

# GÜNEŞ ENERJİSİ VE RÜZGÂR ENERJİSİ DÂHİL OLAN HİBRİT GÜÇ SİSTEMİNDE FARKLI ALGORİTMALAR İLE EKONOMİK YÜK DAĞITIMININ İNCELENMESİ

Gül Kurt<sup>1</sup>, Deniz Ersoy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, <sup>1</sup>T.C. Deniz Kuvvetleri Komutanlığı  
<sup>1</sup>gulenderkurt@hotmail.com, <sup>1</sup>dersoy35@hotmail.com

## ÖZET

Yenilenebilir enerji kaynaklarının tesis edilmesi ve enerji üretimi pek çok araştırmaya konu olmuştur. Fosil yakıtların giderek artan maliyeti ve giderek tükeniyor olması, dış ülkelere bağımlılık, nükleer enerji santrallerinin işletim zorlukları ve çevre faktörü yenilenebilir enerji kaynaklarının değerinin her geçen gün artmasına neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynağı tabanlı santrallerin kurulum aşamasında belirlenecek olan algoritmalarla bu santrallerden en yüksek derecede verim almak hedeflenmiştir.

Ülkemiz coğrafi konumu itibariyle her yönüyle yenilenebilir enerji kaynaklarını içermektedir. Bu sebeple yenilenebilir enerji kaynaklarını en iyi düzeyde değerlendirmek gerekmektedir.

Yapılan çalışmada; optimizasyon yöntemleri olan Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO), Diferansiyel Gelişim Optimizasyonu (DGO), Yapay Arı Kolonisi (YAK), Benzetilmiş Tavlama Algoritması(BTA) ve son olarak ta Genetik Optimizasyon Algoritması (GOA) yöntemleri kullanılarak şebeke bağlantısı, rüzgar enerji santrali ve güneş enerjisi santrali ortak beslemesi için ayrı ayrı incelemeler yapılmıştır. Hedeflenen; enerji santrali projesinin her bir algoritmayla incelenerek en ekonomik sonucu veren algoritmanın kullanılması ve en düşük üretim maliyetinin elde edilmesidir. Şebekeye bağlı güç sisteminin en uygun maliyetle işletilebilmesi için her bir generatörün maliyet katsayıları dikkate alınarak hangi sistemin ne kadar üretim yapması gerektiği algoritmik değerlerle belirlenmiştir.

Kullanılan beş farklı algoritmanın işlemsel yapısı sebebiyle her bir algoritmik incelemede farklı sonuçlar elde edilmiştir.

## 1. GİRİŞ

Rüzgâr gücünden üretilen elektrik, birkaç farklı zaman aralığında; saatlik, günlük, mevsimlik ve hatta yıllık olarak yüksek oranda değişebilir. Rüzgâr türbin yerlerinin iyi tespit edilmesi rüzgâr gücünün ekonomik kullanılması açısından kritik önem taşımaktadır. Rüzgârın kendi kullanılabilirliği bir tarafa, iletim hatlarının kullanılabilirliği, üretilen enerjinin değeri, bulunduğu yerin kullanım bedeli, üretim ve işleme, çevrenin vereceği tepkiler gibi faktörler de göz önüne alınmalıdır.

Güneş enerjisi ise, güneş ışığından enerji elde edilmesine dayalı bir enerji türüdür. Güneşin yaydığı ve dünyaya ulaşan enerji güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışınım enerjisidir.

Ülkemiz gerek rüzgar enerjisi, gerekse güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde coğrafi konum itibariyle yüksek verimli bir bölgede bulunmaktadır. Enerji ihtiyacımızın her geçen gün

artmasına paralel olarak petrol kaynaklı elektrik üretim maliyetleri de yükselmektedir. Yapılan incelemeler yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının öneminin her geçen gün katlanarak arttığını göstermektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları enterkonnekte şebekeye entegre edilerek, enerji üretimine ve ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışmada; Bandırma bölgesinde mevcut RES (Rüzgar Enerji Santrali)'e güneş paneli dahil edilerek hibrit olarak şebekeye besleme yapması sağlanmıştır. Bu işletme biçiminde ekonomik yük dağıtım problemleri farklı çözüm metotları kullanılarak incelenmiş ve her bir metot için söz konusu hibrit besleme durumunun cevapları karşılaştırılmıştır. Burada amaç en küçük zaman dilimine ait talep edilen enerji miktarını karşılayabilmek için her bir santral veya üretim birimine düşen üretim miktarının en ekonomik şekilde belirlenmesidir. Ekonomik yük dağıtımında maliyeti en aza indirme işlemi optimizasyon yöntemlerini kullanarak sağlanmıştır.

Bandırma bölgesi Bezirci Köyü sınırları içerisinde bulunan RES'in dâhil olduğu dağıtım birimi 5 trafolu merkez model olarak kullanılmıştır. Bezirci Köyü'nün sadece enterkonnekte şebeke (TEİAŞ) ile beslenmesi; TEİAŞ ve RES tarafından beslenmesi; TEİAŞ, RES ve güneş panelinin oluşturduğu hibrit sistem tarafından beslenmesi durumları ayrı ayrı incelenmiştir. Ekonomik yük dağıtım problemlerinin çözümü için; Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO), Diferansiyel Gelişim Optimizasyonu (DGO), Yapay Arı Kolonisi (YAK), Benzetilmiş Tavlama Algoritması (BTA) ve son olarak ta Genetik Optimizasyon Algoritması (GOA) yöntemleri kullanılmıştır. Bu analizler dâhilinde oluşan sonuçlar karşılaştırılarak incelenmiş ve sonuçlara ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır.

## **2. RÜZGAR VE GÜNEŞ ENERJİSİ İLE ENTERKONNEKTE ŞEBEKE BAĞLANTILI BİR SİSTEMDE OPTİMAL YÜK DAĞILIMININ İNCELENMESİ**

### **2.1 Parçacık Sürü Optimizasyonu**

Optimizasyon problemlerinin çözümü için kullanılan bir çok optimizasyon tekniği doğadaki olaylardan esinlenilerek geliştirilmiştir. Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO), kuş ve balık sürülerinin sosyal davranışları gözlemlenerek geliştirilen popülasyon temelli bir optimizasyon algoritmasıdır. Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO), sürü hâlinde hareket eden balıklar ve böceklerden esinlenerek Kennedy ve Eberhart (1995) tarafından geliştirilmiş bir optimizasyon yöntemidir [1]. Temel olarak sürü zekâsına dayanan bir algoritmadır. Sürü halinde hareket eden hayvanların yiyecek ve güvenlik gibi durumlarda, çoğu zaman rasgele sergiledikleri hareketlerin, amaçlarına daha kolay ulaşmalarını sağladığı görülmüştür. PSO bireyler arasındaki sosyal bilgi paylaşımını esas alır. Arama işlemi genetik algoritmalarda olduğu gibi jenerasyon sayısınca yapılır. Her bireye parçacık denir ve parçacıklardan oluşan popülasyona da sürü (swarm) adı verilmektedir. Her bir parçacık kendi pozisyonunu, bir önceki tecrübesinden yararlanarak sürüdeki en iyi pozisyona doğru ayarlar. PSO, temel olarak sürüde bulunan bireylerin pozisyonunun, sürünün en iyi pozisyona sahip olan bireyine yaklaştırılmasına dayanır. Bu yaklaşım hızı rasgele gelişen durumdur ve çoğu zaman sürü içinde bulunan bireyler yeni hareketlerinde bir önceki konumdan daha iyi konuma gelirler ve bu süreç hedefe ulaşmıyaya kadar devam eder.

#### **2.1.1. 5 Jeneratörlü Güç Sisteminde PSO ile Ekonomik Yük Dağıtımının İncelenmesi**

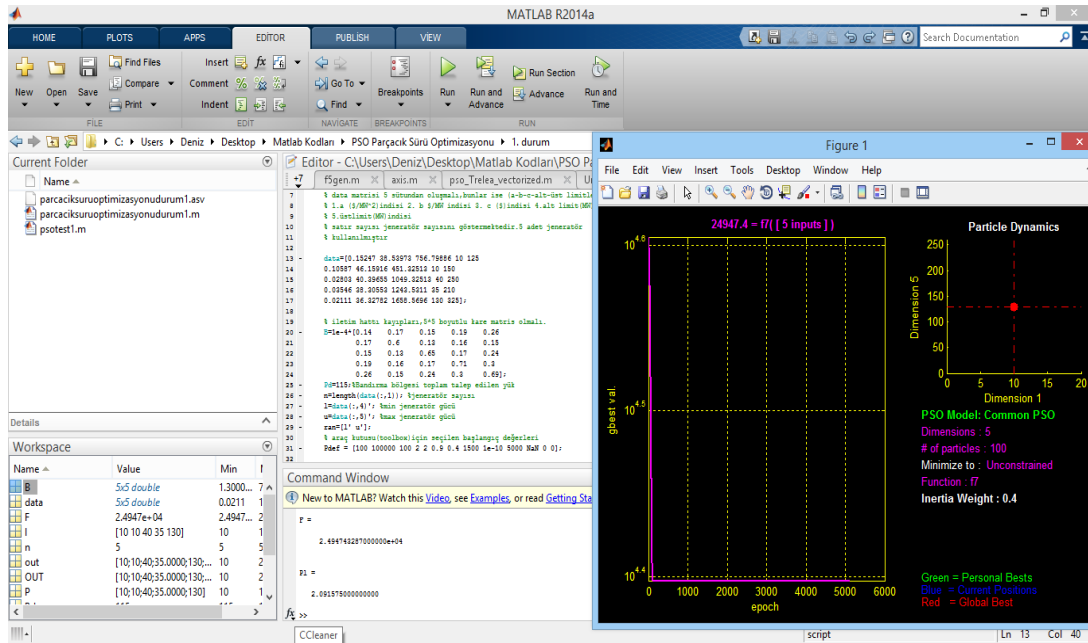
Yapılacak olan ilk incelememiz için 5 jeneratörlü bir güç sistemi seçilmiştir. Bandırma bölgesi için toplam talebin 115 MW olduğu ölçülmüştür. Matlab programında yazılmış PSO araç kutusu kullanılarak Denklem (2.1)'de gösterilen genel ekonomik yük dağıtım fonksiyonu optimize edilmiştir.

$$\sum_{i=1}^n F_i(P_i) + 1000 \times \text{abs}(\sum_{i=1}^n P_i - D - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n B_{ij} P_i P_j) \quad (2.1.)$$

Pd=115 MW Bandırma bölgesi toplam talep edilen yük için elde edilen sonuçlar Tablo2.1’de özetlenmiştir [7]

**Tablo 2.1.** 5 Generatörlü Güç Sisteminde PSO algoritması matlab program sonuçları

Güç ve Enerji İndisleri	PSO değeri
P1 (MW)	10
P2 (MW)	10
P3 (MW)	40
P4 (MW)	35
P5 (MW)	130
Pkayıp (MW)	2,091
F(\$/saat)	229973,4



**Şekil 2.1.** 5 Generatörlü Güç Sisteminde PSO algoritması matlab programı ekran görüntüsü

### 2.1.2. Rüzgâr Enerjisi Dahil Olan 5 Generatörlü Güç Sisteminde PSO ile Ekonomik Yük Dağıtımının İncelenmesi

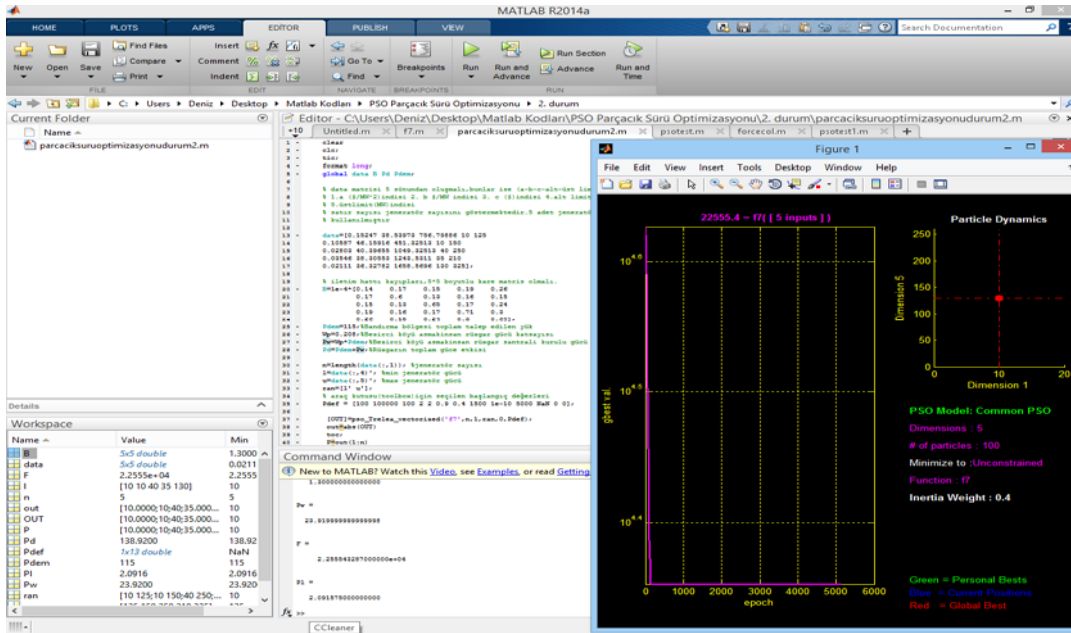
5 generatörlü test sistemine rüzgâr enerjisi dahil edilirse ekonomik yük dağıtımını hedef fonksiyonu Denklem (2.2)’deki gibi şekil alır. Hat kayıpları B katsayı matrisi ile ifade edilmiştir.

$$\sum_{i=1}^n P_i - P_{dem} - P_{c} - P_{loss} = 0 \quad (2.2)$$

Pdem=115 MW Bandırma bölgesi toplam talep edilen yük ve Wp=0.208 Bezirci köyü asmaksınan rüzgâr gücü katsayısı için elde edilen sonuçlar Tablo 2.2 ‘de sunulmuştur [7].

**Tablo 2.2.** Rüzgar enerjisi dâhil olan 5 generatörlü güç sisteminde PSO algoritması matlab program sonuçları

Güç ve Enerji İndisleri	PSO değeri
P1 (MW)	10
P2 (MW)	10
P3 (MW)	40
P4 (MW)	35
P5 (MW)	130
Pw(MW)	23,919
Pkayıp (MW)	2,091
F(\$/saat)	182133,4

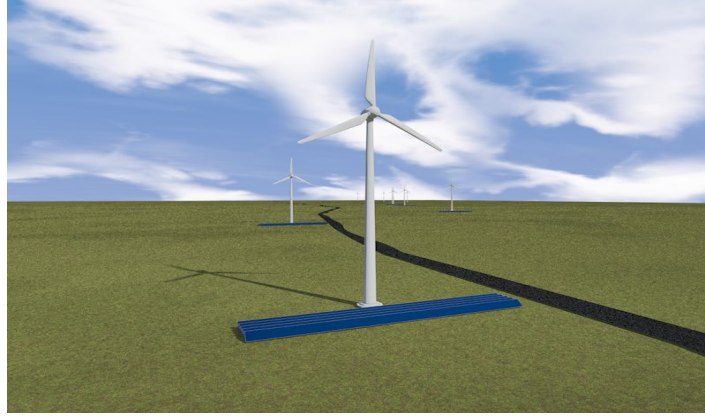
**Şekil 2.2.** Rüzgar enerjisi dahil olan 5 generatörlü güç sisteminde PSO algoritması matlab programı ekran görüntüsü

### 2.1.3. Güneş Enerjisi ve Rüzgar Enerjisi Dahil Olan 5 Generatörlü Hibrit Güç Sisteminde PSO ile Ekonomik Yük Dağıtımının İncelenmesi

Bu bölümde 5 generatörlü test sistemine güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi dahil edilerek ekonomik yük dağıtımını incelenmiştir. Bu sistemin hedef fonksiyonu Denklem (2.3)' teki gibi şekil alır. Hat kayıpları B katsayı matrisi ile ifade edilmiştir.

$$\sum_{i=1}^N P_i - P_{\text{load}} - P_w - P_s - P_{\text{loss}} = 0 \quad (2.3)$$

Rüzgâr enerjisi dâhil olan 5 generatörlü güç sistemine solar güneş paneli entegrasyonu amacıyla 280 W güç değerine sahip Monokristal Silikon yapıdaki güneş panelleri kullanılmıştır. Bu paneller 1950 mm×990 mm×50 mm boyutlarındadır. Bandırma Bölgesi Bezirci Köyü asmakinsan rüzgâr enerjisi santralının konuşlandığı coğrafyanın fiziksel boyutu ve Bezirci barasının yüklenme oranı dikkate alındığında 2000 adet 280 W gücündeki Monokristal Silikon güneş panelinin uygun olacağı yapılan ölçümlerde gözlemlenmiştir. 2000 adet Monokristal Silikon güneş panelinin gücü 560 kW mertebesindedir. Sisteme entegre edilmiş çalışmanın örnek görüntüsü şekil 2.3' teki gibidir.

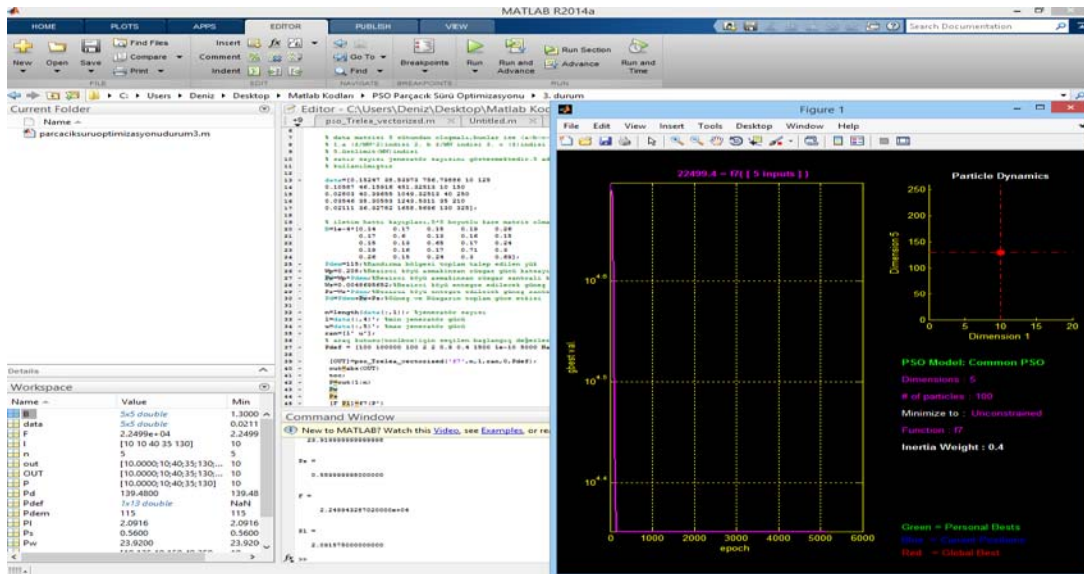


Şekil 2.3. Bandırma bölgesi için öngörülen hibrit sistem görüntüsü.

$P_{dem}=115$  MW Bandırma bölgesi toplam talep edilen yük,  $W_p=0.208$ ;%Bezirci köyü asmaksınan rüzgar gücü katsayısı ve  $W_s=0.0048695652$  Bezirci köyü entegre edilecek güneş gücü katsayısı için elde edilen sonuçlar Tablo 2.3 'de verilmiştir [7].

**Tablo 2.3.** Güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi dâhil olan 5 generatörlü güç sisteminde PSO algoritması matlab program sonuçları

Güç ve Enerji İndisleri	PSO değeri
P1 (MW)	10
P2 (MW)	10
P3 (MW)	40
P4 (MW)	35
P5 (MW)	130
$P_w$ (MW)	23,919
$P_s$ (MW)	0,5599
$P_{kayıp}$ (MW)	2,091
$F$ (\$/saat)	181013,4



Şekil 2.4. Güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi dâhil olan 5 generatörlü Güç Sisteminde PSO algoritması matlab programı ekran görüntüsü

## 2.2. Diferansiyel Gelişim Algoritması

Diferansiyel gelişim algoritması (DGA), özellikle sürekli verilerin söz konusu olduğu problemlerde etkin sonuçlar verebilen, işleyiş ve operatörleri itibariyle genetik algoritmaya dayanan popülasyon temelli sezgisel optimizasyon tekniklerinden biridir. Popülasyon temelli sezgiseller çok noktalı arama prosedürleri sayesinde, hızlı bir şekilde sonuç verebilmektedirler. Bunlardan bazıları genetik algoritma (GA), bulanık mantık, karınca kolonisi algoritması, benzetilmiş tavlama algoritmasıdır. DGA, Price ve Storn tarafından 1995 yılında geliştirilmiş, özellikle sürekli verilerin söz konusu olduğu problemlerde etkin sonuçlar verebilen, işleyiş ve operatörleri itibariyle genetik algoritmaya dayanan popülasyon temelli sezgisel optimizasyon tekniğidir. Temel olarak GA'ya dayanmaktadır. Popülasyon tabanlıdır. Aynı anda birçok noktada araştırma yapmaktadır. İterasyonlar boyunca, operatörler yardımıyla problemin çözümü için daha iyi sonuçlar araştırılmaktadır. Klasik ikili GA'dan farklı olarak değişkenler gerçek değerleriyle temsil edilmektedir. GA'da da gerçek değerlerle kodlama kullanılmaktadır. Ancak Price ve Storn genetik operatörlerdeki birtakım değişikliklerle, gerçek değerlerle kodlamanın kullanıldığı problemlerin çözüm performansını arttırmaya çalışmışlardır. GA'daki çaprazlama, mutasyon ve seçim operatörleri DGA'da da kullanılmaktadır. GA'dan farklı olarak her bir operatör tüm popülasyona sırayla uygulanmamaktadır. Kromozomlar tek tek ele alınmakta, rasgele seçilen diğer üç kromozomda kullanılarak yeni bir birey elde edilmektedir. Bu işlemler sırasında mutasyon ve çaprazlama operatörleri kullanılmış olmaktadır. Mevcut kromozomla elde edilen yeni kromozomun uygunlukları karşılaştırılarak uygunluğu daha iyi olan, yeni birey olarak bir sonraki popülasyona aktarılmaktadır. Böylelikle seçim operatörü de kullanılmış olmaktadır. GA'nın diğer sezgisellere önemli bir üstünlüğü de kolayca kodlanabilmesidir. Diğer algoritmalar için binlerce satırdan oluşan kodlar söz konusu iken DGA için yaklaşık 20 satırlık kod yeterli olmaktadır [2]

## 2.3. Arı Kolonisi Algoritması

Arılar doğada besin kaynaklarından nektar toplama işlemini yaparken bulunan kaynakları en verimli şekilde kovana getirme ve bunun için harcanan enerjinin en aza indirilmesi işlemini doğal yöntemlerle yerine getirir. Harcanan enerjinin en aza indirilmesi, yiyecek kaynaklarından maksimum derecede nektar toplanması, bu nektarı kovana getirmek için gereken zamanın azaltılması ve yolun kısaltılması bu algoritmanın temelini oluşturan en önemli indislerdir. Doğada arılar buldukları kaynaklardan toplayabildiği miktardaki nektarı kovana getirdikten sonra tekrar kaynağa dönmeden önce 'waggle dance' adı verilen bir sallanım dansı yaparak kaynağı hakkındaki bilgileri diğer arılarla paylaşırlar. Bu paylaşım birleşik zekânın oluşmasını ve kaynaklardan daha verimli şekilde faydalanılmasını sağlar. AKO (Arı Kolonisi Optimizasyonu) da bu süreci simüle etmeye çalışan bir yapay zekâ optimizasyon algoritmasıdır. Bu çalışmada AKO algoritmasının rüzgar enerjisi, güneş enerjisi ve enterkonnekte şebeke bağlantılı hibrit enerji sistemi üzerindeki ekonomik yük dağıtımının incelenmesi yapılmıştır [3]

## 2.4. Benzetilmiş Tavlama Algoritması

Birden fazla değişkene sahip fonksiyonların en büyük veya en küçük değerlerinin bulunması ve özellikle çok fazla yerel en küçük değere sahip doğrusal olmayan fonksiyonların en küçük

değerlerinin bulunması için tasarlanmış bir algoritmadır. Bu algoritma ve türevleri, katı cisimlerin soğurken mükemmel şekilde atomik dizilişlerini örnek aldığından ve özellikle metallerin tavlama işlemini andırıldığından dolayı benzetilmiş tavlama ismini almıştır. Diğer optimizasyon yaklaşımları gibi en iyi çözümün en kısa zamanda üretimini sağlar. Bu sebeple, özellikle matematiksel modellerle gösterilemeyen kombinasyonel problemlerin en iyiyi bulma uygulamalarında tercih edilir. BTA (benzetilmiş tavlama algoritması); elektronik devre tasarımı, görüntü işleme, yol bulma problemleri, seyahat problemleri, malzeme fiziği simülasyonu, kesme ve paketleme problemleri, akış çizelgeleme ve iş çizelgeleme problemlerinin yanında yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanım çözümlerinde başarılı sonuçlar vermiştir.

Bir gazı soğuturken atomlar bir süre sonra nasıl ki periyodik aralıklarla dizilip potansiyel enerjiyi minimize ediyorlar ise (kristalleşme) biz de aynı yöntemi kullanarak enerjiyi değil kendi tanımladığımız bir fonksiyonu benzetilmiş tavlama algoritmasında minimize ederiz. Bu yöntem bölgesel en iyi çözümlere (local optimum) takılmamak için iyi bir yöntemdir. Soğutma işlemi bu algoritmada daha iyi sonuçların bulunmasını sağlayacak yeni komşu çözümlerin üretilmesini sağlayan üstel bir ifadedir [4].

## 2.5. Genetik Algoritma

Genetik Algoritma (GA), evrimsel mantığını temel alan, geleneksel optimizasyon yöntemleri içerisinde diğerlerine göre daha zor olarak kabul edilen ve çok değişkenli optimizasyon problemlerinde yaygın olarak kullanılan bir optimizasyon yöntemidir [5]. GA rastgele oluşturulan bir başlangıç popülasyonu için çok sayıda çözümler ile çalışmaya başlar ve daha sonra genetik operatörleri (seçim, çaprazlama, mutasyon) kullanarak çözümleri optimum çözüme getirir [6]. GA, geleneksel optimizasyon yöntemlerinin aksine çok sayıda başlangıç noktası ile çözüme başlar ve bu sayede çok sayıda çözümün içinden kötüler elenir, başlangıç popülasyonu değişkenlerin kodlanmaları sonucunda rastgele oluşturulur. Popülasyonun her bir satırı ayrı bir bireyi oluşturur. Her birey için uygunluk fonksiyonu (UF) değerleri hesaplanır. UF, amaç fonksiyonu (AF) ve içerisinde kısıt fonksiyonunu (KF) bulunduran ceza fonksiyonunun (CF) toplamından oluşur. UF değerleri dikkate alınarak, GA'nın operatörleri olan seçim, çaprazlama, mutasyon işlemleri neticesinde yeni bir popülasyon oluşturulur. GA' da bir önceki popülasyonun dikkate alınması ile jenerasyon sayısı kadar yeni popülasyonlar oluşturulur. Her yeni popülasyonda UF değerleri hesaplanır. Bunlar arasında en iyi sonuç verenler göz önünde bulundurulur. GA sonlandırma şartı sağlanana kadar bu işlemler iteratif olarak devam eder. Sonlandırma şartı olarak jenerasyon sayısı kullanılmıştır.

## 3. RÜZGÂR VE GÜNEŞ ENERJİSİ İLE ENTERKONNEKTE ŞEBEKE BAĞLANTILI BİR SİSTEMDE OPTİMAL YÜK DAĞILIMININ FARKLI ALGORİTMALARLA İNCELENMESİ

Yapılan çalışmada 5 jeneratörlü bir enerji sistemine sırasıyla rüzgar ve güneş enerjisi santralleri entegre edilerek üretim değerleri, hat kaybı ve üretim maliyeti değerleri farklı algoritmalar kullanılarak hesaplanmıştır. Kullanılan Parçacık Sürü Optimizasyonu, Diferansiyel Gelişim Algoritması, Arı Kolonisi Optimizasyonu, Benzetilmiş Tavlama Algoritması ve Genetik Algoritma algoritmalarının performansları söz konusu değerler üzerinden karşılaştırılmıştır. 5

farklı optimizasyon algoritmasında sistemin vereceği üretim maliyetleri hesaplanmış ve farklı algoritmaların vermiş olduğu tepkiler tablo halinde verilerek karşılaştırılmıştır [7].

**Tablo 3.1.** 5 Generatörlü Güç Sisteminde optimizasyon algoritmaları matlab program sonuçları

Güç ve Enerji İndisleri	PSO	DGA	AKO	BTA	GA
P1 (MW)	10	98,8211	98,8211	98,8217	123,1046
P2 (MW)	10	10	10	10,0003	10,2268
P3 (MW)	40	40	40	40,0001	40,5892
P4 (MW)	35	35	35	35,0001	46,8173
P5 (MW)	130	130	130	130,0001	141,8297
Pkayıp (MW)	2,091	3,0822	3,082	3,0823	3,9977
F(\$/saat)	229973,4	214790	214792	214790	265400

**Tablo 3.2.** Rüzgar enerjisi dahil olan 5 generatörlü güç sisteminde optimizasyon algoritmaları matlab program sonuçları

Güç ve Enerji İndisleri	PSO	DGA	AKO	BTA	GA
P1 (MW)	10	74,7276	74,7275	74,7280	122,2592
P2 (MW)	10	10	10	10,0001	17,2092
P3 (MW)	40	40	40	40,0003	62,5920
P4 (MW)	35	35	35	35,000	42,2296
P5 (MW)	130	130	130	130,000	136,1976
Pw(MW)	23,919	23,9200	23,9199	23,92	23,92
Pkayıp (MW)	2,091	2,7917	2,7916	2,7917	4,2215
F(\$/saat)	182133,4	165500	165503	165500	264570

**Tablo 3.3.** Güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi dahil olan 5 generatörlü güç sisteminde optimizasyon algoritmaları matlab program sonuçları

Güç ve Enerji İndisleri	PSO	DGA	AKO	BTA	GA
1 (MW)	10	74,1633	74,1633	74,1639	111,8323
P2 (MW)	10	10	10	10,0001	12,4591
P3 (MW)	40	40	40	40,0001	46,1270
P4 (MW)	35	35	35	35,0001	36,2883
P5 (MW)	130	130	130	130,0002	158,1436
Pw(MW)	23,919	23,9200	23,9199	23,92	23,92
Ps(MW)	0,5599	0,5600	0,5599	0,5600	0,5600
Pkayıp (MW)	2,091	2,7851	2,7850	2,7851	4,2577
F(\$/saat)	181013,4	164350	164350	164350	242710



Yapılan çalışmanın sonucunda Diferansiyel Gelişim Algoritması, Arı Kolonisi Optimizasyonu, Benzetilmiş Tavlama Algoritması algoritmalarının birbirleri ile benzer sonuca ulaştıkları ve performanslarının diğer Parçacık Sürü Optimizasyonu ve Genetik Algoritma algoritmalarına göre daha kararlı olduğu gözlemlenmiştir.

#### 4. SONUÇ

Enerji santrallerinin en verimli şekilde kullanımı ve artan elektrik talebinin en uygun maliyetle karşılanması araştırmaları, optimizasyon algoritmalarının oluşmasına sebep olmaktadır. Günlük yaşantımızdan başlayıp fabrikalardaki ürün üretimine kadar her noktada elektrik enerjisine olan ihtiyacımız giderek artmaktadır. Bu artışa paralel olarak fosil yakıtların miktarı da hızla düşüş göstermektedir. Ülke ekonomisine büyük katkılarından dolayı yenilenebilir enerji santrallerinin kurulumu da gün geçtikçe zorunluluk hale gelmektedir. Enterkonnekte şebeke, rüzgar enerji santrali ve güneş enerji santralinden oluşan hibrit bir çalışma sisteminde hedef üretim fiyat fonksiyonunun minimuma düşürülmesidir.

Yapılan çalışmada DGA, AKO ve BTA optimizasyon algoritmalarının hemen hemen aynı sonuçları verdiği ve en uygun üretim maliyetlerini oluşturduğu gözlenmektedir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Kennedy, Eberhart J., Particle Swarm Optimization , Neural Networks, 1995, 4, 1942-1948,.
- [2] Karaboğa D., An Idea On Honey Bee Swarm For Numerical Optimization, Technical Report, 2005, 06(2), 2005.
- [3] Grüter C., Farina M., The Honeybee Waggle Dance: Can We Follow The Steps?, Trends in Ecology and Evolution, 2009 , 24(5), 5-25.
- [4] Mazumder P., E. M. Rudnick, Genetic Algorithms for VLSI Design Layout&Test Automation, Prentice Hall Inc., New Jersey, 1999.
- [5] Goldberg D. E., Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learning, Addison-Wesley, New York, 1989.
- [6] Saruhan H., Uygur İ., Design Optimization of Mechanical Systems Using Genetic Algorithms, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2003,2 ,7, 2003.
- [7] Ersoy Deniz, Güneş Enerjisi ve Rüzgâr Enerjisi dâhil olan Hibrit Güç Sisteminde Farklı Algoritmalar ile Ekonomik Yük Dağıtımının İncelenmesi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2015

