty cycle) belirlendikten sonra çıkış voltajı ölçülür ve Şekil 3.9`daki gibi temsil edilebilir. Sistemin kullanılan FV panel özellikleri Şekil 3.10`da gösterilmiştir. Şekil 3.11de DA-DA düşüren tip dönüştürücü devresi gösterilmiştir.



Şekil 3.9 Görev döngüsü uygulandıktan sonraki GDA

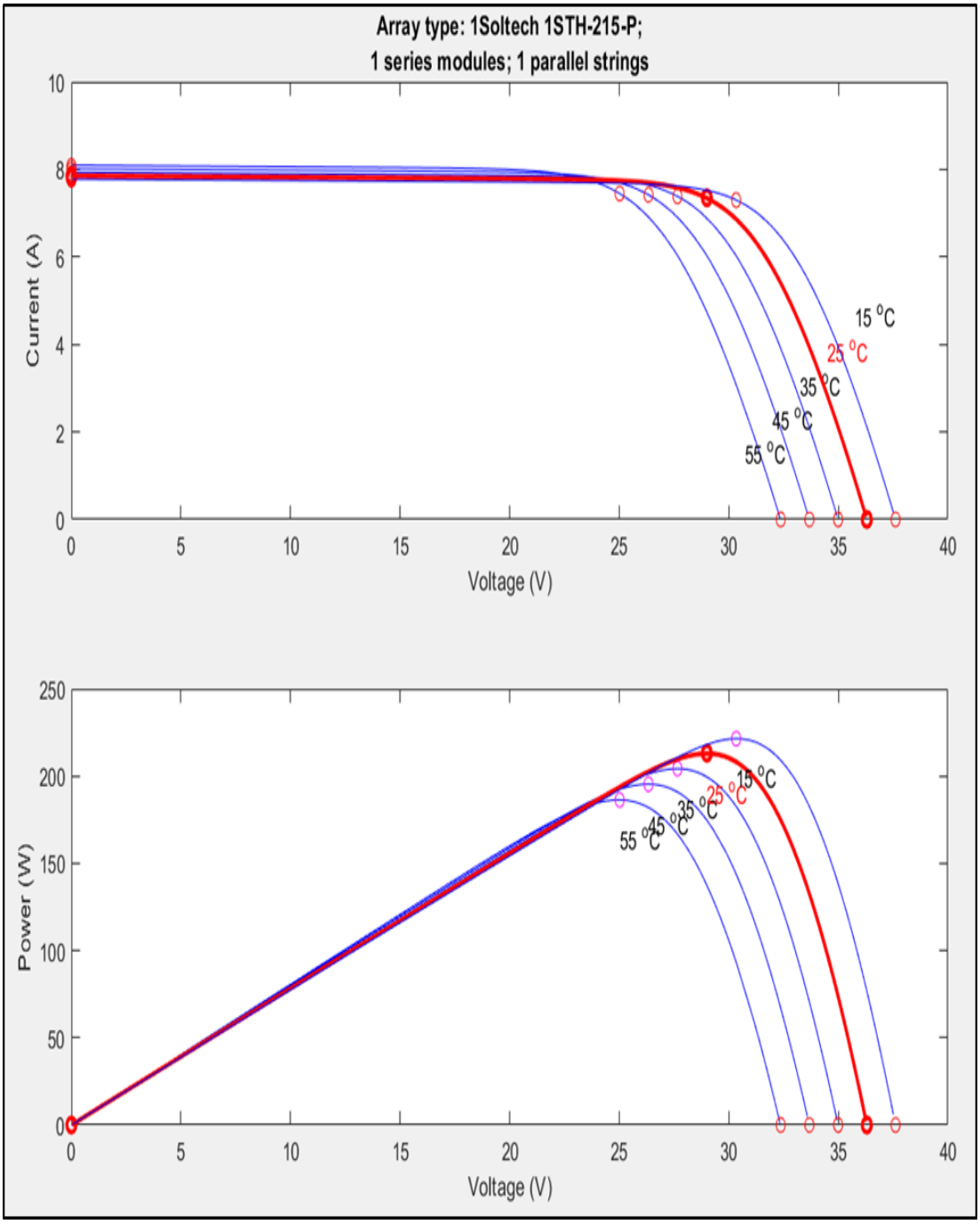


Şekil 3.10 FV güneş paneli özellikleri



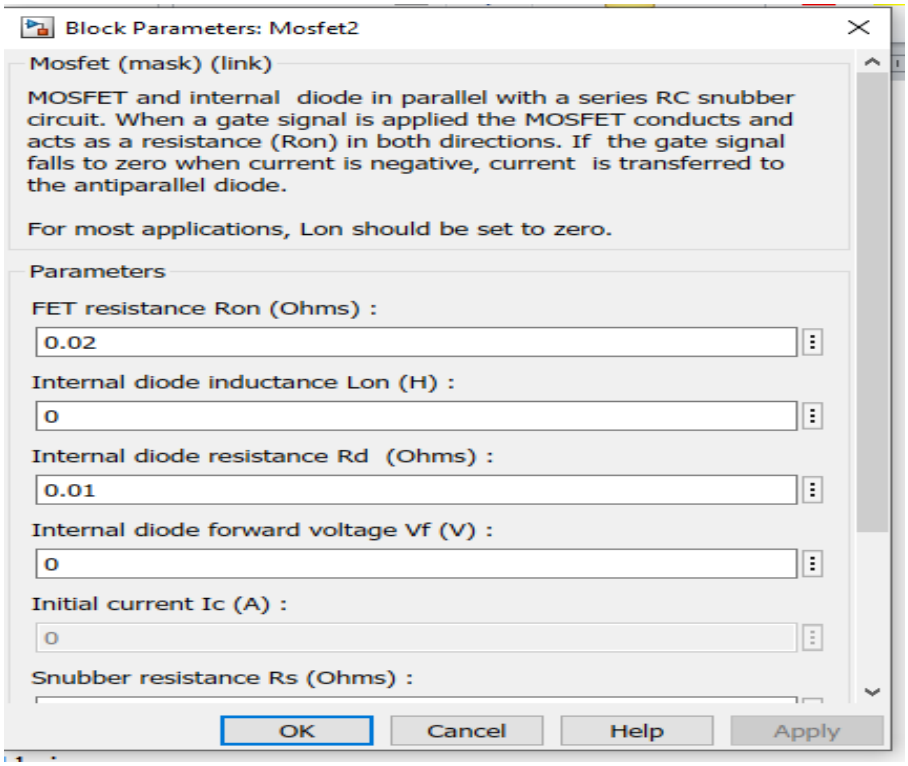
Şekil 3.11 DA-DA düşüren tip dönüştürücü devresi

Şekil 3.12`de Simülasyonda kullanılan güneş panelinin ışınım miktarının sabit (1000W/m^2) tutulup ve farklı sıcaklık değerlerinde (55°C, 45°C, 35°C, 25°C, 15°C) üretmiş olduğu AG-GG grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 3.12 Sıcaklığın akım-gerilim ve güç-gerilim karakteristiğine etkisi (Salman *et al.* 2018)

DA-DA düşüren dönüştürücüde kullanılan anahtarlama elemanının özellikleri Şekil 3.13`te gösterilmiştir.



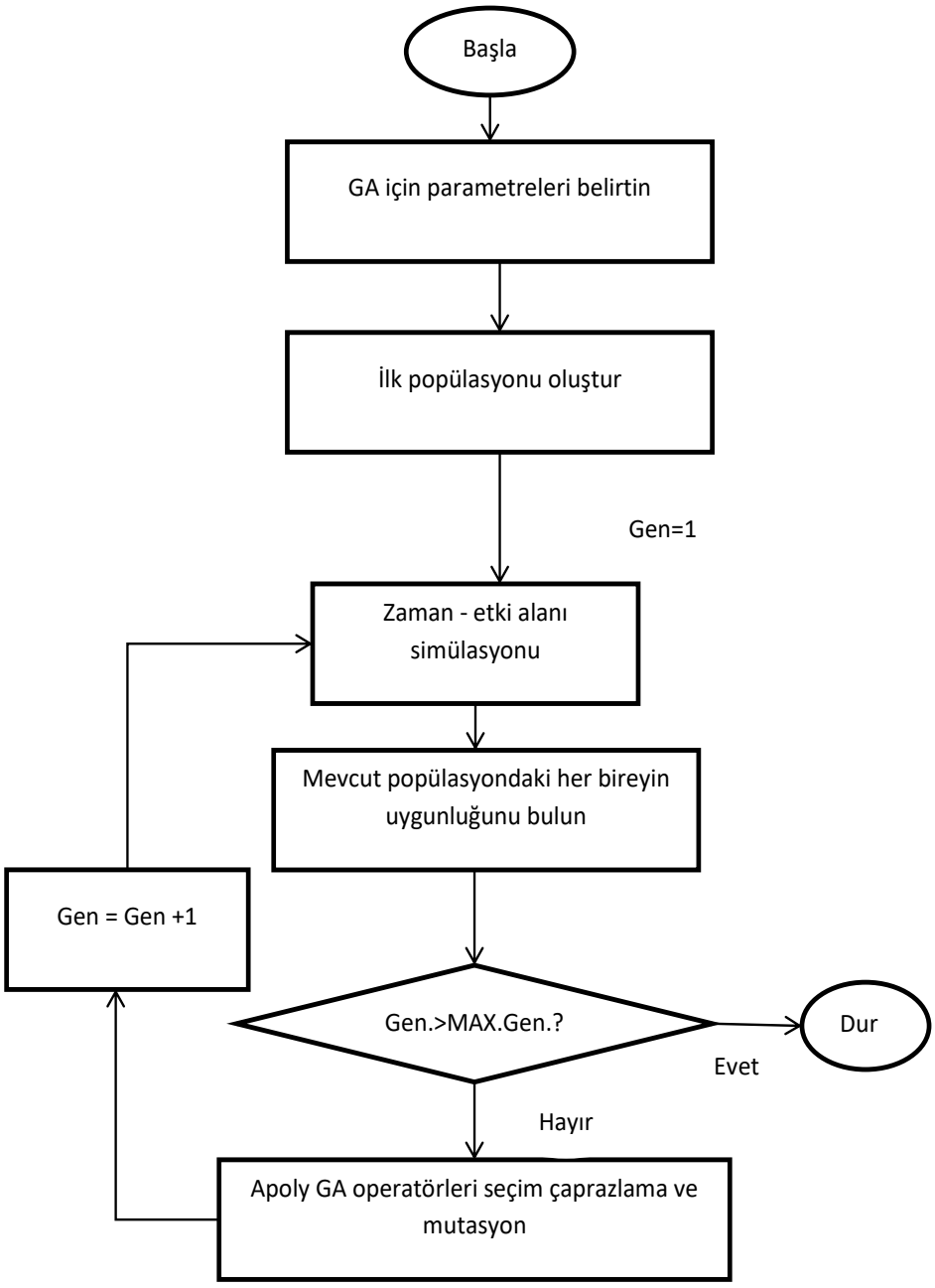
Şekil 3.13 GA-OİD algoritmasında MOSFET özellikleri

3.2.2 Genetik algoritma

Genetik algoritma biyolojik temelli sezgisel arama algoritmalarından en çok kullanılanıdır. Seçme, mutasyon ve çaprazlama gibi işlevleri yerine getirerek bir

problemin çözüm kümesinin içerisindeki en iyi sonucu bulmaktadır. Genetik algoritma GA, popülasyon adı verilen bir dizi aday çözüm bulundurlacaktır. Her adımdaki, Genetik algoritma GA mevcutur popülasyonlardan ebeveynlerin olmak şekilnde bireylerni seçer ve bunların gelecek nesileri için çocuklar üretmekleri için kullanmıştır. Aday çözümün genelliklei kromozom adıları verilen sabit uzunluktadır zincirleme olarak temsil edilecektir. Uygunluk fonksiyonu, popülasyonun her bir üyesinin ne kadar iyi yaptığını değerlendirmek için kullanılır. Başlangıç rastgele bir popülasyon kümesi için, GA aşağıdaki gibi nesiller adı verilen döngülerde çalışır.

Popülasyonun her bir üyesi uygunluk fonksiyonu kullanılarak değerlendirilir. Popülasyon, bir dizi yineleme yoluyla bir yeniden üretim sürecinden geçer. Bir veya daha fazla ebeveyn rastgele seçilir, ancak daha yüksek uygunluk değerlerine sahip zincirlerin üremeye katkıda bulunma olasılığı daha yüksektir. Yavruları üreten ebeveynlere çaprazlama ve mutasyon gibi genetik faktörler uygulanır. Yavrular popülasyona tanıtılır ve süreç tekrarlanır (Kumar *et al.* 2015). GA nın akış şeması Şekil 3.14`teki gibi ifade edilebilir.



Şekil 3.14 GA nın akış şeması

Evrim süreci, arama uzayı içinde en uygun çözüme ulaşmak için GA ları en uygun alanlardan geçirir. Algoritmalar tekniği, aynı zamanda, çeşitli problemlere optimal çözümler bulmak için uygulanabilen kapsamlı bir yöntem olarak da karakterize edilir ve bu problemin matematiksel bir modelinin oluşturulmasını gerektirmez. Kumar ayrıca MGNT için GA ları uygulama adımlarını Şekil 3.15`teki gibi açıklamaktadır.

1. Başlatma: Bir uzunluk seçimiyle (bit sayısı, kesinlik) bir dizi ikili ile rastgele bir popülasyon oluşturmamız gerekiyor. Popülasyon, satır sayısının birey sayısını ve sütun numarasının bireylerin uzunluğunu temsil ettiği ikili bir matristir.

2. Uygunluk fonksiyonu: Bireye seçilme şansı verdiği için çok önemli bir adımdır. Değerlendirme bireyin uygunluk fonksiyonunun değeri ile verilir fonksiyonun pozitifidir ve birey aranan optimum değerdir. Uygunluk fonksiyonunun sınırı, bizim durumumuzda uygunluk fonksiyonu dönüştürücü devrenin çıkış gücüdür. Arama max fonksiyonu ile MGN etrafındaki pertürbasyonun etkisi bu teknik kullanılarak ortadan kaldırılabilir.

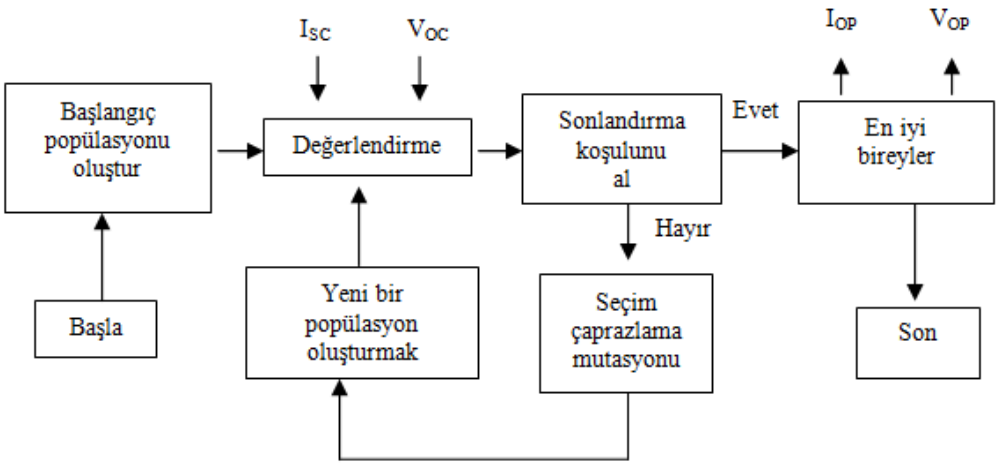
3. Genetik süreçler: GA nın temelidir, olasılık teorilerini dışlamazlar, ancak çok önemli sonuçlar verirler, bu süreçler şunlardır:

- Seçim: Bir popülasyondan uygunluklarına göre iki ebeveyn kromozomu seçin (daha iyi uygunluk, seçilme şansı daha fazla)

- Çaprazlama: Çaprazlama olasılığı ile ebeveynler yeni yavrular (çocuklar) oluşturmak için. çaprazlama yoksa gerçekleştirildi, yavrular ebeveynlerin tam kopyasıdır.

- Ekleme: Yeni sakinler, minimum uygunluk fonksiyonuna sahip bireylerin yerine yaşlı nüfusa entegre edilmektedir.

- Programın sonlandırılması: Programın uygulanması en iyi yeni bireyleri yaratır, program sistemin istenen çıktısına göre sona erer.



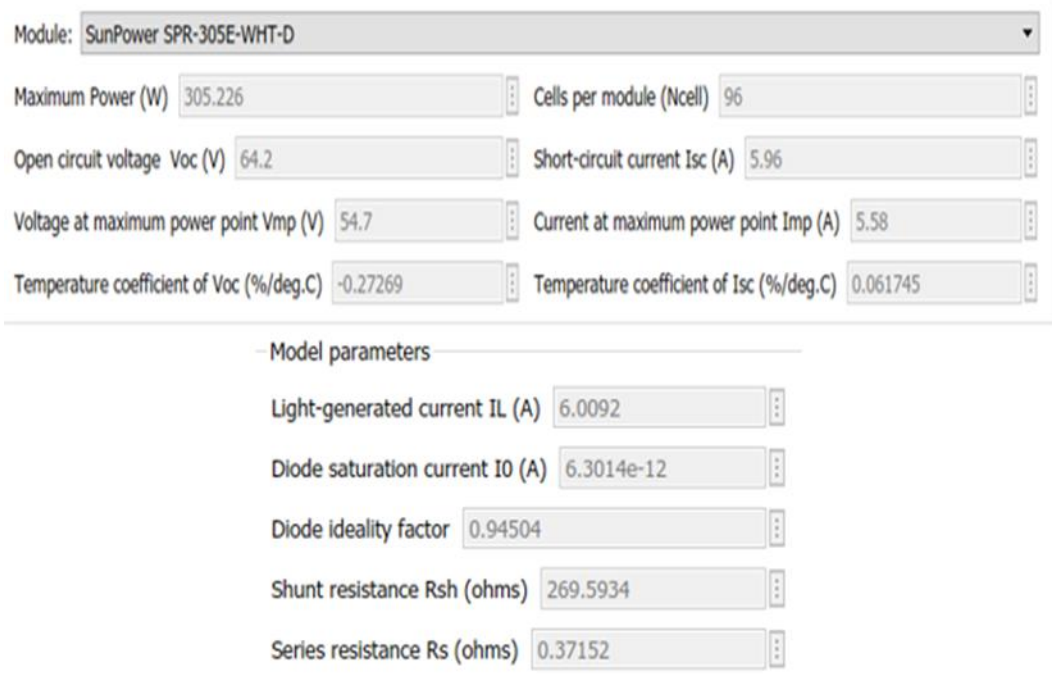
Şekil 3.15 Genetik algoritmaları uygulamak için adımlar

MGNT, ünlü DGM algoritmasına ve GA lar kullanılarak bir orantılı integral denetleyicinin OİD (Pelvic Inflammatory Controller) şu şekilde genetik algoritma-orantısal integral denetleyici (GA-OİD) kalibrasyonuna dayalı olarak önerilmiştir. Kromozomlar, istenen davranışı elde etmek için ayarlanacak ve modifiye edilecek kazanca karşılık gelen iki değere göre oluşturulmuştur. Kazanç miktarı, bireyin değerlendirmesi gereken iki gerçek sayı olan Kp ve Ki'dir. Amaç, istenen değer sistemin istenen gücü ile gerçek çıktı arasındaki hatayı mümkün olan en aza indirmektir ve buna göre uygunluk fonksiyonu aşağıdaki denklem (3.8) deki formu alır:

$$\boldsymbol{Thefitnessfunction} = \sum\big(\boldsymbol{Power}(\boldsymbol{Error}, \mathbf{2})\big) \tag{3.8}$$

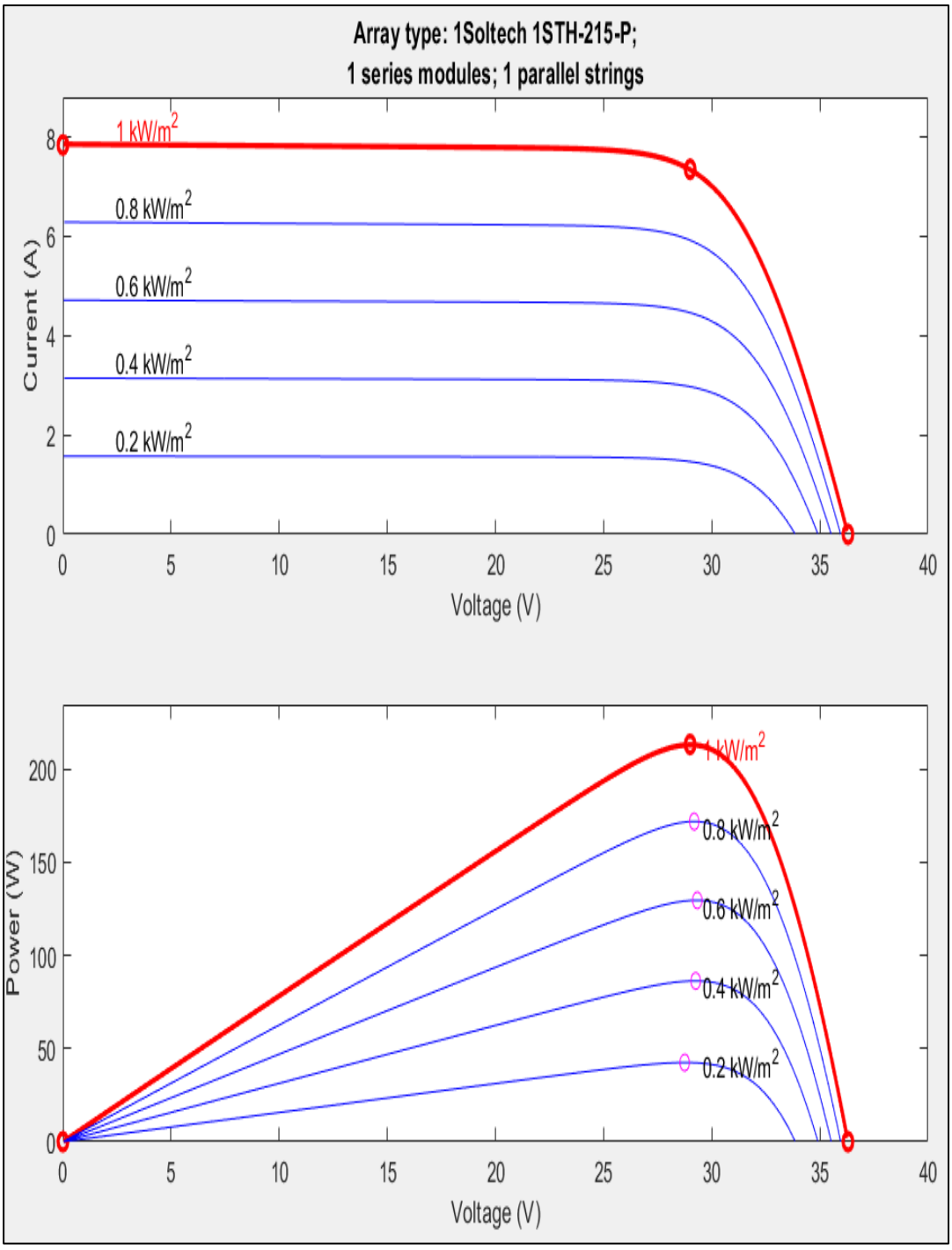
Oransal bütünleştirici denetleyicinin parametreleri (Parameters of the proportional integrator controller) (Kp, Ki). İkili dizeler şeklinde kodlanacaktır. Kromozom olarak tanımlanan ikili diziler bireylerde daha fazla üreme değişikliği olması için GA içerisinde ebeveynler seçilir. Daha sonra yeni kromozomlar üretmek için çaprazlama operatörü yürütülür. Her bir kromozomun uygunluk fonksiyonu, ikili dizisi, kontrolör sabitlerini temsil eden gerçek bir değer ile değiştirilerek belirlenir. Sistemin tam yanıtını hesaplamak için denetleyicinin sabitlerinin her bir değer seti denetleyiciye iletilir.

GA-OİD projesinde kullanılan güneş panelinin özellikleri Şekil 3.16`daki gibidir:



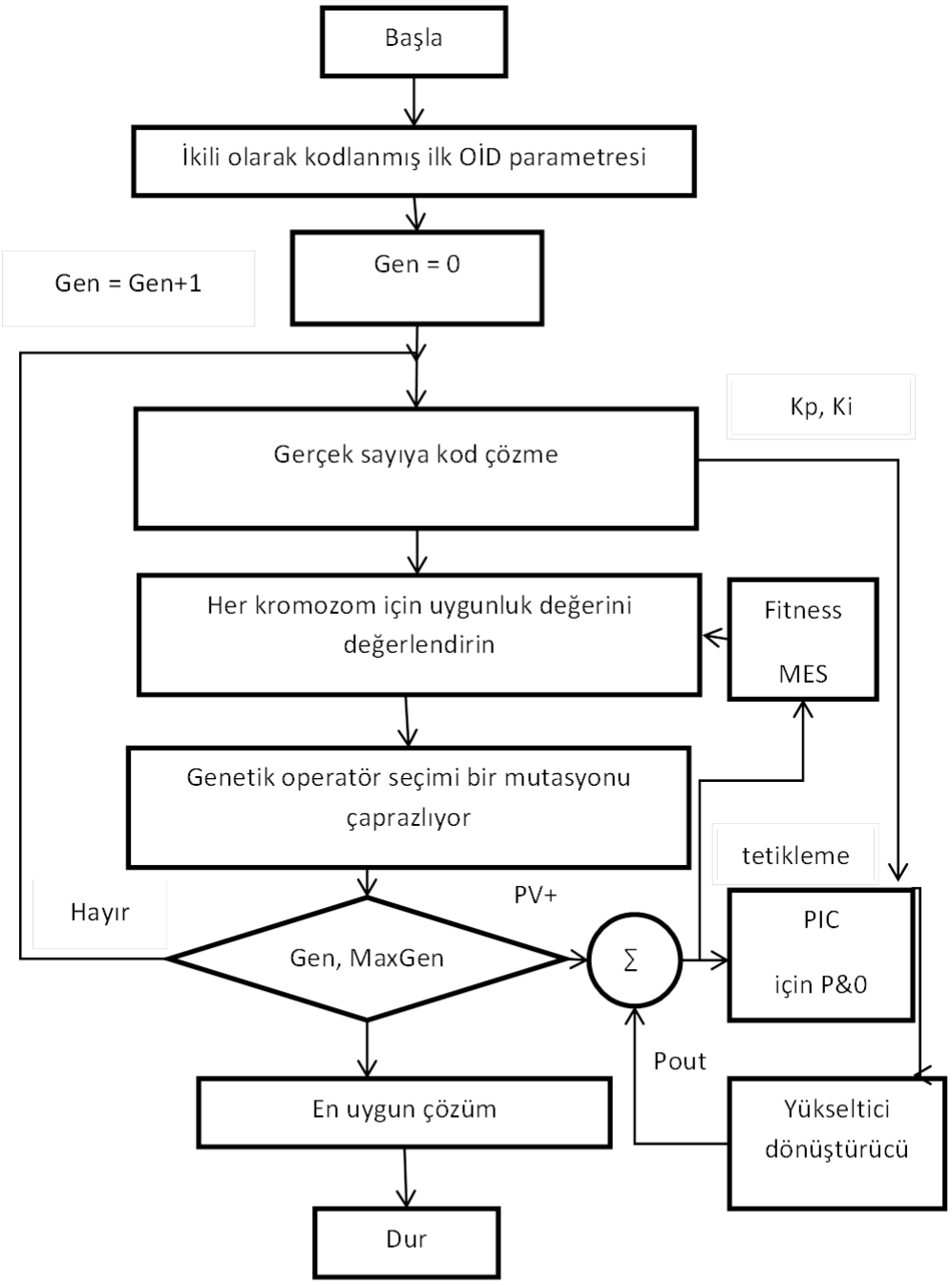
Şekil 3.16 FV (GA-OİD) güneş paneli özellikleri

Şekil 3.17'de bir GA-OİD sıcaklık 25°C'de sabit olduğunda ve radyasyon yoğunluğu değiştiğinde fotovoltaik sistemin (AG-GG) karakteristik eğrisi gösterilmiştir. Beş farklı radyasyon değeri dahilinde (1000 W/m^2 , 800 W/m^2 , 600 W/m^2 , 400 W/m^2 ve 200 W/m^2) çıkış özellikleri yer almaktadır.


Array type: 1Soltech 1STH-215-P;
1 series modules; 1 parallel strings
1 kW/m2
0.8 kW/m2
0.6 kW/m2
0.4 kW/m2
0.2 kW/m2
Current (A)
Voltage (V)
Power (W)
Voltage (V)

Şekil 3.17 Işımanın akım-gerilim ve güç-gerilim karakteristiğine etkisi (Lal *et al.* 2016)

GA lara bağlı olarak kalibrasyonunu ifade eden akış şeması Şekil 3.18`deki gibi gösterilebilir:

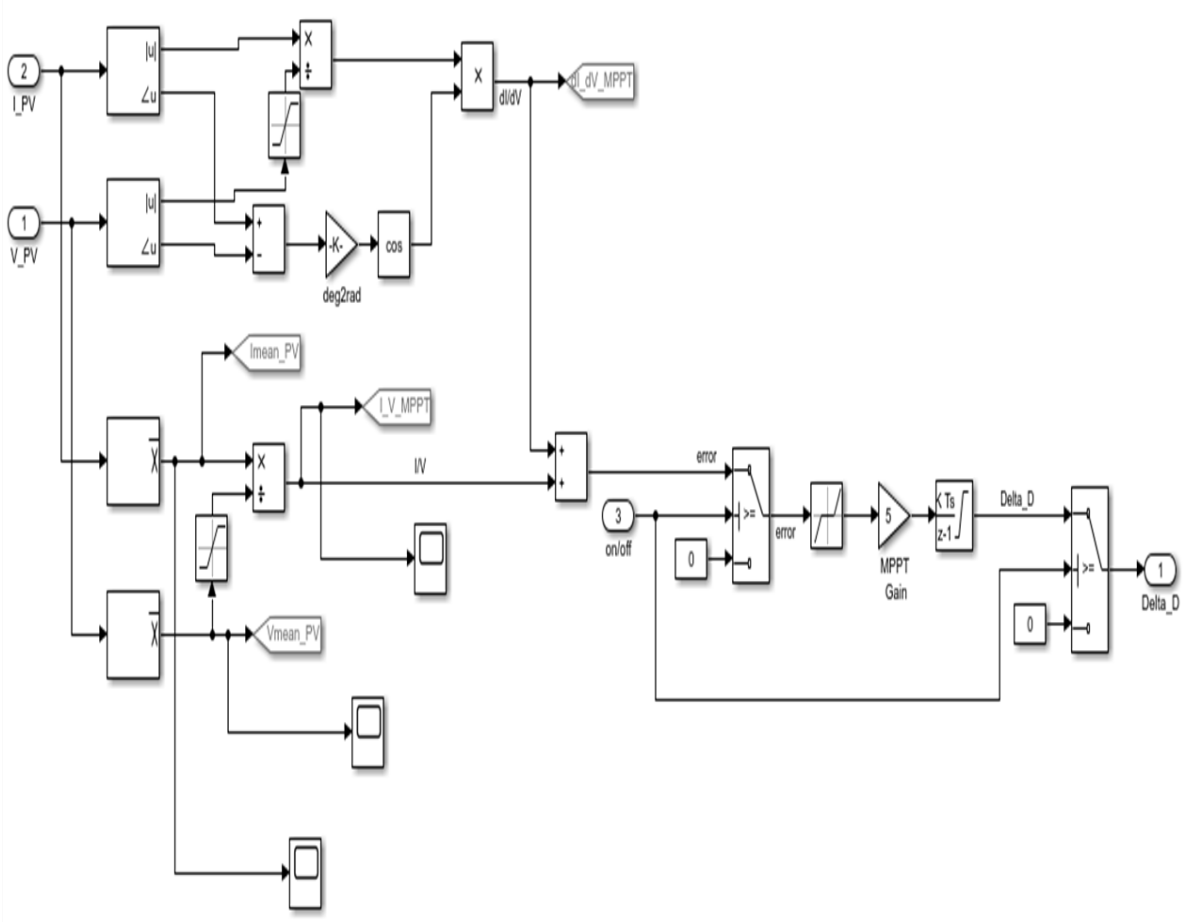


Şekil 3.18 GA-OİD algoritmasının akış şeması

GA ları, etkin darbe genişliğinin belirlendiği uygun bir (duty cycle) görev döngüsü elde etmek için Şekil 3.18`de gösterilen algoritmaya uygulanmıştır. Dönüştürücünün yüksek verimde çalışması için gerekli olan duty cycle görev döngüsü anahtarlama elemanı girişine uygulanmıştır. Görev döngüsü, çalışma süresinin (Açık modu) toplam süreye oranıdır ve aşağıdaki denklem (3.9)) daki gibi ifade edilebilir :

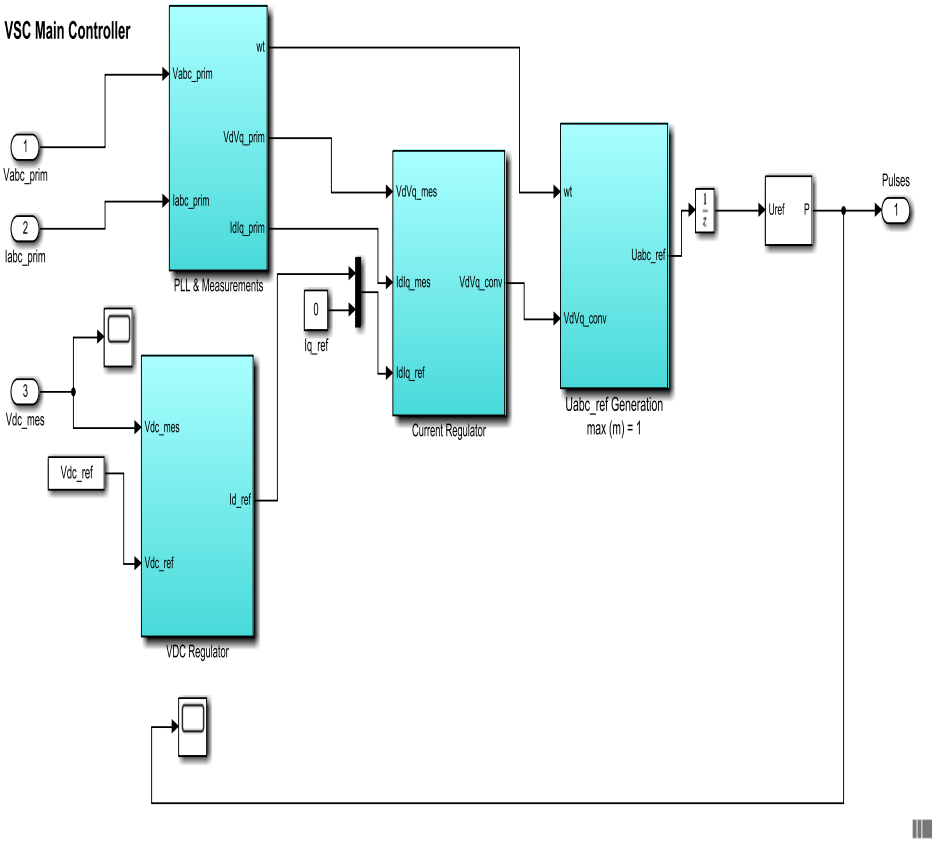
$$\boldsymbol{Duty\ Cycle} = \frac{\boldsymbol{PW}}{\boldsymbol{T}} \tag{3.9}$$

Burada DG (Pulse Width) etkin darbe genişliğidir ve T zaman (Time) darbe periyodudur (toplam süre). Şekil 3.19 de GA-OID algoritmaları etkili darbe genişliğinin belirlendiği uygun bir görev döngüsü elde etmek için gösterilen algoritmaya göre uygulanır, böylece darbe genişliği transistörünün giriş kısmında kontrol edilir.



Şekil 3.19 Genetik algoritma ile görev döngüsü belirlendikten sonra MGNT teknolojisi

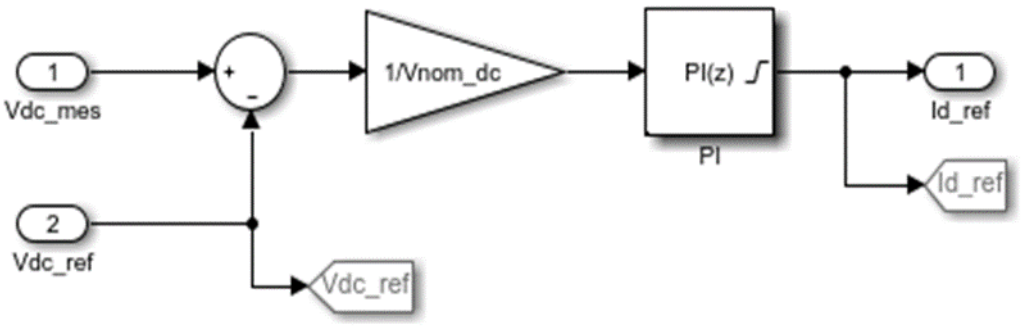
Gerilim kaynağı dönüştürücüleri GKD (Voltage Sourced Converter), Yalıtımlı Kapı Bipolar Transistörler YKBT gibi yüksek güçlü elektronik uygulamalar için uygun cihazlar kullanarak Yüksek Gerilim Alternatif Akım YGAA (High Voltage Alternating Current) ve Yüksek Gerilim Doğru Akım YGDA (High Voltage Direct Current) sistemlerini bağlamak için kullanılan kendi kendine anahtarlamalı dönüştürücülerdir. gerilim kaynağı dönüştürücüler GKD kendi kendine değiştirilebilir ve bir alternatif akım AA (Alternating Current) sistemine güvenmek zorunda kalmadan alternatif akım voltajı üretebilir. Bu, hem aktif hem de reaktif enerjinin hızlı bağımsız kontrolünü sağlar. GKD'ler, Modüler Çok Düzeyli Dönüştürücü (Modular-Multilevel-Converter) MÇDD'deki "modüller"in yanı sıra 2 seviyeli veya 3 seviyeli transformatörler gibi yapı taşları için sabit doğru akım DA (Direct Current) voltaje polaritesini korur. Enerji akışının yönü, akımın yönü tersine çevrilerek değiştirilir. Bu çalışmada kullanılan GKD eşdeğer devresi SİMULİNK kullanılarak Şekil 3.20`de gösterilmiştir:



Şekil 3.20 Çalışmadaki voltaj kaynağı dönüştürücünün eşdeğer devresi

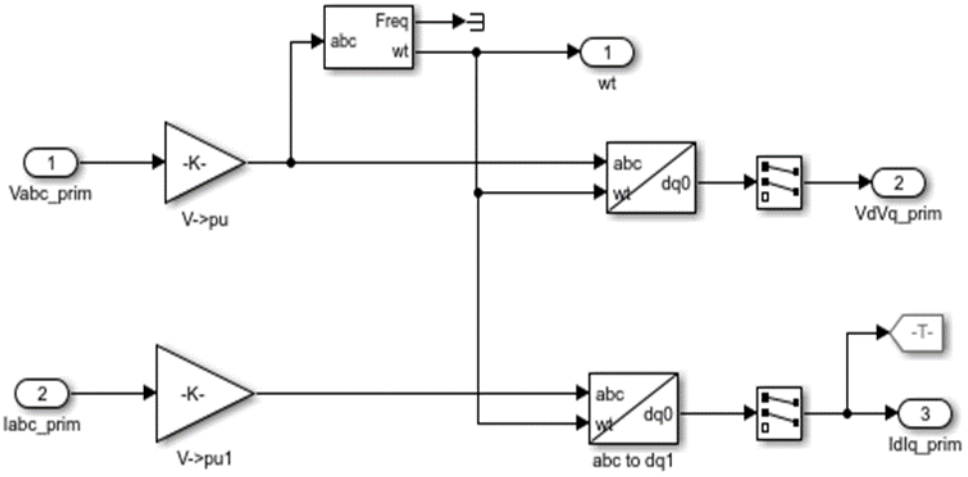
MATLAB/SIMULINK'te bir GKD eşdeğer devresinin temel parçaları Şekil 3.21, Şekil 3.22, Şekil 3.23 ve Şekil 3.24`teki gibi gösterilebilir:

1. Gerilim Doğru Akım GDA (Voltage Direct Current) Regülatörü:



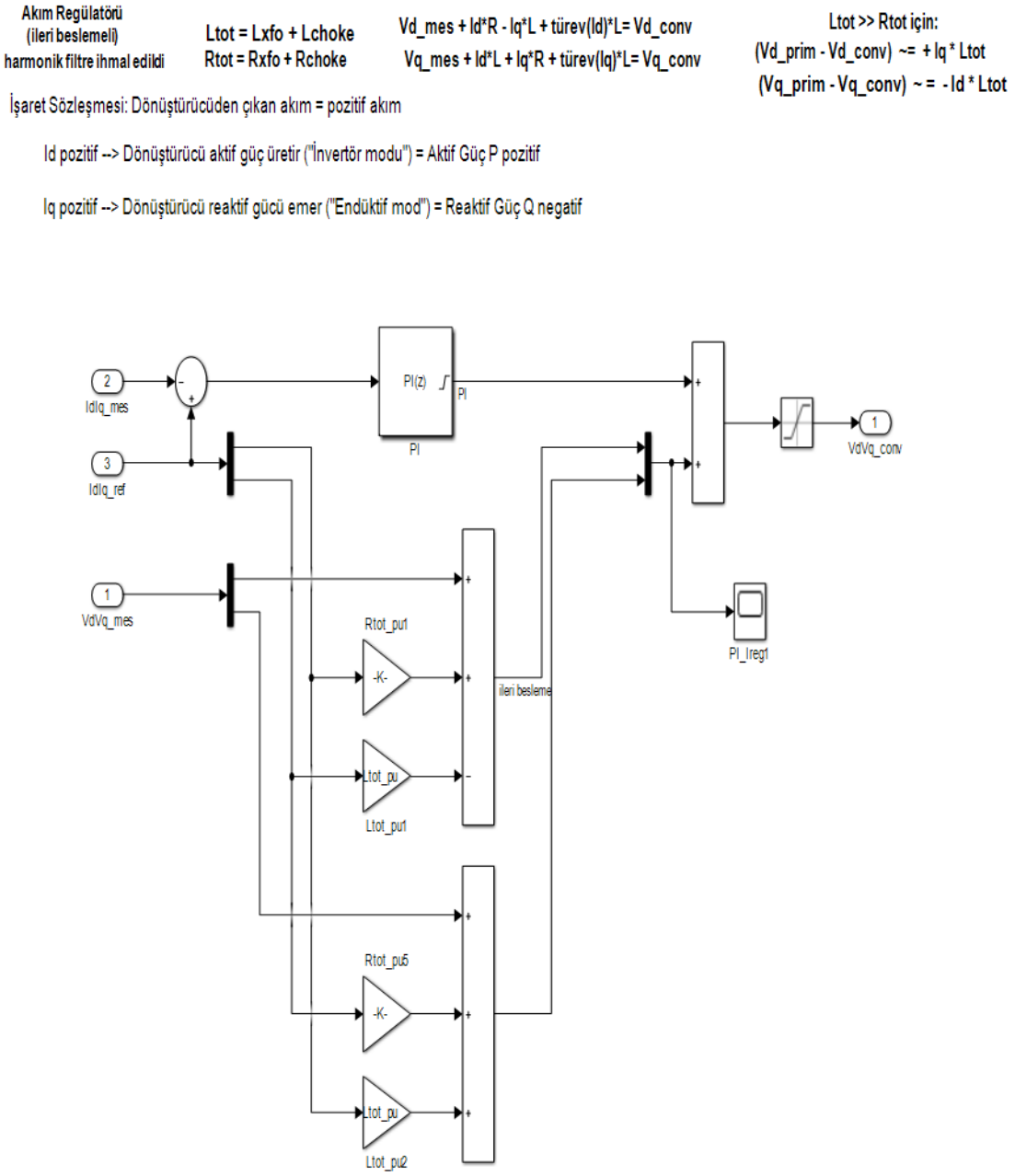
Şekil 3.21 Voltaj kaynağı dönüştürücülerin deki gerilim doğru akım regülatörü

2. Enstrümantasyon ve faz kilidi döngüsü FKD (Phase-Lock Loop):



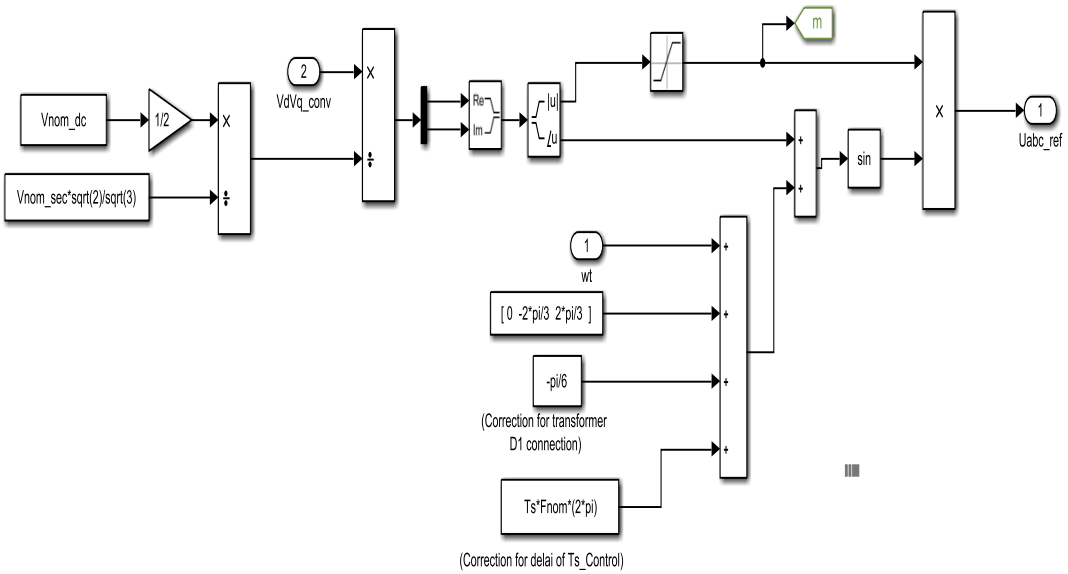
Şekil 3.22 Faz kilidi döngüsü ve ölçümler

3. Akım Regülatörü:



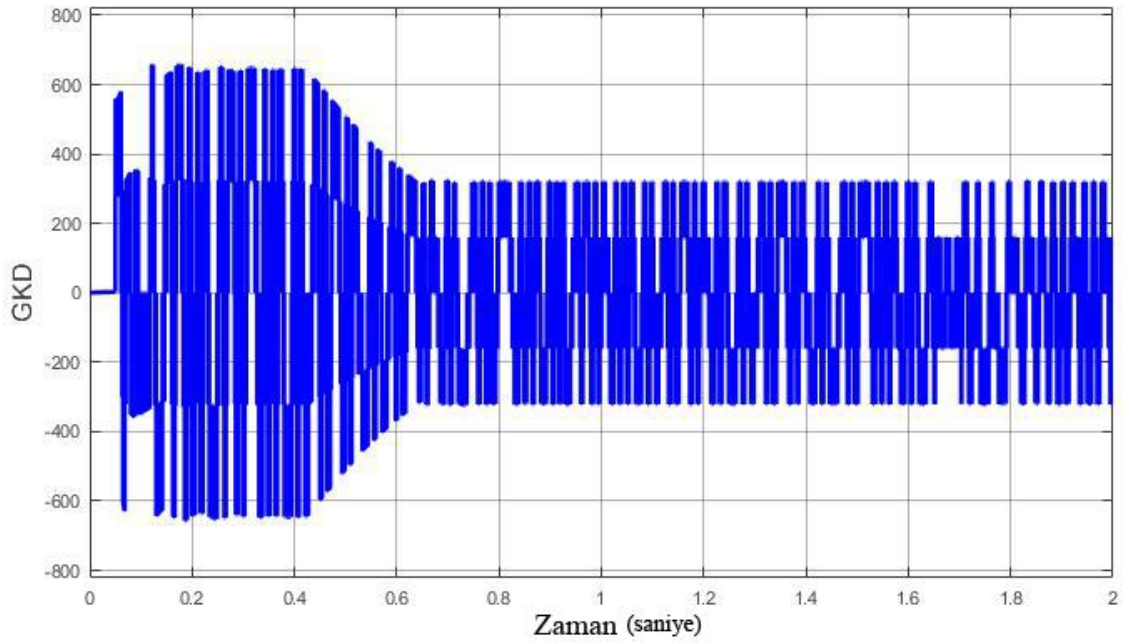
Şekil 3.23 Akım regülatörü

4. Üç fazlı voltaj üreteci:



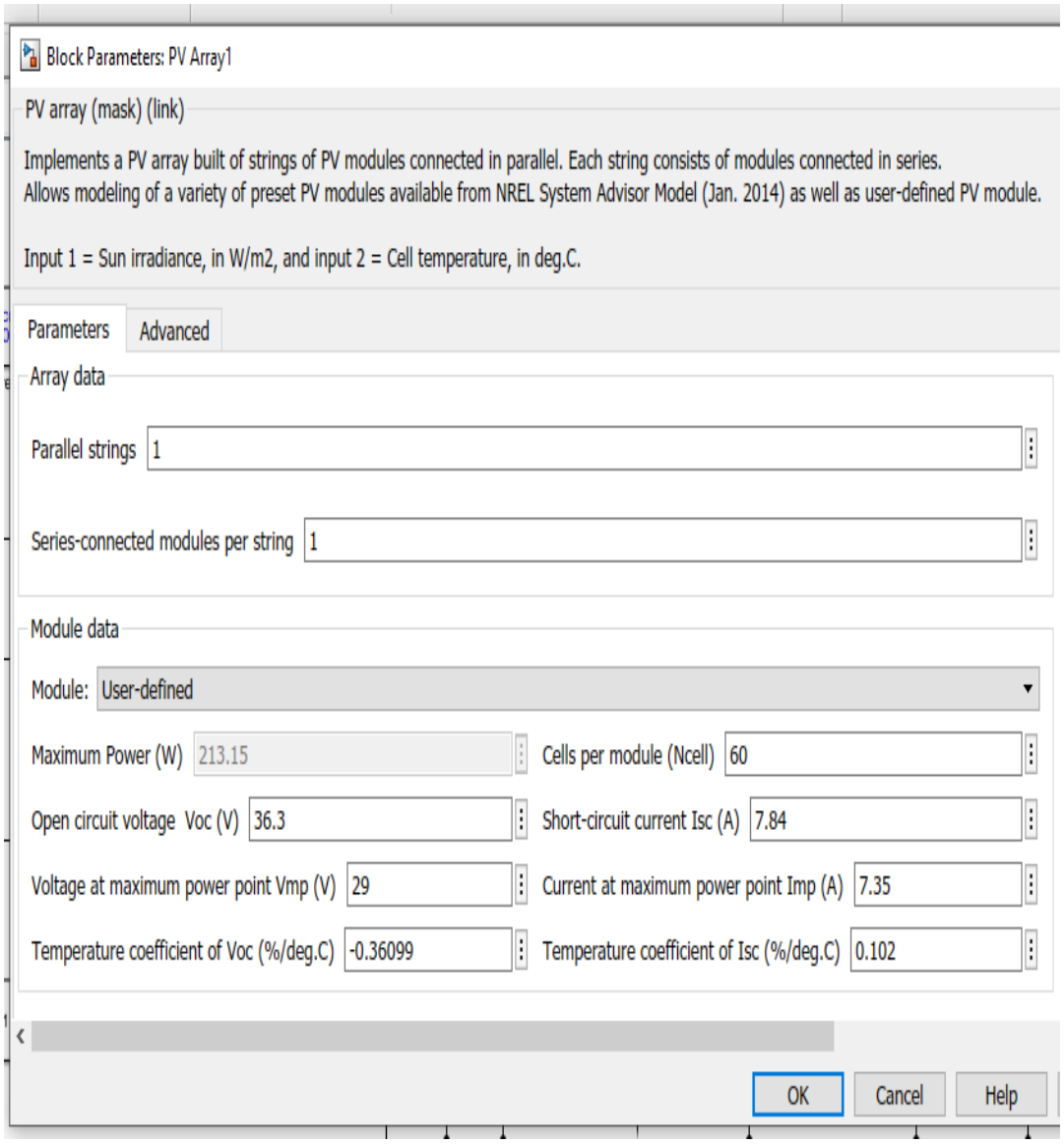
Şekil 3.24 Üç fazlı gerilim üretimi

Şekil 3.25 hibrit GA-OİD algoritması uygulandıktan sonra kalıp çıkışındaki Alternatif Akım voltajı aşağıdaki gibi gösterilmiştir:

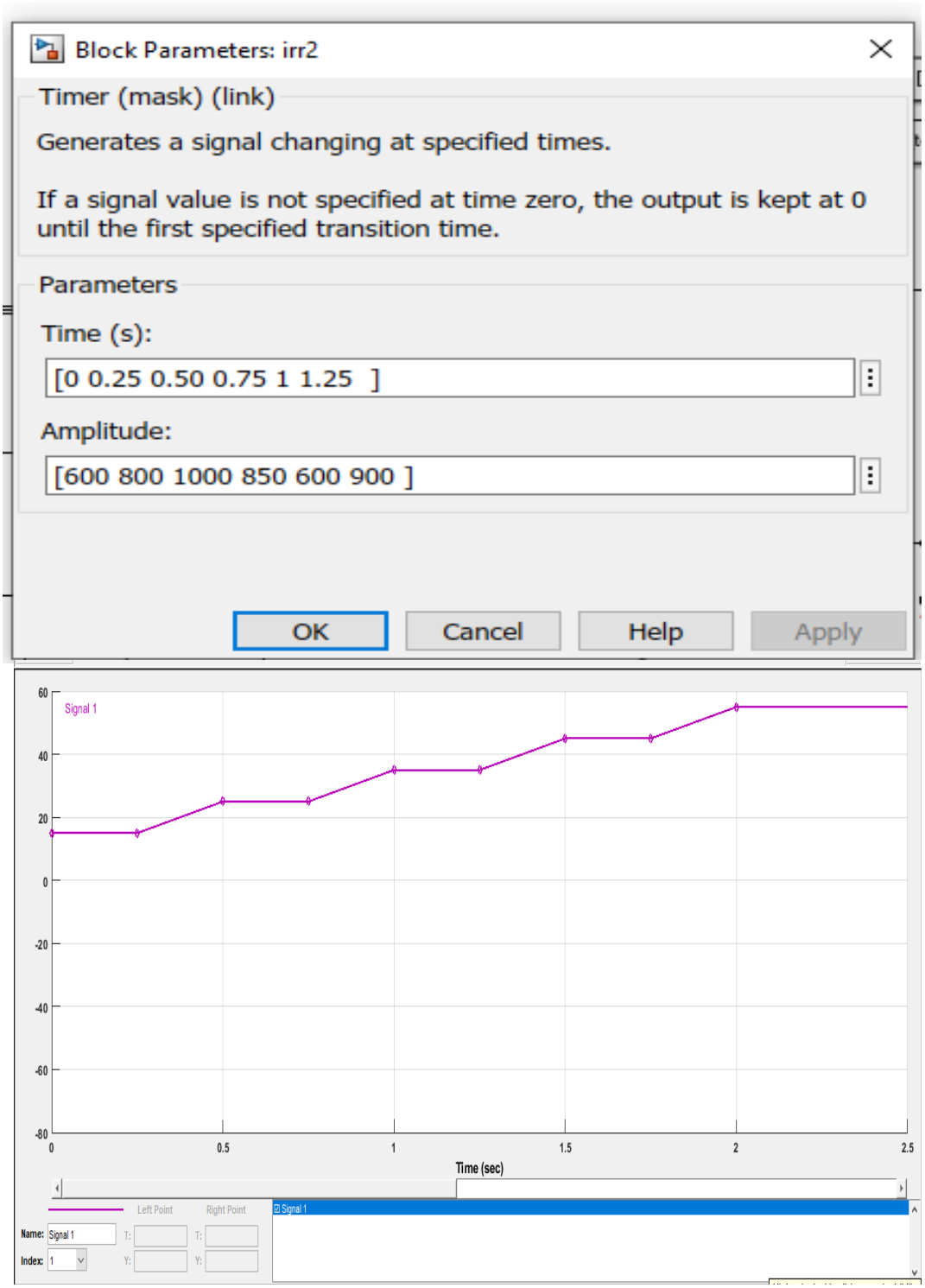


Şekil 3.25 GA-OİD uygulandıktan sonraki GKD

Çalışmada kullanılan FV panel özelleri Şekil 3.26`da, değişken sıcaklık ve değişken ışınım miktarları Şekil 3.27 ve Şekil 3.28`de gösterilmektedir. Aynı giriş değişkenleri herbir algoritma üzerinde ayrı ayrı uygulandıktan sonra çıkış değerleri kıyaslanmıştır. :



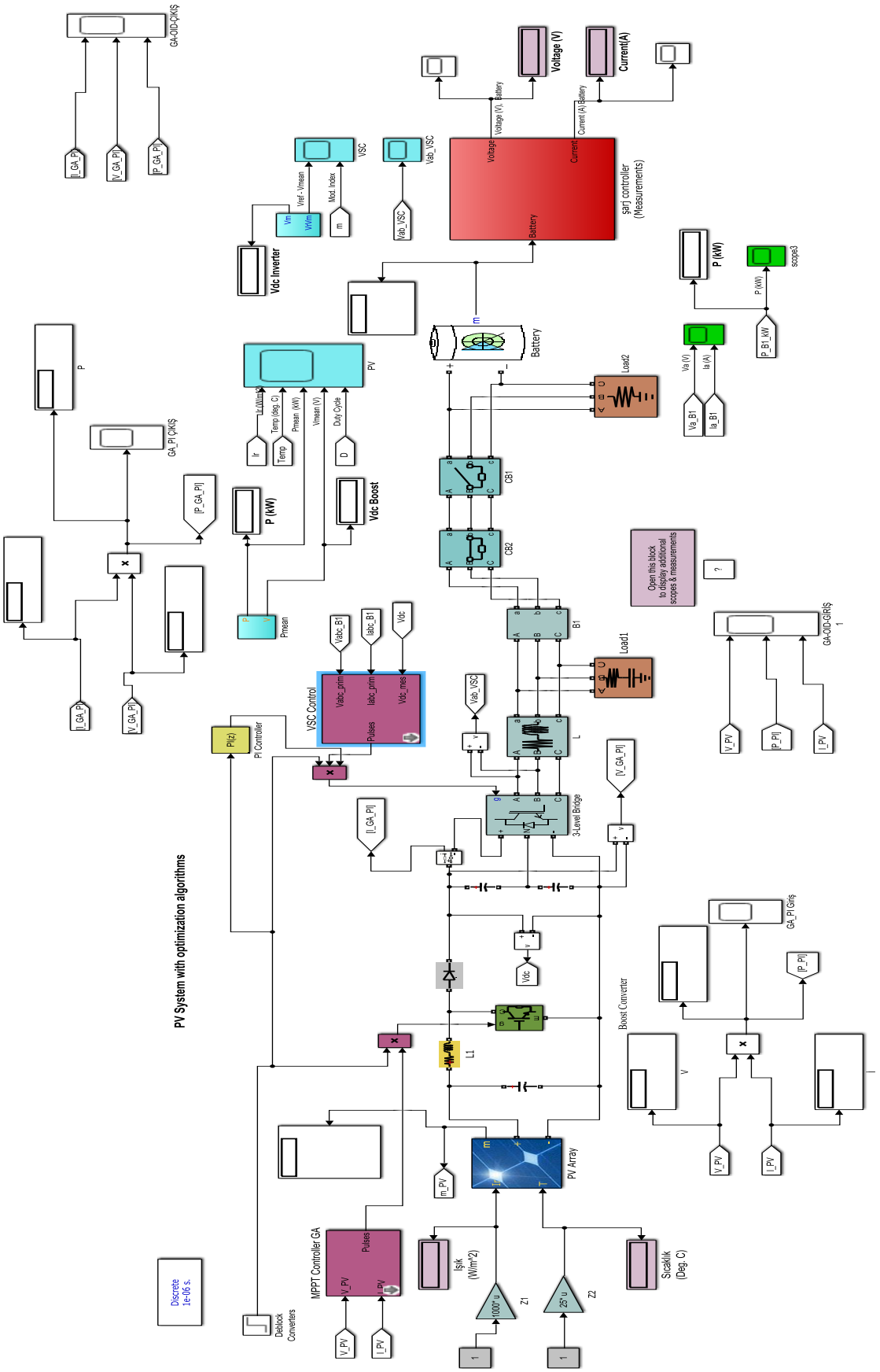
Şekil 3.26 FV güneş paneli özellikleri



Şekil 3.27 Işınım derecesi seviyesi

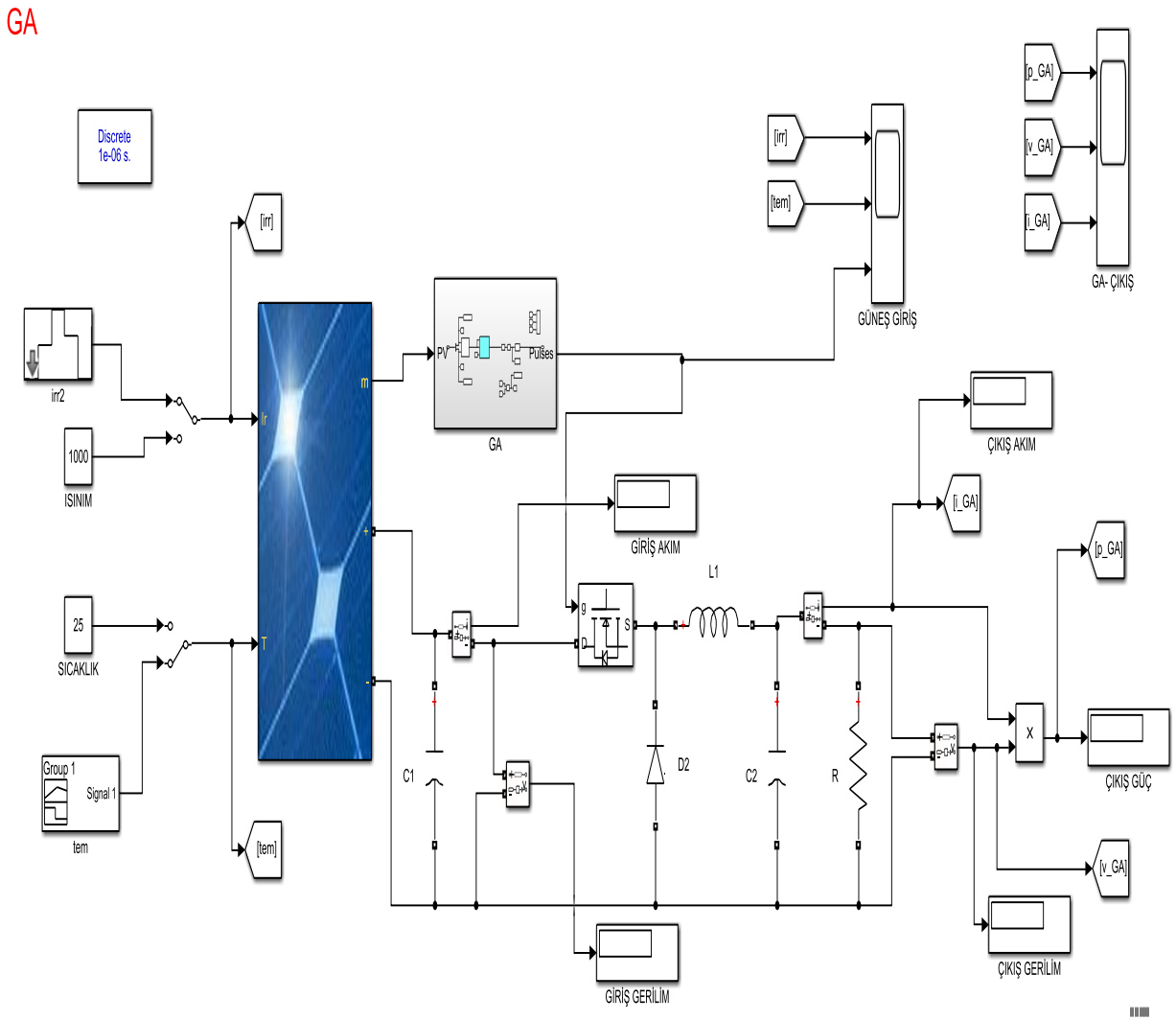
Şekil 3.28 Sıcaklık derecesi seviyesi

Önerilen GA-OİD Şekil 3.29`daki gibi oluşturularak MATLAB/SIMULINK yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

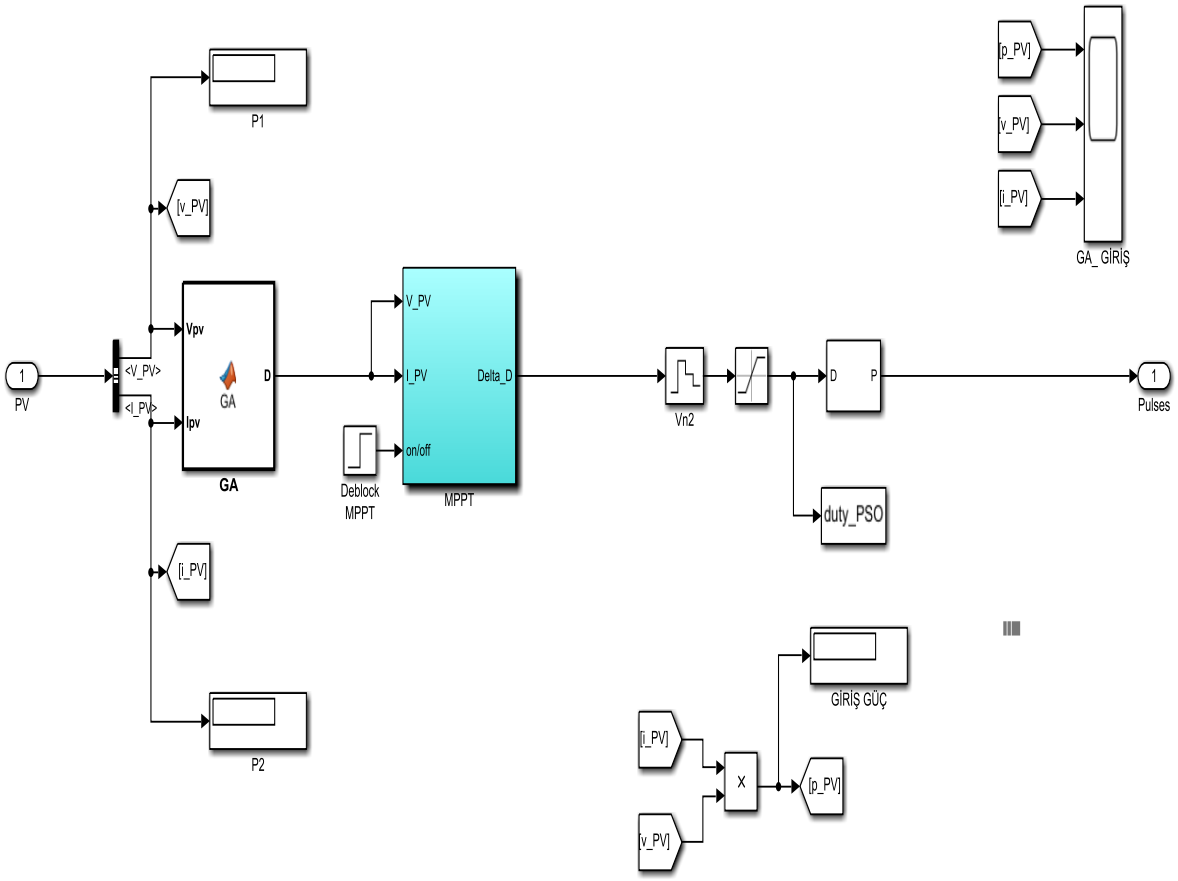

PV System with optimization algorithms
GA-OID-ÇIKIŞ
[I_GA_PI]
[V_GA_PI]
[P_GA_PI]
Voltage (V)
Current(A)
Voltage (V)_Battery
Current (A)_Battery
Voltage
Current
Battery
şarj controller (Measurements)
Vab_VSC
VSC
Vref - Vmean
Mod. Index
Vm
VMm
m
Vdc Inverter
P (kW)
scope3
P (kW)
P_B1_kW
Va (V)
Ia (A)
Va_B1
Ia_B1
Load2
Battery
PV
Ir
Temp
Pmean (kW)
Vmean (V)
Duty Cycle
D
P
GA_PI ÇIKIŞ
[P_GA_PI]
P (kW)
Vdc Boost
CB1
CB2
Open this block to display additional scopes & measurements
?
Pmean
Vabc_B1
Iabc_B1
Vdc
B1
Load1
GA-OID-GİRİŞ 1
VSC Control
Vabc_prim
Iabc_prim
Vdc_mes
Pulses
PI(z)
PI Controller
Vab_VSC
L
[V_GA_PI]
[I_GA_PI]
3-Level Bridge
V_PV
[P_PI]
I_PV
Vdc
L1
Boost Converter
GA_PI Giriş
[P_PI]
V
I
m_PV
PV Array
MPPT Controller GA
Pulses
V_PV
I_PV
Işık (W/m^2)
Sıcaklık (Deg. C)
1000* u
25* u
Z1
Z2
1
1
Discrete 1e-06 s.
Deblock Converters

Şekil 3.29 GA-OİD algoritması simulink devre şeması

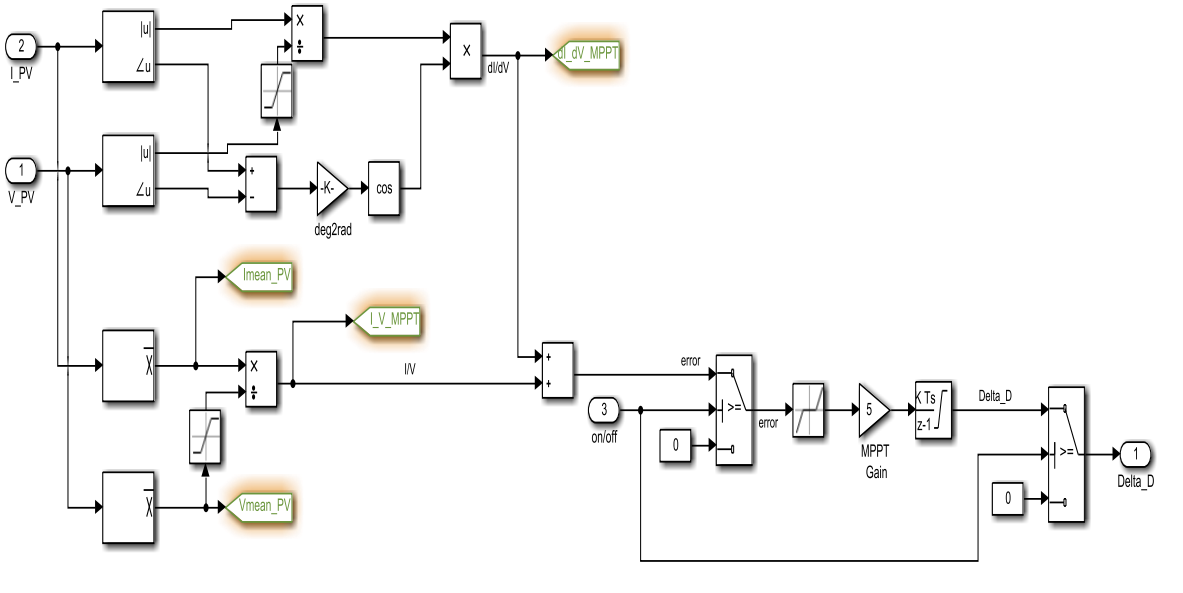
GA lara MATLAB/SIMULINK uygulanması solar şarj regülatörünlarnda bu tekniği etkinleştirecek ve MGN bulmak için GA uygulandıktan sonra MATLAB/SIMULINK uygulanmasının sonucu Şekil 3.30, Şekil 3.31 ve Şekil 3.32`de gösterilmiştir.



Şekil 3.30 GA algoritması simulink devre şeması



Şekil 3.31 GA algoritmasının gömülü matlab fonksiyonu

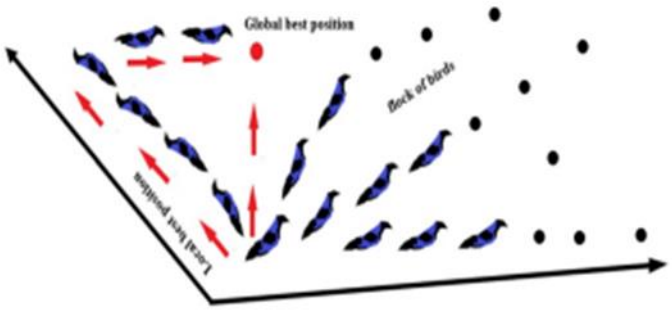


Şekil 3.32 FV sistemin genetik algoritma blok şeması

Programlama kodu ekler kısmında Ek2'de yer almaktadır, güneş panelinin performansı için MGN bulmak için GA sının kullanılmasını içeren ve çevredeki çevresel faktörlerin etkisi altında, akım ve gerilim değerlerine dayalı olarak MATLAB/SIMULINK dilinde uygulanmıştır. Güneş panelinin her an çıktısı aşağıdaki gibidir. Önerilen algoritmanın kodu Matlab dili kullanılarak gösterilebilir.

3.2.3 Parçacık sürü optimizasyon

PSO, kuş veya balık sürülerinin sosyal davranışı ilkesine dayanan bir tür optimizasyon algoritmasıdır. PSO algoritması, bir birey olarak organizmanın sosyalliği ve bir sürü olarak davranışı temel alınarak tasarlanmıştır. Akademik ve endüstri araştırmacıları, basit algoritma yapıları ve sadece birkaç parametre tarafından düzenlenen hızlı yakınsama oranları nedeniyle bu popülasyon tabanlı optimizasyon (PSO) yöntemini yaygın olarak kullanmaktadır.Şekil 3.33`te optimal konum araması için kuş sürüsünün rastgele hareketi gösterilmektedir.



Şekil 3.33 En iyi konum araması için kuş sürüsü hareketi (Dash *et al.* 2018)

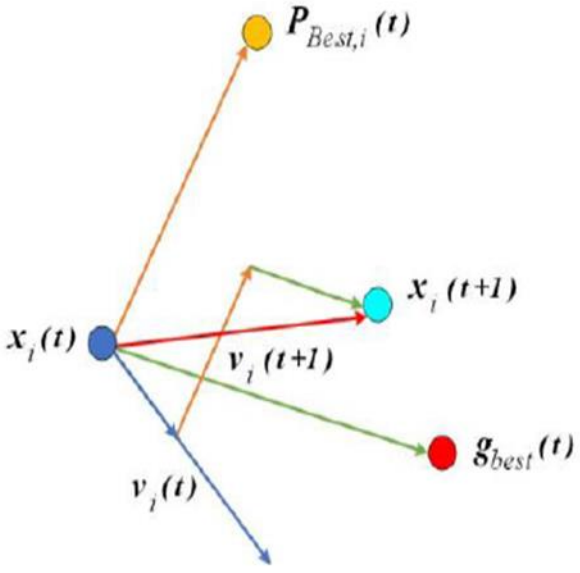
Parçacık sürüsü optimizasyon algoritmaları, çok bir değişken hedef fonksiyona dayalı olmakta ve karmaşık sorunla optimize edlecek. Parçacık sürüsü optimizasyon algoritması, optimal sonuçlarını elde edecek için amaç fonksiyonlarnun maksimuma ve minimuma değerlerine bulmak için her iki tekniğiler de kullanmasına bakımınlardan genetik algoritmalara benzemiştir. Bununla birlikte, PSO algoritması, uygunluk

fonksiyonunun orantılı seçiminin ve genetik rekombinasyonun (genetik algoritmalarda ortaktır) PSO algoritmasında en iyi kapsayıcı seçim ile değiştirilmesi ve PSO'daki öğelerin hareketi ile GA algoritmasından biraz farklıdır. PSO algoritması, sürü öğeleri için küresel en iyi çözümü elde etmek için yinelemeli olarak çalışır ve bu da ideal sonuçları vermektedir. Aşağıdaki denklem (3.10) ve denklem (3.11) PSO algoritmasını açıklamaktadır.

$$\boldsymbol{V_i^{k+1} = w * V_i^k + c_1 r_1 (P_i^k - X_i^k) + c_2 r_2 (P_g^k - X_i^k)} \quad (3.10)$$

$$\boldsymbol{X_i^{k+1} = X_i^k + P_i^k} \quad (3.11)$$

Burada k=1,2,3….n sürüdeki eleman sayısı, Vi^(k+1) elemanın hızı, Xi^(k+1) elemanın mevcut konumu, Pi^k en iyi yerel konum , Pg^k küresel konumu r1 ve r2 katsayıları 0 ile 1 arasında değişen rastgele sayılardır, w atalettir ve c1 ve c2 katsayıları öğrenme katsayılarıdır. Bu katsayıların PSO algoritmasındaki konumu Şekil 3.34`te gösterilmiştir.



Şekil 3.34 PSO algoritmasında konum ve hız güncellemesi

Güneş enerjisi sistemlerinde, her çıkış voltajı değeri arama uzayında tek bir eleman olarak kabul edilir ve tüm elemanların hedef fonksiyondan seçilen bir uygunluk değeri vardır. Bu yazıda, toplam çıkış gücü bir hedef fonksiyon olarak incelenmiştir ve bağımlı değişken çıkış voltajı dır.

Eleman sayısı, programlama döngüleri, parametre değerleri ve eleman için başlangıç konum ve hız değerlerinin belirlenmesi için dahil edilen başlatmadan sonra her elemanın uygunluğu hedef fonksiyon tarafından hesaplanır. Uygunluk fonksiyonu denklem (3.12) ve denklem (3.13) teki gibi ifade edilebilir:

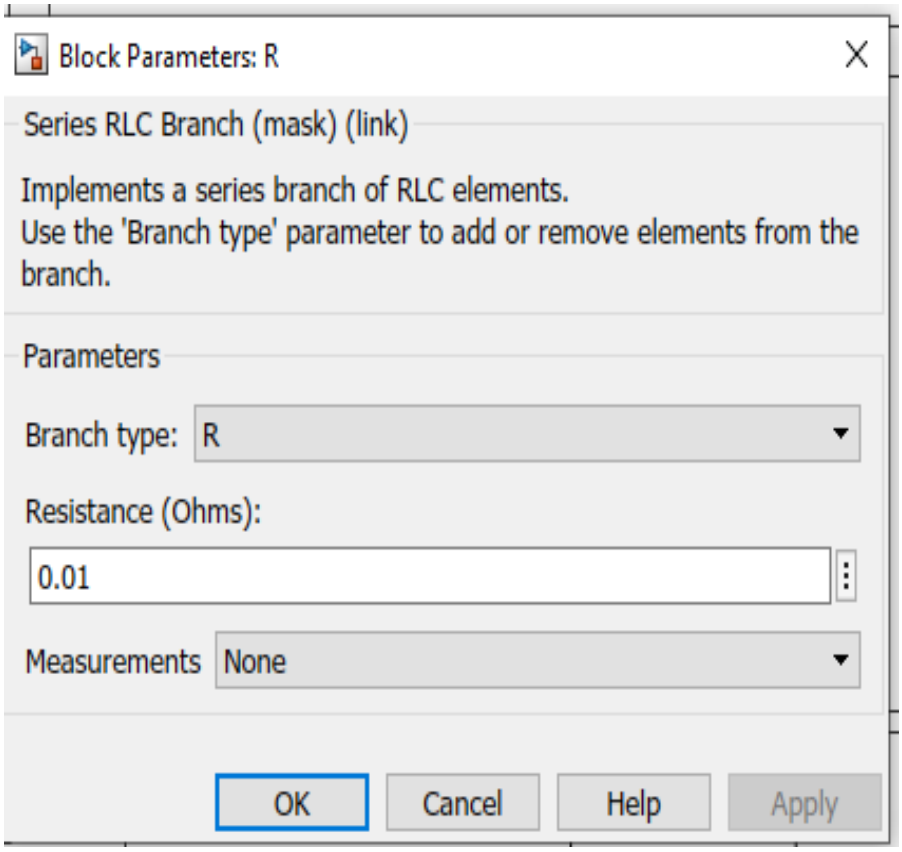
$$\boldsymbol{fit = I * PV_{prog}(I, sun, t)} \tag{3.12}$$

$$\boldsymbol{PV_{prog}(I, Sun, t) = 1.1103 * \log\left(\frac{3.8 * Sun - I + 2.2 * 10^{-8}}{2.2 * 10^{-8}}\right) - 0.2844 * I} \tag{3.13}$$

FV programda (Güneş, t) eşiti sabit sıcaklıkta (t = 25^{o}C) güneş sisteminin özellikleridir. Bir sonraki adımda, en iyi global uygunluğun değeri belirlenir. Her bir madde için mevcut uygunluk değeri ve önceki en iyi uygunluk değeri karşılaştırılır. Mevcut uygunluk değeri bir önceki en iyi uygunluk değerinden büyükse her bir madde için değeri güncellenir ve tüm maddeler için en iyi uygunluk değerleri belirlendikten sonra bunlar karşılaştırılır.

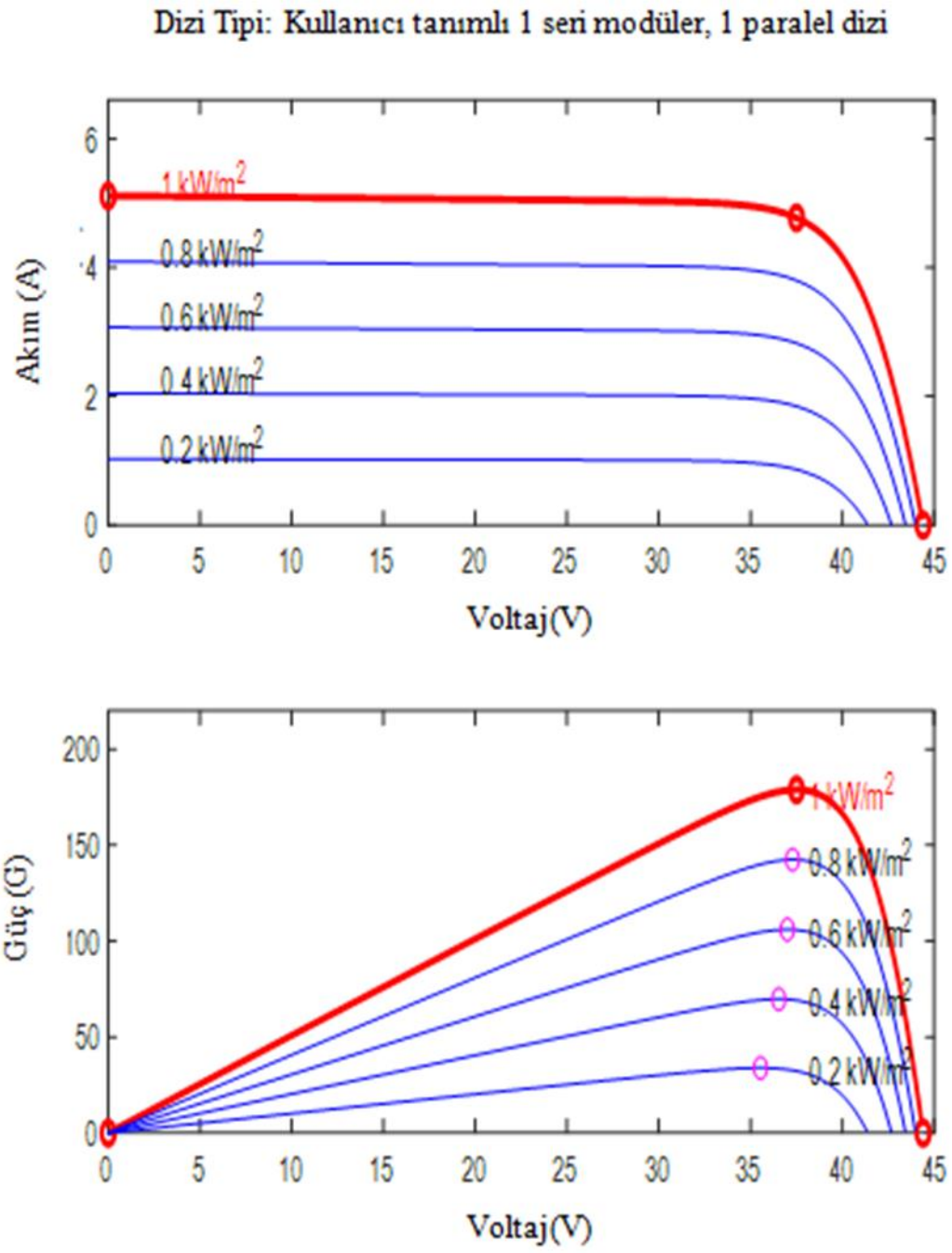
PSO algoritmasının son aşamasında ise sonlandırma koşulu test edilir ve bu koşul sağlanırsa optimizasyon algoritması durdurulur ve çıkış optimal çözüm olur. Aksi halde T = T+1 zaman aşımı eklenir ve temel denklemlere dönülür ve bu işlem sonlandırma koşulu sağlanana kadar tekrarlanır.

PSO projesinde kullanılan direncin özellikleri Şekil 3.35`teki gibidir:



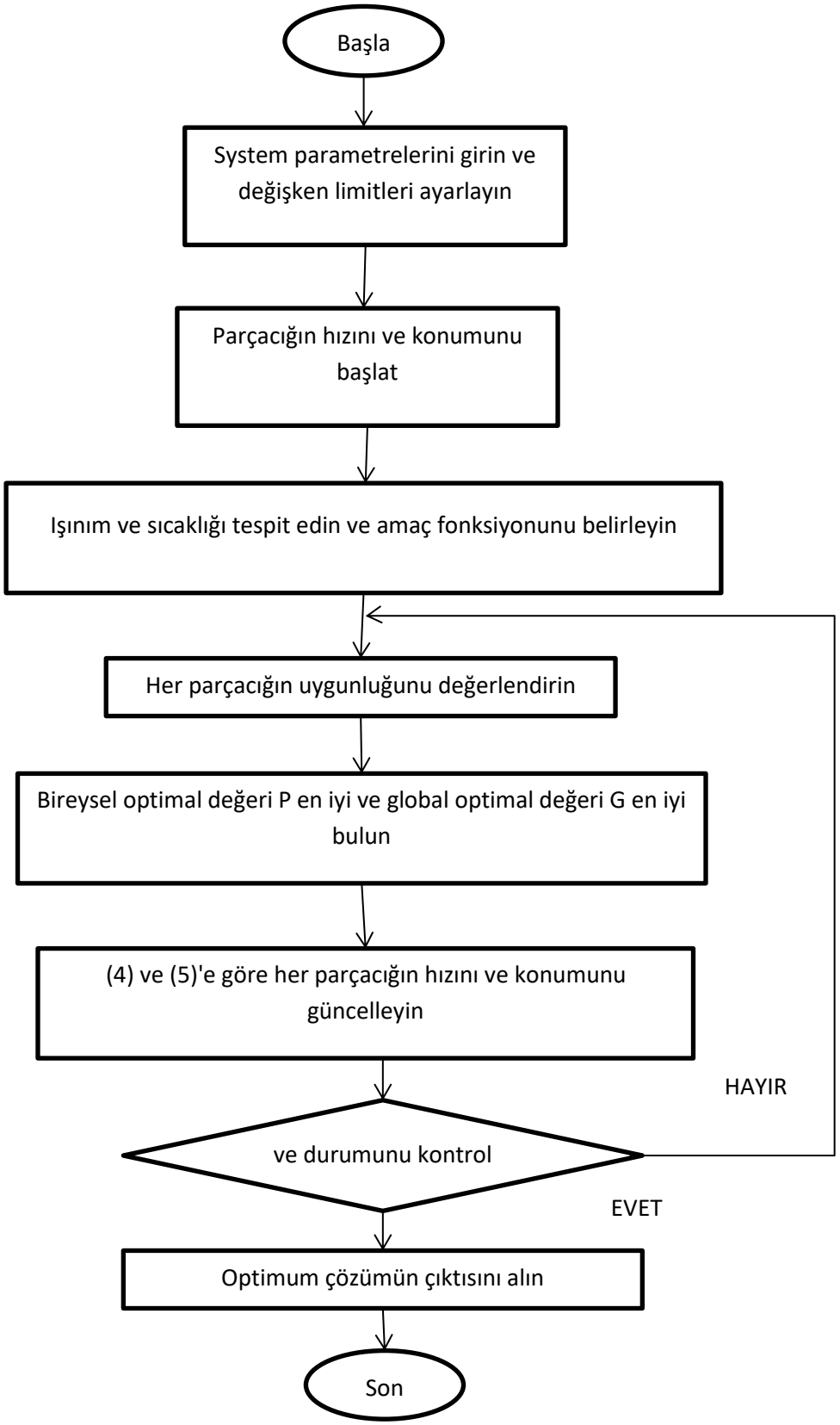
Şekil 3.35 PSO algoritmasında direncin özellikleri

Şekil 3.12`de Simülasyonda kullanılan güneş panelinin sıcaklık miktarının sabit (25°C) tutulup ve farklı ışınım değerlerinde (1000 W/m^2, 800 W/m^2, 600 W/m^2, 400 W/m^2, 200 W/m^2) üretmiş olduğu AG-GG grafikleri gösterilmiştir.



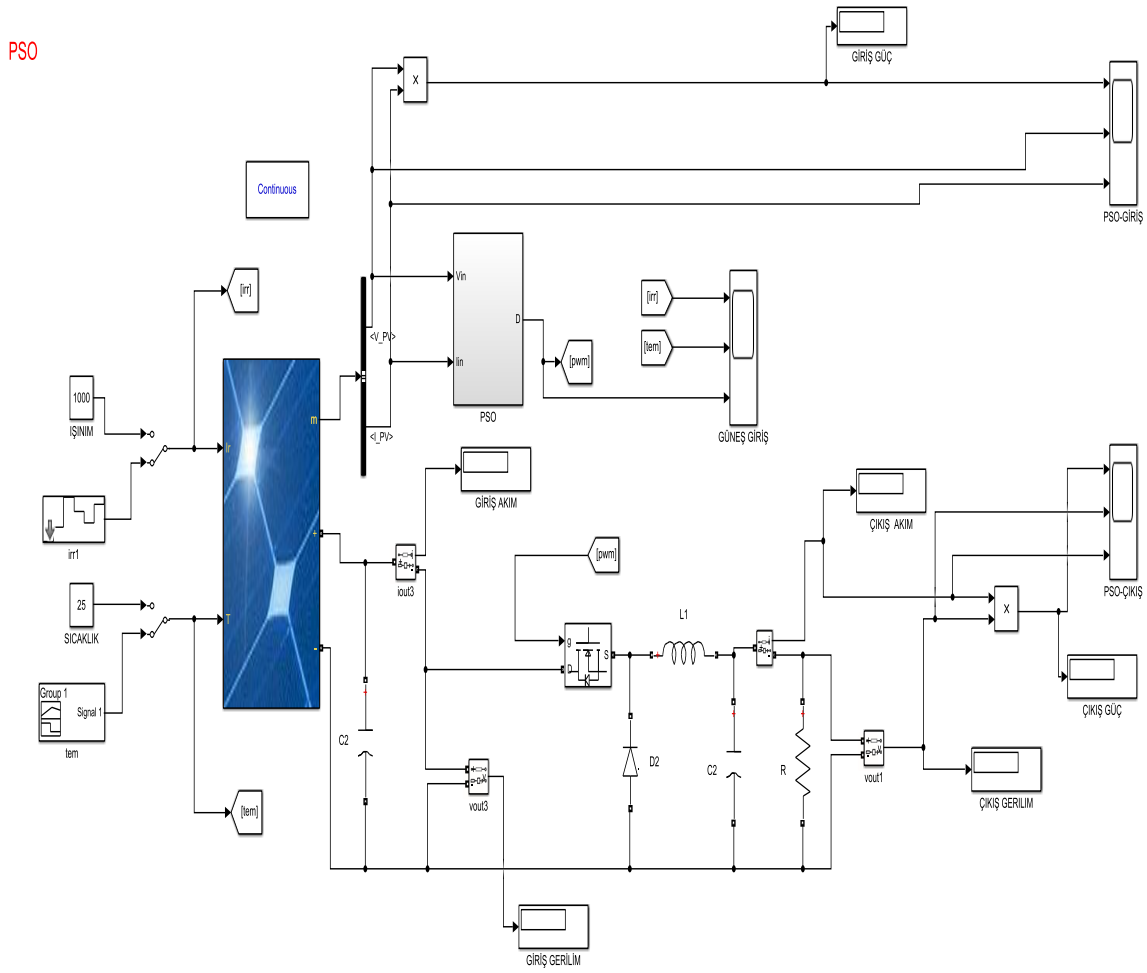
Şekil 3.36 FV panelin AG-GG karakteristikleri (Talukder. 2011)

MGN bulmak için PSO algoritmasının uygulanmasının akış şeması Şekil 3.37`deki gibi gösterilebilir:


Başla
System parametrelerini girin ve değişken limitleri ayarlayın
Parçacığın hızını ve konumunu başlat
Işınım ve sıcaklığı tespit edin ve amaç fonksiyonunu belirleyin
Her parçacığın uygunluğunu değerlendirin
Bireysel optimal değeri P en iyi ve global optimal değeri G en iyi bulun
(4) ve (5)'e göre her parçacığın hızını ve konumunu güncelleyin
HAYIR
ve durumunu kontrol
EVET
Optimum çözümün çıktısını alın
Son

Şekil 3.37 MGNTi PSO algoritmasının akış şeması

MATLAB/SIMULINK yazılımında PSO algoritmasına dayalı MGNT simülasyonu (Şekil 3.38) de gösterildiği gibi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.38 PSO algoritması simulink devre şeması

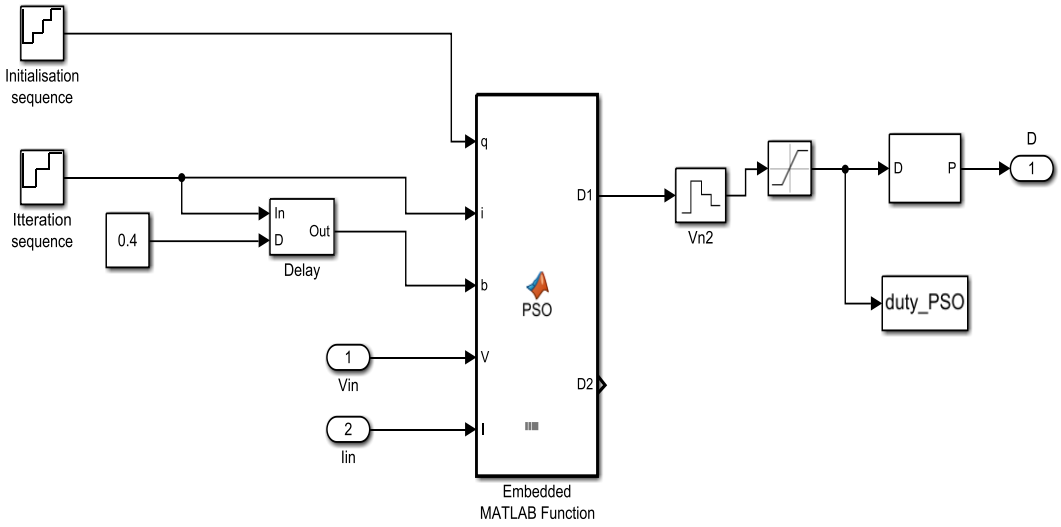
Güneş panellerinin çıkışındaki güç ve akım değerlerinin MATLAB/SIMULINK tarafından lineer bir şekilde karşılaştırılması ve aşağıdaki denklem (3.14) ve denklem (3.15) deki yaklaşıma göre izleme yapılmıştır:

$$\frac{\boldsymbol{abs(P(k)-P(k-1))}}{\boldsymbol{P(k-1)}} * \mathbf{100} \qquad (3.14)$$

$$\frac{\boldsymbol{abs(I(k)-I(k-1))}}{\boldsymbol{I(k-1)}} * \mathbf{100} \qquad (3.15)$$

FV jeneratörünün gücü ve akımı sırasıyla P(k) ve I(k)'dir. Sonuç olarak, E(k) girişi, k zamanındaki çalışma noktasının P-I karakteristiği üzerinde MGN'nin solunda mı sağında mı olduğunu gösterirken, CE(k) girişi noktanın yer değiştirme yönünü belirtir mutlak absolute (abs) .

Bu FV sistemi PSO algoritmasının gömülü matlab fonksiyonu, MATLAB/SIMULINK kullanılarak Şekil 3.39`daki gibi gösterilebilir

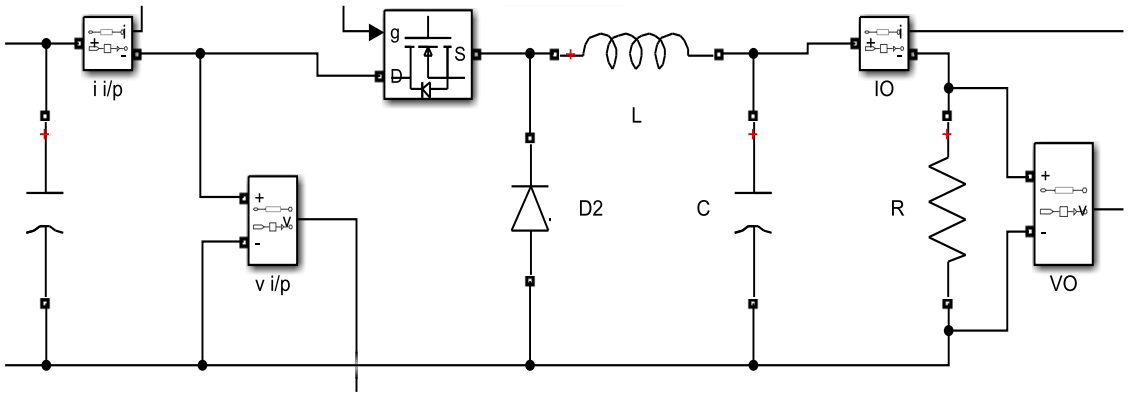


Şekil 3.39 PSO algoritmasının gömülü matlab fonksiyonu

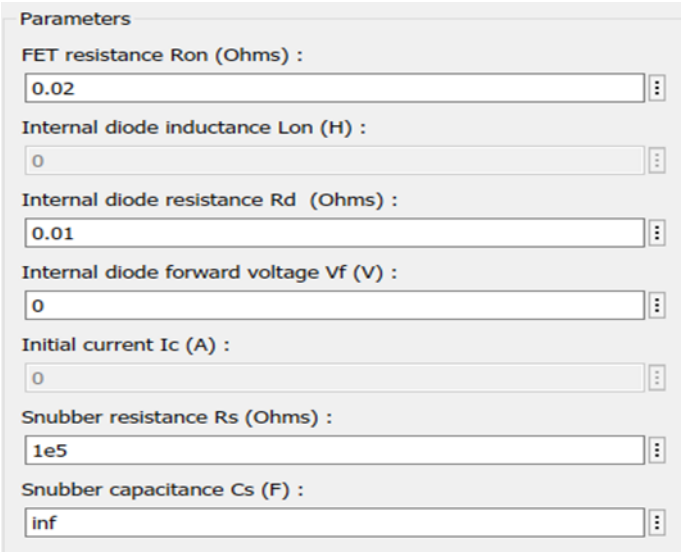
Programlama kodu ekler kısmında Ek3'de yer almaktadır, güneş panelinin performansı için MGN bulmak için PSO sının kullanılmasını içeren ve çevredeki çevresel faktörlerin etkisi altında, akım ve gerilim değerlerine dayalı olarak MATLAB/SIMULINK dilinde uygulanmıştır. Güneş panelinin her an çıktısı aşağıdaki gibidir. Önerilen algoritmanın kodu Matlab dili kullanılarak gösterilebilir.

Şekil 3.40`da şarj regülatörü DA-DA düşüren tip dönüştürücü panel dizisinden gelen voltaj akü bankası şarj voltajına düşürülür. Şarj regülatör devresi Simulink kullanılarak

simüle edilmiştir. düşürücü dönüştürücü cihazının eşdeğer devresi gösterilmektedir. Şekil 3.41 de PSO projesinde kullanılan transistörün (MOSFET) özellikleri verilmiştir.



Şekil 3.40 DA-DA düşüren tip dönüştürücü devresi (PSO)



Şekil 3.41 MGNT devresinde kullanılan MOSFET özellikleri

3.3 DA-DA Dönüştürücüler

DA-DA dönüştürücü (MGNT) teknolojisini FV sistemlerde uygulamak için ana ve önemli parçalarından biri DA-DA dönüştürücüdür. MGNT izleme teknolojisinin tasarlandığı vazgeçilmez bir parçadır. Güneş sistemlerinde geniş uygulamaları vardır Tüm dönüştürücü türleri, bu teknikte kullanılan algoritmalar aracılığıyla MGNT teknolojisi tarafından üretilen kontrol darbeleri tarafından kontrol edilen bir anahtar (MOSFET) içerir, bu çalışmada bir yükseltici dönüştürücü olan bir tür kullanacağız düşüren tip dönüştürücü., güneş panellerinden elde edilen giriş voltajından daha düşük bir çıkış voltajı sağlarken, yükselten tip dönüştürücüler giriş voltajından daha yüksek bir çıkış voltajı üretir ve düşüren tip dönüştürücü - yükselten tip dönüştürücü sistemleri, giriş voltajından daha yüksek veya daha düşük bir voltaj üretebilir.

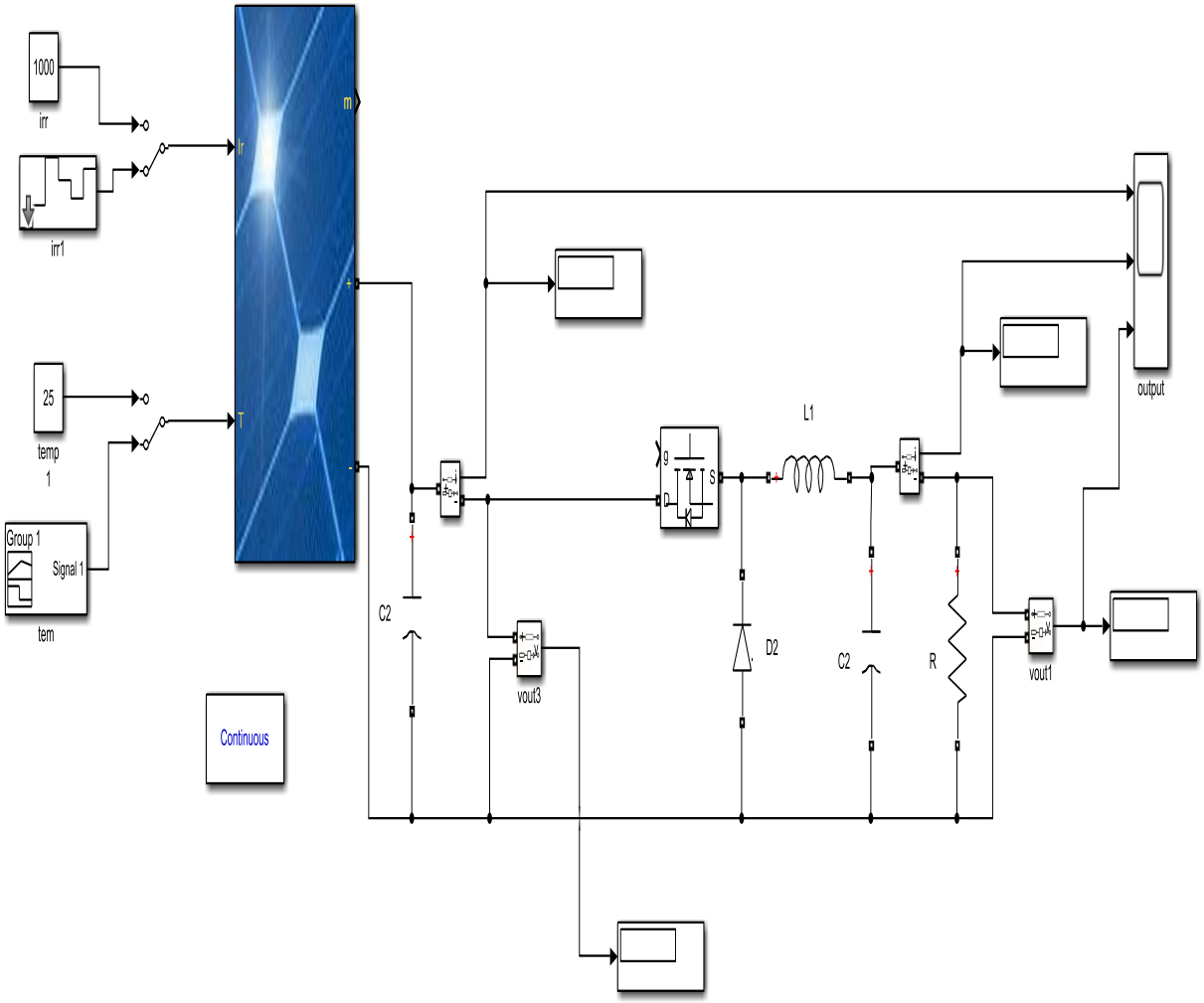
3.3.1 Düşüren tip dönüştürücü

Bir düşüren tip dönüştürücü (Şekil 3.42) de, voltajı girişinden tedarikinden çıkışına (yüküne) düşüren (daha az ortalama akım çekerken) bir DA'dan DA'ya güç dönüştürücüsüdür. Bu bir tipik olarak en az iki tane yarı iletken (bir diyot ve bir transistör, ancak modern düşüren tip dönüştürücüler diyotu, senkronize düzeltme için kullanılan ikinci bir transistör ile değiştirse de) ve en az bir enerji depolama elemanı içeren anahtarlamalı güç kaynağı (switched-mode power supply) sınıfıdır. Voltaj dalgalanmasını azaltmak için, kapasitörlerden yapılmış filtreler (bazen indüktörlerle birlikte) normalde böyle bir dönüştürücünün çıkışına yük tarafı filtresi ve girişine besleme

tarafı filtresi eklenir. İndüktör üzerindeki voltaj gerilimini beslenme gerilimine karşı düşürmesi veya karşıt olması nedeniyle dönüştürücü olarak adlandırılır.

Anahtarlamalı dönüştürücüler (düşüren tip dönüştürücü gibi) çok daha fazla güç verimliliği sağlar. DA-DA dönüştürücüler, voltajları düşüren daha basit devreler olan lineer regülatörlerden gücü olarak dağıtır, ancak çıkış akımını yükseltmez.

Düşüren tip dönüştürücülerin verimliliği çok yüksek, genellikle %90'ın üzerinde olabilir, bu da onları bir bilgisayarın genellikle 12 voltajlık olan ana besleme voltajını düşük voltajını tarafından ihtiyaç duyulan daha düşük voltajlara dönüştürmek gibi görevler için kullanışlı hale getirir.

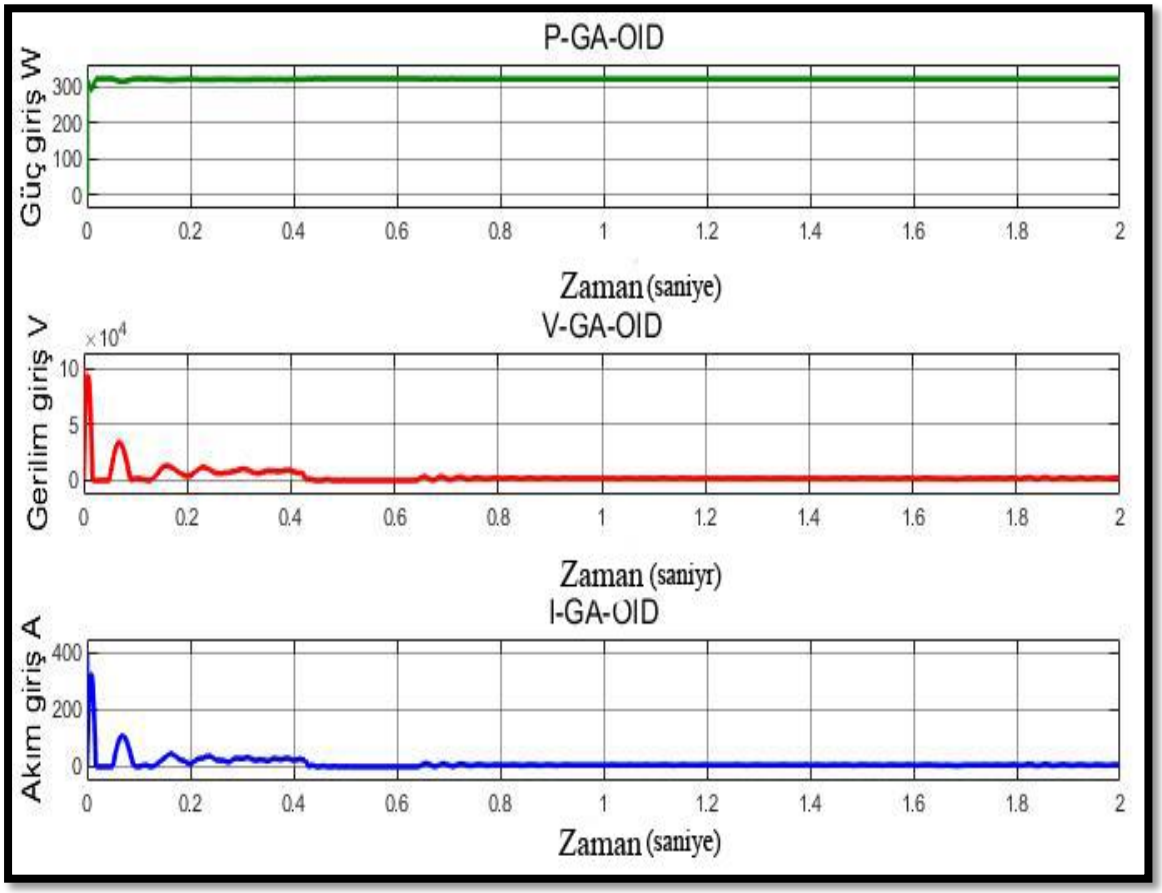


Şekil 3.42 Düşüren tip dönüştürücü (Buck. 2021)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

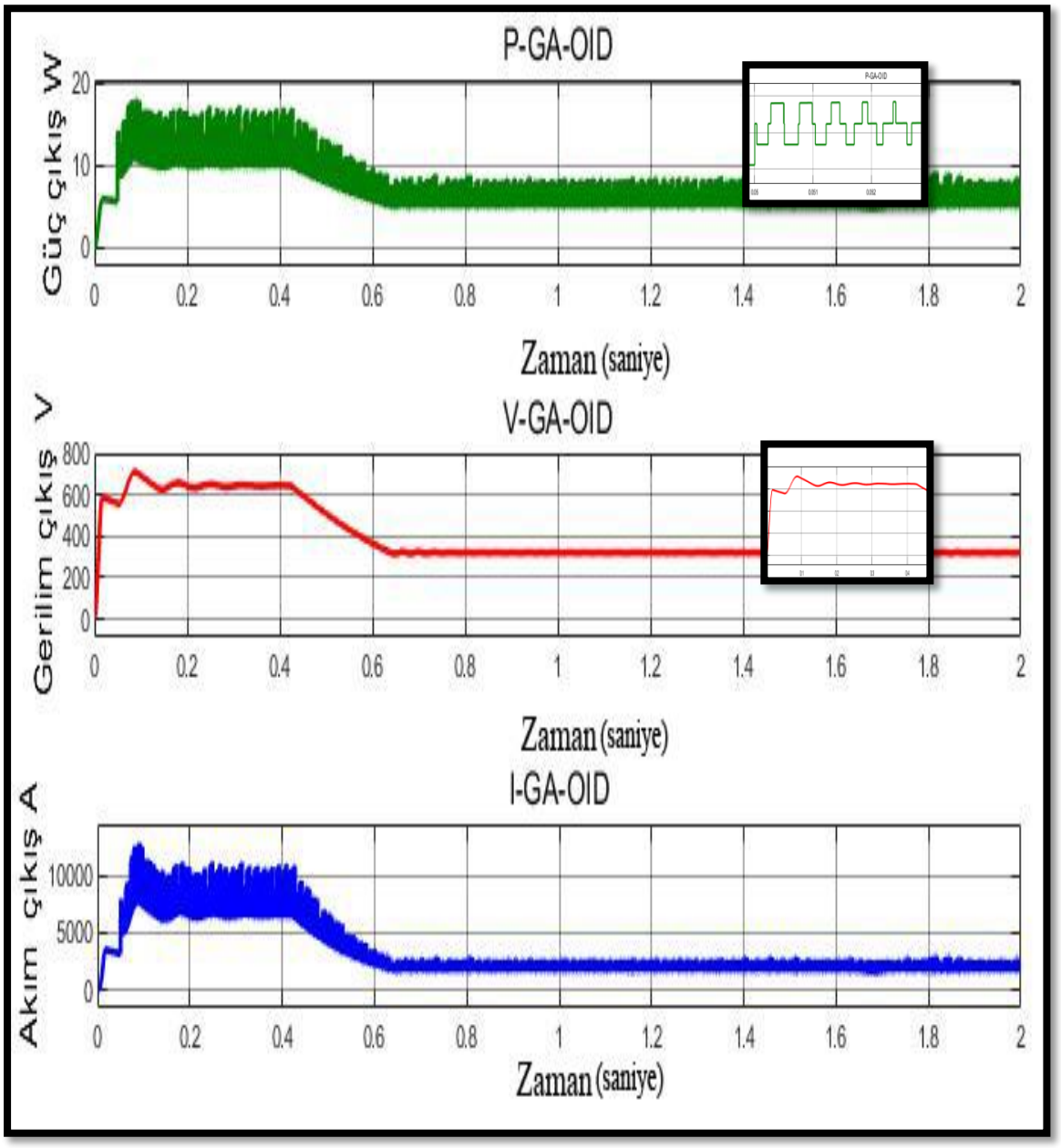
4.1 Genetik Algoritma Metodu - Orantılı İntegral Denetleyici Hibrit Algoritması

Fotovoltaik güç dönüşüm sistemlerinde bulunan solar şarj regülatörlerinde MGN bulmak için GA-OİD algoritması uygulanmıştır. Batarya grubunun şarj olmasında kullanılan akım, giriş gücünün dönüştürücü sonrasında indirgenmesi ile istenilen düzeyde elde edilmiştir. Değişken ışınım yoğunluğu ve değişken sıcaklık yoğunluğundan sonra. Bunu ifade eden özellikler (Şekil 4.1) de görülebilir. Şekilde yeşil ile belirtilen grafik gücü, kırmızı ile belirtilen grafik gerilimi ve mavi ile belirtilen grafik ise akımı temsil etmektedir.

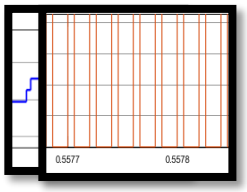


Şekil 4.1 GA-OİD algoritmasında güneş panelinden üretilen enerji değerleri

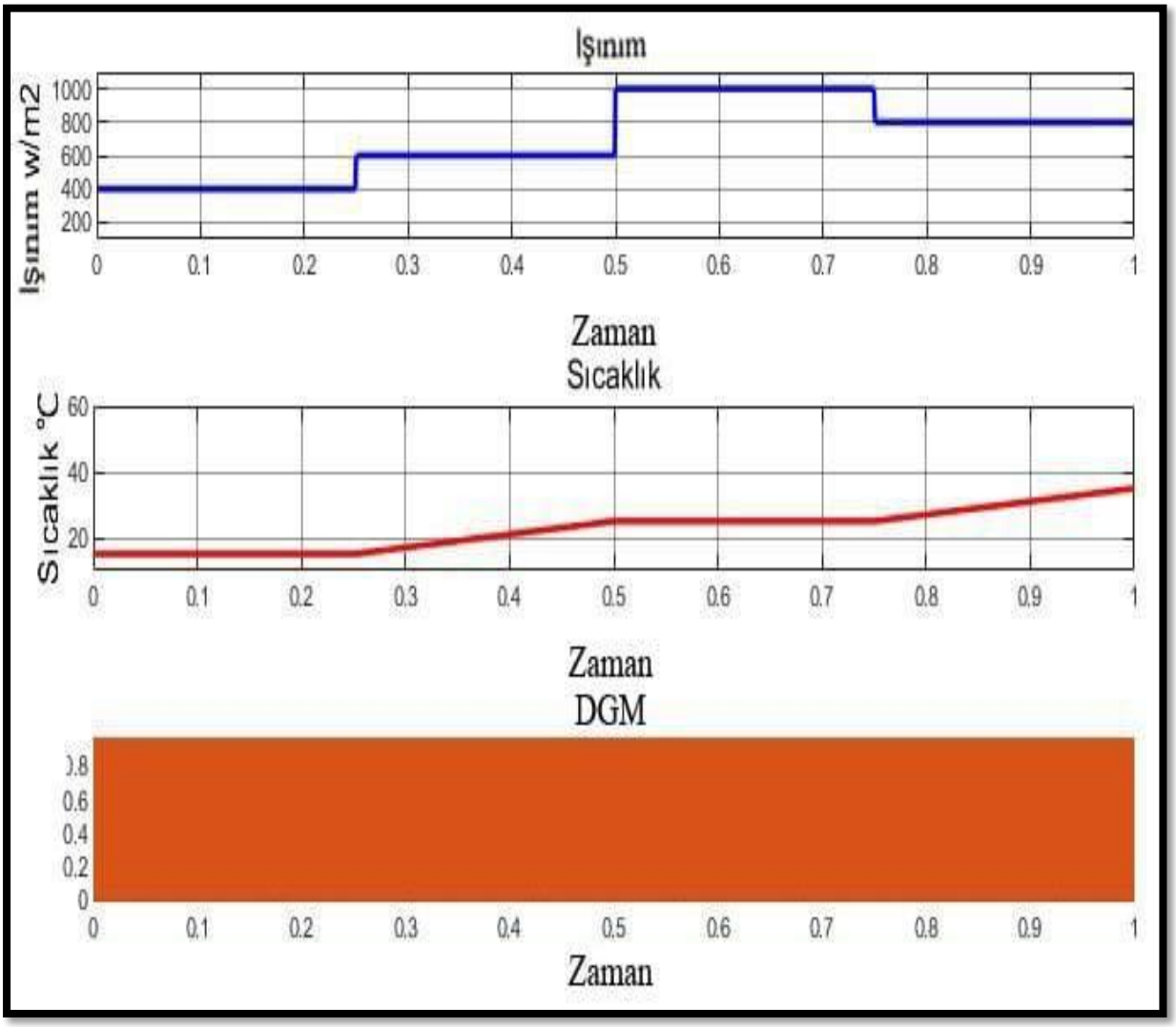
MGN bulmak için GA-OİD algoritması uygulandıktan ve sistemin bir bütün olarak MATLAB/SIMULINK kullanılarak simülasyonu yapıldıktan sonra, MATLAB üzerinde simülasyon sonuçları ile GA–OİD algoritmasının FV sistemlerde maksimum güç noktası MGN'sini hızlı ve doğru bir şekilde gerçekleştirebileceği sonucuna varılmıştır. Sonuç (Şekil 4.2) deki gibidir. Şekilde yeşil ile belirtilen grafik gücü, kırmızı ile belirtilen grafik gerilimi ve mavi ile belirtilen grafik ise akımı temsil etmektedir.



Şekil 4.2 GA-OİD algoritmasından enerji (akım, gerilim, güç) çıkışı

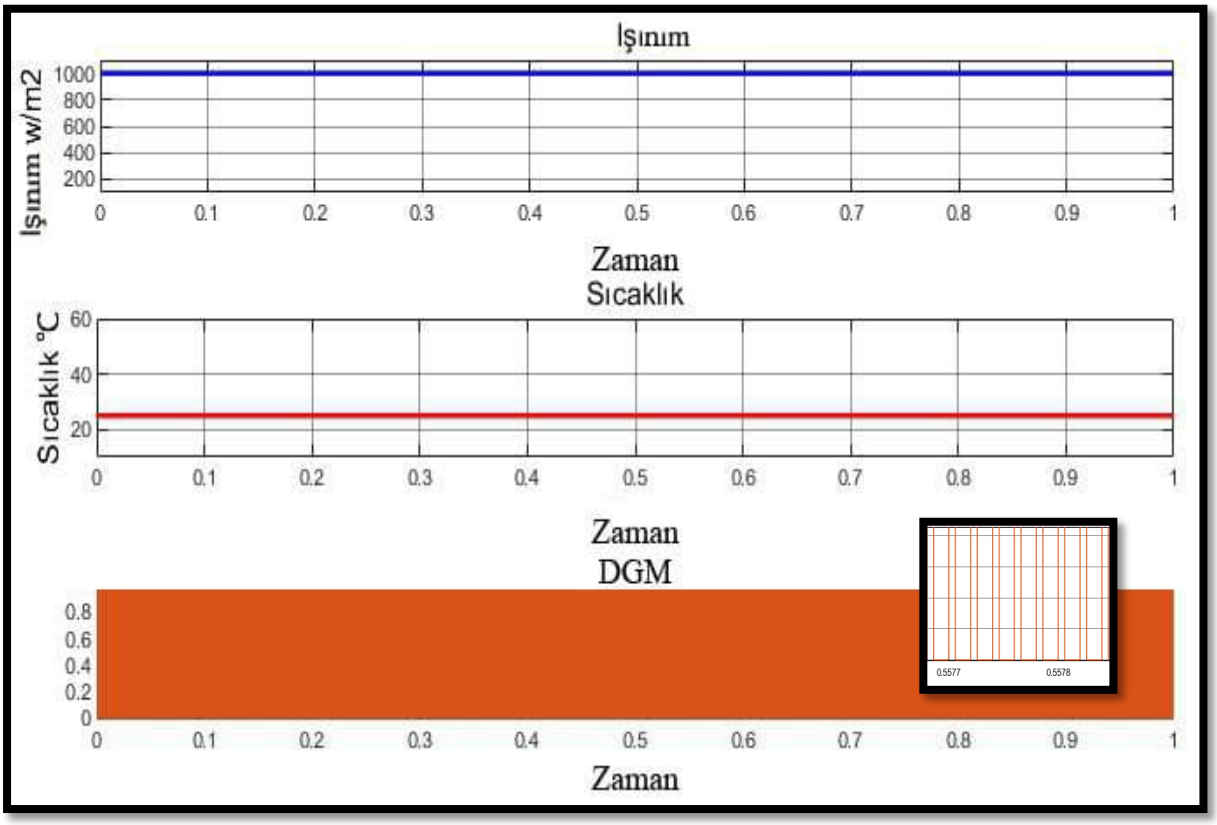


Değişken ışınım yoğunluğu ve değişken sıcaklık yoğunluğu ve DGM darbeleri tüm algoritmalara DGM, GA, PSO uygulanarak ve değerleri Şekil 4.3 te hesaplanmıştır.



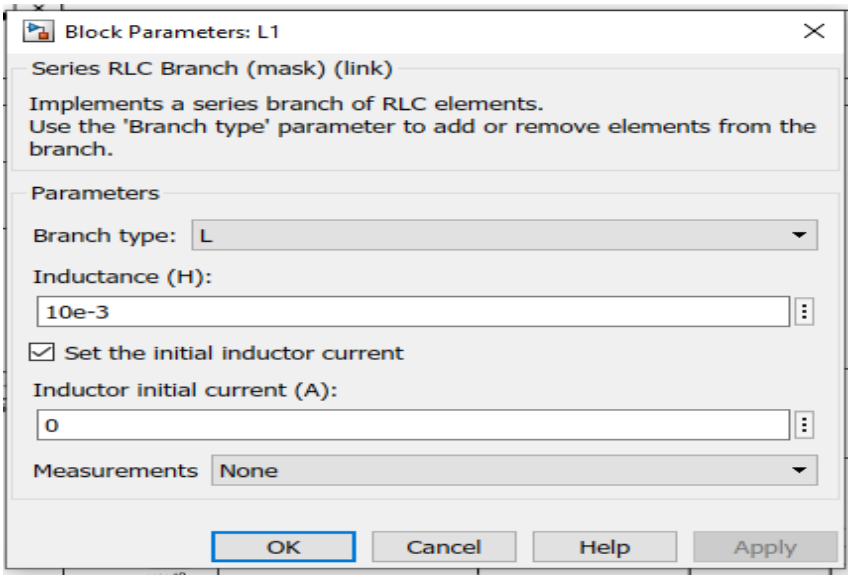
Şekil 4.3 Değişken ışınım yoğunluğu ve değişken sıcaklık yoğunluğu ve DGM darbeleri

Kullanılan sabit ışınım yoğunluğu ve sabit sıcaklık yoğunluğu ve DGM darbeleri tüm algoritmalara DGM, GA, PSO uygulanarak ve değerleri özellikleri aşağıdaki (Şekil 4.4) teki gibi gösterilebilir:



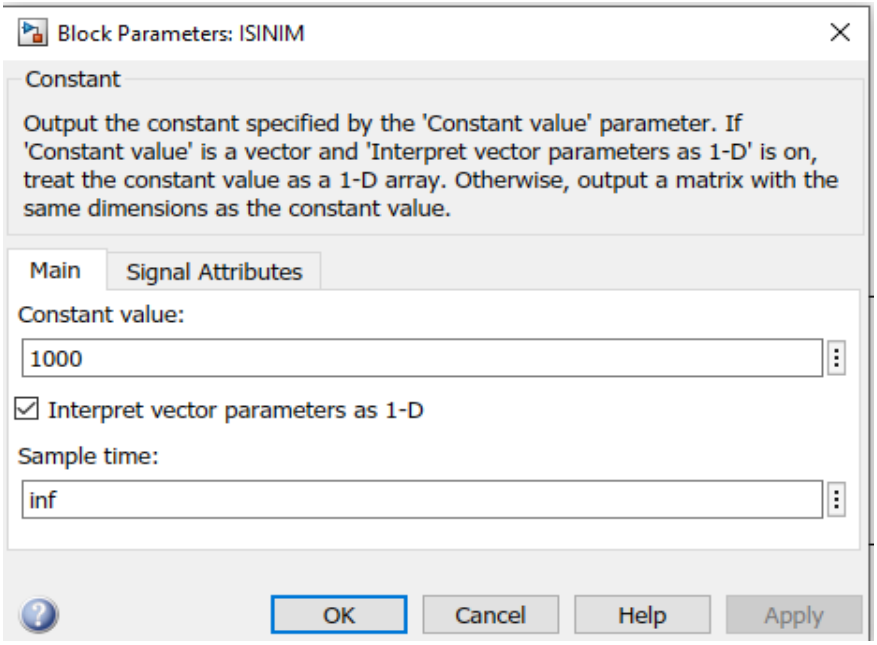
Şekil 4.4 Sabit ışınım yoğunluğu ve sabit sıcaklık yoğunluğu ve DGM darbeleri

GA algoritmasında endüktif özellikleri aşağıdaki (Şekil 4.5) deki gibi görüntülenir:



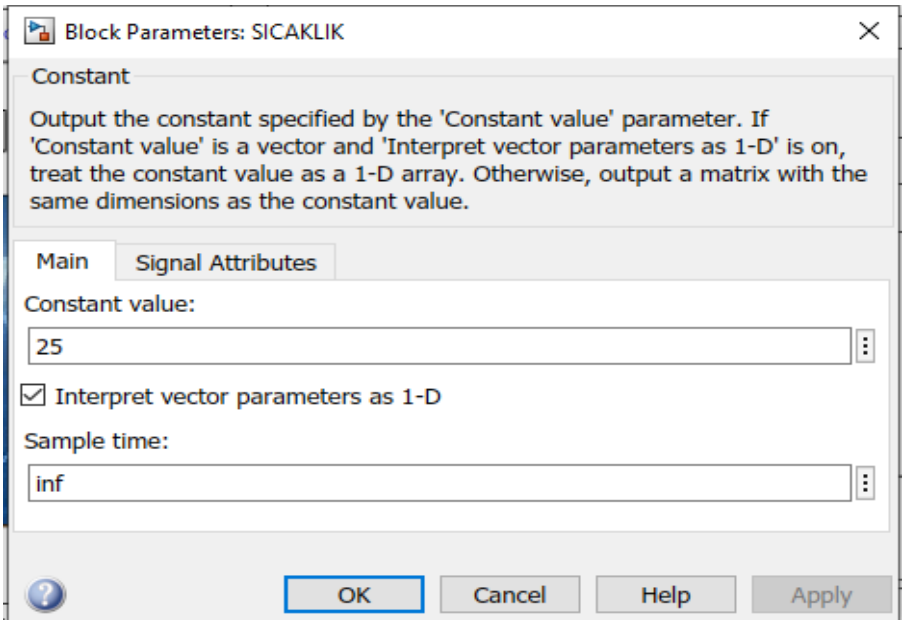
Şekil 4.5 GA algoritmasında endüktif özellikleri

Sabit ışınım derecesi özellikleri bu aşağıdaki (Şekil 4.6) de görülebilir:



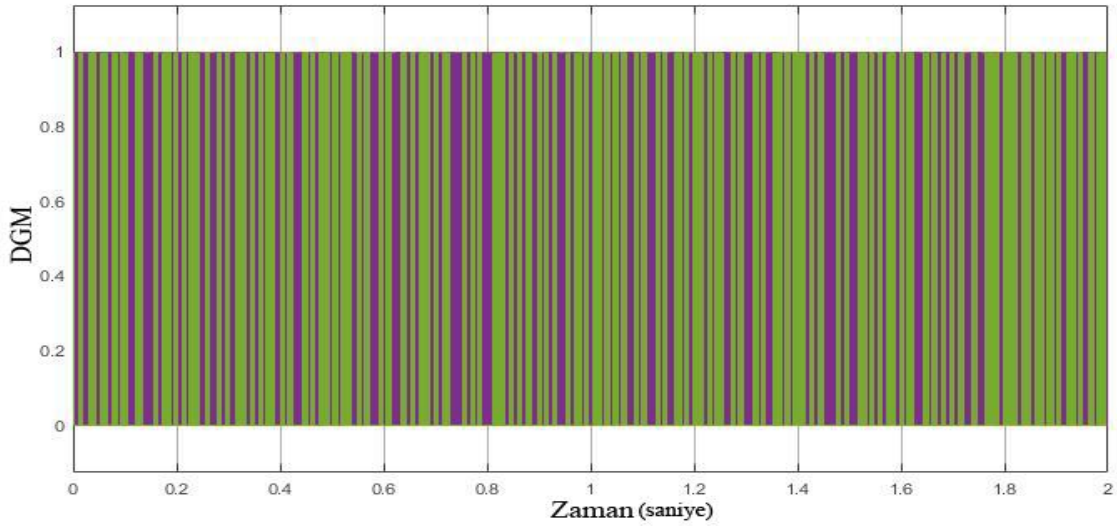
Şekil 4.6 Sabit ışınım derecesi özellikleri

Sabit sıcaklık derecesi özellikleri aşağıdaki (Şekil 4.7) deki gibi görüntülenebilir:

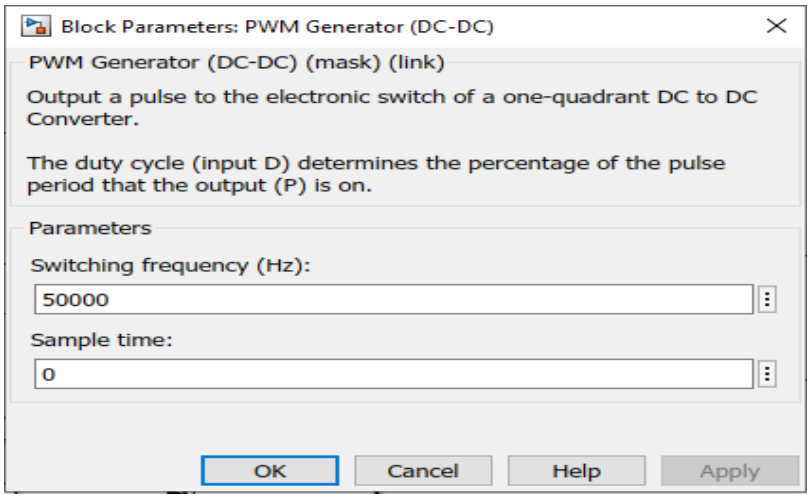


Şekil 4.7 Sabit sıcaklık derecesi özellikleri

GKD'ler, FV Solar Systems gibi DA çok taraflı sistemlere daha kolay entegre edilir. GA'dan elde edilen sabit voltaj GKD'ye girildi ve GKD kullanımı, yükleri beslemek için DA sinyalini alternatif akıma çeviren blokta kullanılan transistörde kapı genişliğini kontrol etmek için gerekli darbelerle sonuçlandı. Şekil 4.8 ki GKD tarafından indüklenen ve GA-OİD'ye dayalı darbeler. Şekil 4.9 ki DA-DA jeneratör özellikleri şu şekilde ifade edilebilir.



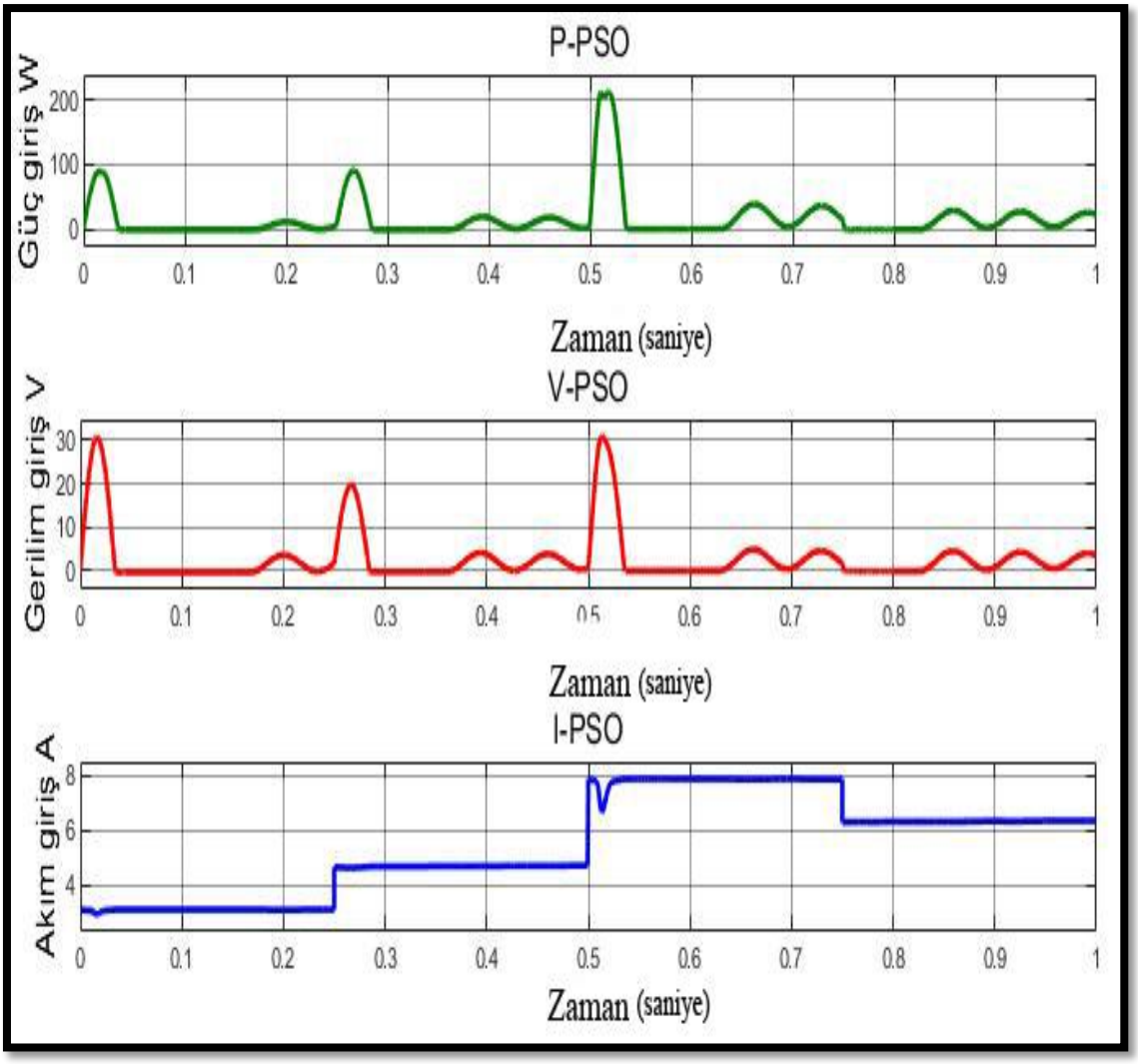
Şekil 4.8 GA-OİD dayalı gerilim kaynağı dönüştürücüsünden üretilen darbeler



Şekil 4.9 DA-DA jeneratör özellikleri

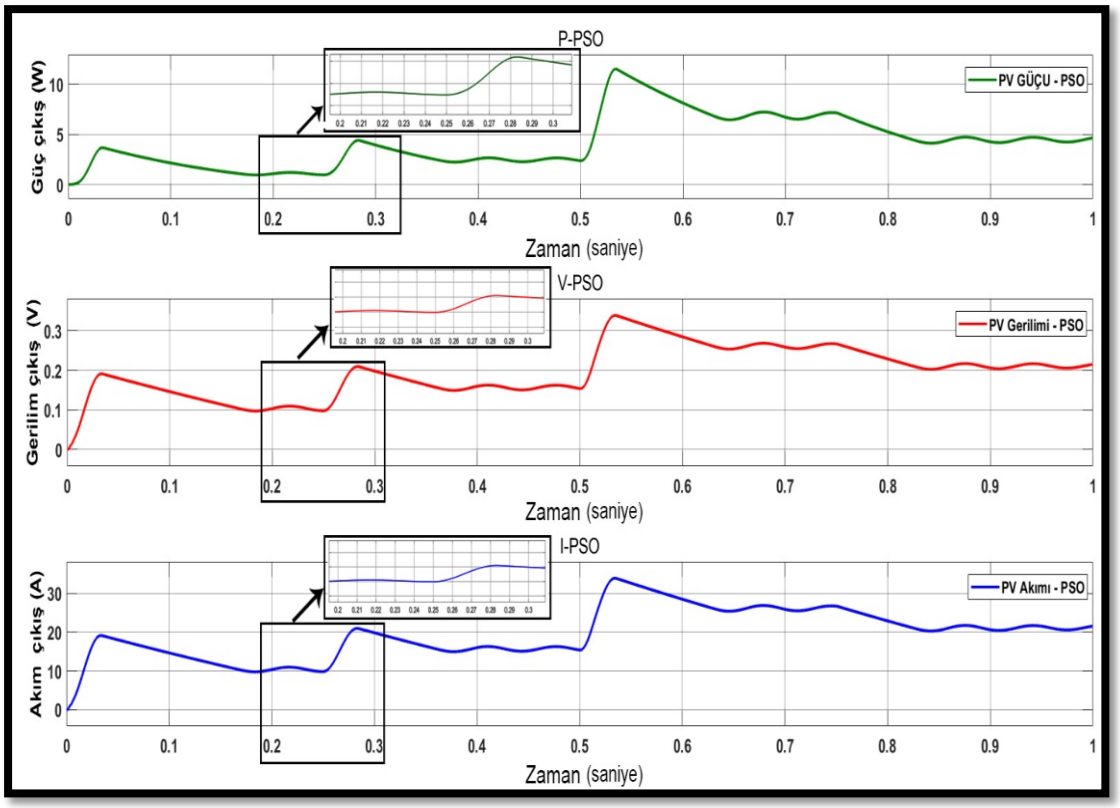
4.2 Parçacık Sürüsü Optimizasyonu

Fotovoltaik güç dönüşüm sistemleri solar şarj regülatörülarnda bu tekniğleri etkinleştirmek için MGN bulmak için PSO algoritması uygulandıklarndan sonrası, piller bankını şarj yapmek için kullanılan akım, indirgeme sonrasında voltaj ve yüklere gidecek elektrik gücünü elde edilmektedir. Değişken ışınım yoğunluğu ve değişken sıcaklık yoğunluğu. Bunu ifade eden özellikler (Şekil 4.10) da sistemlere giriş yapılan enerji seviyeleri gösterilmiştir. (Şekil 4.11) de sistemlerden çıkan yapılan enerji seviyeleri gösterilmiştir. Şu iki şekillerde, mavi ile belirtilen grafik akımı, kırmızı ile belirtilen grafik gerilimi ve yeşil ile belirtilen grafik ise gücü ifade etmektedir ve ışınım derecesile



sıcaklık derecesi sabit olmadığı halde gösterilmiştir.

Şekil 4.10 PSO algoritmasında güneş panelinden üretilen enerji değerleri (akım, gerilim, güç)



Şekil 4.11 PSO algoritmasından enerji (akım, gerilim, güç) çıkışı

MGN bulmak için PSO algoritması uygulandıktan ve sistemin bir bütün olarak MATLAB/SIMULINK kullanılarak simülasyonu yapıldıktan sonra, MATLAB üzerinde simülasyon sonuçları ile PSO algoritmasının FV sistemlerde maksimum güç noktası MGN'sini hızlı ve doğru bir şekilde gerçekleştirebileceği sonucuna varılmıştır.

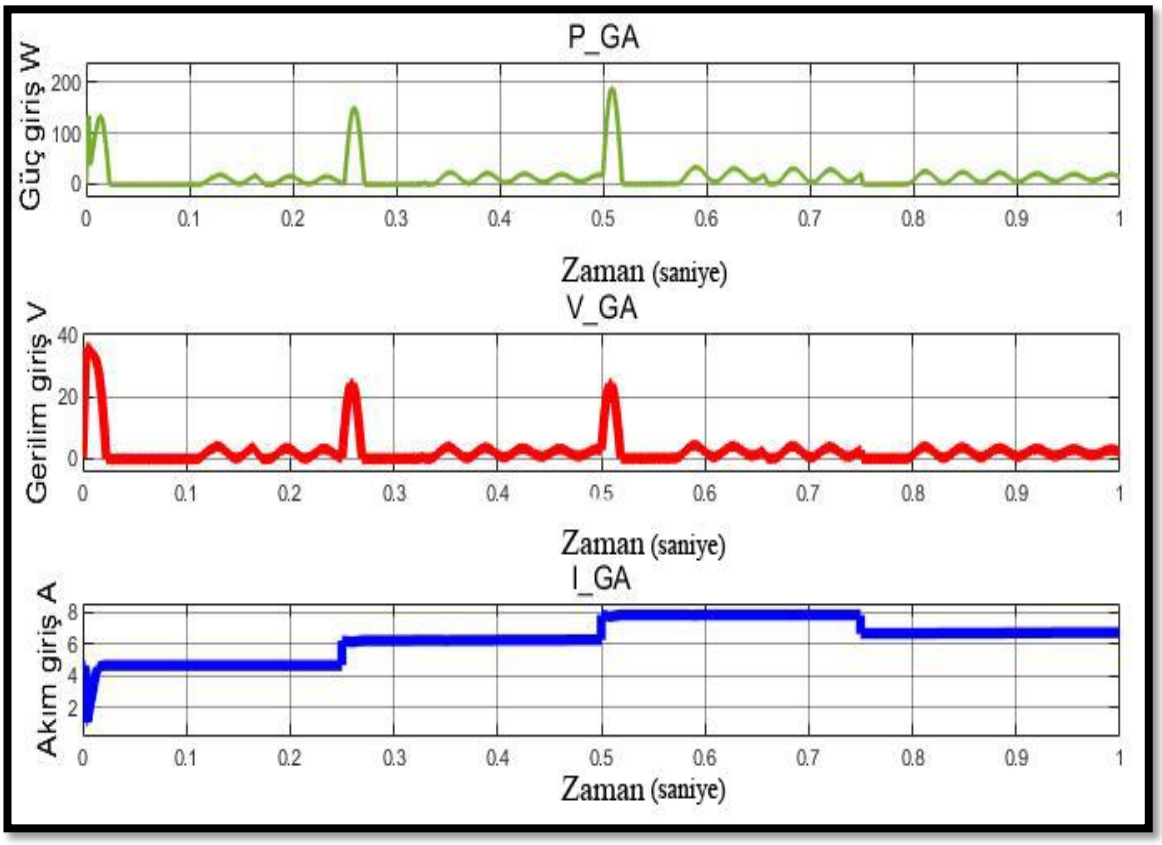
güneş radyasyonu olarak kabul edildiği bilinerek MGN bulunmasında yüksek verimlilikle PSO algoritmasını uygulamak için panel matrisinin çıkışındaki akım ve güç değişim izlendi ve ortam sıcaklığı 25°C dir.

PSO algoritması MATLAB kullanılarak programlı olarak çalıştırıldıktan sonra ve güneş panellerinin çıkışındaki değişimin takibine bağlı olarak, kullanılan şarj regülatörünün transistörün kanal genişliğini kontrol edecek kare darbeleri üretmek için uygun görev

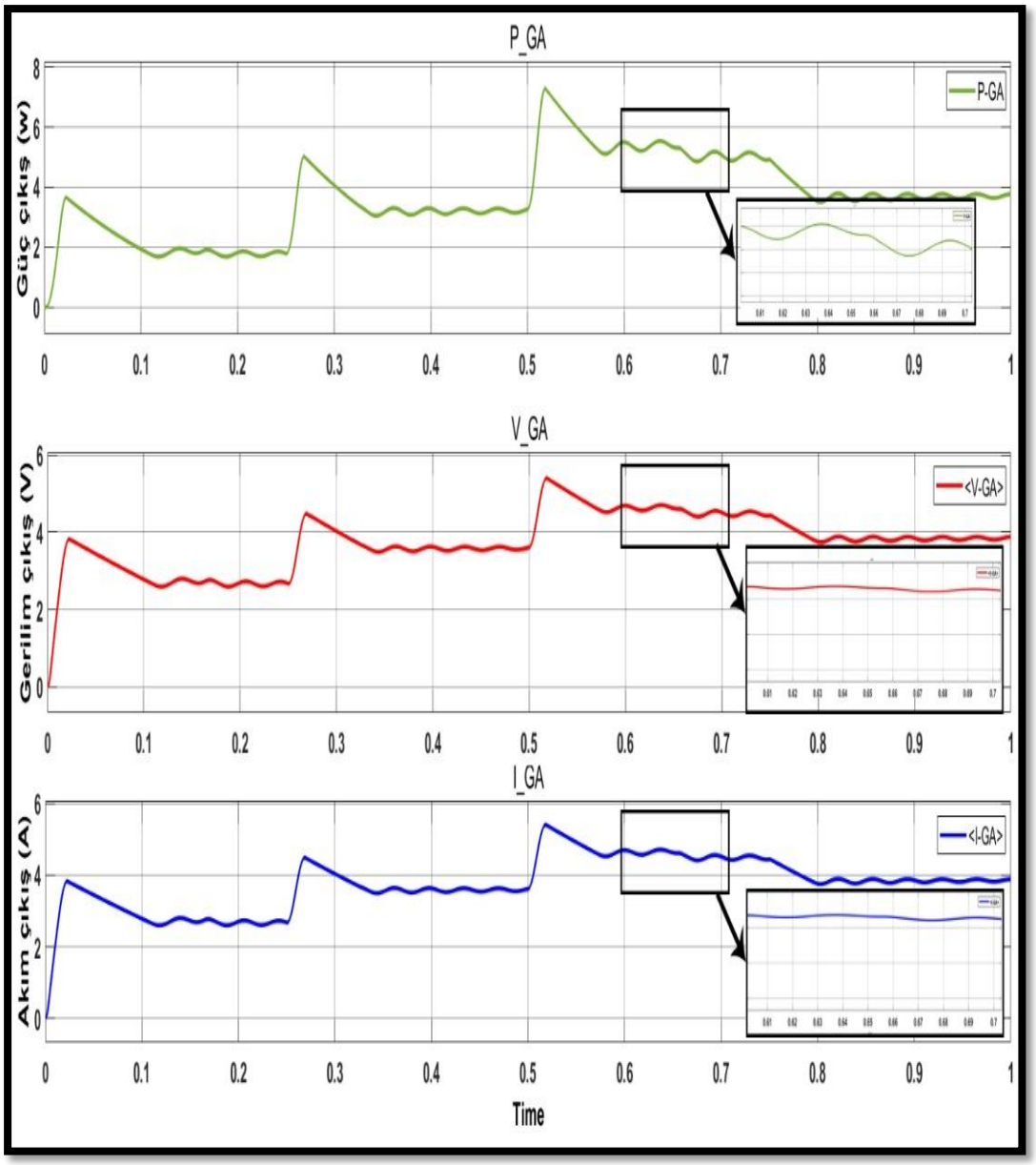
döngüsü (Duty cycle) elde edilmiştir. Bu nedenle pil bankası MGNT teknolojisine dayalı olarak ve PSO algoritması kullanılarak şarj edilecektir.

4.3 Genetik Algoritması

Fotovoltaik güç dönüşüm sistemleri solar şarj regülatörülarnda bu tekniğleri etkinleştirmek için MGN bulmak için GA algoritması uygulandıklarndan sonrası, piller bankını şarj yapmek için kullanılan akım, indirgeme sonrasında voltaj ve yüklere gidecek elektrik gücünü elde edilmektedir. Değişken ışınım yoğunluğu ve değişken sıcaklık yoğunluğu. Bunu ifade eden özellikler (Şekil 4.12) da sistemlere giriş yapılan enerji seviyeleri gösterilmiştir. (Şekil 4.13) de sistemlerden çıkan yapılan enerji seviyeleri gösterilmiştir. Şu iki şekillerde, mavi ile belirtilen grafik akımı, kırmızı ile belirtilen grafik gerilimi ve yeşil ile belirtilen grafik ise gücü ifade etmektedir ve ışınım derecesile sıcaklık derecesi sabit olmadığı halde gösterilmiştir.



Şekil 4.12 GA algoritmasında güneş panelinden üretilen enerji değerleri

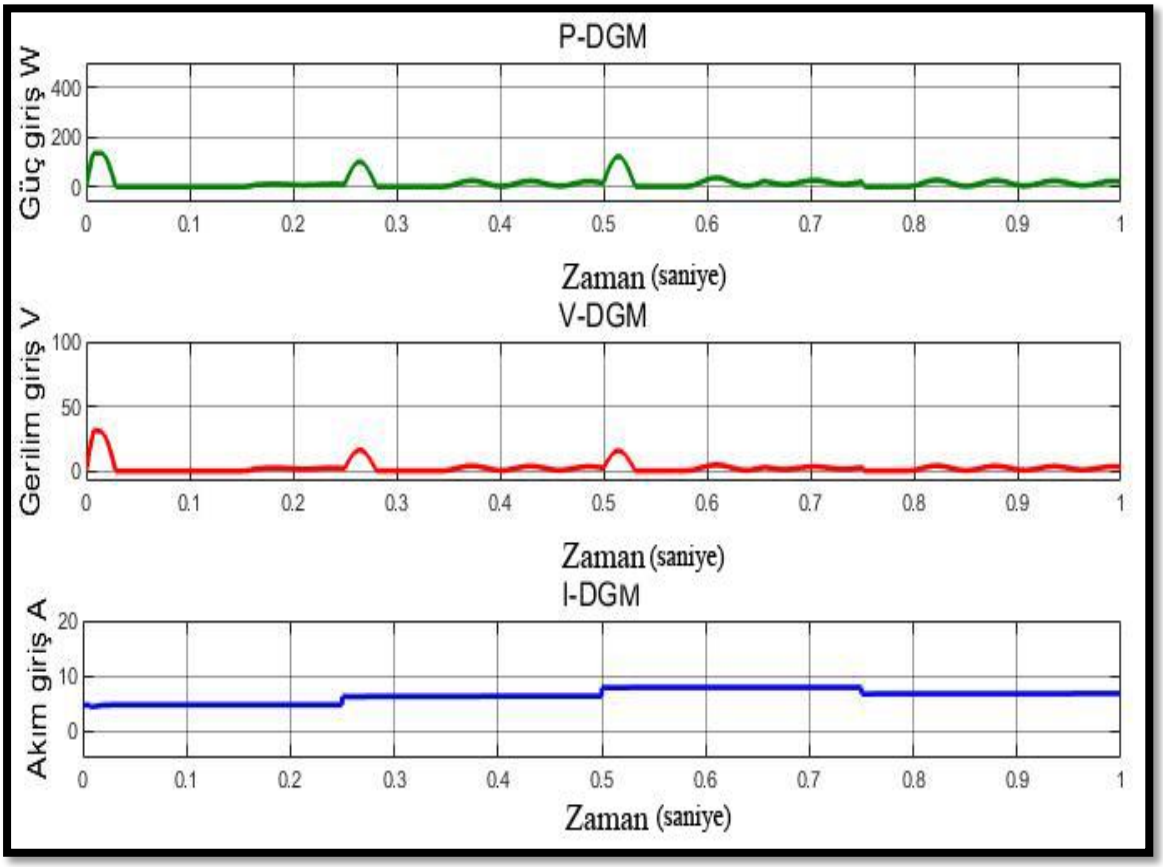


Şekil 4.13 Genetik algoritmasından enerji (akım, gerilim, güç) çıkışı

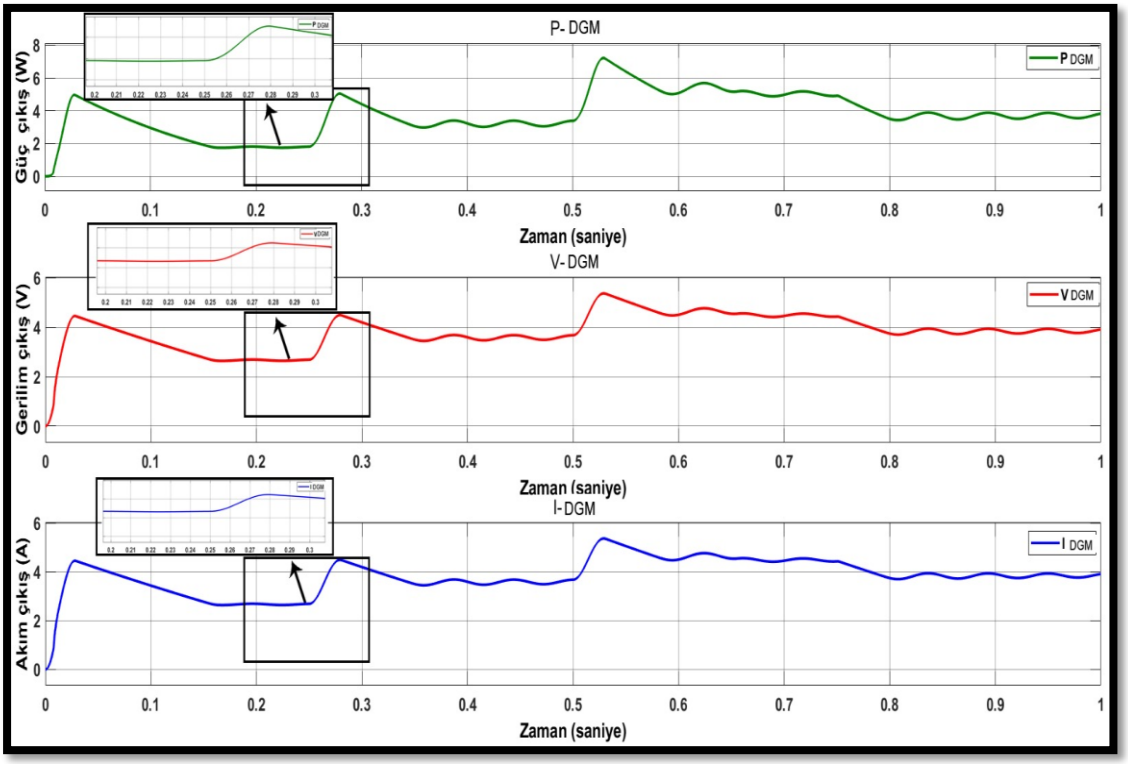
MGN bulmak için GA algoritması uygulandıktan ve sistemin bir bütün olarak MATLAB/SIMULINK kullanılarak simülasyonu yapıldıktan sonra, matlab üzerinde simülasyon sonuçları ile GA algoritmasının FV sistemlerde maksimum güç noktası MGN'sini hızlı ve doğru bir şekilde gerçekleştirebileceği sonucuna varılmıştır.

4.4 Değiştir Gözle Metodu Algoritması

Fotovoltaik güç dönüşüm sistemleri solar şarj regülatörülarnda bu tekniğleri etkinleştirmek için MGN bulmak için DGM algoritması uygulandıklarndan sonrası, piller bankını şarj yapmek için kullanılan akım, indirgeme sonrasında voltaj ve yüklere gidecek elektrik gücünü elde edilmektedir. Değişken ışınım yoğunluğu ve değişken sıcaklık yoğunluğu. Bunu ifade eden özellikler (Şekil 4.14) da sistemlere giriş yapılan enerji seviyeleri gösterilmiştir. (Şekil 4.15) de sistemlerden çıkan yapılan enerji seviyeleri gösterilmiştir. Şu iki şekillerde mavi ile belirtilen grafik akımı, kırmızı ile belirtilen grafik gerilimi ve yeşil ile belirtilen grafik ise gücü ifade etmektedir. MGNT için DGM algoritması uygulanırken şarj regülatöründe kullanılan transistörün kanal genişliğini kontrol edecek olan MATLAB/SIMULINK ortamında kare darbe üreteci tarafından üretilen kare darbeler simüle edilir.

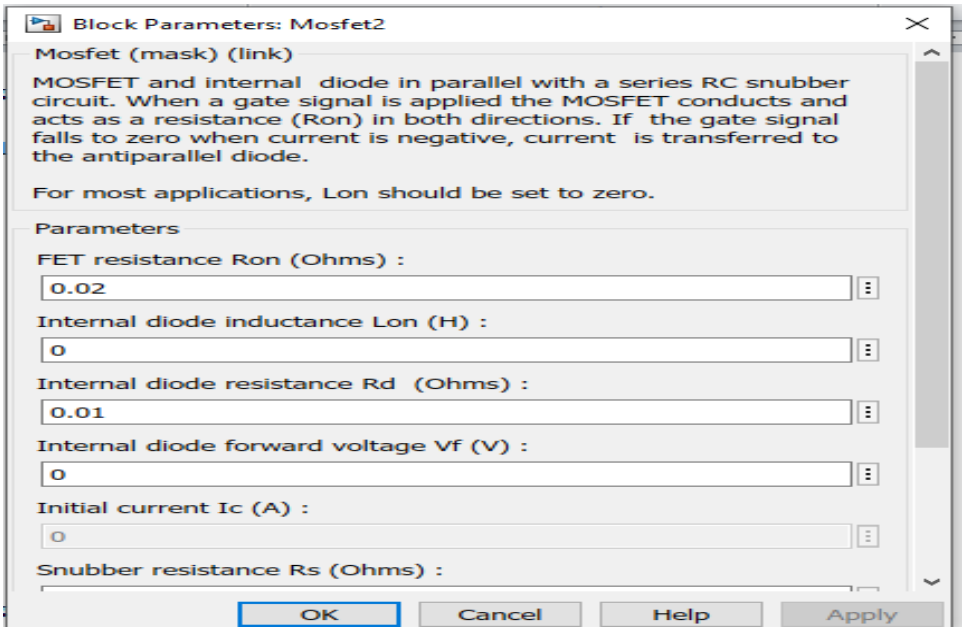


Şekil 4.14 DGM algoritmasında güneş panelinden üretilen enerji değerleri



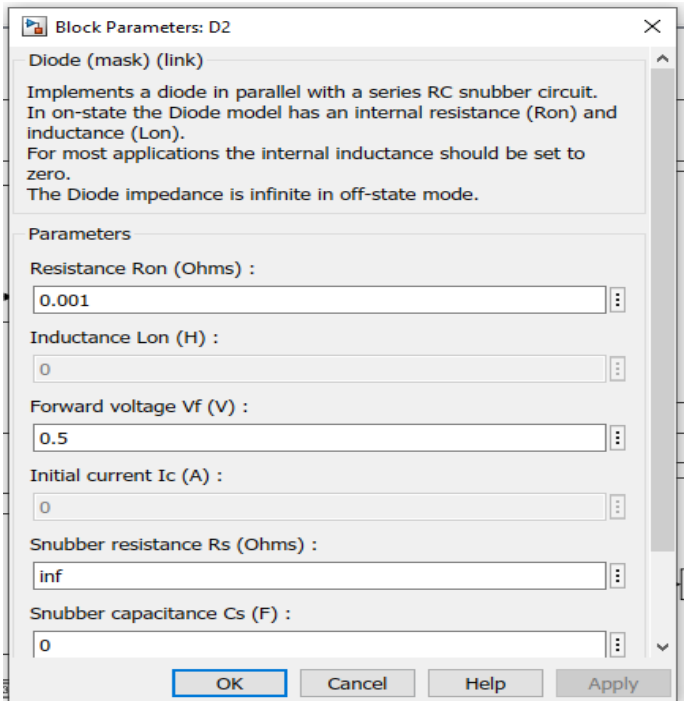
Şekil 4.15 DGM algoritmasından enerji (akım, gerilim, güç) çıkışı

DGM algoritmasında MOSFET' özellikleri aşağıdaki (Şekil 4.16) daki gibi görüntülenebilir.



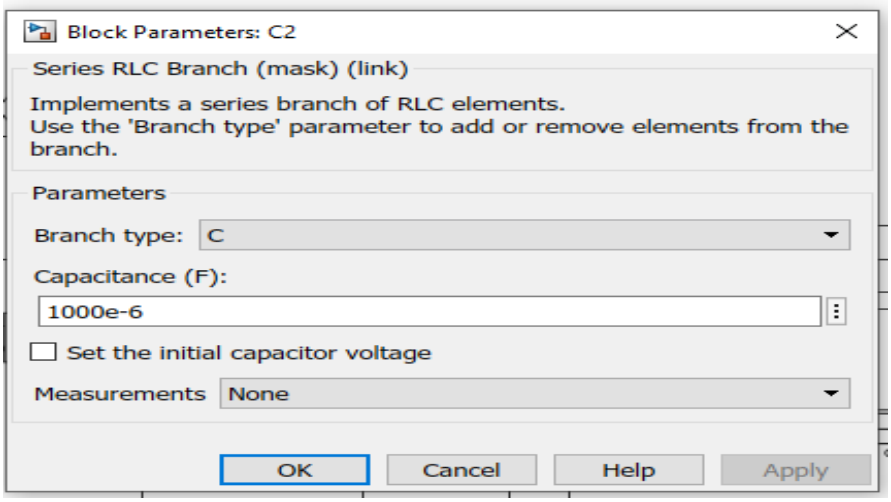
Şekil 4.16 DGM algoritmasında MOSFET' özellikleri

DGM algoritmasında diyot özellikleri aşağıdaki (Şekil 4.17) deki gibi görüntülenebilir:



Şekil 4.17 DGM algoritmasında diyot özellikleri

DGM yöntemiyle izlenen kapasitif özellikleri aşağıdaki (Şekil 4.18) deki gibi görüntülenebilir:



Şekil 4.18 DGM algoritmasında kapasitif özellikleri

Güneş panelli dizisinin, anlık radyasyon değerlerinin değişiminde MGN bulmada DGM algoritmasının kalitesine değer vermek için değişken ışınım ve sabit sıcaklık maruz bırakılır. DA-DA devre kesici yapısı, esas olmak şekilinde bir diyot, bir MOSFET transistör ve başka elemanlardan oluşmak şekilinde temsil edilmektedir.

4.5 Verimliliği ve Enerji (Akım, Gerilim, Güç) Çizelgeleri

MGNT teknolojisinde kullanılan lan dört algoritma PSO, GA, DGM ve GA-OİD standart test koşulları altında güneş panellerinden elde edilen enerji için sıcaklık miktarının sabit (25°C) tutulup ve farklı ışınım değerlerinde (200,400,600,800,1000) W/m^2 veri değerleri aşağıdaki Çizelgelerde (Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3,Çizelge 4.4)'de gösterilmiştir. Veri sayfasında belirtilen panel gücü ile karşılaştırılan simülasyon sonuçları ve aynı hesaplamaları değişken test koşulları altında tekrarlanarak değişken ışınım yoğunluğu ve değişken sıcaklık yoğunluğu her bir algoritmanın DGM, GA, PSO, GA-OİD değeri üzerinden verimliliği hesaplanmıştır ve yukarıdaki şekillerde gösterilmiştir. Güneş panelinden elde edilen gücün bir veri sayfasında verilen panelin teorik güç değeri ile karşılaştırılması. FV sistemde solar şarj regülatörülarnde bu tekniğide etkinleştirmek için MGN bulmak için dört çizelge oluşturulmuştur.

Çizelge 4.1 PSO algoritması giriş ve çıkış seviyesi

ALGORİTMA	IŞINIM (W/M²)	SICAKLIK (ºC)	AKIM (A)	GERİLİM (V)	GÜÇ GİRİŞ (W)	AKIM (A)	GERİLİM (V)	GÜÇ ÇIKIŞ (W)	VERİMLİLİĞİ 100%
PSO	200	25	3.249	116.9	379.8	6.131	61.31	375.9	%99.05
	400	25	6.493	120.3	781.2	8.79	87.9	772.6	%98.89
	600	25	9.727	122.1	1188	10.85	108.5	1177	%99.07
	800	25	12.52	126.3	1581	12.52	120.2	1568	%99.17
	1000	25	13.26	133.7	1773	13.26	125.6	1759	%99.21

Çizelge 4.2 GA giriş ve çıkış seviyesi

ALGORİTMA	IŞINIM (W/M²)	SICAKLIK (°C)	AKIM (A)	GERİLİM (V)	GÜÇ GİRİŞ (W)	AKIM (A)	GERİLİM (V)	GÜÇ ÇIKIŞ (W)	VERİMLİLİĞİ 100%
GA	200	25	1.604	67.33	110.7	3.328	33.28	108.7	%98.19
	400	25	1.57	69.91	119.6	3.458	34.58	109.8	%91.8
	600	25	1.515	71.3	124.5	3.528	35.28	110.6	%88.83
	800	25	1.461	72.6	127.9	3.576	35.76	111.4	%87.09
	1000	25	1.411	73.99	130.5	3.613	36.13	112.5	%86.2

Çizelge 4.3 DGM giriş ve çıkış seviyesi

ALGORİTMA	IŞINIM (W/M²)	SICAKLIK (°C)	AKIM (A)	GERİLİM (V)	GÜÇ GİRİŞ (W)	AKIM (A)	GERİLİM (V)	GÜÇ ÇIKIŞ (W)	VERİMLİLİĞİ 100%
DGM	200	25	3.225	117.1	401.1	8.384	47.84	379.7	%94.68
	400	25	6.42	121.6	780.7	14.55	47.93	697.3	%89.31
	600	25	9.592	123.7	1186	22.85	48.03	1097	%92.49
	800	25	12.72	125.1	1592	30.95	48.13	1486	%93.34
	1000	25	15.83	126.1	1996	39.06	48.22	1884	%94.38

Çizelge 4.4 GA-OİD giriş ve çıkış seviyesi

ALGORİTMA	IŞINIM (W/M²)	SICAKLIK (°C)	AKIM (A)	GERİLİM (V)	GÜÇ GİRİŞ (W)	AKIM (A)	GERİLİM (V)	GÜÇ ÇIKIŞ (W)	VERİMLİLİĞİ 100%
GA-OİD	200	25	6.585	301	1982	6.14	301.1	1849	%93.28
	400	25	6.22	309.7	1926	6.699	309.2	1872	%97.19
	600	25	6.773	314.5	2130	7.548	314.4	2073	%97.32
	800	25	6.801	317.9	2162	7.628	317.8	2090	%96.66
	1000	25	7.685	320.5	2463	7.533	319	2403	%97.56

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada PSO algoritması, GA algoritması, DGM algoritmaları FV sistemde şarj düzenleyiciye mümkün olan maksimum gücü göndermek için dizi halinde oluşturulan güneş panellerinde MGNT yapacak algoritmalar kullanılmıştır. Üç algoritmaya standart test koşulları altında (PSO, GA, DGM) dayalı FV sistemin değişken ışınım, değişken sıcaklık ve değişken ışınım, sabit sıcaklık koşulları durumundaki simülasyon sonuçlarında verimliliğ hesapı açısından incelennmiştir. Algoritmaların uygulanması için MATLAB/ SIMULINK programı kullanılmıştır. Kullanılan algoritmaların FV enerji sisteminin verimini artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca kullanılan pil grubuna verilen şarj akımı miktarı kıyaslandığında GA ve PSO algoritmaları DGM algoritmasından daha düşük seviyede pil grubu şarj akımı verdiği gözlenmektir. Algoritmaların çıkışta oluşan salınım miktarı yönünden de kıyaslaması verimlilik açısından bakılmıştır. FV sistemde en çok salınım yapan algoritma DGM algoritması olmuştur. Ayrıca güneş paneli dizisinin (GG-AG) karakteristiklerindeki MGNT için PSO algoritması uygulanacaktır. Verimliliğ hesabı MGNT ye güç değeri panelden gelen dönüştürücü çıkış değerinin oranıyla kıyaslanarak hesaplanmaktadır. PSO algoritması %97,323 ile en yüksek verimliliğe sahip iken, GA %94,563 ve son olarak DGM algoritması %91,437 olacak şekilde verimlilikleri hesaplanacaktır ve önceki bölümde çizelgelerle açıklanmıştır. Bu tezde elde ettiğimiz sonuçlarla, geliştirilen PSO algoritması, standart ve değişken test koşullarında en yüksek verimi elde etmiştir.

Sonraki çalışmalarda, tarımsal sulama yapmak için enerji hatlarından uzaktaki arazilerde sulama kuyularında bulunan su pompalarının çalıştırılmasında bu üç algoritmanın (DGM, GA, PSO) kullanılması sistem verimliliğini arttırmak için uygulanabilir.

KAYNAKLAR

Abdelaziz, A. Y. 2020. Modern maximum power point tracking techniques for photovoltaic energy systems. Springer Nature Switzerland AG., 5: 8.

Ali, M. N., Mahmoud, K., Lehtonen, M. and Darwish, M. M. 2021. Promising MPPT methods combining metaheuristic, fuzzy-logic and ANN techniques for grid-connected photovoltaic. Sensors., 21(4): 1244.

Althomali, R. and Alsumiri, M. 2017. Improved MPPT controllers for wind generation system based on hill climbing technique. In 2017 Intl Conf on Advanced Control Circuits Systems (ACCS) Systems and 2017 Intl Conf on New Paradigms in Electronics and Information Technology (PEIT), pp. 140-143, IEEE.

Araújo, N. M. F. T. S., Sousa, F. J. P. and Costa, F. B. 2020. Equivalent Models for Photovoltaic Cell–A Review. Revista de Engenharia Térmica., 19(2): 77-98.

ARPACI, G. N. TAPLAMACIOĞLU, M. C. and GÖZDE, H. 2019. Design and Comparison of Perturb and Observe and Fuzzy Logic Controller in Maximum Power Point Tracking System for PV System by Using MATLAB/SIMULINK. International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies., 3(1): 66-71.

Belghith, O. B., Sbita, L. and Bettaher, F. 2016. MPPT design using PSO technique for photovoltaic system control comparing to fuzzy logic and PandO controllers. Energy and Power Engineering., 8(11): 349-366.

Buck, 2021. Web sitesi: https://en.wikipedia.org/wiki/Buck_converter. Erişim Tarihi: 15.12.2021.

Dash, S. S., Padmanaban, S. and Morati, P. K. 2018. Maximum power point tracking implementation by Dspace controller integrated through Z-Source inverter using particle swarm optimization technique for photovoltaic applications. Applied Sciences., 8(1): 145.

Eltamaly, A. M., Al-Saud, M. S. and Abo-Khalil, A. G. 2020. Performance improvement of PV systems' maximum power point tracker based on a scanning PSO particle strategy. Sustainability., 12(3): 1185.

Energy, 2022. Web sitesi.https://www.c2es.org/content/renewable-energy. Erişim tarihi: 03.02.2022.

Farayola, A. M., Sun, Y. and Ali, A. 2018. ANN-PSO Optimization of PV systems under different weather conditions. In 2018 7th International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA), pp. 1363-1368, IEEE.

Feroz, M. A., Mansoor, M., Ling, Q., Khan, M. I. and Aldossary, O. M. 2020. Advanced variable step size incremental conductance MPPT for a standalone PV system utilizing a GA-tuned PID controller. Energies., 13(16): 4153.

Khatib, T. and Elmenreich, W. 2016. Modeling of photovoltaic systems using Matlab: Simplified green codes. John Wiley and Sons., 5: 8.

Kumar, A., Kumar, A. and Arora, R. 2015. Overview of Genetic Algorithm Technique for Maximum Power Point Tracking (MPPT) of Solar PV System. International Journal of Computer Applications., 975: 8887.

Lal, P. B, Sahu, S., Gupta, M., Srivastava, R., Mozhui, L. and Asthana, D. N. 2016. An improved method for MPPT using ANN and GA with maximum power comparison through Perturb and Observe technique. In 2016 IEEE Uttar Pradesh Section International Conference on Electrical, Computer and Electronics Engineering (UPCON), pp. 206-211, IEEE.

Loukriz, A, Haddadi, M. and Messalti, S. 2016. Simulation and experimental design of a new advanced variable step size Incremental Conductance MPPT algorithm for PV systems. ISA transactions., 62: 30-38.

Mao, M, Cui, L, Zhang, Q., Guo, K., Zhou, L. and Huang, H. 2020. Classification and summarization of solar photovoltaic MPPT techniques: A review based on traditional and intelligent control strategies. Energy Reports., 6: 1312-1327.

Modelling, R. C. and Tina, G. M. 2017. Submerged and floating photovoltaic systems: modelling, design and case studies. Academic Press., 2: 14-18.

Nicola, P., Raugei, M., Sgouridis, S., Murphy, D., Fthenakis, V., Frischknecht, R., Breyer, C. and Stolz, P. 2017. Energy Return on Energy Invested (ERoEI) for photovoltaic solar systems in regions of moderate insolation: A comprehensive response. Energy Policy., 102: 377-384.

Portalı, 2022. Web sitesi. https://www.enerjiportali.com kullanim-suresi-bitmis-gunes-panellerine-ne-olacak/. Erişim tarihi: 04.01.2022.

Prakash, K., Jain, G. and Palwalia, D. K. 2015. Genetic algorithm based maximum power tracking in solar power generation. In 2015 International Conference on Power and Advanced Control Engineering (ICPACE), pp. 1-6, IEEE.

Ranjhitha, G.. 2016. Implementation of genetic algorithm based maximum power point tracking for photovoltaic system. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET)., 5(11): 18860-18868.

Ronilaya, F., Khabib, A., Hidayat, M. N., Siradjudin, I., Rohadi, E., Asmara, R. A. and Yudaningtyas, E. 2018. A double stage micro-inverter for optimal power flow control in grid connected PV system. In 2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT), pp. 808-813, IEEE.

Salas, V., Olias, E., Barrado, A. and Lazaro, A. 2006. Review of the maximum power point tracking algorithms for stand-alone photovoltaic systems. Solar energy materials and solar cells., 90(11): 1555-1578.

Salman, S., Ai, X. and Wu, Z. 2018. Design of a P-and-O algorithm based MPPT charge controller for a stand-alone 200W PV system. Protection and Control of Modern Power Systems., 3(1): 1-8.

Sujith, R. I., Juniper, M. P. and Schmid, P. J. 2016. Non-normality and nonlinearity in thermoacoustic instabilities. International Journal of Spray and Combustion Dynamics., 8(2): 119-146.

Talbi, M., Mensia, N. and Ezzaouia, H. 2021. Modeling of a PV Panel and Application of Maximum Power Point Tracking Command based on ANN. INTERNATIONAL ARAB JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY., 18(4): 568-577.

Talukder, S. 2011. Mathematicle modelling and applications of particle swarm optimization. Solar energy materials and solar cells., 9(1): 55-78.

Vinod, A., Kumar, R. and Singh, S. K. 2018. Solar photovoltaic modeling and simulation: As a renewable energy solution. Energy Reports., 4: 701-712.

Xu, C., Tamaki, J., Miura, N. and Yamazoe, N. 1991. An analytical technique for the analysis of switching DC–DC converters. International Symposium on Circuits and Systems., 3(2): 147-155.

Yupeng, L., Xia, D. and He, Z. 2011. MPPT of a PV system based on the particle swarm optimization. In 2011 4th International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies (DRPT), pp. 1094-1096, IEEE.

EKLER

EK 1. DGM kod yazlımı

EK 2. GA kod yazlımı

EK 3. PSO kod yazlımı

EK 1. DGM kod yazlımı

```
%define constants
TaC=25; %cell temperature
C=0.5; %step size
Suns=0.028; %(1 G=1000 W/m^2)
Va=31; %PV voltage
Ia= PV_model (Va,Suns,TaC);
Pa=Ia.*Va;% PV output power
Vref_new= Va+C; %new reference voltage
Va_array=[];
Pa_array=[];
Suns=[0 0.1 ; 1 0.2; 2 0.3; 3 0.3; 4 0.5; 5 0.6; 6 0.7;
7 0.8; 8 0.9; 9 1; 10 1.1; 11 1.2; 12 1.3; 13 1.4;];
x= Suns(:,1)'; %read time data
y= Suns(:,2)'; %read solar radiation data
xi=1:200; % set points for interpolation
yi=interp1(x,y,xi,'cubic'); %Do cubic interpolation
for i=1:14
%read solar radiation value
Suns=yi(i);
%take new measurement
Va_new=Vref_new;
Ia_new= PV_model (Va,Suns,TaC)
Pa_new=Va_new*Ia_new;
deltaPa=Pa_new-Pa;
if deltaPa>0;
```

```
if Va_new>Va;
Vref_new=Va_new+C; %increase ref
else
Vref_new=Va_new-C; %decrease ref
end
elseifdeltaPa<0
if Va_new>Va
Vref_new=Va_new-C;
else
Vref_new=Va_new+C;
end
else
V_ref= Va_new;
end
Va=Va_new;
Pa=Pa_new;
Va_array= [Va_array Va];
Pa_array= [Pa_array Pa];
```

EK 2. GA kod yazlımı

```
function D = GA(Vpv,Ipv)
%#codegen
persistent u;
persistentdcurrent;
persistentpbest;
persistent p;
persistent dc;
persistent v;
persistent counter;
persistentgbest;
if(isempty(counter))
counter=0;
end
if(isempty(dcurrent))
dcurrent=0.5;
end
if(isempty(gbest))
gbest=0.5;
end
if(isempty(p))
p=zeros(4,1);
end
if(isempty(v))
v=zeros(4,1);
end
```

```
if(isempty(pbest))
pbest=zeros(4,1);
end
if(isempty(u))
u=0;
end
if(isempty(dc))
dc=zeros(4,1);
dc(1)=0;
dc(2)=0.3;
dc(3)=0.5;
dc(4)=0.9;
end
if(counter>=1 && counter<300)
D=dcurrent;
counter=counter+1;
return;
end
counter=0;
if(u>=1 && u<=4)
if((Vpv*Ipv)>p(u))
p(u)=Vpv*Ipv;
pbest(u)=dcurrent;
end
end
```

```
u=u+1;
if(u==6)
u=1;
end
if(u==1)
D=dc(u);
dcurrent=D;
counter=1;
return;
elseif(u==2)
D=dc(u);
dcurrent=D;
counter=1;
return;
elseif(u==3)
D=dc(u);
dcurrent=D;
counter=1;
return;
elseif(u==4)
D=dc(u);
dcurrent=D;
counter=1;
return;
elseif(u==5 )
[m,i]=max(p);
```

```
gbest=pbest(i);
D=gbest;
dcurrent=D;
counter=1;
%update velocity and duty cycle
v(1)=updatevelocity(v(1),pbest(1),dc(1),gbest)
v(2)=updatevelocity(v(2),pbest(2),dc(2),gbest)
v(3)=updatevelocity(v(3),pbest(3),dc(3),gbest)
v(4)=updatevelocity(v(4),pbest(4),dc(4),gbest)
%update duty cycle
dc(1)=updateduty(dc(1),v(1))
dc(2)=updateduty(dc(2),v(2))
dc(3)=updateduty(dc(3),v(3))
dc(4)=updateduty(dc(4),v(4))
return;
else
u
y='ga'
D=0.1
end
end
functionvfinal=updatevelocity(velocity,pobest,d,gwbest)
w=0.4;
c1=1.2;
c2=2;
vfinal = (w*velocity)+(c1*rand(1)*(pobest-d))+(c2*rand(1)*(gwbest-d));
```

```
end
functiondfinal=updateduty(d,velocity)
dup=d+velocity;
if(dup>1)
dfinal=1;
elseif(dup<0)
dfinal=0;
else
dfinal=dup;
end
end
```

EK 3. PSO kod yazlımı

```
function D   = fcn(Power, Rest)
persistentparticals
persistentpbest
persistentgbest
persistent velocity
persistentDcurrent
persistentPowerbest
persistent u
persistentgpowerbest
persistentidx
persistent xx
ifisempty(xx)
xx=0;
end
ifisempty(particals) || (Rest==1 && xx==1)
particals=zeros(4,1);
particals(1)=0.2;
particals(2)=0.3;
particals(3)=0.6;
particals(4)=0.9;
velocity=zeros(4,1)
pbest=zeros(4,1);
Powerbest=zeros(4,1);
gbest=0.5;
Dcurrent=0;
```

```
gpowerbest=0;
u=0;
idx=0;
end
if sum(abs(velocity))>0.017 || sum(abs(velocity))==0
u=u+1;
if(u==6)
u=1;
end
if u>1 && u<=5
if Power>Powerbest(u-1)
Powerbest(u-1)=Power;
pbest(u-1)=Dcurrent;
end
end
if (u>=1 && u<=4)
D=particals(u);
Dcurrent=particals(u);
elseif (u==5)
[gpowerbest,idx] = max(Powerbest);
gbest=pbest(idx);
D=gbest;
velocity(1)=updatevelocity(velocity(1),pbest(1),particals(1),gbest)
velocity(2)=updatevelocity(velocity(2),pbest(2),particals(2),gbest)
velocity(3)=updatevelocity(velocity(3),pbest(3),particals(3),gbest)
velocity(4)=updatevelocity(velocity(4),pbest(4),particals(4),gbest)
```

```
particals(1)=updateduty(particals(1),velocity(1))
particals(2)=updateduty(particals(2),velocity(2))
particals(3)=updateduty(particals(3),velocity(3))
particals(4)=updateduty(particals(4),velocity(4))
else
D=0;
end
else
D=gbest;
xx=1;
end
end
functionvfinal=updatevelocity(velocity,pobest,d,gwbest)
w=0.4;
c1=1.025;
c2=1.025;
vfinal = (w*velocity)+(c1*rand(1)*(pobest-d))+(c2*rand(1)*(gwbest-d));
end
functiondfinal=updateduty(d,velocity)
dup=d+velocity;
if(dup>1)
dfinal=1;
elseif(dup<0)
dfinal=0;
else
dfinal=dup;
```

```
end
end
```

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Arjan Musadaq TAHA TAHA

Eğitim

Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı	2020-2022
Lisans	Tikrit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü	2011-2015