

**T.C.**  
**KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**MATEMATİK ANA BİLİM DALI**



**PARKİNSON HASTALIĞI İÇİN PARÇACIK YİĞİNİ**  
**OPTİMİZASYONUNDA YENİ TOPOLOJİYE DAYALI YÜKSEK**  
**VERİMLİ OPTİMİZASYON ALGORİTMASININ**  
**GELİŞTİRİLMESİ**

**HAWA AHMED ALRAWAYATI**

**DOKTORA TEZİ**

**DR. ÖĞR. ÜYESİ ÜMİT TOKEŞER**

**ŞUBAT - 2024**  
**KASTAMONU**

## TEZ ONAYI

**Hawa Ahmed ALWARAYATI** tarafından hazırlanan “**PARKİNSON HASTALIĞI İÇİN PARÇACIK YIĞINI OPTİMİZASYONUNDA YENİ TOPOLOJİYE DAYALI YÜKSEK VERİMLİ OPTİMİZASYON ALGORİTMASININ GELİŞTİRİLMESİ**“ adlı tez çalışmasının savunma sınavı **16.02.2024** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Matematik Ana Bilim Dalı Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

|                   |                                                              |       |
|-------------------|--------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Danışman</b>   | Dr. Öğr. Üyesi Ümit TOKEŞER<br>Kastamonu Üniversitesi        | ..... |
| <b>Jüri Üyesi</b> | Prof. Dr. Adnan TUNA<br>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi   | ..... |
| <b>Jüri Üyesi</b> | Prof. Dr. Ahmet EROĞLU<br>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi | ..... |
| <b>Jüri Üyesi</b> | Doç. Dr. M. Serdar ÇAVUŞ<br>Kastamonu Üniversitesi           | ..... |
| <b>Jüri Üyesi</b> | Dr. Öğr. Üyesi Zafer ÜNAL<br>Kastamonu Üniversitesi          | ..... |

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü Doç. Dr. Selçuk MEMİŞ .....

## TAAHHÜTNAME

*Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.*

**Hawa Ahmed ALRAWAYATI**

## ÖZET

### DOKTORA TEZİ

#### **PARKİNSON HASTALIĞI İÇİN PARÇACIK YİĞİNİ OPTİMİZASYONUNDA YENİ TOPOLOJİYE DAYALI YÜKSEK VERİMLİ OPTİMİZASYON ALGORİTMASININ GELİŞTİRİLMESİ**

**HAWA AHMED ALRAWAYATI**

**KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK ANA BİLİM DALI**

**DANIŞMAN:DR. ÖĞR. ÜYESİ ÜMİT TOKEŞER**

Parkinson hastalığı, dopamin eksikliğine neden olan substantia nigra'nın kaybı nedeniyle beyindeki yeni hücrelerin zamanla yavaş yavaş öldüğü ilerleyici bir nörodejeneratif hastalıktır. Parkinson hastalığı sorununun doğru teşhisini ele almak için bu araştırma, ikili parçacık sürüsü optimizasyon yöntemini kullanarak Parkinson hastalığı hastalarını sağlıklı bireylerden etkili bir şekilde ayırt edecek yeni bir algoritma tasarlamayı önermektedir. Vaka kontrol çalışması, 196'dan fazla Parkinson hastasının elektroensefalogram veri setini analiz ederek bu algoritmayı değerlendirmek ve bunu aynı yaş ve cinsiyetteki sağlıklı kontrollerle karşılaştırmak için tasarlandı. Karşılaştırma, üç yöntem arasında en doğru olanı bulmak için diğer geleneksel derin öğrenme, lojistik regresyon ve ikili parçacık sürüsü optimizasyon tekniklerini içerir. Bu tezde Parkinson hastalığı için çoklu atalet ağırlık stratejisine dayalı birlikte evrim ikili parçacık sürüsü optimizasyonunu kullandık. Ayrıca veri setindeki özellik sayısını azaltmak için karınca kolonisi optimizasyon yöntemi ve genetik algoritma kullanılmıştır. Sınıflandırma için destek vektör makinesi kullanılmış ve diğer yöntemlerle karşılaştırılmıştır. Ayrıca performans analizi için karışıklık matrisi kullanılır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Parçacık Sürü Optimizasyonu, Çoklu Atalet Ağırlığı, Parkinson hastalığı, Destek Vektör Makinesi

Şubat 2024, 98 Sayfa

## **ABSTRACT**

### **PH.D THESIS**

#### **DEVELOPMENT OF HIGH EFFICIENCY OPTIMIZATION ALGORITHM BASED ON NEW TOPOLOGY IN PARTICLE SWARM OPTIMIZATION FOR PARKINSON'S DISEASE**

**HAWA AHMED ALRAWAYATI**

**KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS**

**SUPERVISOR:ASSIST. PROF. DR. ÜMİT TOKEŞER**

Parkinson's disease is a progressive neurodegenerative disorder, where new cells in the brain die slowly over time due to the loss of the substantia nigra causing the lack of dopamine. In order to tackle the accurate diagnosis of Parkinson disease issue, this research proposes to design of a new algorithm to efficiently discern Parkinson's disease patients from the healthy individuals using the binary particle swarm optimization method. The case-control study was designed to evaluate this algorithm by analyzing the electroencephalogram dataset of over 196 patients with Parkinson's disease and compare it with that of healthy controls of the same age and gender. The comparison includes other traditional deep learning, logistic regression, and binary particle swarm optimization techniques to find out the most accurate one between the three methods. In this thesis, for Parkinson's disease we used the co-evolution binary particle swarm optimization based on multiple inertia weight strategy. Also, the ant colony optimization method and the genetic algorithm has been used to reduce the features number from the dataset. For classification the support vector machine is used and compared with other methods. Also, for performance analysis the confusion matrix is used.

**KEYWORDS:** Particle Swarm Optimization, Multiple Inertia Weight, Parkinson's disease, Support vector Machine

February 2024, 98. Page

## TEŞEKKÜR

Öncelikle bu araştırmadaki danışmanlığından dolayı Dr. Ümit TOKEŞER'e teşekkür etmek isterim. Bu araştırmayla ilgili birçok pratik ihtiyacın karşılanmasına yardımcı oldukları için Matematik Bölümü'ndeki öğretim görevlilerine ve araştırma asistanlarına da şükran borçluyuz. Doktora dereceme teşekkür etmek istiyorum. Kastamonu Üniversitesi'ndeki meslektaşlarıma ve Kastamonu'daki Libya toplumuna desteklerinden dolayı teşekkür ediyorum. Son fakat en az değil; Çalışmamı yürütme ve bu tezi bitirme konusunda bana güven veren eşime ve aileme her zaman manevi desteklerinden dolayı şükranlarımı sunmak isterim. Bu çalışmanın sonuçlarının toprağın doğası ile ilgilenen kişilere faydalı olmasını ve bundan sonraki çalışmalarda yeni araştırmalara katkı sağlamasını diliyorum.

HAWA AHMED ALRAWAYATI

Kastamonu, 2024

## İÇİNDEKİLER

|                                                                       | <u>Sayfa</u> |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------|
| TEZ ONAYI .....                                                       | ii           |
| TAAHHÜTNAME .....                                                     | iii          |
| ÖZET.....                                                             | iv           |
| ABSTRACT .....                                                        | v            |
| TEŞEKKÜR .....                                                        | vi           |
| İÇİNDEKİLER .....                                                     | vii          |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                 | ix           |
| TABLolar DİZİNİ .....                                                 | xi           |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                                  | xii          |
| 1. GİRİŞ.....                                                         | 1            |
| 1.1 Temel Kavramlar .....                                             | 1            |
| 1.2 Tıbbi ve Teknik Geçmiş.....                                       | 3            |
| 1.3 Tıbbi Görüntülemelerde Bilgisayar Destekli Tespit ve Tanı .....   | 3            |
| 1.4 Nörogörüntüleme Teknikleri .....                                  | 5            |
| 1.5 Problem Tanımı .....                                              | 9            |
| 1.6 Çalışmanın Amacı.....                                             | 9            |
| 1.7 Katkı.....                                                        | 10           |
| 1.8 Gereksinimler.....                                                | 10           |
| 1.9 Tezin Organizasyonu .....                                         | 10           |
| 2. LİTERATÜR İNCELEMESİ.....                                          | 11           |
| 2.1 Arka Plan .....                                                   | 11           |
| 3. ARAÇ VE YÖNTEMLER.....                                             | 25           |
| 3.1 Parçacık Sürü Optimizasyonu.....                                  | 25           |
| 3.1.1 Arka Plan .....                                                 | 25           |
| 3.1.2 Parçacık Sürü Optimizasyonu.....                                | 25           |
| 3.1.3 Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO).....                          | 26           |
| 3.1.4 Doğa ile Analoji.....                                           | 29           |
| 3.1.5 Algoritma .....                                                 | 30           |
| 3.1.6 Parametre Seçimi .....                                          | 31           |
| 3.1.7 Topolojiler .....                                               | 32           |
| 3.1.8 Dahili Operasyon .....                                          | 32           |
| 3.1.9 Yakınsama .....                                                 | 33           |
| 3.1.10 Önyargılar .....                                               | 34           |
| 3.1.11 Varyantlar .....                                               | 34           |
| 3.1.12 Basitleştirmeler .....                                         | 35           |
| 3.1.13 PSO İkili, Ayrık ve Kombinatoriyal .....                       | 35           |
| 3.2 Evrimsel Sinir Ağı.....                                           | 37           |
| 3.2.1 Yapı.....                                                       | 37           |
| 3.3 PSO için Denklemlerin Formülasyonu .....                          | 39           |
| 3.4 ACO için Denklemlerin Formülasyonu .....                          | 41           |
| 3.4.1 Mekanizma Algoritması ile İlgili Temalar Karınca Kolonisi ..... | 43           |
| 3.4.2 Yapı ile İlgili Karınca Kolonisi Algoritması.....               | 46           |
| 3.5 Genetik Algoritma .....                                           | 51           |
| 3.5.1 Genetik Algoritmada Temel Kavramlar .....                       | 52           |

|           |                                                 |           |
|-----------|-------------------------------------------------|-----------|
| 3.5.2     | Genetik Algoritmalar Genel Bakış.....           | 52        |
| 3.5.3     | Genetik Algoritmanın Genel Adımları .....       | 53        |
| 3.5.4     | Genetik Popülasyon .....                        | 57        |
| 3.5.5     | Fitness Fonksiyonu .....                        | 57        |
| 3.5.6     | Kombinasyon veya Yer Değiştirme Operatörü ..... | 57        |
| 3.5.7     | Mutasyon Operatörü .....                        | 58        |
| 3.6       | Veri Kümesi .....                               | 61        |
| <b>4.</b> | <b>SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....</b>               | <b>65</b> |
| 4.1       | Aşama 1: PSO'yu Kullanın.....                   | 65        |
| 4.2       | Aşama 2: CNN.....                               | 69        |
| 4.3       | Aşama 3: ACO.....                               | 73        |
| 4.4       | Aşama 4: Genetik Algoritma .....                | 79        |
| <b>5.</b> | <b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>                  | <b>87</b> |
| 5.1       | Çözüm.....                                      | 87        |
| 5.2       | Öneriler .....                                  | 90        |
|           | <b>KAYNAKLAR .....</b>                          | <b>91</b> |
|           | <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                            | <b>98</b> |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1 Parkinson hastalığı .....                                                                                             | 2  |
| Şekil 1.2 Parkinson Hastalığının İnsan Beyni Üzerindeki Etkisi.....                                                             | 6  |
| Şekil 1.3 Parkinson Hastalığında Lewy Cisimcikleri (PD).....                                                                    | 7  |
| Şekil 1.4 EEG Frekans Bandı Sinyalleri .....                                                                                    | 8  |
| Şekil 2.1 Parkinson Hastalığında (PD) Lewy Cisimcikleri.....                                                                    | 23 |
| Şekil 2.2 MDVP: Çok Boyutlu Ses Programı .....                                                                                  | 24 |
| Şekil 3.1 PSO akış şeması .....                                                                                                 | 28 |
| Şekil 3.2 3 boyutlu olarak düzenlenmiş CNN katmanları.....                                                                      | 38 |
| Şekil 3.3 davranışları karıncalar dır-dir içinde çarpışma ile engel .....                                                       | 45 |
| Şekil 3.4 Karıncalar tarafından rota seçimi gıdaya ulaşmak için .....                                                           | 46 |
| Şekil 3.5 Önerilen yöntemin akış şeması .....                                                                                   | 51 |
| Şekil 3.6 İkili kodlamaya bir örnek.....                                                                                        | 54 |
| Şekil 3.7 Mutant kodlamaya bir örnek .....                                                                                      | 55 |
| Şekil 3.8 Değer kodlamasına bir örnek .....                                                                                     | 56 |
| Şekil 3.9 N-bitlik bir kromozomun $m$ , $b_i \in (0,1, \dots, m)$ , $i = 1,2, \dots, n$ sayısal<br>esasına göre gösterimi ..... | 56 |
| Şekil 3.10 Değiştirme yöntemi.....                                                                                              | 58 |
| Şekil 3.11 Ters çevirme yöntemi .....                                                                                           | 58 |
| Şekil 3.12 Kısmi gen yöntemi.....                                                                                               | 59 |
| Şekil 3.13 Ekleme yöntemi .....                                                                                                 | 59 |
| Şekil 3.14 Karıştırma yöntemi .....                                                                                             | 59 |
| Şekil 3.15 Animasyon olarak özellik seçimi.....                                                                                 | 61 |
| Şekil 4.1 Önerilen yöntemin akış şeması .....                                                                                   | 65 |
| Şekil 4.2 PSO akış şeması.....                                                                                                  | 66 |
| Şekil 4.3 Verilerin sınıflandırılması için SVM .....                                                                            | 67 |
| Şekil 4.4 Yakınsama eğrisi, yineleme sayısına göre uygunluk değeri.....                                                         | 67 |
| Şekil 4.5 Eğri Altındaki Alan.....                                                                                              | 68 |
| Şekil 4.6 Karışıklık matrisi .....                                                                                              | 68 |
| Şekil 4.7 Duyarlılık, Özgünlük, Kesinlik ve Doğruluk.....                                                                       | 69 |
| Şekil 4.8 Önerilen Parkinson hastalığı tanısı için tipik bir CNN'nin yapısı .....                                               | 69 |
| Şekil 4.9 Yakınsama eğrisi, yineleme sayısına göre uygunluk değeri.....                                                         | 70 |
| Şekil 4.10 Evrimsel Sinir Ağının eğitim süreci.....                                                                             | 70 |
| Şekil 4.11 Eğitim verileri ile tahmin edilen verilerin karşılaştırılması .....                                                  | 71 |
| Şekil 4.12 Test verileri ile tahmin edilen verilerin karşılaştırılması şekil 10'da<br>gösterilmektedir.....                     | 72 |
| Şekil 4.13 Eğitim verileri için MSE ve RMSE Sonucu .....                                                                        | 72 |
| Şekil 4.14 Verileri test etmek için MSE ve RMSE Sonucu.....                                                                     | 73 |
| Şekil 4.15 KKO Akış Şeması.....                                                                                                 | 74 |
| Şekil 4.16 Önerilen Parkinson hastalığı tanısı için tipik bir CNN'nin yapısı .....                                              | 75 |
| Şekil 4.17 Yakınsama eğrisi, yineleme sayısına göre uygunluk değeri.....                                                        | 76 |
| Şekil 4.18 Evrimsel Sinir Ağının eğitim süreci.....                                                                             | 76 |
| Şekil 4.19 Eğitim verileri ile tahmin edilen verilerin karşılaştırılması .....                                                  | 77 |
| Şekil 4.20 Test verileri ile tahmin edilen verilerin karşılaştırılması .....                                                    | 77 |
| Şekil 4.21 Eğitim verileri için MSE ve RMSE Sonucu .....                                                                        | 78 |

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.22 Verileri test etmek için MSE ve RMSE Sonucu.....                                                                            | 79 |
| Şekil 4.23 GA'nın 5 Kromozomu ile Sonuçlar.....                                                                                        | 80 |
| Şekil 4.24 10 GA ile test sonucu.....                                                                                                  | 81 |
| Şekil 4.25 GA'nın 15 Kromozomu ile Sonuçlar.....                                                                                       | 82 |
| Şekil 4.26 20 GA Kromozomu ile Sonuçlar .....                                                                                          | 83 |
| Şekil 4.27 25 GA Kromozomu ile Sonuçlar .....                                                                                          | 84 |
| Şekil 4.28 30 GA Kromozomu ile Sonuçlar .....                                                                                          | 85 |
| Şekil 4.29 Tren verileri için karşılaştırma sonuçları .....                                                                            | 86 |
| Şekil 4.30 Test verileri için karşılaştırma sonuçları.....                                                                             | 86 |
| Şekil 5.1 ACO, PSO ve GA için karşılaştırma sonuçları, a) MSE için eğitim<br>verileri sonucu, b) RMSE için eğitim verileri sonucu..... | 88 |
| Şekil 5.2 ACO, PSO ve GA için karşılaştırma sonuçları, a) MSE için test<br>verileri sonucu, b) RMSE için test verileri sonucu .....    | 89 |
| Şekil 5.3 Üç yöntem için işlem süresi.....                                                                                             | 90 |



## TABLÖLAR DİZİNİ

|                                                    | <b><u>Sayfa</u></b> |
|----------------------------------------------------|---------------------|
| Tablo 3.1 PSO'nun parametreleri .....              | 27                  |
| Tablo 3.2 Özelliklerin sayısı ve özellikleri ..... | 63                  |
| Tablo 4.1 BPSO için parametreler .....             | 65                  |
| Tablo 4.2 ACO için parametreler .....              | 73                  |



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Kısaltmalar

|            |                                  |
|------------|----------------------------------|
| <b>FN</b>  | : Negatif yanlış                 |
| <b>FP</b>  | : Pozitif yanlış                 |
| <b>FCM</b> | : Fuzzy c-anlamı                 |
| <b>HPF</b> | : Yüksek Geçiren Filtre          |
| <b>LVQ</b> | : Vektör Kuantizasyonunu Öğrenme |
| <b>ROI</b> | : İlgi Bölgesi                   |
| <b>SVM</b> | : Vektör Makinaları Desteklemek  |
| <b>PD</b>  | : Parkinson Hastalığı            |

# 1. GİRİŞ

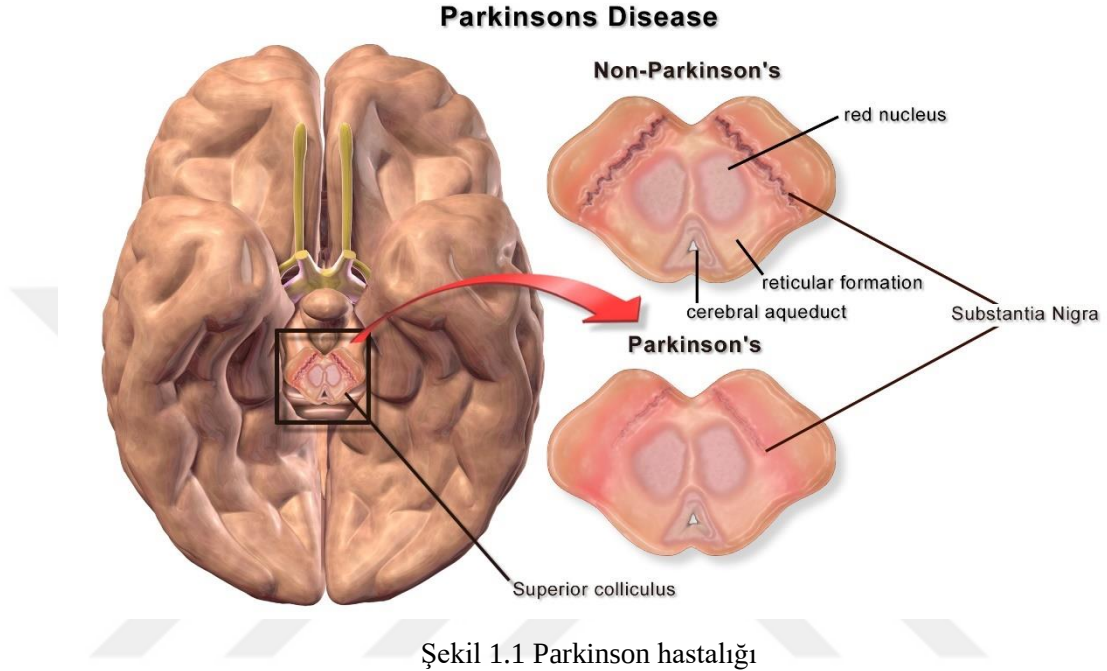
## 1.1 Temel Kavramlar

Parkinson hastalığı (PD), konuşma üretiminden sorumlu olanlar da dahil olmak üzere kasların ve uzuvların koordinasyonunu etkileyen nörodejeneratif bir hastalıktır. Konuşmanın üretilmesi sürecinde yer alan uzuvların ve kasların kontrol edilememesi anlaşılabilirlik sorunları yaratabilmekte ve bu durum hastaların sosyal etkileşimini olumsuz etkilemektedir. PH'li hastalar, substantia nigra'daki dopaminerjik hücrelerin ilerleyici kaybından kaynaklanan nörolojik bir bozukluk sergiler. Bu tür bir bozukluk, konuşma üretme sürecinde yer alanlar da dahil olmak üzere kasların ve uzuvların doğru kontrolünü engeller ve hastalar için anlaşılabilirlik sorunları yaratır. Konuşma bozuklukları hastaların yaklaşık %90'ında görülür ve hastaların yaşadığı semptomlara genellikle hipokinetik dizartri adı verilir; bu durum monoton konuşma, düşük ton, düşük yoğunluk, uygunsuz duraklamalar, belirsiz ünsüz üretimi ve prozodik problemler olarak algılanır. Konuşma bozukluklarına çözüm bulmak veya daha erken tanıya ulaşmak amacıyla Parkinson hastalarında konuşmanın karakterizasyonu ve sınıflandırılmasına odaklanan farklı araç ve yöntemler mevcuttur. Farklı laboratuvarlar ve araştırma merkezleri, PH'li kişilerin konuşmalarının etkilenmesinin ölçülmesi sorununu ele almıştır (Vásquez Correa vd., 2014) .

Ses ve konuşma bozukluğu ("disartrofonî" olarak da bilinir) Parkinson hastalığının (PD) tipik bir semptomudur ve hastaların çoğunda hastalığın seyri sırasında ortaya çıkar. PH'nin ileri evrelerinde ses ve konuşma anormalliklerinin daha şiddetli olduğu bulunmuştur (Skodda, vd., 2013) .

Hipokinetik Dizartri olarak adlandırılan PH (PWP) hastalarının %90'ında motor konuşma bozukluğu gelişmektedir. Bu, fonasyon, artikülasyon, prozodi ve anlaşılabilirlik dahil olmak üzere birçok konuşma düzeyini etkiler. Hipokinetik Dizartri, laringeal fonksiyonu, artikülatör ve solunum kaslarını etkiler. Çoğu zaman PWP iletişimlerdeki sorunların farkında olmayacaktır. PH hastalarının sesi düşük volüm, monotonluk, tizlik, titreme, solukluk, ses kısıklığı ve bazen kendiliğinden ses yüksekliğini sürdürememe ile ilişkilidir (Viswanathan vd., 2018) .

Parkinson hastalığı beyindeki dopamin üreten sinir hücrelerini etkiler. Parkinson hastalığının belirtileri arasında kas sertliği, titreme, konuşma ve yürüyüşte değişiklikler yer alır. Teşhis konulduktan sonra tedaviler semptomların hafifletilmesine yardımcı olabilir, ancak tedavi yoktur (Bakınız şekil 1.1).



Belirtiler genellikle yıllar içinde yavaş yavaş gelişir. Hastalığın çeşitliliği nedeniyle semptomların ilerlemesi genellikle kişiden kişiye biraz farklıdır. Nedeni büyük oranda bilinmiyor. Tedavisi olmasa da tedavi seçenekleri farklılık gösterir ve ilaç tedavisi ve ameliyatı içerir. Parkinson'un kendisi ölümcül olmasa da hastalığın komplikasyonları ciddi olabilir. Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (CDC), PD'den kaynaklanan komplikasyonları Amerika Birleşik Devletleri'nde 14. ölüm nedeni olarak derecelendirdi. Parkinson hastalığı (PD), hastaların hareketini, dengesini ve kas kontrolünü etkileyen, belirli sinir sistemlerinde yaşa bağlı bir bozulmadır. PH, 60 yaş üstü kişilerin %1'ini etkileyen yaygın hastalıklardan biridir (Özçift, 2012).

Dünya çapında 10 milyondan fazla insan Parkinson hastalığıyla yaşıyor. Parkinson hastalığının görülme sıklığı yaşla birlikte artar, ancak PH'li kişilerin tahminen yüzde dördüne 50 yaşından önce tanı konur. Erkeklerin Parkinson hastalığına yakalanma olasılığı kadınlara göre 1,5 kat daha fazladır. Parkinson hastalığının (PD) erken ve doğru tanısı halen zordur (Hirschauer vd., 2015) .

## 1.2 Tıbbi ve Teknik Geçmiş

Parkinson hastalığı (PD), motor reflekslerin, konuşmanın ve diğer hayati fonksiyonların kısmen veya tamamen pasifleşmesine neden olan bir merkezi sinir sistemi bozukluğudur. PH'nin semptomları ve etkileri zamanla kötüleşir. Farmakolojik veya cerrahi müdahale ile Parkinson hastası olanların bazı semptomlarını azaltmak ve ömrünü uzatmak mümkündür. Bu özellikle hastalığın erken evrelerinde geçerlidir. Son yıllarda tıp profesyonellerine teşhis desteği sağlamaya yönelik bilgisayar tabanlı sistem ve ilgili çalışmaların sayısı oldukça arttı. Bu çalışmalardan bir kısmı özellikle PH tanısına odaklanmıştır (Peker vd., 2015) .

Bu hastalıklara sahip hastaların zihinsel ve işlevsel olarak bozulması, hem ailesine ağır bir yük getirmekte hem de topluma ekonomik olarak yansımaktadır. Makul bir zaman dilimi içerisinde uygun tedavi ile erken teşhis, bu hastalıkların ani dejenerasyonunu ve rahatsız edici semptomları önleyebilir. Bu tür hastalıkların erken teşhisinde mevcut eğilim, genellikle belirli beyin bölgelerindeki fonksiyonel ve yapısal değişiklikleri incelemek için fonksiyonel görüntüler ve yapısal görüntülerin bir kombinasyonunun benimsenmesi yönündedir. Bununla birlikte, tek başına niteliksel gözlem, nörodejeneratif hastalıkların erken tespitini sınırlar çünkü ilgili fonksiyonel/yapısal değişiklikler erken aşamada yavaş ilerler ve insan görüşüyle tespit edilemeyecek kadar hafif olabilir. Bu nedenle, bu değişikliklerin ölçülmesi nörodejeneratif hastalıkların erken tespitini kolaylaştırabilir (Li ve Nishikawa, 2015) .

## 1.3 Tıbbi Görüntülemelerde Bilgisayar Destekli Tespit ve Tanı

CAD sistemi, radyologlara tanı karar verme süreçlerinin hassasiyetini artırmak için ikinci bir görüş sağlayan yoğun bir araçtır. Bir CAD sisteminin amacı, klinik karar verme sürecini iyileştirmek için teşhis bilgileri sağlamaktır; bu nedenle başarısı doğrudan hastalık tespit doğruluğuyla ilgilidir. Günümüzde CAD sistemleri, rutin klinik çalışmalarda çok sayıda anormalliği tespit etmek ve teşhis etmek için sıklıkla kullanılmaktadır. CAD sistemleri genellikle radyografi, bilgisayarlı tomografi (BT) veya manyetik rezonans görüntüleme (MRI) gibi belirli tıbbi görüntüleme

teknolojilerini kullanarak toraks, meme veya kolon gibi anatomik bölgelerde uzmanlaşmıştır (Tartar vd., 2013) .

Günümüzde tıbbi görüntüler birçok hastalığın tespit ve tanısında önemli bir rol oynamaktadır. Anatomik bilgilerden fonksiyonel aktivitelere, moleküler ve hücresel ifadelere kadar uzanan tıbbi görüntüleme, insan vücudunun içini görmek ve farklı fiziksel ve biyolojik parametrelerle karakterize edilen en küçük anatomik değişiklikleri ve biyolojik süreçleri gözlemlemek için doğrudan görselleştirme araçları sağlar. Ne kadar bilgilendirici olursa olsun, tıbbi görüntüleme genellikle deneyimli tıp doktorlarının görüntülerde ortaya çıkan bilgileri en iyi şekilde yorumlamasını gerektirir. Bununla birlikte, çeşitli sübjektif faktörlerin yanı sıra sınırlı analiz süresi ve araçları nedeniyle, farklı tıp doktorlarının farklı yorumlarda bulunarak farklı teşhislere yol açması oldukça yaygındır. Üstelik aynı tıbbi görüntüleme seti için bir tıp doktoru farklı zamanlarda farklı teşhis sonuçları verebilir.

Daha güvenilir ve doğru bir teşhise ulaşmak için son zamanlarda tıbbi görüntülerin yorumlanmasına yardımcı olmak üzere çeşitli bilgisayar destekli tespit (CAD) ve teşhis (CADx) yaklaşımları geliştirilmiştir. Bu CAD ve CADx yaklaşımları arasında Tip I-IV olarak adlandırılan en az dört tür çaba tanımlanabilir.

**Tip I**, tıbbi görüntülerde ilgilenilen nesnelerin görsel tespitine, niteliksel analizine ve etkileşimli niceliksel analizine, nesnelerin göze çarpan özelliklerini geliştirerek veya arka plandaki gürültüleri bastırarak yardımcı olmaktır.

**Tip II**, sınır belirleme, ağaç yapısının yeniden yapılandırılması, fiber izleme, doku analizi ve benzeri tekniklerle daha ileri niceliksel analizler için ilgilenilen nesnelerin özellik çıkarımına yardımcı olmaktır.

**Tip III**, veri madenciliği, tıbbi görüntü analizi ve sinyal işleme teknolojilerini entegre ederek ilgilenilen nesneleri otomatik olarak tespit etmek ve sınıflandırmaktır.

**Tip IV**, fizyoloji, biyomekanik, ısı transferi vb. gibi matematiksel modellemeye dayalı olarak tıbbi görüntülerde açıkça ortaya konulmayan anatomik ve fonksiyonel doku özelliklerini tahmin etmektir (Li ve Nishikawa, 2015) .

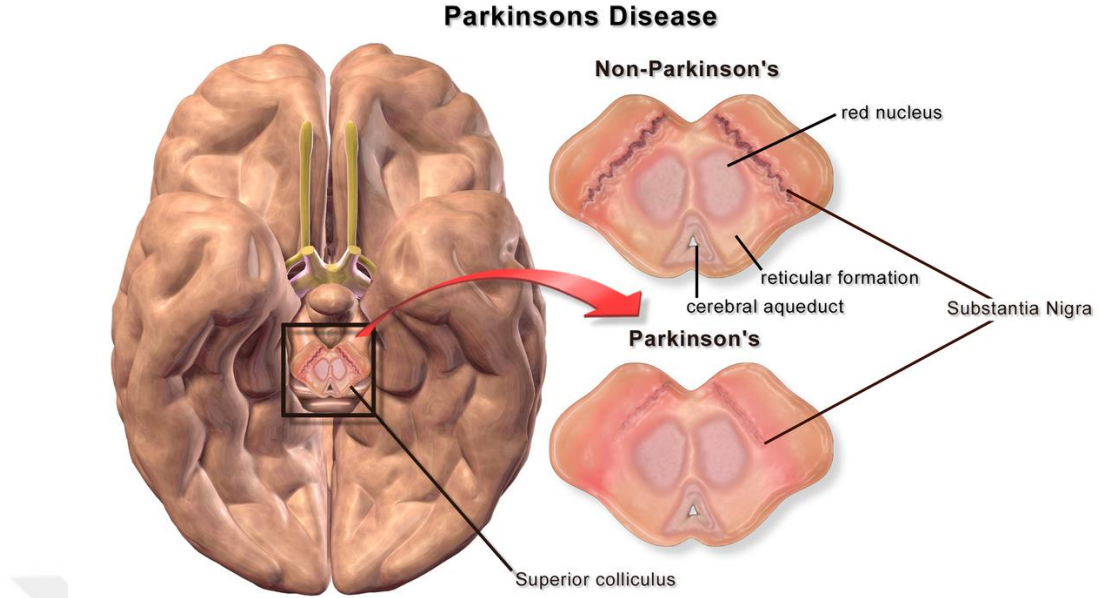


Bilgisayar destekli teşhis (CAD) teknolojisi, görüntü işleme teknolojisi ve örüntü tanıma teknolojisinin gelişmesiyle kurulmuştur. CAD teknolojisinin araştırılması, CAD'nin doktora tavsiye niteliğinde görüşler sağlayabileceğini ve teşhis oranının iyileştirilmesine yardımcı olabileceğini göstermektedir (Jiang vd., 2013) .

#### **1.4 Nörogörüntüleme Teknikleri**

Çeşitli nörogörüntüleme yaklaşımları (sinir sisteminin yapısını, fonksiyonunu/farmakolojisini doğrudan veya dolaylı olarak görüntüleyen çeşitli teknikler) PH'nin tespitinde uygulanabilirliğini göstermiştir ve bu nedenle beyin muayenesinde ek bir araç olarak kullanılır. beyin hastalıklarının tanısı. Şu anda birkaç nörogörüntüleme tekniği mevcuttur ve bunlar arasında tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi (SPECT), transkraniyal sonografi (TCS), pozitron emisyon tomografisi (PET), manyetik rezonans görüntüleme (MRI) bulunur. Ne yazık ki önemli sınırlamaları var: SPECT, klinisyenler için PET'ten daha erişilebilir ve daha ucuz; ancak PH'yi çoklu sistem atrofisi (MSA; beynin belirli bölgelerindeki sinir hücrelerinin dejenerasyonu ile ilişkilidir ve erken ölüme yol açabilir), ilerleyici supranükleer palsi (PSP; nadir ve ilerleyici bir durum) gibi diğer hastalıklardan ayırt edemez. denge, konuşma, yutma sorunlarına yol açabilmektedir (Tinelli vd., 2016).

Parkinson hastalığı (PD); Paralitik Felç olarak da adlandırılan; ilerleyici bir nörodejeneratif hastalıktır, dopaminerjik nöronların eksikliğini tanımlar. Dopamin, beynin farklı bölümleri arasında mesajların iletilmesine yardımcı olan bir nörotransmitter kimyasaldır. Dopaminin temel işlevi vücut hareketini kontrol etmektir. Parkinson hastalığı olan kişilerde dopamin üreten hücreler zarar görür. Şekil 1.2, Parkinson nöronunun sağlıklı (normal) nöronlarla karşılaştırmasını göstermektedir (Woodard vd., 2014) .



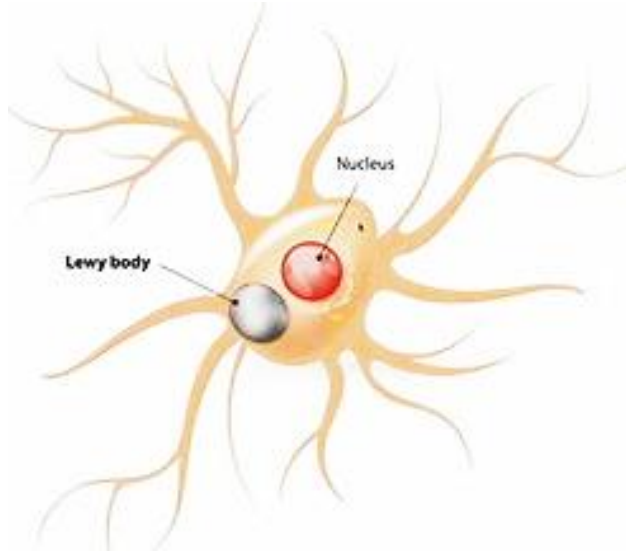
Şekil 1.2 Parkinson Hastalığının İnsan Beyni Üzerindeki Etkisi

Parkinson hastalığı ilk olarak Dr. James Parkinson tarafından keşfedilen ikinci en sık görülen nörodejeneratif hastalık olup, hastalık 1817 yılında James Parkinson'un ICN Shaking Palsy adlı kitabıyla tanımlanmış, ardından ünlü Fransız nörolog Jean Martin Charcot bu hastalığa James'in adını vermeye karar vermiştir. Parkinson (Palsi, 2015; Walusinski, 2018) .

PH'nin Genetik gibi çeşitli nedenleri vardır (bazı araştırmacılar genlerin Parkinson'da önemli bir rol oynadığını öne sürmüştür) Parkinson hastalarının neredeyse %15'inin ailesinde hastalık öyküsü vardır, dopamin üretiminden sorumlu hibrit genler ve spesifik beyin için önemli olan proteinler (Maiti vd., 2017; Dinda vd., 2019) .

Çevre: Bazı kanıtlar, çevrenin kimyasal maddelere maruz kalma yoluyla ve az miktarda içme suyu yoluyla da etkilendiğini kanıtladı.

Şekil 1.3'te gösterildiği gibi, Parkinson hastalarının beyinlerinde anormal protein yığını olan Lewy cisimcikleri bulundu.



Şekil 1.3 Parkinson Hastalığında Lewy Cisimcikleri (PD)

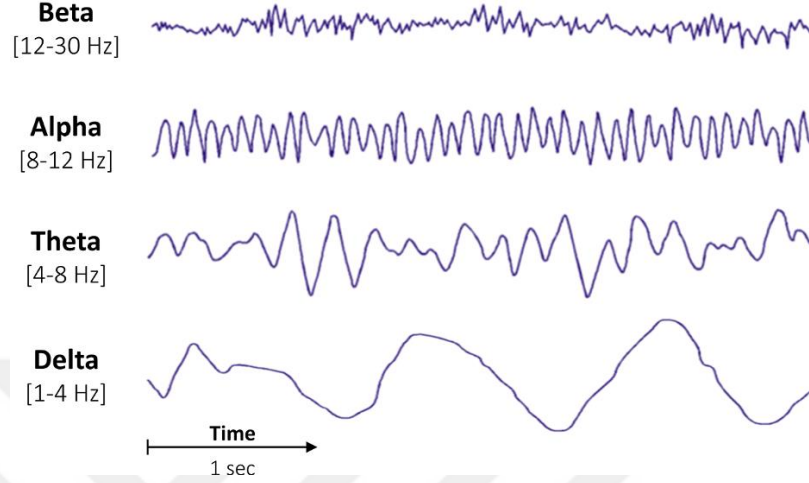
Bu kümeler hücrelerin parçalayamadığı protein içerir, bu da beyin hücrelerini çevreleyerek beyin fonksiyonlarının tıkanmasına neden olur, bu kümeler motor koordinasyon nedeniyle zamanla teşhis edilir (Harris ve McAllister, 2012) .

Yaş ve cinsiyet de etkiler; kanıtlar yaşın Parkinson'da en etkili faktör olduğunu gösterir; ayrıca cinsiyet, erkeklerin kadınlara göre daha fazla hastalığa sahip olduğu faktörlerden biri olarak kabul edilir (Kiebertz ve Wunderle, 2013) .

PH'yi özellikle erken evrelerde teşhis etmek zordur çünkü semptomlar daha belirsiz ve daha düzensizdir. Bu hastalığa sahip hastalarda titreme, yürüme güçlüğü, el yazısının dar ya da küçük olması, koku kaybı, uyku sorunları, dengede bozulma, bradikinezi, yüz maskelemesi, ses değişiklikleri, eğilme ya da kambur duruş, kabızlık, psikolojik belirtiler, kilo kaybı gibi pek çok motor semptom görülür (Poewe vd., 2017; Deng vd., 2018).

Parkinson Hastalığı tanısı EEG sinyalleri kullanılarak konur. EEG, beynin nöral elektriksel aktivitesi tarafından üretilen elektrik alanını ölçen, invaziv olmayan bir yöntem olarak kabul edilir ve kortikal bütünleştirici fonksiyonların temel bir özelliği olarak bulunan iyi bir zamansal çözünürlüğe ve yüksek test-tekrar test güvenilirliğine sahiptir. Beynin kortikal ve subkortikal bölümlerinin işlevleri EEG yardımıyla kolaylıkla tanınabilmektedir.

EEG sinyalleri karmaşıktır ve doğası gereği doğrusal değildir, bu nedenle çeşitli doğrusal özellik çıkarma yaklaşımlarının bu sinyalleri doğru şekilde karakterize edemediği bulunmuştur; Şekil 1.4'te gösterildiği gibi.



Şekil 1.4 EEG Frekans Bandı Sinyalleri

PD'nin artmasıyla EEG sinyalinin karmaşıklık gösterdiği gözlemlendi. Bu, EEG sinyallerinde bulunan doğrusal olmayan bileşenlere atfedilir (Rodriguez-Bermudez ve Garcia-Laencina, 2015). Bu nedenle, doğrusal olmayan özellik çıkarma tekniklerinin analizi, normal EEG sinyallerinin PD'den ayırt edilmesinde faydalı olacaktır.

Parkinson hastalığı en sık görülen nörodejeneratif hastalıklardan ikincisi olarak kabul edilirken, ilki Alzheimer hastalığıdır. Parkinson Vakfı'na göre dünya çapında 10 milyondan fazla kişiye Parkinson tanısı konuldu , ancak bunu kesin olarak teşhis edecek hiçbir tarama kanıtlanmadı. Hastalık daha çok 60 yaş sonrası yaşlarda ortaya çıkmaktadır (Nirale vd., 2020).

Kapsamlı bilimsel araştırmalara rağmen Parkinson hastalığının spesifik bir tedavisi bulunmuyor ancak erken teşhis, tedavi süreçlerini hızlandırabilir ve dünya çapında bu hastalıktan muzdarip milyonlarca insana yardımcı olabilir. Parkinson hastalığının erken evrelerinde teşhis edilmesi, daha etkili ilaçların sentezlenmesi ve bu hastalığa sahip hastaların yaşamlarının iyileştirilmesi sürecinde büyük bir yardımcı olabilir (Choi vd., 2020; Matej vd., 2019). Parkinson hastalarında hareket bozuklukları vardır. Bu hastalığın teşhisi için birçok makine öğrenmesi tekniği önerilmesine rağmen, bu teknikler teşhis için EEG veri seti, klinik veriler vb. kullanır. Teşhis için sinir ağı

haritalaması ve lojistik regresyon kullanılır. Mevcut çalışma, elektroensefalogram (EEG) veri setinin manuel olarak değil elektronik olarak analiz edilmesi yoluyla hastalığın erken teşhisini amaçlayan, hızlı ve hassas tanıya olanak tanıyan bu farklı konuları ayrıntılı olarak açıklamaktadır (Buettner vd., 2020; Bhurane vd., 2020).

Bu tezin amacı, hastanın EEG veri setine algoritma uygulayarak Parkinson hastalığının (PD) hızlı ve erken evrelerde teşhis edilmesine yardımcı olarak hastanın Parkinson hastası olup olmadığının anlaşılmasına yardımcı olmaktır. tüm hastaların tüm parametrelerini okuyup kontrol etmek zaman alacaktır. Bu çalışmanın başlıca katkıları şu şekilde özetlenebilir:

Tez, BPSO kullanarak Parkinson hastalarını sağlıklı bireylerden etkili bir şekilde ayırt etmek için yeni bir algoritma içermektedir. Algoritmanın uygulaması MATLAB yazılımı kullanılarak elde edilmiştir.

### **1.5 Problem Tanımı**

Parkinson hastalığının tanısı oldukça zordur ve ne yazık ki tedavisi ve tanısal laboratuvar testleri bulunmamaktadır. Ses analizi hastalığın erken evrelerinde değiştiği için yol haritası olabilir. Konuşma bozukluklarına çözüm bulmak veya daha erken tanıya ulaşmak amacıyla Parkinson hastalarında konuşmanın karakterizasyonu ve sınıflandırılmasına odaklanan farklı araç ve yöntemler bulunmaktadır. Farklı laboratuvarlar ve araştırma merkezleri, PH'nin konuşmaya etkilerini ölçme sorununu inceledi. Bu tezimizde en doğru sisteme sahip sınıflandırma yöntemlerini araştırmak istiyoruz.

### **1.6 Çalışmanın Amacı**

Bu tezde, ses veri seti yardımıyla Parkinson hastalığının nispeten kısa sürede, yüksek doğrulukla erken tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu konu için farklı sınıflandırma yöntemleri uygulanarak performansları zaman ve yüksek doğruluk açısından karşılaştırılmıştır. PH'yi doğru şekilde teşhis etmenin tahmin doğruluğunu artırmaya yardımcı olacaktır. Böylece sağlık personelinin daha iyi ve daha hızlı karar vermesine yardımcı olacak.

## **1.7 Katkı**

Bu tezde, parkinson hastalığı için çoklu atalet ağırlık stratejisine dayalı birlikte evrim ikili parçacık sürüsü optimizasyonunu kullandık. Önceki kelimelerde bu yöntem daha önce işe yaramamıştı.

## **1.8 Gereksinimler**

Donanım gereksinimleri: Bir kişisel bilgisayar (Laptop Sony), İşlemci: Intel Core i7-4702MQ CPU 2,20 GHz, RAM 6,00 GB. Yazılım gereksinimleri: MATLAB 2019a.

## **1.9 Tezin Organizasyonu**

Tez şu şekilde yapılandırılmıştır:

Bölüm 1, Parkinson hastalığı sistemine ilişkin ayrıntılı bir genel bakış sunmaktadır (sorun bildirimi). Bölüm 2’de, örüntü tanıma, otomatik Parkinson tanıma, optimizasyon yöntemi gibi farklı kavramlara ilişkin literatür taraması anlatılmaktadır. Bölüm 3’te ön işleme, özellik seçimi, veri bölümü ve makine öğrenimi eğitim algoritması açıklamalarından oluşan uygulamalı metodoloji önerilmektedir. Bölüm 4’te deneyler ve uygulama ayrıntıları açıklanmaktadır. Bu bölümde, kullanılan verilerin tanımı ve yapay sinir ağının uygulanmasının yanı sıra belirli uygulama parametrelerinin ağ performansı üzerindeki etkisi yer almaktadır. Son olarak 5. bölümde sonuç ve gelecek araştırma alanlarına yönelik öneriler ortaya konulmaktadır.

## 2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

### 2.1 Arka Plan

In ( Pohoafă vd., 2012) yaşları 37 ile 71 arasında olan 16 denekten (11 erkek ve 5 kadın) Parkinson hastası kişilerin titreme sinyallerini 100'den fazla kayıtle analiz ettiler . Veri tabanı kayıtları Parkinson hastalığı (n = 15), Huntington hastalığı (n = 20) veya amyotrofik lateral skleroz (n = 13) hastalarından ve 16 sağlıklı kontrol deneğinden alınan kayıtlardan oluşmaktadır. Diğer veri tabanı idiopatik PH'li 93 hasta ve 73 sağlıklı kontrolden alınan yürüyüş ölçümlerinden oluşur ve deneklerin düz zeminde yaklaşık 2 dakika boyunca kendi seçtikleri normal hızda yürüdükleri sırada dikey yer reaksiyon kuvveti kayıtlarını içerir. 16 sensörün her birinin çıkışı dijitalleştirilir ve saniyede 100 örnekle kaydedilir. Araştırmada kullanılan konuşma verileri, 23'ü Parkinson hastası olmak üzere 42 kişiden alınan biyomedikal ölçümleri içeriyor. Sarsıntı sinyallerinin doğrusal ve doğrusal olmayan analizini gerçekleştirmek için faz diyagramları için CDA (Kaos Veri Analiz Programları), hem doğrusal hem de doğrusal olmayan sinyal analizi için NLyzer (Gerçek Zamanlı Doğrusal Olmayan Analiz), doğrusal olmayan sinyal analizi için TISEAN (Doğrusal Olmayan Zaman Serisi Analizi) kullanılır. Doğrusal zaman serisi analizi, WFDB Yazılımı, Matlab Yazılımı ve Physio Toolkit Yazılımı kullanılmaktadır. CDA yazılımı kullanılarak kaotik bir süreç için pozitif olması gereken Lyapunov üssünün 0,08 ile 0,7 arasında değiştiği bulunmuştur. Korelasyon boyutu doğrusal olmayan dinamikleri tanımlayan diğer bir parametredir ve 2,5 ile 3 arasında bulunur. Bu çalışmayla, titremenin genlik ve frekans parametrelerini nitelendirmek için istatistiksel bir yöntem olarak güç spektral analizi önerilmiştir. Çalışmanın sonunda Parkinson hastalığının erken evresini tespit etmeye yönelik bir tarama testi bulundu. Bu çalışmayla, güç spektral analizi, titremenin genlik ve frekans parametrelerini nitelendirmeye yönelik istatistiksel bir yöntem olarak önerilmiştir. Çalışmanın sonunda Parkinson hastalığının erken evresini tespit etmeye yönelik bir tarama testi bulundu.

Sakar vd. (Sakar vd., 2017), İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi'nde parkinson hastalığının tanı ve tedavisini yapmak amacıyla bilgisayar destekli bir veri

analiz sistemi tasarladı. Her hasta için konuşma kayıtları, sağlık durumu (kronik hastalıklar, sigara içme oranı, sürekli kullanılan ilaçlar), demografik bilgiler (cinsiyet, yaş, meslek, eğitim durumu) ve Parkinson hastalığının seyri saklanmaktadır. Toplanan konuşma kayıtlarından bazı özellikler çıkarılmıştır. Çalışmada konuşma veri seti çoklu konuşma kayıtlarını içermektedir. Bu veri seti için k-en yakın komşu(k-NN) ve destek vektör makinesi (SVM) sınıflandırma algoritmaları, MCC (Matthews Korelasyon Katsayısı) puanlarına göre sağlıklı kişiyi PH'den ayırmak için kullanılmıştır. Deneysel sonuçlara göre DVM sınıflandırma algoritmasının k-NN'den daha yüksek doğruluk ürettiği gösterilmiştir. Literatürde bildirilen sonuçlara paralel olarak veri setinden elde edilen bir diğer sonuç ise, uzun sesli harflerin, izole kelimeler ve kısa cümlelere göre daha fazla PD-ayırıcı bilgiye sahip olduğudur.

Vásquez vd. (Vásquez Correa vd., 2014), parkinson hastalığı olan kişilerin konuşma sinyallerinin gerçek zamanlı değerlendirilmesi için yeni bir sistem geliştirdi . Bu konu için üç platform geliştirildi: İlk platform Matlab üzerinde geliştirildi ve grafiksel kullanıcı arayüzü (GUI) oldu. İkinci platform için ilk prototip bir dijital sinyal işlemcisine (DSP) uygulanmıştır. Son platform ise mini bir bilgisayarda geliştirildi. Cihaz bir ses codec'i, depolama kapasitesi ve işlem ünitesi ile donatılmıştır. Ayrıca sistem, işlenen bilgilerin görüntüleneceği bir monitör ve son kullanıcının cihazla etkileşimini sağlayacak bir klavye ile tamamlanmaktadır. Geliştirilen taşınabilir cihaz, konuşma sinyalini değerlendirmek ve hastalara konuşma egzersizlerini doğru şekilde yapabilmeleri için gerçek zamanlı geri bildirim vermek amacıyla kullanılıyor.

Konuşmanın tam bir değerlendirmesini gerçekleştirmek için, halihazırda tekniğin bilinen durumunda test edilmiş olan farklı ölçümler cihaza dahil edilmiştir. Uygulanan önlemler temel frekansı, bunun zaman ve genlikteki değişimlerini (sırasıyla titreşim ve parıltı), ses formantlarını, VSA'yı (sesli harf alanı alanı) ve FCR'yi (Formant Merkezileştirme Oranı) içerir.

Peker vd. (Peker vd., 2015), PH tanısı için özellik seçimi ve karmaşık değerli sinir ağlarını içeren yeni bir hibrit yaklaşım önermiştir . Bu amaçla seslerin yer aldığı bir veri tabanı kullanılmış ve ses ölçümlerini içeren öznitelik seti sisteme sunulmuştur. Daha sonra sınıflandırma işleminin herhangi bir değişkene karşı tarafsız olması için



normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Tahmin modellerini geliştirmek için özelliklere karar vermek amacıyla minimum artıklık maksimum alaka (mRMR) tabanlı özellik seçim algoritması uygulanmıştır. Özellik seçiminden sonra gerçek değerler, CVANN'da giriş vektörü olarak kullanılacak karmaşık değerlere dönüştürülür. Önerilen yöntem mRMR + CVANN (karmaşık değerli yapay sinir ağı) adı verilmektedir. Çalışmada CVANN'ın giriş, gizli ve çıkış katmanları bulunmaktadır. Eğitim ve test veri örneklerinin seçimi, her biri için 10 deneme içeren 10 katlı çapraz doğrulama (CV) metodolojisi kullanılarak gerçekleştirildi. Önerilen yöntemin performansını değerlendirmek için doğruluk, duyarlılık, özgüllük, Fölçümü ve Kappa katsayısı doğruluk ölçümleri değerlendirilir. Sonuçlar sınıflandırma doğruluğunun arttığını göstermektedir. Altı özellik seçme algoritmasının her biri tarafından seçilen/sıralanan özneliklerin sayısı. Ayrıca sınıflandırma doğruluğu 12 özelliğin ötesinde sabitleniyor ve altı özellik seçme yönteminin tümü arasında mRMR, yalnızca 12 özellik ile %98,12 oranında en iyi tahmin doğruluğunu üretiyor. mRMR + CVANN modeli doğruluk, duyarlılık ve özgüllük açısından sırasıyla %98,12, %99,24 ve %98,96 ile en yüksek doğruluk sonuçlarına ulaşarak 0,9905 ile en yüksek F-ölçüsünü ve 0,9896 Kappa istatistik değerini elde etti.

Phoebe vd. (Chen vd., 2016), bilgisayar tabanlı konuşma terapisi sistemleri veya sanal konuşma terapistleri (VST'ler) ile ilgili çalışmaların bir incelemesini sunmuştur. Konuşma bozuklukları sistemlerinin nasıl tasarlanması, uygulanması, özelleştirilmesi ve değerlendirilmesi gerektiği konusunda standart bir yol yoktur. Bu inceleme araştırması, VST'lerin ele aldığı artikülasyon türleri ve fonolojik bozukluklar ve sanal konuşma terapistlerinin ne kadar etkili olduğu, ayrıca VST projelerinde kullanılan teknolojik unsurlar. Konuşma bozukluğu olan bireylerin eğitiminde VST'lerin oldukça etkili olduğu gözleniyor; ancak rehabilitasyon sonuçları açısından VST'lerin konuşma patologlarına üstünlüğü konusunda fikir birliği yoktur. VST'lerde kullanılan en popüler teknolojilerin otomatik konuşma tanıma, konuşma derlemi ve konuşma sentezleyicileri olduğu belirtilmektedir.

Orozco vd. (Orozco-Arroyave vd., 2018), C++ dilinde tasarlanmış açık kaynaklı bir yazılım geliştirdi ve Parkinson'un konuşma analizi için Python komut dosyalarını çalıştırdı. Grafiksel bir kullanıcı arayüzüne sahip olan bu yazılım, Neurospeech adı

verilen fonasyon, artikülasyon, prozodi ve anlaşılabilirlik analizlerini ayrı ayrı gerçekleştirmek üzere tasarlanmıştır. Konuşmacının fonasyonu, titreşim ve parıltı tedirginlik ölçümleri olarak temsil edilen konuşmanın frekansı ve genliğine göre analiz edildi. Artikülasyon analizi, konuşma sürecinde rol alan birçok uzuv ve kasın konumunu, stresini ve şeklini içerir. Konuşmacının artikülasyonu, sesli harf alanı alanı (VSA), vokal beşgen alanı (VPA) ve formant merkezileştirme oranı (FCR) ölçümleri aracılığıyla sürekli sesli harfler veya sürekli konuşma sinyalleriyle hesaplanır. Prozodi analizi konuşmanın zamanlama, tonlama ve ses yüksekliği gibi özelliklerini inceler. Okuma metni ile prozodi analizi yapılabilmektedir.

Tıbbi uzmanların ve hastaların konuşma boyutunu analiz etmelerine ve izlemelerine yardımcı olmak için anlaşılabilirlik modülü kullanılmaktadır. Anlaşılabilirlik analizinde kelime doğruluğu (WA) ve dinamik zaman bükülmesine (sDTW) dayalı bir benzerlik ölçüsü hesaplanır. Anlaşılabilirlik analizi, Google Inc. tarafından sağlanan otomatik konuşma tanıyıcıyı (ASR) temel alır ve <https://www.google.com/intl/es/chrome/demos/speech.html> adresinden çevrimiçi olarak erişilebilir .

Hastanın nörolojik durumunun tahmini, Birleşik Parkinson Hastalığı Derecelendirme Ölçeği'ne (UPDRS) göre ölçülür. Bu ölçek Parkinson hastalığının motor ve motor olmayan yönlerini ölçer. Derecelendirmeler 0 (normal) ila 4 (şiddetli) arasında değişir ve her bölümün toplam puanı, öğelerin toplamına karşılık gelir.

<https://github.com/jcvasquezc/NeuroSpeech> bağlantısından ücretsiz olarak indirilebilir.

Hlavnička vd. (Hlavnička vd., 2017), doğal bağlantılı konuşmanın akustik mikrofona verilerinden solunum eksiklikleri, disfoni, belirsiz artikülasyon ve disritmi ile ilgili erken ve ayırt edici nörodejenerasyon modellerini tahmin etmek için önemli özellikler sağlayan tam otomatik bir yöntem sunar. Hızlı göz hareketi uyku davranış bozukluğu (RBD) olan kişilerde ilk belirtilerin ortaya çıkışı ile tam gelişim arasındaki süreye ilişkin konuşma değişikliklerinin araştırılması, böyle bir aracın güvenilirliğini ve kullanılabilirliğini değerlendirmek için eşsiz bir fırsat sağlar. RBD'li kişiler Parkinson hastalığının ve ilgili nörodejeneratif bozuklukların gelişmesi açısından son derece

yüksek risk altındadır (>%80). PH’de konuşma performansının değerlendirilmesi için konuşma sinyali işleme ve makine öğrenimine dayalı çeşitli otomatik ve niceliksel uygulamalar geliştirilmiştir. Ancak bu uygulamalar fonasyon veya hece tekrarı için geliştirilmiş ve yalnızca küçük PD hoparlör örnekleri üzerinde test edilmiştir. Bu çalışmada sesli ve sessiz konuşma bölümlerinin, solunum ve duraklamaların hassas tahmini için segmentasyon yöntemini kullanan tam otomatik konuşma izleme sistemi geliştirilmiştir. Deneyde, tüm katılımcılar (hem Parkinson hastası hem de sağlıklı) iki konuşma görevi gerçekleştirdi: birincisi, konuşmacılar standartlaştırılmış, fonetik olarak dengeli 80 kelimelik bir metni iki kez okur; ikinci olarak katılımcılara ilgi alanları, işleri, aileleri veya ilişkileri hakkında monolog yapmaları talimatı verilir. Mevcut aktiviteleri yaklaşık 90 saniye boyunca sürdürün. Daha sonra tüm katılımcılar UPDRSIII’e göre puanlanır (0-108 arası, motor distorsiyonun olmadığı durum için 0, ciddi motor distorsiyonun olduğu durum için 108). Bağlantılı konuşmanın otomatik bölümlenmesindeki ana zorluk, duraklamaların tüm solunumları içerdiği sesli konuşma, sessiz konuşma, duraklama ve solunum için zaman etiketleriyle çözülür. Önerilen Otomatik segmentasyon yönteminin karşılaştırılmasını ve değerlendirilmesini sağlamak amacıyla duraklama ve solunum aralıkları için manuel referans etiketleri eklenmiştir. Segmentasyon algoritmasının performansı, el etiketleri kullanılarak bağımsız olarak duraklama ve solunum tespiti için değerlendirildi ve tüm duraklama uzunluklarında  $86,2 \pm 7,5$  verimlilik olarak hesaplandı, solunum, tüm solunum süreleri boyunca  $81,6 \pm 15,2$  verimlilik elde etti. PH ve RBD’de konuşma ve motor değerlendirme arasında doğrudan bir ilişki gözlenmemiştir. Konuşma değerlendirmesine dayalı olarak semptomatik motor RBD grubu üyeliğini %70 doğrulukla tahmin etmenin mümkün olduğu bulunmuştur. Bu algoritma, karmaşık Parkinson vokal eksikliklerinin değerlendirilmesi için uygundur ve zamanlama, artikülasyon, fonasyon ve solunum da dahil olmak üzere tüm konuşma alt sistemleri genelinde konuşma ilerlemesini izleyebilecektir. Algoritma aynı zamanda okuma pasajı ve monolog da dahil olmak üzere her iki ortak bağlantılı konuşma türünün değerlendirilmesi için de uygundur. Bulgular, çoğu konuşma boyutunun konuşma görevi türünden etkilendiğini ve her iki görevin de yararlı bilgiler sağlayabileceğini göstermektedir.

Çalışkan vd. (Caliskan vd., 2017), konuşma bozukluklarını kullanarak Parkinson hastalığı tanısı için Derin Sinir Ağı'nı araştırdı . DNN'ler, otomatik kodlayıcıları (AE'ler) kullanarak özelliklerin boyutunu azaltır ve örnekleri softmax katmanına göre sınıflandırır. Bu amaçla çalışmada, yığılanmış bir otomatik kodlayıcı (sAE) ve bir softmax sınıflandırıcı içeren bir derin sinir ağı sınıflandırıcısı önerilmiştir. SAE, eğitilmiş AE'nin iki kodlayıcı kısmını içerir. DNN'nin ağırlıkları uygun bir optimizasyon algoritması ile optimize edilir. DNN, SVM, NB ve DT sınıflandırıcılarıyla karşılaştırılır ve 30 farklı 10 katlı çapraz doğrulama tekniği için çalıştırılır. Çeşitli simülasyonlar iki veritabanı üzerinde gerçekleştirilir. Önerilen DNN'nin performansı SVM ve DT'den daha iyi, NB'nin performansı ise diğerlerinden daha kötü. Ayrıca DNN daha yüksek doğruluk üretir. Deneysel sonuçlar ve istatistiksel analizler, derin sinir ağı sınıflandırıcısının Parkinson hastalığının teşhisinde etkili bir sınıflandırıcı olduğunu göstermektedir.

Vaiciukynas (Vaiciukynas vd., 2017), sürekli fonasyon ve metne bağlı konuşma yöntemlerinden gelen sinyalleri araştırdı. Litvanca dilinde kısa bir cümlelerin telaffuzuyla sesli harf /a/ ve konuşmayla fonasyon eşleşmesi. Aynı veritabanındaki 18 farklı ses tanımlayıcı koleksiyonu, akustik kardiyoit (AC) ve akıllı telefon (SP) mikrofonları aracılığıyla aynı anda kaydedilir. Konuşma kaydı, ek yöntemler elde etmek için sesli ve sessiz bölümlere ayrılmıştır. Her modalitenin bilgisi 18 ses özelliği seti ile özetlenir. 1-12 numaralı özellik setleri openSMILE araç setinde analiz edilir. Her özellik kümesinin adı, yapılandırma (.conf) dosyasının adıdır. 13 numaralı özellik seti, ses analizi için açık kaynaklı bir C++ kitaplığı olan Essentia ile analiz edilir. 14 numaralı özellik seti, MPEG7AudioEnc Java kitaplığı kullanılarak çıkarılan MPEG-7 standart tabanlı tanımlayıcılardan oluşur. Ses patolojisini taramak için 15 numaralı özellik seti tanıtıldı. 16 numaralı özellik seti, standartlaştırılmış bir ses özelliği çıkarma sistemi olarak otomatik müzik sınıflandırması için kullanılan Java uygulaması jAudio kullanılarak hesaplanır. 17 numaralı özellik seti, başka bir ses özellikleri çıkarma araç kutusu olan YAAFE ile hesaplanır. 18 numaralı özellik seti birçok disfoni önlemini içerir. Bu özellikleri hesaplamak için kullanılan Matlab kodu, Ses Analizi Araç Kutusu olarak kamuya açıktır. Bir makine öğrenme algoritması olarak PD'yi tespit etmek için Rastgele Orman (RF) kullanılır. Bireysel RF'ler, çeşitli özellik setleri kullanılarak bağımsız olarak oluşturulur. Bireysel özellik setlerinin

tespit performansı, kayda dayalı  $C_{llr}$  (log-olabilirlik-oranının minimum maliyeti) ve EER (eşit hata oranı) ölçümlerinin tahmin edilmesiyle değerlendirilir. Analizler sonucunda YAAFE ses özellik setinin SP sessiz yöntemini kullanan en iyi yöntem olduğu ve sırasıyla %20,30 ve %25,57 EER elde ettiği bulunmuştur. Tüm özellik kümelerinin ve yöntemlerin birleştirilmesi, AC için %19,27 ve SP kanalı için %23,00 EER ile sonuçlandı. Dolayısıyla, RF tabanlı bir yakınlık matrisinin 2 boyutlu alana doğrusal olmayan projeksiyonu, görselleştirme yoluyla tıbbi karar desteğinin zenginleştirilmesine yardımcı olabilir.

Erdoğan Sakar vd. (Sakar vd., 2017), iki aşamalı bir yaklaşımla makine öğrenimi tekniklerini kullanarak Parkinson Hastalığının erken tele tanısına yönelik ses özelliklerini araştırdı. İlk aşamada 42 Parkinson hastasının konuşma kayıtlarından oluşan uzaktan izleme veri seti kullanıldı. Veriler hastanın evinden uzaktan toplanıp internet üzerinden aktarılıyor. Parkinson hastalarının UPDRS skorları 5 ile 40 arasında değişmektedir. İkinci adım olarak UCI makine öğrenimi arşivinde online olarak bulunan başka bir Parkinson hastalığı veri seti kullanılmaktadır. İki aşamalı yaklaşımda, eşik değer hastalığın düzeyini gösterdiğinden, optimal motor UPDRS eşik değerinin minimum hata oranıyla belirlenmesi amaçlanmaktadır. Deneyde, çeşitli UPDRS eşik değerleri ile elde edilen ikili sınıflandırma problemlerinin her biri için Destek Vektör Makineleri, Ekstrem Öğrenme Makineleri (ELM) ve k-en yakın komşular (k-NN) sınıflandırıcılarına özellikler sunulmaktadır. %96,4'lük en yüksek doğruluk ve 0,77'lik Matthew Korelasyon Katsayısı, üçüncü derece polinom çekirdeğine sahip SVM kullanılarak elde edilmiştir. Sonuçlar, ses özelliklerinin sağlıklı kişiler ile hafif derecede konuşma bozukluğu olan Parkinson hastalarını ayırt etmede etkili olduğunu ve bu yöntemin hastalığın erken teletanısında kullanılabileceğini göstermektedir.

Dimauro vd. (Dimauro vd., 2017), Google Konuşmayı Metne Dönüştürme olarak halka açık bir STT (konuşmayı metne dönüştürme) sistemine (otomatik konuşma tanıma, ASR olarak da bilinir) dayanarak Parkinson hastalığında konuşmanın ne kadar anlaşılır olduğunu ölçen yeni yöntemi inceledi . . Bu çalışma, sesin dijital olarak değerlendirilmesini sağlayan Voxtester yazılımına yeni fonksiyonlar eklenerek gerçekleştirilmiştir. PH'de bazı konuşma bozukluklarını değerlendirmek için

doğrudan veya dolaylı olarak kullanılan çeşitli yazılım sistemleri vardır, Voxtester yazılım sistemi ses spektrumunu, F1'den F4'e kadar formantları, dizartrik konuşmanın akustik ölçümünü, diadokokinetik hızı, ses yoğunluğunun azalmasını (emisyon) ölçebilmektedir. Kullanıcı dostu bir panel ile sesli harf), vokal ses basınç seviyesi ve konuşma süresi. Konuşma anlaşılabilirliği UPDRS ölçeğine göre değerlendirilir ve subjektif olduğundan hastanın her zaman aynı tıp uzmanı tarafından muayene edilmesini gerektirir. Bu nedenle bu ses özelliklerinin hızlı ve etkin ölçümünü yapan bir sistem faydalı olacaktır. Bu nedenle Voxtester'ın konuşma bozukluğunun niceliksel ve objektif ölçümünü yapabilecek spesifik bir görevle geliştirilmesine karar verildi. Bir duraklamayla aralıklandırılmış fonemik olarak dengeli bir metnin okunması (30 saniye), 'pa' hecesinin yürütülmesi (5 saniye), duraklama (20 saniye), yürütme (20 saniye) olarak tanımlanan farklı modlarda ve yürütme sürelerinde ses üretimi gerektiren bir protokol. 'ta' hecesi (5 saniye), 'a', 'e', 'i', 'o', 'u' vokalinin fonasyonu ve fonemik olarak dengeli bazı kelimelerin okunması, duraklama (1 dakika) ve fonemik olarak dengeli bazı ifadeler doktorların, nörologların, konuşma terapistlerinin yardımıyla gerçekleştirilir. Kullanılan metin, ifadeler ve kelimelerin tümü İtalyancadır. Okuma çalışmaları, uzman tarafından kısa bir açıklama yapıldıktan sonra, sessiz, yankısız bir odada, mikrofonla 15-25 cm mesafe korunarak gerçekleştirilir. Metin ve kelimeler basılı bir sayfadan okunur. Bu deneyde, ilk grup gençlerden (YHC) oluşuyor çünkü onların nöromotor özellikleri, her kelime için 'sistemik' hata oranının güvenilir bir referans alt sınırını tanımlamaya yardımcı oluyor. İkinci grup ise Sağlıklı Yaşlılardan (YÖK) oluşmaktadır. Bu deneye yaşları 60-77 arasında değişen 22 sağlıklı kişiden (10 erkek ve 12 kadın) katılmaları isteniyor. Üçüncü grup Parkinson hastalarından oluşmaktadır. Yaşları 40-80 arasında değişen 28 hasta, 19'u erkek, 9'u kadın. Sonuç olarak PH grubunda bazı kelimelerin doğru olarak daha yüksek oranda tanınması, bu sonucun YHC ile ilgili tanınma oranının referans oran olarak kabul edilebileceği hipotezimizi çürütüyor gibi görünmektedir. Tanımlanan protokol ve gerçekleştirilen yazılım sistemi, Google gibi STT kamu sistemi aracılığıyla kelimelerin yanlış tanınmasındaki değişiklikleri analiz ederek Parkinson Hastalığında konuşmanın anlaşılabilirliğini değerlendirmek için faydalıdır. Bir sonraki gelecekte deney, burada sunulan çalışmaya dayanarak ve erken Parkinson hastalarında Voxtester yazılımı aracılığıyla konuşma/ses bozukluklarının tanımlanıp tanımlanamayacağını doğrulamak için genişletilebilir.

Bhabad vd. (Bhabad ve Borhade, ty), parkinson hastalığının var olup olmadığına karar vermek için insanların ses sinyallerini araştırdı . Farklı çalışmalar, Parkinson enfeksiyonuna sahip genel popülasyonun yaklaşık yüzde 90'ının seslerinde değişiklikler yaptığını gösterdi. Araştırma, hastalık tanımına yönelik programlanmış söylem onayının değiştirilmesini araştırıyor. Bu konuda k-en yakın komşuları sınıflandırmak için MFCC (Mel-Frequency Cepstrum Coactives) tekniği kullanılmaktadır. Diğer söylemlerdeki vurguyla karşılaştırıldığında, yönetilen sesli harfle ilgili ses problemini tanımlamak için MFCC'nin kullanılması uygun bir karardır. Çerçevenin sonuçlarına göre, MFCC ısrarcı söylemlerde dahi daha iyi performans göstermektedir. MFCC'nin aksine, kesintisiz söylemle bozukluğun tanımlanması, diğer söylem vurguları ve uygulamaları uygulanarak ek olarak araştırılabilir. Deneyde, Parkinson hastalığı tespit edilip edilmediği takdirde Python'da bir çıktı mesajı çalıştırılarak sınıflandırma aşamasının sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayırt edici ses vurguları kullanılır ve muhtemelen %99 doğruluk elde edilir.

Folador vd. (Folador ve Andrade, ty), en çok kullanılan çerçevelerin temel özelliklerini kavramsallaştırmak ve her biri tarafından desteklenen yöntemleri belirtmek için derin bir Öğrenme geliştirdi . PD'de büyük hacimli ses verileri üretilir, ancak bu verilerin analiz edilmesi hesaplama araçlarına ihtiyaç duyar. Bu amaç için etkili bir yöntem derin öğrenmedir. Derin Öğrenme (DL), konuşma tanıma, görüntüleme, biyosinyal, doğal dil işleme gibi otomatik görevlerde kullanılan bir Makine Öğrenimi (ML) alanıdır. DL, doğrusal ve doğrusal olmayan dönüşümlerin işlenmesinin çeşitli katmanlarının yapılarını modellemeyi amaçlar ve yapay sinir ağlarından (YSA) türetilir. Araştırılan konunun temel temasını ve son durumunu anlamak için konferanslar, dergiler, kitaplar ve diğerleri dikkate alınarak başlıklarda, özetlerde ve anahtar kelimelerde birçok dizi aranır. Makalelerin yanı sıra bazı bilgiler de framework geliştiricilerin resmi web sayfalarından alınmıştır. Derin Öğrenme çerçevelerinin, geleneksel ML tekniklerinden daha iyi uygulama, sağlamlık, verimlilik, performans ve doğruluk sunması nedeniyle yaygın olarak kullanıldığı fark edilmiştir. DL ile ilgili makaleler PD için bilimsel veritabanlarında kapsamlı ve çeşitlidir.

Sakar vd. (Sakar vd., 2019) , özellik çıkarımı için ayarlanabilir Q faktörü dalgacık dönüşümünü (TQWT) Parkinson hastalarının ses sinyallerine uyguladı . Deney için

veriler, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı'nda yaşları 33 ile 87 arasında değişen 188 Parkinson hastasından (107 erkek ve 81 kadın) elde edildi. UPDRS göstergelerinin konuşma örneklerine uygulanmasında, konuşma örneklerinin ham temel frekans (F0) konturundan elde edilen dalgacık dönüşümü (WT) tabanlı özellikler kullanılmaktadır. Bu özelliklerin yanı sıra, önerilen TQWT tabanlı özelliklerle karşılaştırmak için ses teli titreşim desenine dayalı özellikler çıkarılmıştır. Çalışmada, sınıflandırmada kullanılacak matematiksel modeller oluşturmak için sağlıklı ve Parkinsonlu bireylerden /a/ sesli harfinin sürekli seslendirmeleri toplanmıştır. Özellik çıkarma işleminden sonra elde edilen özellik vektörleri sıfır ortalama ve birim varyansa sahip olacak şekilde standartlaştırılır. Daha sonra özellik alt kümeleri, sağlıklı denekleri Parkinson hastalarından ayırmak için birden fazla sınıflandırıcıya sunulur. Farklı Q değerlerine sahip TQWT ile elde edilen sonuçlar, disfoni tabanlı PD telediagnoz sistemlerinde her bir özellik çıkarma yönteminin performansını değerlendirmek için sunulmaktadır. Sınıflandırma modellerinin genelleme yeteneğini doğrulamak için bir konuyu dışarıda bırakma (LOSO) çapraz doğrulama tekniği kullanılır. Standartlaştırılmış özellikler, doğrusal ve RBF çekirdekleri, Çok Katmanlı Perceptron, Naive Bayes, Lojistik Regresyon, Rastgele Orman ve k-NN algoritmaları ile SVM'lere beslenir ve bu sınıflandırıcıların sonuçları doğruluk, F1 skoru ve Matthew korelasyon katsayısı metriklerine göre ölçülür. Sonuçlar TQWT'nin daha iyi performans gösterdiğini gösteriyor. Ayrıca Mel-frekans cepstral ve ayarlanabilir-Q dalgacık katsayılarının en yüksek doğruluğu verdiği ve PD sınıflandırma probleminde tamamlayıcı bilgiler içerdiği ve bunun sonucunda filtre özelliği seçme tekniği kullanılarak birleştirildiğinde geliştirilmiş bir sistem ortaya çıktığı bulunmuştur.

Bragaa vd. (Braga vd., 2019), konuşma analizi yoluyla Parkinson hastalığının erken tespiti için bir metodoloji önerdi. Metodoloji, kontrolsüz arka plan koşullarında toplanan serbest konuşma örneklerini sınıflandırmak için makine öğrenimi ve sinyal işleme tekniklerini uygular. Deneyde, PD'nin farklı aşamalarındaki hastaların bilgilerini içeren ve çıkarılan ve bir seçim sürecine gönderilen geniş bir dizi akustik özellikten oluşan üç konuşma veri tabanı kullanıldı. Mekanizma, makine öğrenimi algoritmalarıyla entegre sinyal ve konuşma işleme tekniklerini kullanıyor. Üç ML algoritması kullanılır. Sonuçlar Rastgele Orman veya Destek Vektör Makinesi



tekniklerinin kullanılmasındaki potansiyeli ortaya koymaktadır. RF algoritması Leave-One-Out çapraz doğrulama tekniği ile %99,94 sınıflandırma sonucuna ulaşmaktadır. Sınıflandırma sonuçları Parkinson hastası bir hastanın konuşmasına uygun akustik ipuçlarının varlığını göstermektedir.

Berus vd. (Berus vd., 2019), kendi kendini düzenleyen haritalar, temel bileşen analizi ve Pearson ve Kendall korelasyon katsayısı temelinde gerçekleştirilen farklı özellik seçimlerini kullanarak sinir ağı tabanlı sınıflandırmanın performansını değerlendirdi. Çoğunluk oylama prosedürüne dayalı olarak her konuyu “sağlıklı” veya “PD” sınıfına sınıflandırmak için çoklu YSA algoritmaları kullanılır. Özellik seçimi ile verinin boyutu azaltılarak problemin prosedür boyutu azaltılır. YSA performansının artırılması için gürültülü veya alakasız özelliklerin kaldırılması ve gürültülü verilere aşırı uyumun engellenmesi öngörülmektedir. Deneyde, birden fazla YSA’nın, hiçbir özellik seçimi kullanmadan LOSO veri yapısı (bir konuyu dışarıda bırak) çapraz doğrulaması ile sınıflandırıcılar arasında %67,25 ile en yüksek doğruluğa ulaştığı gözlemlendi. En iyi test doğruluğu sonucu Kendall’ın korelasyon katsayısına dayalı özellik seçiminden elde edilir ve en alakalı ses örnekleri tanınır. Çoklu YSA’nın, özellik seçme prosedürünü kullanmadan (ham veriler üzerinde) PD tanısı için en iyi sınıflandırma tekniği olduğu kanıtlanmıştır.

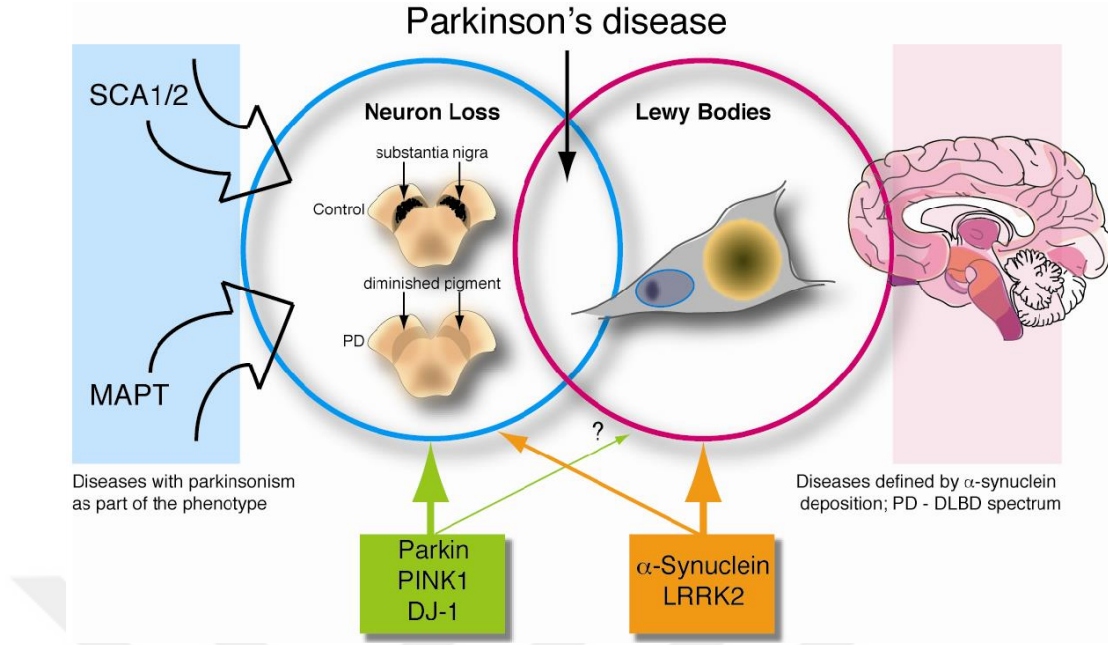
Almeida vd. (Almeida vd., 2019), Parkinson hastalığını tespit etmek için ses sinyallerinin işlenmesini araştırıyor. Sürekli fonasyon ve konuşma görevlerinden elde edilen verileri sınıflandırmak için on sekiz özellik çıkarma tekniğinin ve dört makine öğrenme yönteminin kullanımını değerlendirmek üzere bir yaklaşım geliştirilmiştir. Fonasyon, sesli harf /a/ seslendirme göreviyle ve konuşma ise Litvanca dilinde kısa bir cümlenin telaffuzuyla ilgilidir. Farklı mikrofon türlerinin performansını değerlendirmek amacıyla ses görevlerini kaydetmek için akustik kardiod (AC) ve akıllı telefon (SP) mikrofon kanalları kullanılır. Algılama Hatası Değişiminden (DET) ve Alıcı Çalışma Karakteristiği eğrilerinden Eşit Hata Oranı (EER) ve Eğri Altındaki Alan (AUC) ölçümleri, Doğruluk, Özgüllük ve Hassasiyet ölçümleri, sınıflandırma performansını analiz etmek için kullanılır. Parkinson hastalığının tespitine yönelik bu yöntemde, on sekiz özellik çıkarma tekniği ve dört makine öğrenmesi yöntemi kullanılıyor. Hastalığın tespitinde fonasyon görevinin konuşma görevlerinden daha

verimli olduğu tespit edildi. AC kanalı için en iyi performans %94,55, AUC 0,87 ve EER %19,01 doğruluk elde etti. SP kanalını kullanırken %92,94, AUC 0,92 ve EER %14,15 doğruluk elde ettik. Deneyin sonuçları, akıllı telefon kullanılarak Parkinson hastalığının tespit edilmesine yönelik mobil uygulamaların geliştirilmesini desteklemektedir.

Badiei vd. (Badiei vd., 2023), Parkinson hastalığında en iyi performansı bulmak için destek vektör makinesini temel alan yeni bir yaklaşım önermiştir. SVM'nin geliştirilmiş versiyonunu kullanan filo optimizasyon yönteminin değiştirilmiş versiyonunu kullandılar. Ayrıca yöntemlerinde hastalığı sınıflandırmak için radyal temel fonksiyonu kullanılmıştır.

Tansel Dökeroğlu, Parkinson hastalığı veri setinden en iyi özelliklerin seçilmesi için Harris Hawk optimizasyon yöntemini temel alan bir yöntem sundu. Çalışmasında hastalığı sağlıklı ve sağlıklı olmayan veriler olarak sınıflandırmak için k en yakın komşu yöntemi kullanılmıştır. Harris Hawk'ın yöntemine göre özellik sayısı toplam özelliklerin %32,5'ine düşürülmüştür (Dökeroğlu, 2023) .

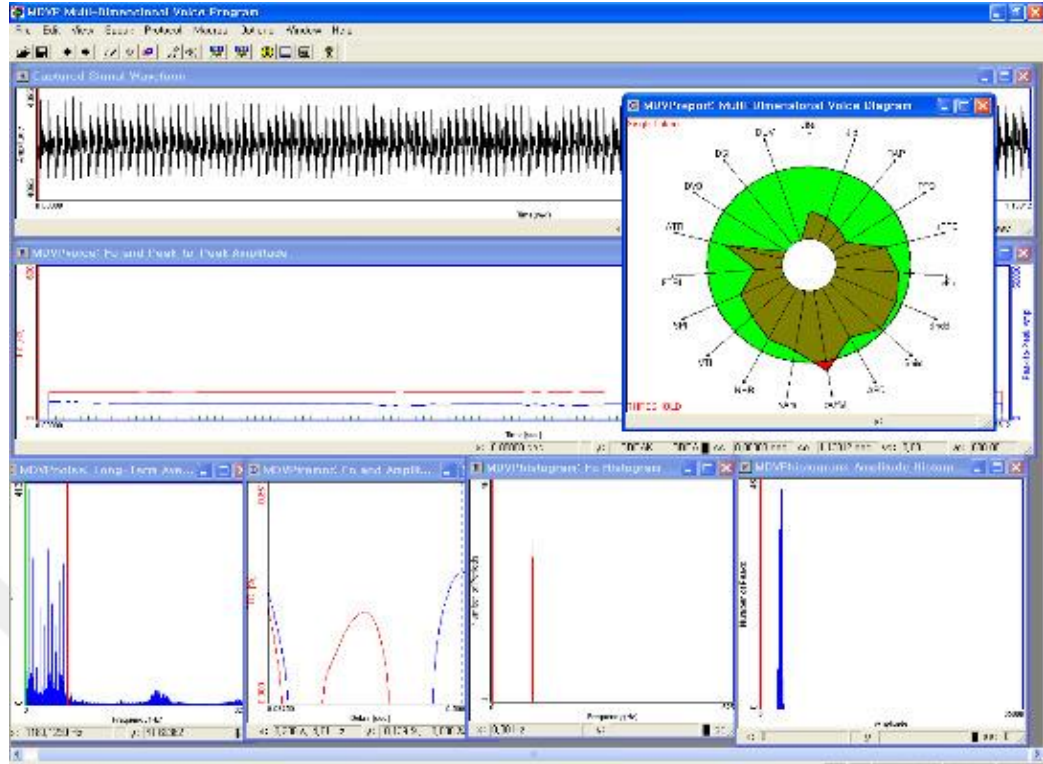
PH'nin Genetik gibi çeşitli nedenleri vardır (bazı araştırmacılar genlerin Parkinson'da önemli bir rol oynadığını öne sürmüştür) Parkinson hastalarının neredeyse %15'inin ailesinde hastalık öyküsü vardır, dopamin üretiminden sorumlu hibrit genler ve spesifik beyin için önemli olan proteinler (Dinda vd., 2019; Maiti vd., 2017) Çevre: Bazı kanıtlar, çevrenin kimyasallara maruz kalma ve az miktarda içme suyu yoluyla etkilendiğini kanıtladı Anormal bir grup olan Lewy cisimcikleri Şekil 2.1'de gösterildiği gibi Parkinson hastalarının beyinlerinde proteinler bulundu.



Şekil 2.1 Parkinson Hastalığında (PD) Lewy Cisimcikleri (Cookson vd., 2008)

Parkinson Hastalığı tanısı EEG sinyalleri kullanılarak konur. EEG, beynin nöral elektriksel aktivitesi tarafından üretilen elektrik alanını ölçen, invaziv olmayan bir yöntem olarak kabul edilir ve kortikal bütünleştirici fonksiyonların temel bir özelliği olarak bulunan iyi bir zamansal çözünürlüğe ve yüksek test-tekrar test güvenilirliğine sahiptir. Beynin kortikal ve subkortikal bölümlerinin işlevleri EEG yardımıyla kolaylıkla tanınabilmektedir.

EEG sinyalleri karmaşıktır ve doğası gereği doğrusal değildir; bu nedenle, çeşitli doğrusal özellik çıkarma yaklaşımlarının bu sinyalleri doğru şekilde karakterize edemediği bulunmuştur. Ayrıca bu özellikler, Şekil 2.2'de gösterildiği gibi Çok Boyutlu Ses Programı (MDVP) tarafından kaydedilir.



Şekil 2.2 MDVP: Çok Boyutlu Ses Programı (URL-1, 2022)

PD'nin artmasıyla EEG sinyalinin karmaşıklık gösterdiği gözlemlendi. Bu, EEG sinyallerinde bulunan doğrusal olmayan bileşenlere atfedilir (Rodriguez-Bermudez ve Garcia-Laencina, 2015). Bu nedenle, doğrusal olmayan özellik çıkarma tekniklerinin analizi, normal EEG sinyallerinin PD'den ayırt edilmesinde faydalı olacaktır.

### 3. ARAÇ VE YÖNTEMLER

#### 3.1 Parçacık Sürü Optimizasyonu

##### 3.1.1 Arka Plan

Bu algoritma yaşam dünyasının kökeninden esinlenmiştir. Yazarlar James Kennedy ve Russel Eberhart'ın iddia ettiği bir başka ilham kaynağı da sosyo-psikolojidir.

PSO yöntemi bireylerin birbirleriyle işbirliği yapması üzerine inşa edilmiştir. Aynı zamanda kendi kendini organize etme kavramına dayanan karınca kolonisi algoritmalarıyla da benzerlikler taşıyor. Bu fikir, hiçbir şeyden şüphelenmeyen bireylerden oluşan bir topluluğun karmaşık, kapsayıcı bir organizasyona dönüşebileceğidir. Böylece (çözüm uzayında) çok basit yer değiştirme kuralları sayesinde birimler yavaş yavaş yerel minimuma doğru yaklaşabilir. Ancak bu meta-sezgisel, sürekli değişkenlerdeki uzaylar için daha iyi çalışıyor gibi görünmektedir (Kennedy ve Eberhart, 1995) .

**James Kennedy** ve **Russell Eberhart** tarafından oluşturulan “*Parçacık Swarming Optimizasyonu*” yöntemi, şu anda optimizasyon algoritmalarının meta-sezgiselleri arasında yer almakta olup, doğadaki kalıplara dayalı (bir kuş sürüsü veya bir sürü içindeki her bireyin hareketini temsil etmek gibi) bu alanda daha popüler olan ve hem bilim hem de mühendislikteki en çeşitli optimizasyon problemlerini çözmek için en umut verici algoritma gibi görünen balık). Yaratılışından bu yana optimizasyonla ilgili pratik problemleri çözmek için birçok varyant geliştirilmiştir (Alam, 2016) .

##### 3.1.2 Parçacık Sürü Optimizasyonu

Hesaplama PSO, doğadaki parçacıkların davranışını çağrıştıran bir Meta buluşsal yöntemi ifade eder.

(Eberhart ve Kennedy, 1995) ve (Shi ve Eberhart, 1998) tarafından yetkilendirilmiştir. İlk adımda, sosyal davranışın karmaşık modelleri olarak algılandılar (Kennedy, 1997),

örneğin bir kuş sürüsü veya bir balık kümesindeki canlıların tanımladığı hareketler. Prosedür basitti ve optimizasyon problemlerine uygun olduğu kanıtlandı. Kennedy ve Eberhart'ın çalışması (Intelligence, 2001), parçacık sürüsü optimizasyonu ve sürü zekasının birçok teorik yönünü karakterize etmektedir. PSO uygulamalarına ilişkin kapsamlı bir çalışma Poli'de bulunabilir (Poli, 2008) meta-sezgisel alanıdır, çünkü problematik hakkında çok az hipotez varsayar veya hiç hipotez oluşturmaz ve seçilmiş çözümlerin geniş alanlarına kapsayıcı olarak uygulanır. Ancak Meta buluşsal yöntemin tüm alanları gibi, parçacık sürüsü optimizasyonu da her durumda optimum bir çözüm sağlamaz.

### 3.1.3 Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO)

PSO, meta-sezgisel optimizasyonun güncel algoritmalarından biri olup, 1995 yılında Kennedy ve Eberhart tarafından keşfedilmiştir (Kennedy ve Eberhart, 1995). PSO'nun ana fikri balık sürülerinin ve kuş sürülerinin davranışlarından esinlenmiştir. PSO, problemleri ve özellikle EPD problemlerini çözmek için kullanılan en iyi algoritmalarından biri olarak kabul edilir. Bu algoritma EPD problemini çözmek için kullanılmış ve işletme maliyetlerinin azaltılması ve güç sistemlerinin ekonomik çalışmasının sağlanması konusunda mükemmel sonuçlar vermiştir. PSO, kuş sürüsü için simülasyon yapılarak keşfedilmiş ve sürüyü iki boyutlu uzayda temsil etmiştir. PSO algoritması temel olarak konum ve hız vektörlerine bağlıdır.

PSO bir dizi rastgele parçacıkla başlar ve daha sonra yineleme için güncelleme yaparak optimumu aramaya başlar. Her yinelemede (nesilde), parçacıklar en iyi iki değer (pbest ve gbest) kullanılarak güncellenir. İlk değer (pbest), o ana kadar elde edilen uygunluğu (en iyi çözümü) temsil eder ve bu değer (uygunluk) saklanır. İkinci değer (gbest) global en iyi değerdir ve bu değer parçacık sürüsünün optimize edicisi tarafından takip edilir ve her parçacık için o ana kadar elde edilen en iyi değerdir. Parçacıklar popülasyonun bazı kısımlarını topolojik komşuları olarak aldıklarında, yerel en iyi (lbest) en iyi değerdir. En iyi değerleri (pbest ve gbest) bulduktan sonra parçacıklar konumlarını ve hızlarını değiştirmeye başlar. Hız ve konum güncellemeleri aşağıdaki denklemlerle ifade edilebilir (Zhu, 2015):

$$V_i^t = wV_i^{t-1} + C_1R_1(X_{lbest_i}^{t-1} - X_i^{t-1}) + C_2R_2(X_{gbest_i}^{t-1} - X_i^{t-1}) \quad (3.1)$$

$$X_i' = X_i^{t-1} + V_i' \quad (3.2)$$

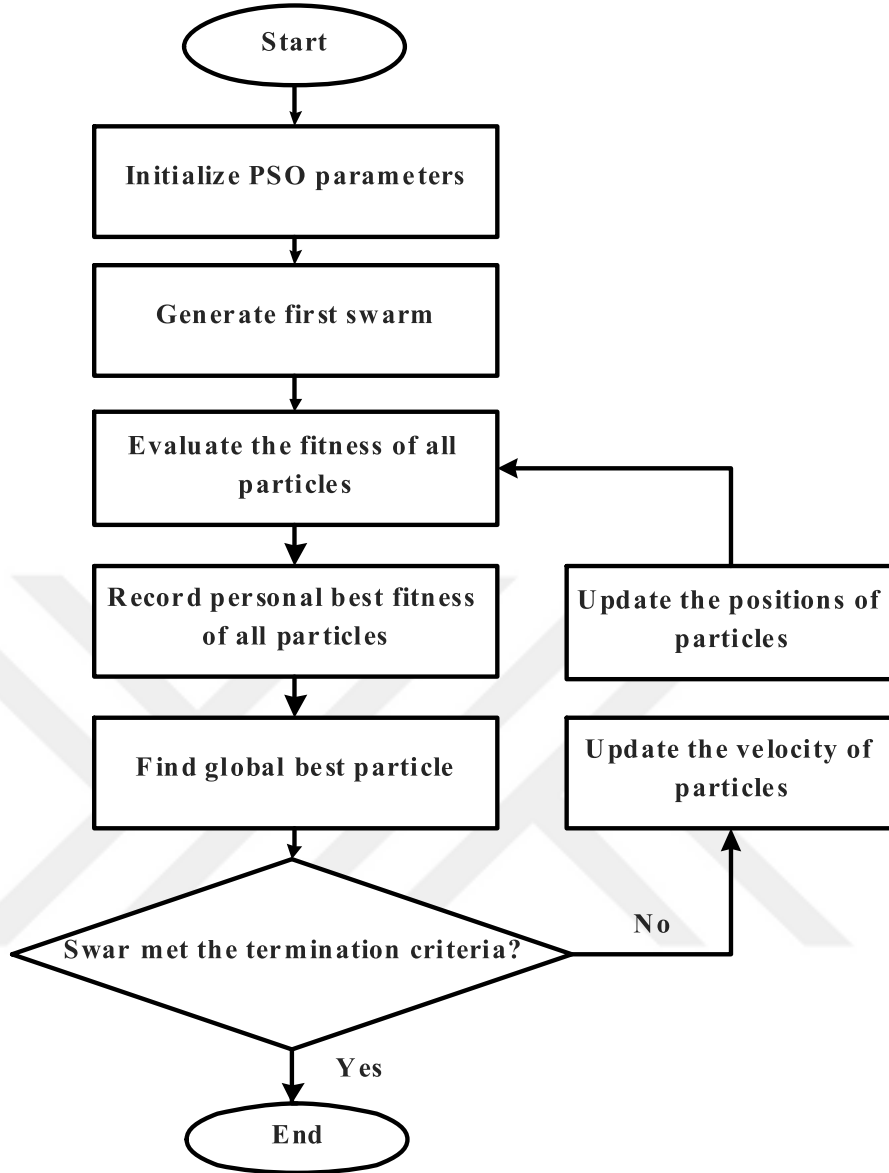
Burada ( $V_i^t$ ), etmendir (i) yinelemedeki hız (t) ve (w) ağırlık fonksiyonunu sunar. C1 ve C2 ivme sabitleridir. R1 ve R2 rastgele değerlerdir ve 0 ile 1 arasındadır. ( $X_i^t$ ) değeri yinelemenin (t) etmen konumudur.

PSO'nun parametreleri tabloda (3.1), akış şeması ise şekil (3.1)'de gösterilmekte ve algoritmanın nasıl çalıştığını göstermektedir.

Tablo 3.1 PSO'nun parametreleri

| Parametre                     | Değer |
|-------------------------------|-------|
| Maksimum yineleme (oluşturma) | 2000  |
| Popülasyon boyutu             | 24    |
| Hızlanma sabiti 1             | 2     |
| Hızlanma sabiti 2             | 2     |
| Başlangıç atalet ağırlığı     | 0,9   |
| Nihai atalet ağırlığı         | 0,4   |

PSO akış şeması şekil 3.1'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1 PSO akış şeması

PSO en bilinen algoritmalarından biri olarak kabul edilir ve problemin çözümünde yaygın olarak kullanılır, PSO diğer optimizasyon algoritmalarına göre birçok özelliğe sahiptir ve bu özellikler şunlardır:

- Elde edilen sonuçların kalitesini ölçmek için karmaşık matematiksel denklemler yerine bir uygunluk fonksiyonuna ihtiyaç duyulur ve bu özellik algoritmanın karmaşıklığını azaltır.
- Popülasyon yöntemine bağlı olması nedeniyle başlangıç çözümünde diğer algoritmalara göre daha az duyarlı kabul edilir.



- Diğer algoritmalarla hibritleme yapmak çok kolaydır.
- Olasılıksal hareket temellerini takip etmesi nedeniyle yerel minimumdan kaçma kabiliyetine sahiptir.

PSO'nun sözde kodunu şu şekilde tanıtabiliriz:

Adım 1: PSO parametrelerini tanımlayın.

Adım 2: PSO'daki her parçacık için parçacığı başlatın.

Adım 3: Her parçacığın uygunluğunu hesaplayın.

Adım 4: Eğer uygunluk değeri (pbest) değerinden daha iyi ise mevcut değeri yeni (pbest) olarak ayarlayın.

Son

Adım 5: Her parçacık için:

1. Parçacığı en iyi uygunluk değerine göre bulun.
2. Hızı denklem (3.1)'e göre hesaplayın.
3. Parçacığın konumunu denklem (3.2)'ye göre güncelleyin.

Son

Parçacık kriterlerin sonlanmasını karşılıyorsa sonuçlar jeneratörün çıktısı olacaktır.

### **3.1.4 Doğa ile Analoji**

Yiyecek arayan arılar, alanda çiçek yoğunluğunun daha fazla olduğu bölgeyi bulmaya çalışırlar, çünkü muhtemelen polen miktarının daha fazla olduğu yer burasıdır. Her arı uzayda kararsız bir şekilde uçar ve her zaman daha fazla çiçek gördüğü bölgeyi

hatırlar. Buna karşılık sürü, keşfedilenlerin arasında uzayda daha fazla çiçeğin bulunduğu bölgeyi kolektif olarak biliyor. Her arı bireysel olarak hareketini bu iki yöne göre değiştirecek ve arada bir yerde uçacaktır. Uçuş sırasında arının, o zamana kadar bilinenden (yerel optimum) veya sürü tarafından bilinenden (küresel optimum) daha fazla çiçek yoğunluğuna sahip bir bölge bulması mümkündür; İkinci durumda, sürünün tamamı bu yeni yön arayışına rehberlik edecektir. Bir süre sonra çiçek yoğunluğunun daha fazla olduğu başka bir bölge keşfedilirse sürü, aramayı tekrar oraya yönlendirir ve bu şekilde devam eder.

### 3.1.5 Algoritma

Seçilmiş çözümlerden (*parçacıklar olarak adlandırılır*) oluşan bir popülasyonla (*bulut veya sürü olarak adlandırılır*) gerçekleştirir. Bu unsurlar keşif alanı boyunca basit matematik kurallarına göre hareket eder. Her parçacığın hareketi, elde edilen en iyi konuma ve tüm arama uzayında bulunan en iyi genel konuma bağlıdır. Yeni ve daha iyi konumlar keşfedildikçe parçacıkların hareketlerini yönlendirmek için hareket ederler. Prosedür, garanti edilmese de bir noktada tatmin edici bir çözüm bulma hedefiyle tekrarlanır.

Yukarıda açıklananlar şu şekilde formüle edilebilir:  $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  azaltılacak maliyet fonksiyonu olsun.  $f$  fonksiyonu, gerçek sayıların vektörü olarak temsil edilen bir aday çözümü argüman olarak alır ve elde edilen aday çözüm için amaç fonksiyonunun değerini belirten gerçek bir sayıyı çıktı olarak verir. En iyi konumlar,  $f$  amaç fonksiyonunun en iyi değerlerine karşılık gelir. Amaç, araştırma alanındaki tüm **b'ler için  $f(a)$ 'nın  $f(b)$ 'den küçük veya ona eşit olduğunu kontrol edecek bir yanıt bulmaktır; bu,  $a$ 'nın küresel minimum olduğunu ima eder. Maksimizasyon problemlerinde yararlı olan ters süreç,  $h = -f$  fonksiyonu dikkate alınarak elde edilebilir .**

Buluttaki her birinin konumu  **$x$  olan parçacıkların sayısı  $S$  olsun** keşif alanında  $i \in \mathbb{R}^n$  ve  $v$  hızı  $\in \mathbb{R}^n$  .  $p$  olsun  $i$  bir  $i$  parçacığının en iyi bilinen konumu ve  **$g$  de en iyi bilinen küresel konumuyum.** Temel bir PSO algoritması şu şekilde tanımlanabilir:

- Her parçacık için :

- Parçacığın konumunu düzenli olarak dağıtılan rastgele bir vektörle başlatın  $x_i \sim U(b_{lo}, b_{up})$  ve  $b_{lo}$  ve  $b_{up}$  Sırasıyla arama uzayının alt sınırı ve üst sınırıdır.
- Parçacığın en iyi tanınan konumunu birincil konumuna sıfırlayın:  $p_i \leftarrow x_i$ .
- En iyi tanınan küresel konumu güncellerseniz  $g_i \leftarrow p_i: f(p_i) < f(g)$ .
- Parçacığın hızını başlat:  $v_i \sim U(-|b_{up} - b_{lo}|, |b_{up} - b_{lo}|)$
- Durdurma kriteri devam ettiği sürece (örn. yinelemelerin maksimum sınırı, tatmin edici bir çözüm bulunamadığında) şunu tekrarlayın:
  - Her parçacık için:  $i = 1, \dots, s$ :o zaman
  - Her boyut için:  $d = 1, \dots, n$ :o zaman
  - Sistemik Olmayan Sayıları Seçin:  $r_p, r_g \sim U(0,1)$
  - Parçacık hızını güncelle:  $v_i \leftarrow \omega v_{i,d} + \phi_p r_p (p_{i,d} - x_{i,d}) + \phi_g r_g (g_d - x_{i,d})$
  - Parçacık konumunu güncelle:  $x_i \leftarrow x_i + v_i$ .
  - Öyleyse  $f(x_i) < f(p_i)$ :
  - Parçacığın en iyi tanınan konumunu güncelleyin:  $p_i \leftarrow x_i$
  - En iyi genel konumu güncellerseniz  $g \leftarrow p_i: f(p_i) < f(g)$
- Bulunan en iyi çözüm olarak  **$g$ 'yi** geri verin.

Parametreler bir uzman tarafından tanımlanır  $\omega, \phi_p$  ve  $\phi_g$  PSO yönteminin davranışını ve etkinliğini düzenler.

### 3.1.6 Parametre Seçimi

İki parametreye dayalı bir problem kıyaslamasına karşı bir PSO varyantının performansını gösteren iki boyutlu grafik.

PSO'da parametrelerin seçimi optimizasyon algoritmasının performansında belirleyici bir husustur. Bu nedenle, algoritmanın iyi bir performansını destekleyen bir dizi parametrenin seçilmesi, kapsamlı araştırmaların konusu olmuştur ve olmuştur (Bratton ve Blackwell, 2008; Rocca vd., 2009).

Optimize edilecek parametre sayısına (arama değişkenleri) eşdeğer bir boyutsallık hiperyüzeyine yol açtığı hayal edilebilir. Bahsedilen hiperyüzeyin düzensizliği elbette probleme bağlı olacaktır. Ayrıca aramanın kalitesi, seçilen parametrelere bağlı olarak ne kadar kapsamlı olduğuna bağlı olacaktır. “Küçük düzensiz hiper yüzeylere” sahip çözümler elde etmek için genel olarak az sayıda parçacık ve yinelemeye ihtiyaç vardır; Öte yandan, “daha düzensiz” hiper yüzey çözümlerini elde etmek, daha fazla parçacık ve tekrar içeren çok kapsamlı bir araştırma gerektirir. Bu davranış, gerçek durumlarda gözlemlenen davranışa benzer. Yaylacı hayvancılık tarafından gerçekleştirilen en iyi mera arayışı; burada büyük sürüler, en iyi çayırılara ulaşmak için zorlu ve engebeli arazileri geçmek zorunda kalırken (küresel optimum olarak okunur), daha küçük sürüler ise daha küçük sürülerle yetinebilir. Birkaç yineleme kullanarak bitki örtüsündeki daha az yoğun arazi (optimum Yerel).

Meta-optimizasyon olarak bilinen bir kavram olan “üst üste bindirilmiş” bir optimize edici kullanılarak çeşitli optimizasyon senaryolarına (Pedersen, 2010) göre de ayarlanabilir.

### 3.1.7 Topolojiler

Temel parçacık sürüsü optimizasyonu genellikle basitçe yerel optimumu gerektirir. Bu erken gelişmiş izdihamdan, en iyi bilinen genel konum olan **g'nin göz ardı edilmesi** ve bunun yerine en iyi konumla ilgilenilmesiyle kaçınılabılır. “Çevreleyen” alt sürünün hareketli parçacığa kadar tanınan konumu. Bu alt sürü geometrik olarak tanımlanabilir; “En yakın m” parçacıklar - sosyal olarak, yani aralarındaki mesafeye bakılmaksızın ilgili parçacıklar kümesi olarak.

### 3.1.8 Dahili Operasyon

Bir PSO algoritmasının değişkenleri nasıl ve neden optimize edebildiğine dair farklı yorumlar vardır.

Araştırmacılar tarafından yaygın olarak kabul edilen bir kavram, “sürülenme davranışının”, “keşif davranışı” (çözüm alanının geniş bir alanında arama) ve “sömürücü davranış” (optimal, muhtemelen yerel olana hızla yaklaşan yerel arama)

arasında değişmesidir. Bu, PSO'nun başlangıcından bu yana baskın kriterdir (Clerc ve Kennedy, 2002) ve parçacık sürüsü optimizasyon algoritması ve parametrelerinin, keşif ve kullanım arasında uygun bir denge elde etmek için dikkatli bir şekilde seçilmesi gerektiğini savunur. Yerel optimuma doğru ilerleyin ve aynı zamanda küresel optimumda iyi bir yakınsama oranı sağlayın. Bu yorum, aşağıda tartışıldığı gibi, PSO içerisinde çok sayıda değişkenin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Diğer bir bakış açısı ise özellikle çok boyutlu, süreksiz veya zamanla değişen arama uzaylarına sahip optimizasyon problemlerinde sürünün davranışının optimizasyon sürecinin kalitesini nasıl etkilediğini tam olarak anlamının henüz mümkün olmadığını savunmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, sürünün keşif ve kullanım arasında nasıl bir denge benimsediğine bakılmaksızın, pratikte iyi bir performans sağlayan algoritmalar ve parametreler bulmak yeterli olacaktır. Bu yaklaşım, daha sonraki bir bölümde açıklanacağı gibi, PSO algoritmalarının basitleştirilmesine yol açmıştır.

### 3.1.9 Yakınsama

PSO bağlamında, “yakınsama” terimi genellikle iki anlamda kullanılır (bazen yanlışlıkla eşanlamlı olarak kullanılır):

- Sürünün nasıl hareket ettiğine bakılmaksızın optimal sorunsala yaklaşan (yakınsayan) en iyi tanınan küresel konum  $g^*$ yi ifade edebilir.
- Yakınsama, tüm parçacıkların araştırma alanının en ince noktası olabilecek veya olmayabilecek bir noktaya doğru birleştiği sürünün yoğunlaşmasını ifade edebilir.

Literatürde PSO'daki yakınsamayı matematiksel olarak analiz etmeye yönelik bazı girişimler bulabiliriz. Bu analizler, sürü parçacıklarının gidişatını, farklılığını veya dalgalanmasını belirleyecek parametrelerin seçilmesine yönelik kılavuzların oluşturulmasına hizmet etmiş ve bu da sonunda PSO'da yeni değişkenlere yol açmıştır (Clerc ve Kennedy, 2002; Trelea, 2003). Bununla birlikte, bu analizler çok basit olduğu için eleştirilmiştir, 20 sürünün rastgele değişkenler olmadan tek bir parçacığa sahip olduğunu ve parçacığın en iyi tanınan konumu ile sürünün en iyi genel konumu

**G'nin optimizasyon sırasında sabit kaldığını varsaymaktadırlar.** İşlem. Ayrıca bazı analizler, optimizasyonda sınırsız sayıda tekrara izin verir; bu, gerçek bir senaryoda mümkün değildir. Bu nedenle, çeşitli PSO algoritmalarının yakınsama özelliklerinin ve bunlarla ilişkili parametrelerin incelenmesi ampirik sonuçlarla güçlü bir şekilde bağlantılıdır.

### **3.1.10 Önyargılar**

Parçacık sürüsü optimizasyon algoritması boyut boyut ilerledikçe, cevap noktasının keşif alanının bir ekseninde mi yoksa çapraz olarak mı olduğunu veya tam merkezde olup olmadığını bulmak daha da kolaylaşır (Monson ve Seppi, 2005; Spears vd., 2012).

Daha dengeli karşılaştırmalara izin vererek bu önyargıdan kaçınmanın temel yolu, önyargısız problemlere referans olarak atıfta bulunmak ve daha sonra bunları döndürmek veya kaydırmaktır (Deb vd., 2005). Diğer bir seçenek ise algoritmanın kendisini koordinat sistemine daha az duyarlı hale getirecek şekilde değiştirmektir (Wilke vd., 2007).

### **3.1.11 Varyantlar**

Basit bir PSO algoritması bile çok sayıda değişkenle sonuçlanabilir. Bu seçeneklerden bazıları ve bunların performans üzerindeki potansiyel etkileri literatürde tartışılmıştır (Shi, 2001).

Sonuç olarak, optimizasyon sürecinin performansını artırmak amacıyla sürekli olarak yeni ve daha karmaşık PSO çeşitleri ortaya çıkıyor. Yapılan araştırmalarda belli eğilimler ayırt edilebiliyor; Bunlardan biri, PSO'yu diğer optimize edici mekanizmalarla birleştiren hibrit bir optimizasyon yöntemi elde etmektir (Krink ve Løvbjerg, 2002; Niknam ve Amiri, 2010), örn. Etkili bir öğrenme yönteminin dahil edilmesi (Zhan vd., 2010). Araştırmanın başka bir yolu da erken yakınsamaya (yani, yerel bir optimumda aramanın durgunluğuna) karşı koymaktır, örn. Parçacıkların tahrikini tersine çevirmek veya bozmak. Başka bir yaklaşım, çok sayıda sürünün kullanılması yoluyla erken yakınsamanın üstesinden gelmeyi önermektedir; bu çoklu sürü stratejisi aynı zamanda çok amaçlı optimizasyona da uygulanabilir. Ayrıca

optimizasyon sırasında davranış parametrelerinin uyarlanması konusunda da ilerlemeler kaydedilmiştir.

### 3.1.12 Basitleştirmeler

Daha önce de belirtildiği gibi, PSO'nun performansı etkilemediği sürece Occam bıçağı altında mümkün olduğunca basitleştirilmesi gerektiğine inanan bir görüş akımı var. PSO'nun basitleştirilmesi ilk olarak Kennedy tarafından önerildi ve o zamandan beri kapsamlı bir şekilde araştırılıyor (Pedersen ve Chipperfield, 2010). Performansta iyileşmeler, parametrelerin daha kolay ayarlanması ve farklı optimizasyon problemleri karşısında daha tutarlı davranışlar gözlemlenmiştir.

Basitleştirme lehine diğer bir argüman, bir meta-sezgiselin etkililiğinin yalnızca sınırlı sayıda optimizasyon problemi üzerinde test edilerek ampirik olarak test edilebileceğidir (Tu ve Lu, 2004). Önyargı, halihazırda düzeltilmiş olan bir programlama hatasından kaynaklanıyordu.

Parçacıklarla ilgili hızın başlatılması isteniyorsa ek girdiler gerekir. Basit bir APSO örnek kodu *çevrimiçi olarak* mevcuttur (Yang vd., 2011).

### 3.1.13 PSO İkili, Ayrık ve Kombinatoryal

Her yinelemede algoritma, belirli bir kalite ölçüsüne (uygunluk) dayalı olarak araştırma alanındaki yeni bir “optimum aday” tanımlar. PSO, sorun hakkında herhangi bir varsayımda bulunmadığından ve geniş çözüm alanlarının araştırılmasına izin verdiğinden, meta-sezgisellerin himayesinin bir parçasıdır. Ancak algoritma yapılandırılmış olduğundan en iyi çözümün bulunacağına dair bir garanti yoktur.

Algoritma, optimizasyon sırasında bir gradyan kullanmaz, bu nedenle analiz edilecek problemin farklılaştırılması gerekli değildir; bu, bunun yerine, gradyanın alçaltılması gibi geleneksel optimizasyon yöntemlerinde gerçekleşir. Bu nedenle düzensiz, gürültülü, zamanla değişen optimizasyon problemlerinde vb. başarıyla kullanılabilir.

PSO, mevcut yer değiştirme hızlarını, uygunluk alanına ilişkin bilgilerini (yani řu ana kadar keşfettikleri en iyi çözümler) ve paylaşılan bilgiyi (yani en iyi genel çözümü) hesaba katan basit formüller temelinde inceleme alanında hareket eder. Algoritma bu üç bileşeni (atalet, bilişsel ve sosyal) tartmanıza olanak tanır ve yerel minimumlara takılma olasılığını en aza indirmek için küçük rastgele titreşim kullanır. Onu kuş sürülerinin veya balık sürülerinin hareketlerini inceleyen simüle edilmiş sosyal davranışlar araştırmasında ortaya koyan Kennedy, Eberhart ve Shi'ye (Shi ve Eberhart, 1999) atfedilir. ADDIN CSL\_CITATION {"citationItems":[{"id":"ITEM-1","itemData":{"ISBN":"0780355369","author":[{"dropping-particle":"","family":"Shi","given":"Yuhui","non-dropping-particle":"","parse-names":false,"suffix":""},{dropping-particle":"","family":"Eberhart","given":"Russell C","non-dropping-particle":"","parse-names":false,"suffix":""}],container-title":"Proceedings of the 1999 congress on evolutionary computation-CEC99 (Cat. No. 99TH8406)","id":"ITEM-1","issued":{"date-parts":[[1999]]},"page":"1945-1950","publisher":"IEEE","title":"Empirical study of particle swarm optimization","type":"paper-conference","volume":"3"},"uris":["http://www.mendeley.com/documents/?uuid=99824d2d-da2b-4ed3-9919-3e6546074035"]},"mendeley":{"formattedCitation":"(Shi ve Eberhart, 1999)","plainTextFormattedCitation":"(Shi ve Eberhart, 1999)","previouslyFormattedCitation":"(Shi ve Eberhart, 1999)"},"properties":{"noteIndex":0},"schema":"https://github.com/citation-style-language/schema/raw/master/csl-citation.json"} Algoritmanın optimizasyon yapabildiğinin anlaşılmasıyla basitleştirilmiştir (Roy vd., 2011) .

Ancak hareket hesaplamaları dört eylemi kontrol eden operatörlerden yararlanır:

- İki konum arasındaki farkı hesaplayın (sonuç bir ofseti tanımlar)
- Hızı sayısal bir katsayı ile çarpın
- İki hız ekleyin

Bir konuma hız uygulayın (Chen vd., 2009).



## 3.2 Evrişimsel Sinir Ağı

Evrişimsel sinir ağı (CNN), yapay bir sinir ağıdır. Makine öğrenimi alanında biyolojik süreçlerden ilham alan bir kavramdır (Matsugu vd., 2003). Evrişimli Sinir Ağları, başta görüntü veya ses verilerinin makineyle işlenmesi olmak üzere çok sayıda yapay zeka teknolojisinde kullanılmaktadır.

### 3.2.1 Yapı

Görüntü sınıflandırması için tipik bir CNN'nin yapısı. Alt örnekleme, havuzlamaya karşılık gelir. Bu ağ, evrişim katmanı başına birkaç filtre çekirdeğine sahiptir, böylece her biri aynı girdiyi alan, ancak farklı ağırlık matrisleri nedeniyle farklı özellikleri çıkaran özellik haritası katmanları oluşturulur. Temel olarak, klasik bir evrişimli sinir ağının yapısı, bir veya daha fazla evrişimsel katmandan ve ardından bir havuzlama katmanından oluşur. Prensip olarak bu ünite istenilen sayıda tekrarlanabilir; yeterince tekrarlanırsa, derin öğrenme alanına giren derin evrişimli sinir ağlarından söz edilir. Mimari olarak, çok katmanlı algılayıcıyla karşılaştırıldığında üç temel fark dikkate alınabilir:

Kural olarak girdi iki veya üç boyutlu bir matris olarak mevcuttur. Buna göre nöronlar evrişim katmanında düzenlenir. Her nöronun aktivitesi ayrı bir evrişim kullanılarak hesaplanır. Nispeten küçük bir evrişim matrisi giriş üzerinde adım adım hareket ettirilir. Evrişim katmanındaki bir nöronun girişi, filtre çekirdeğinin mevcut altta yatan görüntü bölümüyle iç çarpımı olarak hesaplanır. Buna bağlı olarak, evrişim katmanındaki komşu nöronlar örtüşen alanlara (ses sinyallerindeki benzer frekanslar veya görüntülerdeki yerel çevre) tepki verir (LeCun, 2015) .

2 boyutlu bir evrişimin animasyonu. Çekirdekteki değerler bağımsız olarak öğrenilir. Girişin kenar bölgelerini işlemek için çeşitli dolgu yöntemleri vardır. Bu katmandaki bir nöronun yalnızca bir önceki katmanın yerel ortamındaki uyaranlara tepki verdiğini vurgulamak gerekir. Bu, alıcı alanın biyolojik modelini takip eder. Ayrıca Evrişimsel Katmanlardaki tüm nöronların ağırlıkları aynıdır. Sonuç olarak, örneğin birinci evrişimsel katmandaki her nöron, girdinin belirli bir yerel alanında bir kenarın mevcut olduğu yoğunluğu kodlar. Görüntü tanımanın ilk adımı olan kenar tanıma, yüksek

düzeyde biyolojik akla yakınlığa sahiptir (Hubel ve Wiesel, 1968). Paylaşılan ağırlıklardan, çeviri değişmezliğinin CNN'lerin doğal bir özelliği olduğu hemen anlaşılmaktadır.

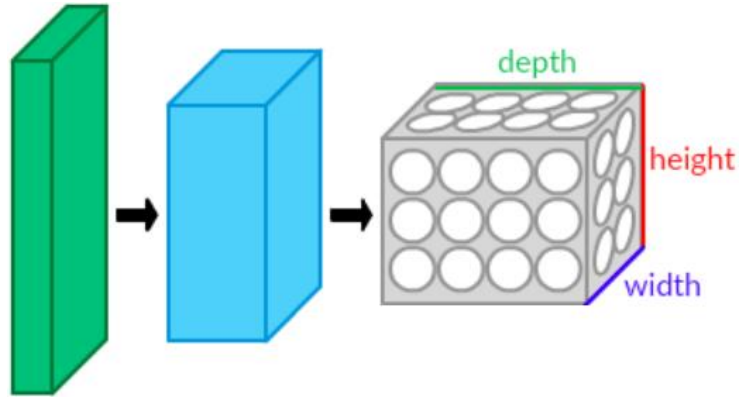
Ayrık evrişim yoluyla belirlenen her bir nöronun girişi artık bir aktivasyon fonksiyonu, genellikle CNN'lerdeki Düzeltilmiş Doğrusal Birim veya ReLU tarafından etkinleştirilir.

$$f(x) = \max(0, x) \quad (3.3)$$

gerçek bir nöronun göreceli ateş frekansını modellemesi gereken çıktıya dönüştürülür. Geri yayılım gradyanların hesaplanmasını gerektirdiğinden, pratikte ReLU'nun türevlenebilir bir yaklaşımı kullanılır:

$$f(x) = \ln(1 + e^x) \quad (3.4)$$

Görsel kortekse benzer şekilde, alt evrişim katmanlarında hem alıcı alanların boyutu hem de tanınan özelliklerin karmaşıklığı artar. 3 boyutlu olarak düzenlenen CNN katmanları şekil 3.2'de gösterilmektedir.



Şekil 3.2 3 boyutlu olarak düzenlenmiş CNN katmanları

### 3.3 PSO için Denklemlerin Formülasyonu

Rastgele uygunluk değeri, konum ve hızın iyi değerleri için seçilmiştir ve aşağıdaki gibi formüle edilmiştir:

$$Fit_i = \frac{1}{1+Fun.i} \quad (3.5)$$

Bir gözcü arı, her bir işçiden yararlanılacak yiyecek kaynağı bilgisini tahmin eder ve bu formülle, en iyi yiyecek kaynağı miktarı olma olasılığı bulunan bir yiyecek kaynağı seçer:

$$P_i = \frac{Fit_i}{\sum_{i=1}^T fit_i} \quad (3.6)$$

Nerede  $Fit_i$  olursa olsun  $i$  çözünürlüğünün uygunluk değeri  $i$  konumundaki yiyecek kaynağı miktarına göredir ve  $T$  işçi arı sayısına eşit olan yiyecek kaynağı sayısıdır. Çalışma tüm işçi arılar tarafından gerçekleştirildikten sonra, herhangi bir fonksiyon için rulet çarkı olasılık uygunluk değerlerini kullanan gözcü arılar seçilir.

$$Z_{i,j} = y_{i,j} + RAND_{i,j} \cdot (y_{i,j} - y_{k,j}), i = 1, 2, N, j = 1, 2, \dots, D \quad (3.7)$$

For ABC algorithim  $Z_{i,j}$ , besin kaynağının  $j$ 'inci ölçüsüdür, işçi arılardır.  $y_{i,j}$  Ve  $y_{k,j}$ 'inci ölçümün minimum ve maksimum sınırları,  $(RAND_{i,j})$  rastgele bir aralıktır  $[0-1]$ .

Bir taze yiyecek kaynağının ve işçi arıların ürettiği her yiyecek kaynağının değerleri denklem (4) ile ölçülür,

$$y_{i,j} = LB_{i,j} + rand(0,1) \cdot (UB_{i,j} - N_{i,j}) \quad (3.8)$$

Bir konum bağlandığında bir yiyecek kaynağının uygunluğu artmazsa, o terk edilir ve kaşif arılar tarafından keyfi olarak üretilen bir yiyecek kaynağıyla değiştirilir; bunları PSO'nun geri bildirim mekanizmasına ve varyasyon özelliğine benzer şekilde sıralıyorlar.

Her yinelemede arı grubundaki her parçacık, çalışma uzayında yeni bir konuma hareket eder. (i) parçacığının  $k + 1$  ve  $x_i(k + 1)$  yinelemesindeki yeni konumu, bir  $v_i(k + 1)$  hızının mevcut  $x_i(k)$  konumuna birikmesiyle hesaplanır.

$$X_i(k + 1) = X_i(k) + V_i(k + 1) \cdot \Delta t \quad (3.9)$$

nerede  $\Delta t$  ve normal PSO uygulamalarını kullanarak, zamanın değeri  $\Delta t = 1$  olsun. Bu iyi biliniyor olabilir, ancak mevcut çalışma, değişken kullanılarak geliştirilmiş sonuçları doğruladı  $\Delta t$ . Yeni parçacık hızı,  $v_i(k + 1)$ , denklem (5)'te sunulduğu gibi yeni konum vektörü  $x_i(k + 1)$ 'i elde etmek için mevcut konuma eklenir. Yerel en iyi parçacık, aşağıdaki denklemlerden parçacık hızının ve PSO'nun konumunun hesaplanmasında kullanıldı:

$$V_k^{new} = M \times V_i^{old} + K_1 \text{Rand}_1(Pbest_i - X_i^{old}) + K_2 \text{Rand}_2(gbest_{is} - X_i^{old}) \quad (3.10)$$

Konum güncelleme kuralı aşağıdaki denklemde değişmeden kalır:

$$X_i^{new} = X_i^{old} + X_i^{new} \quad (3.11)$$

Burada  $v_i$  yeni i parçacığının yeni hızı,  $w$  atalet ağırlığı,  $v_i$  eski i hızının bir önceki adımına eşit ve  $X_{eski\ i}$  parçacığın eski konumu,  $K_1 = K_2$  değerleri arasında  $[0, 1]$ . Denklemlerden (3,7), i parçacık indeksidir,  $V_k^{new}$ : Parçacık hızı,  $X_i^{old}$ : Parçacık konumu,  $Pbest_i$ : En iyi tekil parçacık konumu,  $gbest_{is}$ : En çok “hatırlanan” sürü konumu.

$r_1, r_2$ : Rastgele aralık  $[0 - 1]$ ,  $\text{Rand}_1, \text{Rand}_2$ : -1 ile 0 arasında rastgele aralık ve

$K_1, K_2$ : Bilişsel ve sosyal parametreler,  $M$ : Atalet ağırlığı.

Bir parçacığın hızı, kendi en yüksek hızının diğer tarafına giderse, bu hız, değere göre gruplandırılır  $V_{Max}$  ve daha sonra konum güncellemesinden önce şu şekilde değiştirilir:

$$V_i^{t+1} = \min(V_i^{t+1}, V_{max}) \quad (3.12)$$

Maksimum hız doluysa parçacıklar rastgele hareket edebilir ve en iyi çözünürlüğe yaklaşabilir. Ayrıca, eğer o da küçükse, parçacığın hareketi kusurludur ve sürü yeterince arama yapamayabilir veya sürü, yerel bir optimum çözünürlükte hapsedilebilir. Her süper sürü parçacığı, optimize edilecek PSO faktörleri kümesi olarak görünür. Her süper sürü parçacığının işlevi, analiz optimizasyonu konularının sayısına ve alt sürü optimizasyonlarının tekrar sayısına bağlı olarak ölçülür. PSO algoritması kullanılarak görüntüdeki her piksel, en yüksek uygunluk fonksiyonuna bağlı olarak bir küme halinde kategorize edilir.

### 3.4 ACO için Denklemlerin Formülasyonu

ACO algoritmaları, karıncaların yiyecek elde etmek için minimum uzunluktaki yolları seçebildikleri gözlemlenen yiyecek arama davranışlarından esinlenmiştir. Koloni üyeleri arasında iletişim aracı olarak hizmet eden kimyasal yolları salgılar.

Bazı karıncalar yolculuklarına yuvadan başlar ve yiyecek ararlar.

Yarısı rastgele yüksek yol boyunca ilerleyecek, diğer yarısı ise alt yolu seçecek. Karıncaların aynı hızla hareket ettiğini varsayarsak, kısa yolu seçenler besin kaynağına ilk ulaşanlar olur ve geri dönüş yolculuğuna başlarlar, böylece bir feromon bağı oluşur.

Karınca sistemi adı verilen ilk karınca kolonisi optimizasyonu (ACO), 1991 yılında Macro Dorigo ve meslektaşları tarafından karınca davranışı üzerine yapılan çalışmadan ilham aldı. Karınca kolonisi oldukça organize olup, feromon aracılığıyla diğerleriyle mükemmel bir uyum içinde etkileşime girer. Optimizasyon problemleri karıncaların davranışları simüle edilerek çözülebilir. İlk karınca sistemi algoritmasının önerilmesinden bu yana KKO'da pek çok gelişme yaşandı. Karınca kolonisi sistemi algoritmasında, optimal sonucu aramak için karıncaların yerel feromonu kullanılır. Ancak hesaplamanın en büyük dezavantajı sınırlamaları ve bazen verimsizliğidir. Thomas Stutz vd. ANT, 2000 yılında MAX-MIN sistemini (MMAS) tanıttı. En iyi ACO algoritmalarından biridir. Yerel yakınsamayı önlemek için her uçustaki veya alt kombinasyondaki toplam feromonu sınırlar. Ancak feromon azalması MMAS'ta yakınsama oranını yavaşlatır. Optimizasyon algoritmasında yerel en iyi çözümü ararken veya durgunluğa ulaşıldığında algoritmanın en iyi küresel en iyi değeri

aramayabileceği bilinmektedir. Sınırlı bilgimize göre, yalnızca Jun Ouyang ve arkadaşları çok kolonili karınca sistemleri için geliştirilmiş bir karınca kolonisi sistemi algoritması önerdi. Algoritmalarında karıncalar yerel en iyi çözüme ulaştığında, algoritmanın yerel en iyi çözümden kaçmasını sağlamak için feromon azaltılacaktır. Karıncalar yerel bir optimal çözüme veya durağanlık durumuna ulaştıklarında, en iyi küresel optimal çözüme yakınsamayacaklardır. Her karınca kolonisi sisteminin kendine ait feromon matrisi ve parametreleri vardır ve yerel optimal çözümü kaydeder.

Birçok kontrol edilemeyen optimizasyon sorunu (Babaee Tirkolaee vd., 2020) ve bu nedenle açıkça çözülemez, dolayısıyla Vahiy ihtiyacı Makul zamana alışmak için gerçek dünya problemlerini çözerken. Karınca Kolonisi Optimizasyonu (**ACO**) (Dorigo vd., 2006; Dorigo ve Stützle, 2019) neredeyse gibi optimize edilmiş yeni bir konsept için bir dizi yöntem Vahiy'in üstünde dayalı doğal mekanizmalar ve davranış kuralları ve iletişim kolonisi karınca oluşur Karınca kolonisi algoritması koloninin davranışını kopyalamaya dayalıdır gerçek karınca özellikle fikir onların keşfedici davranışlarında A orada yiyecek bulmak. Aslında formda benzersiz bir özellik ile ilgili koloni olmayanlar arasında doğrudan bir ilişki orada karınca (karıncalar –Akıllı) temelinde ile ilgili feromon adı verilen bir kimyasal karınca true her sürümde iletişim kurmak için Olumsuz. Özellik bu yöntem şu ki; kopyalamak için kullanılacak birden fazla ve farklı the kullandığı ve aynı zamanda da zorlu olanlardan biri ve minimum değişikliklerle diğer optimizasyon problemleri için kullanılabilir.

İlk algoritma, gezgin satıcı problemini çözmek için geliştirildi. Marco Dorigo önerildi ve daha sonra ***QAP gibi karmaşık, kontrol edilemeyen optimizasyon problemlerini çözmek için kullanıldı.*** Bu dizginlenemeyen en zor optimizasyon problemlerinden biri ve ağda yönlendirme gibi diğer konular, Alt EkranKısıtlama Memnuniyeti vb. sorunlar kullanıldı ve başlangıçta umut oluşturuldu, ancak artık bu algoritmanın verimliliği TSP'nin yaptığı diğer algoritmalarından biraz farklı. Çözüldü rekabet edemiyorlar algoritma araştırmalarının ana odak noktasıdır bir algoritma üzerinde karınca kolonisi daha iyi performans gösterisine odaklanan gün.

Doğal olarak bu algoritma Yine TSP konusunda. Bunun sonucunda en iyi çözüm üzerine yapılan çalışma ve çözümlerin keşfedilmesine yol açtı Verimliliği artırmak için arasında karınca kolonileri olarak bulgular gelişim arasında bulgular şöyledir.

Karınca Sistemi Minimum-Maksimum (**MMAS**) algoritmalarından türetilen bir karınca kolonisi optimizasyon algoritması yani optimizasyon problemlerinin çözümünde daha verimli kullanılabilir.

Aslında en iyi gösteri, kombinatorial optimizasyonun çözümü için karınca kolonisi algoritmasının sunduğu bir çözüm sunuyor karıncalar tarafından üretilen kullanımla ilgili yerel arama algoritması gelişiyor yukarı.

Böylece deneysel sonuçlar gösteriyor şimdi **MMAS** Algoritmanın sonuçları **TSP'nin** problem çözümünde karınca kolonisi ve **QAP** Sahip olmak.

Araştırma sonuçları, paralel algoritmaların uygulanmasına göre performans (hız) karınca kolonisi cıvata konularında sıralı algoritma uygulayacak ile ilgili on ve dizginsiz açıkça ve dolayısıyla kapsamlı araştırma the su the uygun bir paralel algoritma ve olabilir.

**Davranış arasında tüm ile ilgili the algoritma ile ilgili temalar kolonya ile ilgili karıncalar**

Algoritma **ÖKO** ile ilgili karınca belirli bir algoritma sınıfıdır. Çözüm bulmak için yapı ve prosedür biçiminde, en düşük maliyetle en kısa yol olacak şekilde formüle edilmiştir.

### **3.4.1 Mekanizma Algoritması ile İlgili Temalar Karınca Kolonisi**

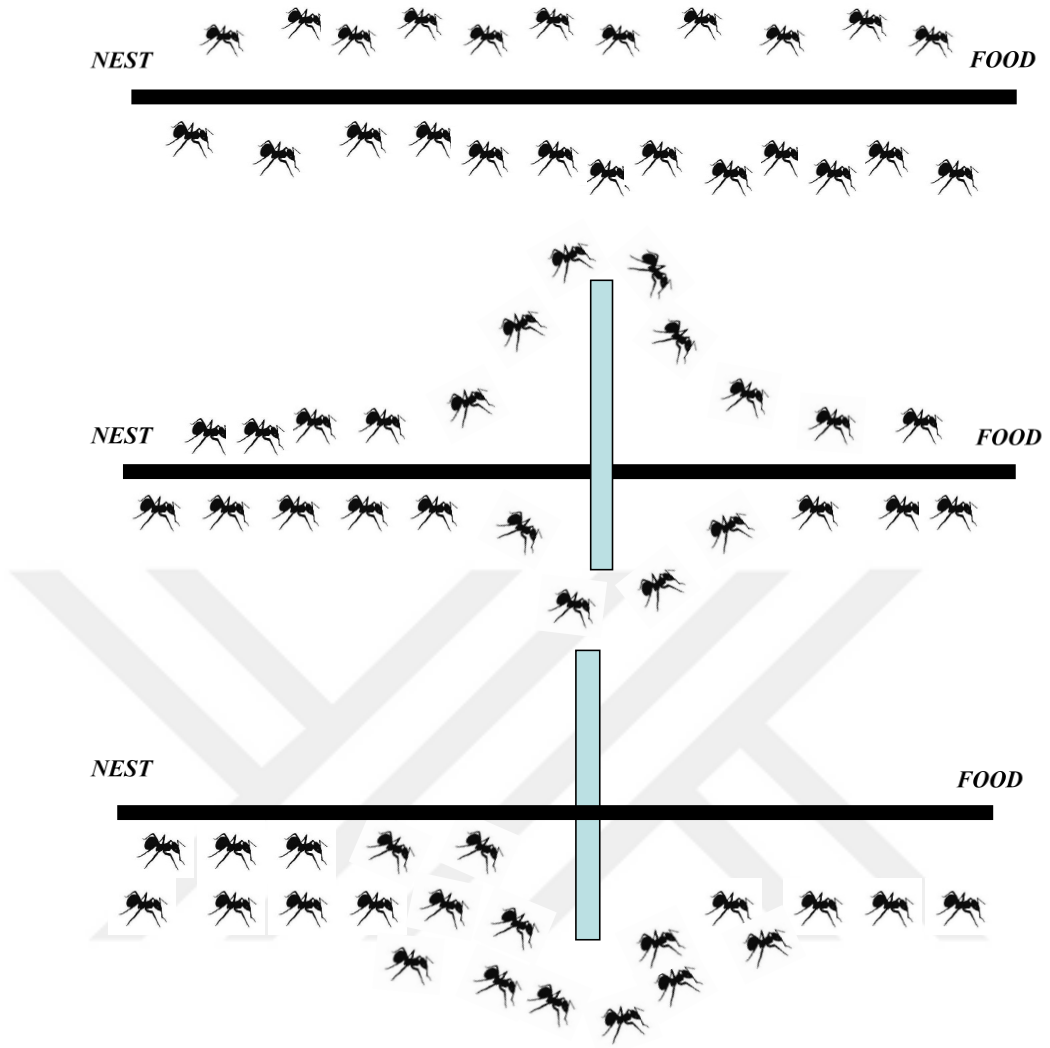
Daha önce de belirtildiği gibi algoritma karınca kolonisi başlığına dayalı the koloninin davranışını yakalayın ve taklit edin karınca. Küçük karıncalar iki nokta arasındaki en kısa yolu bulabilirler. Rastgele bir şekilde ilk önce karınca için BT yiyecek aramak için, ardından belirli bir yerde the tek yol ile ilgili karıncaların feromon dediği bir kimyasal soldaki kutu olmak. Feromonların rolü diğer karıncaların Hedef noktaya

yönlendirilir Olumsuz. İçin the seçim miktarına göre küçük karınca feromonları rotası olmak.

Feromonların geri kalanı ile ilgili karınca yiyecek miktarına bağlıdır the kayıp ve ile ilgili karınca sayısı ve ile ilgili içinden geçen dışarıda.

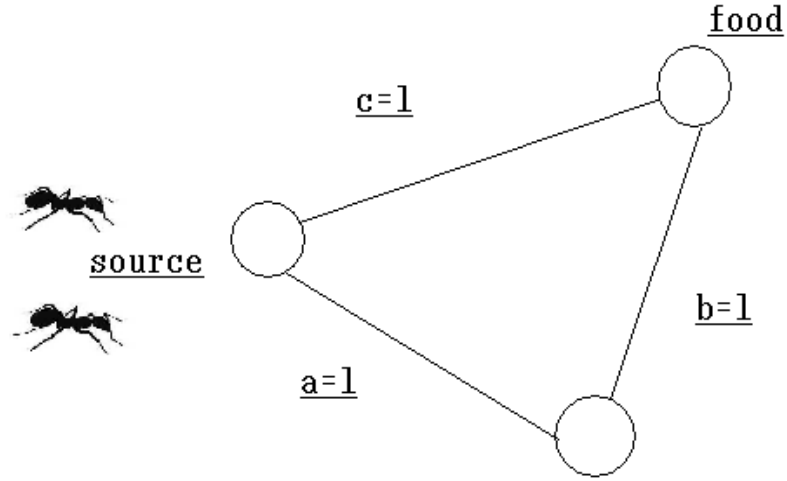
Figür 3.3 bir örnek gösterir ile ilgili karıncanın hareket mekanizması piste uygun yiyecekler elde etmek için feromon. Bir engelle karşılaşıldığında, olasılık tüm karıncalara eşit yolu almak için ile Orada soldaki, yolun aşağısındaki yol, yukarı çıkan yoldan daha kısa. Sonuç olarak, aşağı akış yolu yüksek düzeyde feromonlara sahip olacaktır. Çünkü karıncalar Aşağıya doğru giden yolda kısa sürede amacına ulaştıklarını ve geri dönen yoldaki feromonun arttığını, ardından Karınca'nın Yüksek düzeyde ret feromonlarının mevcut olduğu yerleri seçin.





Şekil 3.3 davranışları karıncalar dır-dir içinde çarpışma ile engel

Şekil 3.4'te ayrıca gösterilmektedir Karıncaların besine ulaşmak için feromon yollarına göre hareket mekanizmasına bir başka örnek:



Şekil 3.4 Karıncalar tarafından rota seçimi gıdaya ulaşmak için

Şekil 3.5’de görüldüğü gibi ayrıca gözlenen bir kenar (köken) ve bir besin kaynağı (varış yeri) gösterilmektedir. Aynı anda iki karınca A kaldırılan yuvadan yiyecek bulmak ve her biri rastgele ile Kendilerine sunulan iki yoldan birini seçebilecekler (oradan seçebilecekleri birden fazla yol da olabilir) ve yollarını işaretlemeye başladılar.

Karınca uzunlamasına  $1L$  yolunu aldıktan sonra Yiyecek ve aynı zamanda yuvaya dönüş yolunun da işaretiydi Olumsuz Uzun bir yolculuktan sonra Ant  $22L$  Yiyecek ve bu, karınca 1’in orijinal konumuna (yuvasına) geri döndüğüsırada, yani karınca feromonları zamanında, karıncaların yolundaki feromon miktarından 1 kat daha 2 fazlaolabilir. Bu sürenin sonunda, birkaç karıncaya yiyecek bulmaları için yuvayı terk etmeleri verilirse, karıncaların hissettiği yol üzerindeki feromonların miktarı artar ve muhtemelen bunların çoğu (ve belki hepsi) karıncaların yolu üzerinde olur. bir Karınca 2’nin yolunu seçmesi ve sayması çok daha az olabilir ve karınca 1’in yol üzerindeki trafiği arttıve dolayısıyla yol üzerindeki feromon miktarı, karıncaların 2 yakınındaki yolu seçme olasılığının giderek arttığı bir noktaya geldi. Sıfır ve zamanla, feromonlar kuru bir yolda mevcut olabilir.

### 3.4.2 Yapı ile İlgili Karınca Kolonisi Algoritması

Algoritma, gerçek karıncanın oluşturulduğu koloniden ve neden karınca algoritması ve sisteminin karınca sistemi olarak adlandırıldığı hakkında bilgi verilecektir. Amacımız sadece karınca kolonilerinden oluşan simülasyon kolonisi olmadığı için

yapay karınca kolonisinin birkaç farkı karıncaların gerçek ve doğal olmasıdır. Bu koloninin bazı özel özellikleri şunlardan oluşur:

- a. Ant Synthetic'in çok sayıda hafızası var
- b. Tamamen kör değiller
- c. Yaşam ortamında kontrast ortamının bulunduğu süre gerçek ayrık

Algoritma bu şekilde çalışır karınca sık sık cevapla aday ve sav feromon içerebilir. Cevap herhangi bir karınca tarafından yapılan aday ile ilgili boş bir cevap ve ardından tamamlanana kadar karıncalar ile ilgili eksiksiz bir çözüm bileşenleri ile ilgili hangileri the cevaplayacak biri eklemek.

Cevabın bir kısmındaki tam çözümden sonra cevabın bir kısmı bulunur ve dolayısıyla bundan böyle diğer karıncalar tarafından süreçte kullanılması daha sık olacaktır. Genel değişiklikler nedeniyle optimize edilmiş çözümler garanti edilmez karınca yoktur ve bu nedenle Algoritmalarından yararlanabilir yerel arama iyileştirmesi ile ilgili hayat.

Aslında durdurulamayan kombinatoriyal optimizasyon problemleri için en iyi cevabı, algoritmanın bulduğu çözümü birleştirerek elde edin. Karınca kolonisi ve gibi yerel arama algoritmalarının bir sonucu olabilir.

Genel olarak, hemen hemen tüm algoritmalar karınca kolonileri tarafından kombinatoriyal optimizasyon problemlerini çözmek için kullanılan yapıyı takip etmektedir.

*Statik kombinatoriyal problemler için Prosedür ACO algoritması*

*Parametreleri ayarlayın, feromon izlerini başlatın*

*(sonlandırma koşulu karşılanmadı) iken*

*Çözümler Oluşturun*

*İsteğe bağlı Yerel Arama % 'sini uygulayın*

*Parkurları Güncelle*

*Son*

*Son*

Feromonların ve diğer parametrelerin yolunu başlattıktan sonra ile ilgili koşullar bitene kadar bir ana döngü tekrarlanır (yani Belirli sayıda çözüm üretebilir ve ile ilgili **CPU** zamanındaki sınırlar)

Karınca Çözümlerinin ana döngüsünde, eylemler tarafından üretilen çözüm yapılabilir ile ilgili yerel bir arama gelişebilir the sızdırmazlık ve sonuçta reddedilen feromon güncellendi.

Ayrıca aşağıdaki gözlemdeki karınca kolonisi algoritmasının başka bir örneği:

### **1. Adım: Başlatma**

Nüfus büyüklüğü (K) =? % toplam yapay karınca veya ajan sayısı

Ta = ? % feromon başlangıç değeri

Alfa = 1 ? % feromon üstel ağırlığı

Beta =1 ? % feromon sezgisel ağırlığı

Ro = ? % feromon buharlaşma ağırlığı

*Feromon izini başlat*

### **2. Adım:**

*Her karınca için Tekrarla*

*Feromon izini kullanarak sololutions yapımı*

**3. Adım:**

*Her karıncayı belirtilen düğüme konumlandırın*

$$p_{ij}^k = \frac{(\tau_{ij})^\alpha (\rho_{ij})^\beta}{\sum (\tau_{ij}^\alpha) (\rho_{ij}^\beta)}$$

$k^{\text{th}}$  ant move from node i to j

p is probability of moving from i to j

**4. Adım:**

population size

**5. Adım:**

Repeat until ant build the best solution

**6. Adım:**

Up dat best solution

**7. Adım:**

Aply offline phormone updat

Pheromone updateing equation

$$\tau_{ij} = (1 - p) \tau_{ij} + \sum_k^m \Delta \tau_{ij}^k$$

p pheromone evaporation

$m$  is number of ants

$\tau_{ij}$  is total pheromone deposit by ant on path  $i, j$

$$\Delta\tau_{ij}^k \begin{cases} \frac{Q}{L_k} & , Q \text{ is constant } (Q = 1) , L_k \text{ path length} \\ 0 & , \text{otherwise} \end{cases}$$

#### **8. Adım:**

Display the past solution

***Feromon izini güncelleyin***

***Durdurma kriterlerine kadar***

Aşama: ilişkilendirme ve başlatma yolu feromonların

Adımı tekrarlayın:

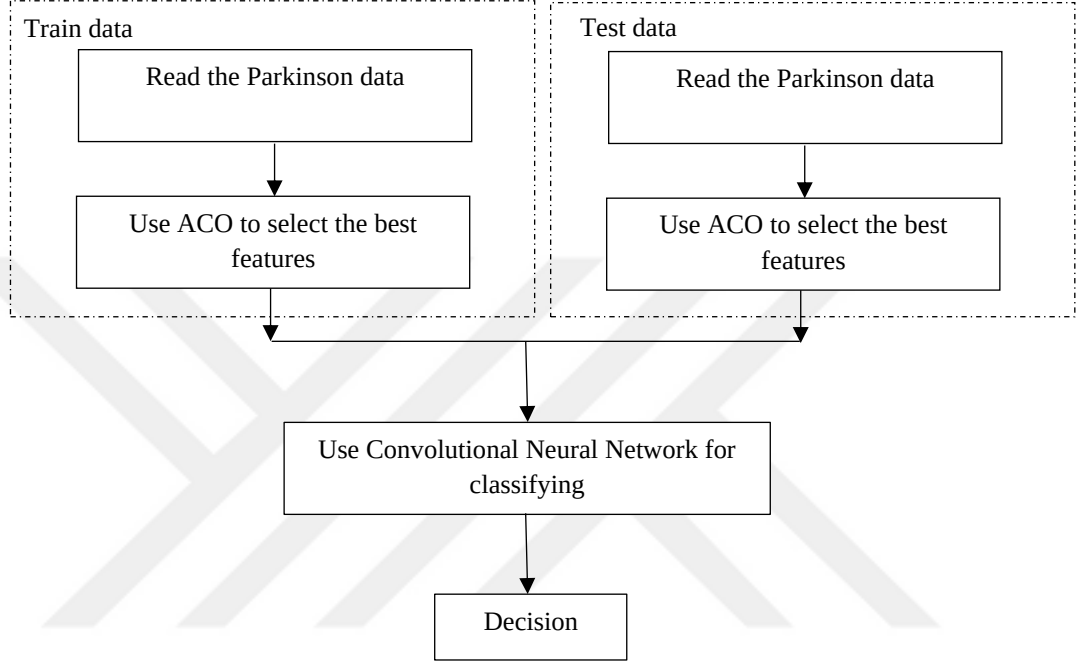
- a. Her karınca tekrarı için olmak
- b. Feromon yollarını kullanarak çözümler üretin
- c. Parça ne zaman durma durumuna kadar feromon

Yukarıda bahsettiğimiz gibi ilk etap bir parkurdan oluşuyor feromon ve is'in başlatılması. Her karıncanın tekrarladığı ile ilgili Kanuna göre soruna tam çözüm, üretimin devri değil.

Bütün karıncalar ve ile ilgili olarak üretilen bir çözüm Feromonların iki fazı halinde sunulduğunda genel kural, bir buhar fazıdır ve feromonların bir kısmı buharlaşır. Ve ile ilgili karıncaların herhangi bir miktarda feromonun sığabileceği güçlendirici bir

aşama ve rezonans bu kendi bulduğu çözümlere uyuyor mu? Bu süreç koşul sağlanana kadar tekrarlanır.

Parkinson hastalığı tanısı için önerilen yöntemin akış şeması şekil 3.5'te gösterilmektedir.



Şekil 3.5 Önerilen yöntemin akış şeması

### 3.5 Genetik Algoritma

Bildiğimiz gibi canlılar çok karmaşık bir yaşamsal ve kalıtsal yapıya sahiptirler; Bu kalıtsal sistemin pek çok sırrı bugüne kadar çeşitli bilimlerin ulaşamayacağı bir yerdedir. Bu bölümde incelenen, zor optimizasyon problemlerinin çözümünde canlı organizmaların genetik sistemini temel alan özel bir algoritmanın kullanılmasıdır. Bir çocuk ebeveynlerinin çocuğu olarak doğduğunda, ebeveynin birçok özelliğini taşır. Her ne kadar bazı özellikleri tamamen bağımsız ve kendi içinde şekillenmiş olsa da, çoğu özelliğini doğuştan anne ve babasından almıştır. Burada ilginç olan nokta, aslında her ebeveynin bazı özelliklere sahip olması (bu özelliklerin iyi veya kötü olduğuna dair bir tartışma olmadığını ve yalnızca kalıtlarının önemli olduğunu unutmayın) ve diğerlerinden de yoksun olmalarıdır. Pratikte bu ikisinin genetik sistemlerinin birleşiminden elde edilecek sonucun her ikisinden de çok daha iyi olması bekleniyor. Elbette bunun sadece basit bir teori olduğunu ve gerçek dünyada bu kalıtımda başka

parametrelerin de etkili olabileceğini belirtmek gerekir, ancak genetik algoritmalar tartışılırken yapılan açıklamalara göre bu amacın büyük bir kısmı dikkate alınmaktadır (Mirjalili, 2019; Rajasekaran ve Pai, 2003; Vose, 1999).

### 3.5.1 Genetik Algoritmada Temel Kavramlar

Genetik algoritmalar Darwin'in evrim teorisine dayanmaktadır ve genetik algoritmalar aracılığıyla çözülen problemlerin çözümleri giderek gelişmektedir.

**Nüfus** - Verilen problemin tüm olası çözümlerinin (kodlanmış) bir alt kümesidir.

**Kromozomlar** belirli bir soruna böyle bir çözümdür

**Gen**, kromozomda bulunan bir elementtir.

**Alel**, bir genin belirli bir kromozom için aldığı değerdir.

**Genotip**, hesaplama alanındaki popülasyon büyüklüğüdür. Bilgisayar kullanılarak işlenebilir

**Fenotip**, gerçek dünya çözüm alanındaki bir popülasyondur

**Kod çözme ve kodlama** Fenotip, genotiple aynıdır. Ancak çoğu durumda fenotip genotipten farklıdır. Dolayısıyla kod çözme, genotipten fenotipe dönüşüm süreci iken şifreleme, fenotipten genotip alanına dönüşüm sürecidir.

### 3.5.2 Genetik Algoritmalar Genel Bakış

GA'nın en önemli iki operatörü ve temeli kombinasyon ve mutasyon operatörleridir. Bir sonraki soru, çocukları birleştirecek ebeveynlerin nasıl seçileceğidir? Hepsindeki ana fikir, daha iyi ebeveynlerin daha iyi çocuklar üreteceği umuduyla daha iyi ebeveynler seçmektir. Buradaki sorun, yeni popülasyonun yalnızca yeni yavrular aracılığıyla oluşturulması durumunda, bu sürecin önceki neslin kromozomlarının



silinmesine yol açmasıdır. Bunun olmasını önlemek için önceki neslin en iyi cevabı her zaman hiçbir değişiklik yapılmadan yeni nesle aktarılır (Too ve Abdullah, 2021).

### 3.5.3 Genetik Algoritmanın Genel Adımları

Genetik algoritmanın genel adımları aşağıda gösterilmiştir. Görüldüğü gibi genetik algoritmanın temel prensipleri oldukça geneldir. Bu nedenle farklı konular için dikkate alınması gereken birçok farklı faktör vardır. İlk soru bir kromozomun nasıl oluşturulacağıdır? Veya ne tür bir kodlama seçmelisiniz?

- a. N kromozomdan oluşan birincil popülasyonun üretimi
- b. Popülasyondaki her x kromozomu için  $f(x)$  değerlendirme fonksiyonunun incelenmesi
- c. Aşağıdaki gibi yeni bir popülasyon oluşturun:
  - Uygunluklarına bağlı olarak bir popülasyondan iki ebeveynli kromozomların seçimi.
  - Çocuk oluşturmak için kombinasyon operatörünü uygulama ve daha sonra ebeveynler üzerinde kombinasyon işlemini gerçekleştirme olasılığı için belirli bir miktar dikkate alındığında (yeni bir kombinasyon yapılmaz ise çocuklar aynı ebeveynler olacaktır)
  - Herhangi bir yerdeki çocukların önce mutasyon, sonra değişim ihtimalini görmek
  - Yeni popülasyondaki yeni çocukların değiştirilmesi
- d. Algoritmanın gelecekteki uygulamaları için yeni popülasyonun kullanılması
- e. Durdurma koşullarını görürseniz algoritmayı çalıştırmayı durdurun ve mevcut popülasyondaki en iyi yanıtı döndürün
- f. 2. adıma kadar tekrarlayın
- g. Kodlama Kodlama Yöntemleri

Genetik algoritma bunların kodlanmış biçimiyle ilgilenir. Genetik algoritmalarda yaygın olarak kullanılan kodlama yöntemleri şunlardır:

A. İkili kodlama

B. Artık kodlama (Permütasyon Kodlaması)

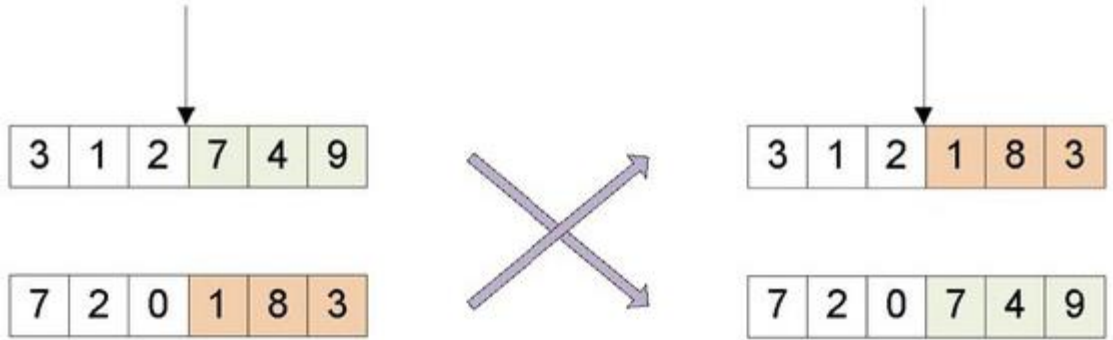
C. Değer kodlaması

D. Ağaç kodlaması

Şimdi yukarıda tanıtılan dört kodlama yönteminin tümü açıklanmaktadır.

#### **A. İkili kodlama**

Bu kodlama en yaygın kodlama türüdür. Bu teknikte kromozom sırasıyla 0 ve 1'i kapsayan bir bit dizisidir. İkili kodlama birçok durumu kapsayabilir. Şekil 3.6 ikili kodlamanın bir örneğini göstermektedir.

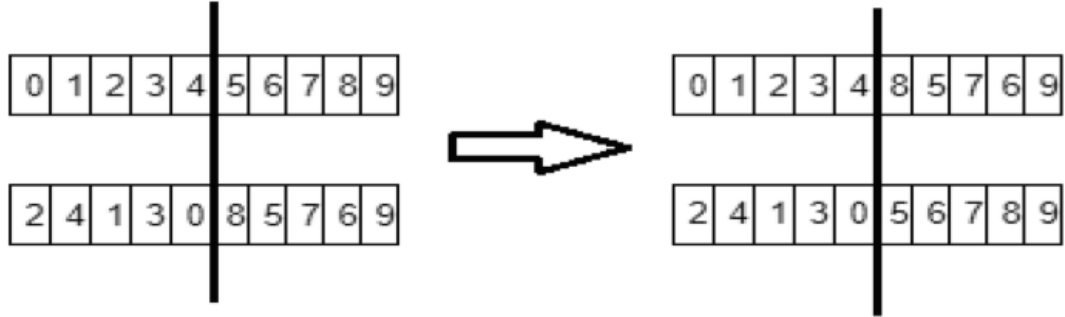


Şekil 3.6 İkili kodlamaya bir örnek (Venkatesh ve Mishra, 2020)

Öte yandan bu tip kodlamalar pek çok problem için normal değildir ve çoğu zaman birleştirme ve mutasyon operatörlerinden sonra düzeltmeler yapılması gerekmektedir.

#### **B. Mutant kodlama**

Bu tür kodlama, gezici satıcı problemi (TSP) problemi veya İş planlama (JS) problemi gibi sıralı sorunlar için kullanılabilir. Mutant kodlamada her kromozom bir sayı dizisidir. Şekil 3.7 bu tip kodlamanın bir örneğini göstermektedir.



Şekil 3.7 Mutant kodlamaya bir örnek (Katoch vd., 2020)

Mutasyon kodlaması yalnızca sıralı problemler için kullanışlıdır. Bu sorunlar için bile bazen füzyon ve mutasyon operatörlerinin uyumlu kromozomlar oluşturacak şekilde değiştirilmesi gerekir.

### C. Değer kodlaması (Permütasyon Kodlaması)

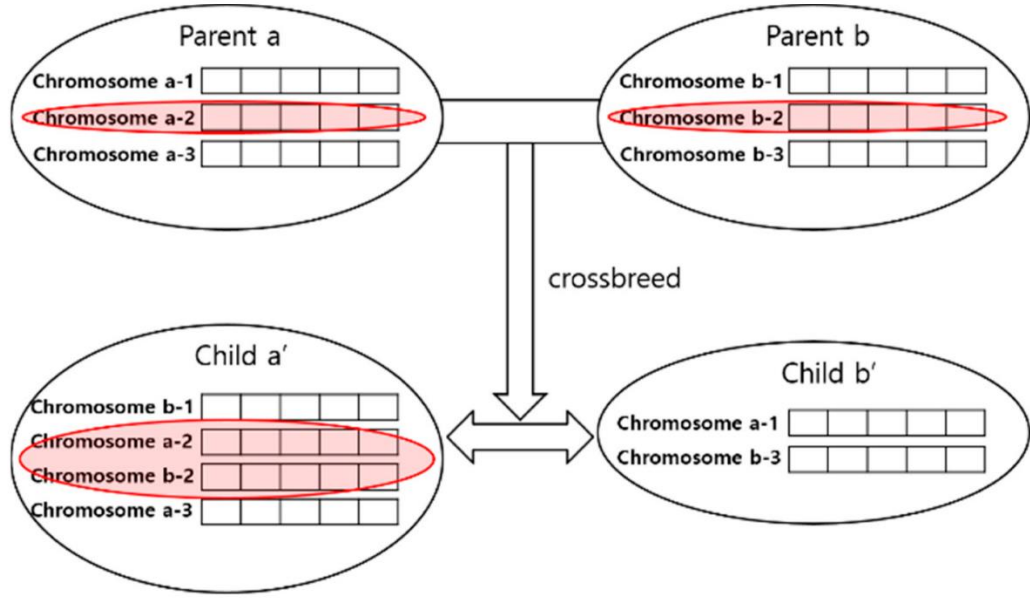
Bu tür kodlama, gerçek sayılar gibi karmaşık değerlerin kullanıldığı problemlerde kullanılır. Bu tür sorunlar için bu tür kodlamayı kullanmak çok zordur. Değer kodlamasında kromozom üzerindeki her genin özel bir değeri vardır. Kodlama, sınır ağı mimarisinde gereken ağırlıkların belirlenmesi gibi bazı spesifik problemler için de faydalıdır ve problemde belirtilen değerlere yönelik mutasyonlarda Bu parametre bir sayı, bir harf veya bir kelime olabilir. Bu tür kodlama, belirli problemler için yeni vardiya operatörlerinin ve mutasyonların geliştirilmesini gerektirir. Şekil 3.8 değer kodlamasının bir örneğini göstermektedir.

Örneğin:

Kromozom 1: 3.3245, 5.2132, 1.333, 121.5623 (gerçek sayılar)

Kromozom 2: kelime, sağ, sol, yüzde, dolar (kelimeler)

Kromozom 3: SSNSW, NWWN, NWNNN, SSSS (yönler)



Şekil 3.8 Değer kodlamasına bir örnek (Park vd., 2019)

#### D. Ağaç kodlaması

Ağaç kodlama, evrim programlarında evrimsel planlama için kullanılır. Ağaç kodlamada her kromozom, programlama dilindeki kapasiteler veya siparişler gibi öğelerden oluşan bir ağaçtır. Bu tür kodlama, evrimsel programlar için mükemmeldir. LISP programlama dili genellikle bu tür kodlamayı kullanır çünkü programları bu biçimde görüntülenir ve kolayca ayrıştırılabilir. Bu nedenle kombinasyon ve mutasyon operatörlerinin gerçekleştirilmesi de aynı derecede kolaydır (Jensen, 2019) .

#### E. Kromozom

Sorunun olası (uygun veya uygunsuz) yanıtı olarak kodlanan bir dizi veya bit dizisine kromozom denir. Aslında bir kromozomun parçaları doğadaki genlerin rolünü oynar. Her bit, bir dizi  $Q$  üye kümesinden seçilen ayrı bir değişkendir. İkili kodlama kullanılırsa, her bit iki değerden birini kabul eder, 0 veya 1, yani  $Q = 2$ . Bir kromozomda şekil 3.9’da gösterilen  $n$  gen veya bit bulunur. bu şekilde  $b_i$ , üyenin  $Q = m$  kümesinden seçilen  $i$ ’inci bitin değerini temsil eder.

|       |        |        |     |           |         |
|-------|--------|--------|-----|-----------|---------|
| $b_1$ | $b2\_$ | $b3\_$ | ... | $b_{n-1}$ | $b_n\_$ |
|-------|--------|--------|-----|-----------|---------|

Şekil 3.9 N-bitlik bir kromozomun  $m$ ,  $b_i \in (0,1,\dots, m)$ ,  $i = 1,2,\dots, n$  sayısal esasına göre gösterimi

#### 3.5.4 Genetik Popülasyon

Bir dizi kromozoma popülasyon denir. Genetik algoritmaların özelliklerinden biri, arama uzayındaki bir noktaya veya bir kromozoma odaklanmak yerine, bir kromozom popülasyonu üzerinde çalışmasıdır. Böylece her adımda algoritma, bir önceki adımdaki popülasyondan daha fazla özelliğe sahip bir kromozom popülasyonuna sahip olur. Kromozom sayısı çok küçükse, genetik algoritma ile yer değiştirme işleminin oluşturulma olasılığı çok az olacak ve arama uzayının sadece küçük bir kısmı araştırılacaktır. Öte yandan kromozom sayısı çok fazla ise algoritmanın hızı çok yavaş olacaktır. Araştırmaya göre, iyi büyüklükteki popülasyonlar yaklaşık 20 ila 30 kromozoma sahiptir. Elbette bazen 50 ila 100 kişilik popülasyonlar en iyi sonuçları verir (Davis, 1991; Mirjalili, 2019).

#### 3.5.5 Fitness Fonksiyonu

Genetik algoritmanın adımlarından biri, her adımda elde edilen sonuçların değerlendirilmesidir. Aslında her aşamada alınan cevapların değeri belirleniyor. Cevabın uygunluğu veya yetersizliği amaç fonksiyonundan elde edilen kriter ile ölçülür. Cevap ne kadar uygunsa, problemin bilgi kapsamını kullanmak da o kadar uygundur. Böyle bir cevabın hayatta kalma şansını arttırmak için, hayatta kalma olasılığı uygunluğuyla orantılı olarak dikkate alınır. Bu nedenle, daha uygun disiplinin yavru üretimine katılma ve daha fazla dizi oluşturma olasılığı daha yüksektir. Her aşamadaki en değerli cevaplar, bir popülasyondaki en güçlü varlıklar gibidir. Üreme sırasında düşük adaptasyonlu diziler popülasyondan elenir ve yüksek adaptasyonlu diziler bir sonraki popülasyonun üretimi üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olur. Normalde, mümkün olan yerlerde uyum fonksiyonu (1,0) uzaklığına normalleştirilir.

#### 3.5.6 Kombinasyon veya Yer Değiştirme Operatörü

Bu operatörün asıl görevi nüfusun refahını iyileştirmektir. Kombinasyon operatörü, popülasyonun korunması ve çeşitliliği için yavruların yalnızca iyi genleri miras almasına izin vermez. Bu operatörde ebeveyn kromozomları ve yavru kromozomlardan yavrular oluşturulduktan sonra en fazla değere sahip olan iki kromozom bir sonraki nesle aktarılır. Dikkat edilmesi gereken nokta, kombinasyon

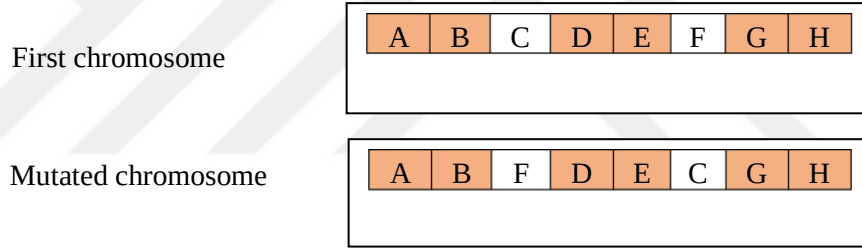
operatörünün geçersiz bir çocuk üretebileceğidir; Bu nedenle bu operatörü uyguladıktan sonra üretilen çocukların geçerli olup olmadığı kontrol edilmelidir.

### 3.5.7 Mutasyon Operatörü

Kombinasyon operatörünü uyguladıktan sonra, yerel optimal yakınsamayı önlemek ve popülasyonda çeşitlilik yaratmak için mutasyon operatörü kullanılarak bir dizi kromozom değiştirilir. Aşağıda en yaygın mutasyon yöntemlerinden bazıları verilmiştir.

#### a. Değiştirme yöntemi

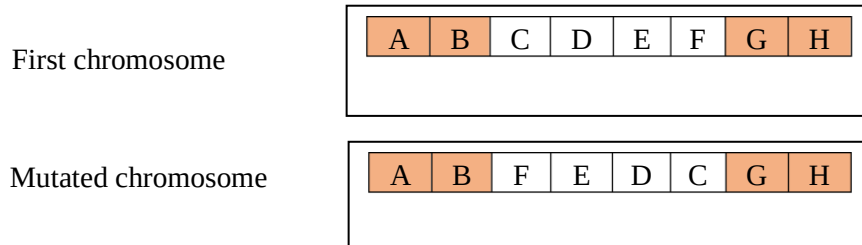
Bir kromozom üzerindeki iki gen veya iki gen bloğu rastgele seçilir ve yeniden konumlandırılır. Şekil 3.10 bir ikame mutasyonunun örneğini göstermektedir.



Şekil 3.10 Değiştirme yöntemi

#### b. Ters çevirme yöntemi

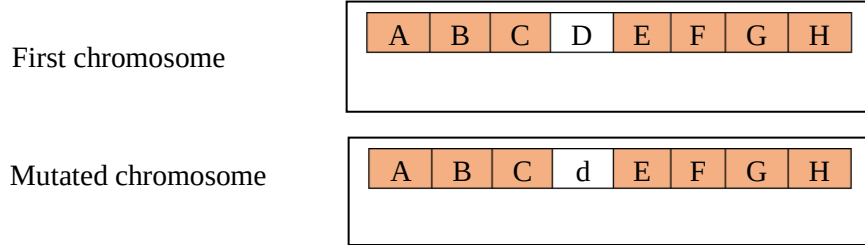
Kromozomdan rastgele iki gen seçilir ve iki gen arasındaki genlerin sırası tersine çevrilir. Şekil 3.11’de bir ters dönüşüm mutasyonu örneği gösterilmektedir.



Şekil 3.11 Ters çevirme yöntemi

### c. *Kısmi gen yöntemi*

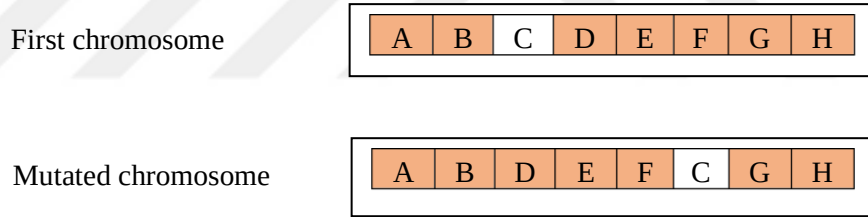
Bir kromozomdan bir gen rastgele seçilir ve değeri rastgele değiştirilir. Şekil 3.12 kısmi gen mutasyonunun bir örneğini göstermektedir.



Şekil 3.12 Kısmi gen yöntemi

### d. *Ekleme yöntemi*

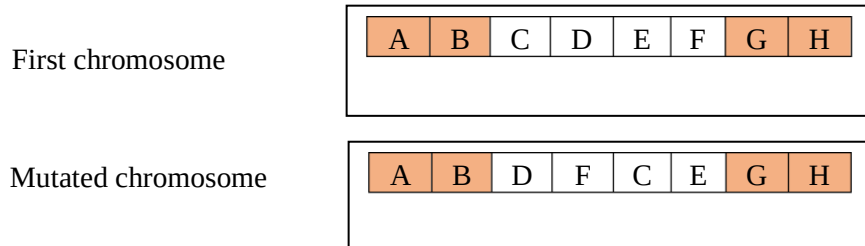
Bir kromozom üzerindeki bir gen veya gen bloğu rastgele seçilir ve başka bir rastgele noktaya eklenir. Şekil 3.13 bir türetme mutasyonunun örneğini göstermektedir.



Şekil 3.13 Ekleme yöntemi

### e. *Mutasyonu karıştır*

Bir gen bloğu rastgele seçilir ve rastgele yeniden düzenlenir. Şekil 3.14 karma yöntem mutasyonunun bir örneğini göstermektedir.



Şekil 3.14 Karıştırma yöntemi

## ***f. Seçim süreci***

Genetik algoritma operatörleri uygulandıktan sonra, bir sonraki hesaplama döngüsü için başlangıç popülasyonuna eşit bir sayıya sahip bir dizi dizi belirlenir. Bu küme tüm alt dizilerden (birleşim ve mutasyon operatörlerinden türetilen) ve bir dizi önceki aşama dizisinden oluşur. Bu sayıdaki birincil alanların seçimi, uygunluk sayıları daha yüksek olan alanlardan rastgele yapılır. Bu aşamaya amplifikasyon denir. Aşağıda seçim yöntemlerinden bazıları verilmiştir.

### ***1. Rulet çarkı yöntemi***

Rulet çarkı yöntemi en yaygın seçim yöntemlerinden biridir. Bir kişinin seçimi, her bir kişi için, o kişinin uygunluğunun popülasyondaki tüm insanların toplam uygunluğuna oranına eşit olan seçim olasılığının belirlenmesiyle yapılabilir. Seçimin olasılık dağılımı Denklem (2.3) kullanılarak oluşturulabilir.

$$p(k) = \frac{F_k}{\sum_{i=1}^n F_i} \quad (3.13)$$

Yukarıdaki ilişkide  $p(k)$  k. kromozomu seçme olasılığı,  $F_k$  k. kromozomun uygunluk derecesi,  $\sum_{i=1}^n F_i$  tüm kromozomların uygunluğunun toplamıdır ve  $n$ , popülasyon kromozomlarının sayısıdır.

Seçim işlemi aşağıdaki adımlara göre yapılır:

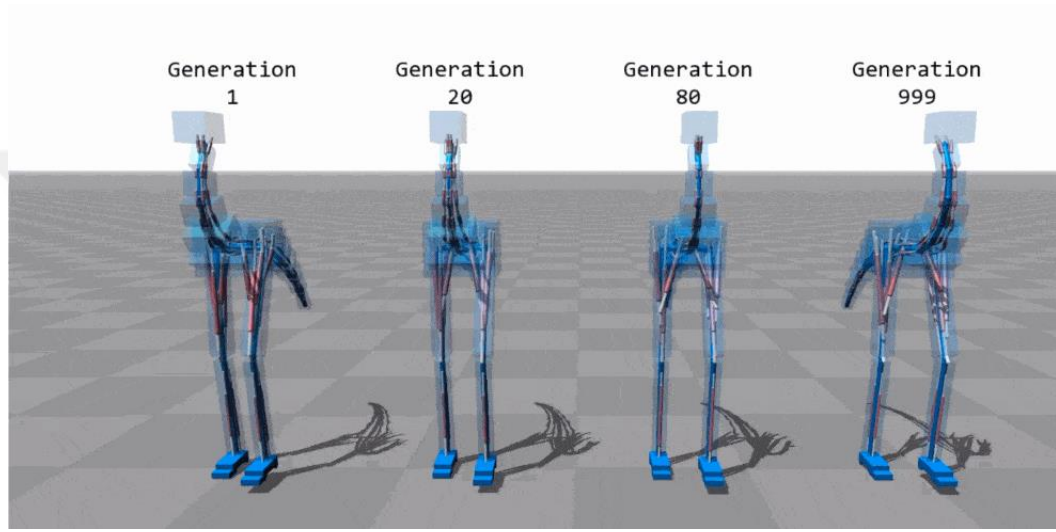
- a. Popülasyonun tüm üyelerinin uygunluğu hesaplanır ve FS olduğu varsayılır.
- b. 0 ile FS arasında rastgele bir sayı üretilir.
- c. Tüm kromozomların uyum değerleri, üretilen rastgele sayıya eşit veya daha büyük bir ürün elde edilinceye kadar birer birer toplanır.
- d. Son kromozom seçilir.

Bu işlem yeterli sayıda kromozom seçilene kadar tekrarlanır.



Bu yöntemle rulet çarkının uygulanmasında kişiler rulet çarkının üzerine yerleştirilerek uyum değerlerine göre çarkın bir kısmını işgal ederler. Daha sonra tekerlek döndürülür ve durdurulduktan sonra gösterilen kromozom gösterge tarafından seçilir. Seçim işlemi, rulet çarkını gerektiği kadar döndürür ve her seferinde çark durduktan sonra rulet çarkı indeksinin işaret ettiği kromozomu seçer.

Özellik seçimi animasyon olarak şekil 3.15’te gösterilmektedir.



Şekil 3.15 Animasyon olarak özellik seçimi

### 3.6 Veri Kümesi

Bu tezde kullanılan Parkinson Hastalığı Veri Seti, konuşma sinyallerini kaydeden NCVS'nin (Ulusal Ses ve Konuşma Merkezi) Denver (Colorado eyaletinin başkenti ve en büyük şehri) sitesi ile işbirliği içinde Max Little tarafından Oxford Üniversitesi'nde oluşturulmuştur. Bu veri seti aşağıdaki web sitesinden indirilebilir:

(<https://github.com/chaitanyabaranwal/ParkinsonAnalytics/blob/master/parkinsons.csv>)

Veri seti, 24'ü Parkinson hastası olan 32 kişinin ses ölçümlerinden oluşuyor. Veri seti tablosunda her sütun belirli bir ses ölçüsünü, her satır ise bu kişilerden elde edilen 195 ses kaydının her birini göstermektedir. Bu verinin amacı PH için 1, sağlıklı kişiler için

0 olarak sabitlenen durum sütununu dikkate alarak sağlıklı insanları hastalardan ayırmaktır.

Veri dosyası ASCII CSV konfigürasyonunda oluşturulmuştur ve dosyanın satırları bir ses kaydına karşılık gelen örneği içermektedir. Her hastanın adı ilk sütunda yer alır ve yaklaşık 6 kaydı vardır.

Veri dosyası matris formatında olup bu matrisin sütunları aşağıdaki 24 özellikten oluşmaktadır. Bu tezde kullanılan tüm özellikler Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

**İsim:** Bu veri setinde 15, 20, 25 numaralı üç kişiden 7’si, diğerlerinde 6 kayıt olmak üzere 32 isim olmak üzere toplam 195 ses kaydı bulunmaktadır.

1. phon\_R01\_S01\_1..6

2. phon\_R01\_S02\_1..6

3. phon\_R01\_S04\_1..6

4. phon\_R01\_S05\_1..6

196.fon\_R01\_S50\_6

**MDVP: Fo(Hz):** Temel frekans, insanların ses frekansının ne kadar düşük veya yüksek olduğunu ölçer. Parkinson Hastalığı Veri Setinde sağlıklı kişi için bu değer 11.073.900 ile 26.010.500, Parkinson Hastalığı için 8.833.300 ile 22.336.100 aralığındadır.

Jitter ve shimmer temel frekansta ortaya çıkan değişimler olarak tanımlanır. **Jitter, temel frekansın** bozukluğunu veya değişkenliğini temsil eder ve ses teli titreşiminin kontrol eksikliğinden etkilenirken, **parıltı** aynı rahatsızlığa hak verir ve ses emisyonunun yoğunluğu veya **ses dalgasının genliği ile ilişkilidir**. Parıltı, vokal kıvrımlardaki kitle lezyonlarından ve glottik direncin azalmasından etkilenir. Bunlar emisyon sırasında gürültünün varlığı ve nefes alma ile ilgilidir.

Hastaların fonasyon yeteneğinin değerlendirilmesinde perde, titreşim ve parıltı kullanılır.

Perde, konuşma sinyalinin temel frekansı olarak tanımlanır ve ses tellerinin titreşim periyoduyla ilişkilidir. Özellik sayısı ve özellikleri tablo 3.2’de gösterilmektedir.

Tablo 3.2 Özelliklerin sayısı ve özellikleri

| Özellik sayısı                                                                 | Özellik adı             | Açıklama                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                              | <b>İsim</b>             | ASCII konu adını ve kayıt numarasını içerir. Bu veri setinde 32 isim var                                                                                                                   |
| 2                                                                              | <b>MDVP:F0(Hz)</b>      | Ortalama vokal temel frekansını temsil edin. Çok Boyutlu Ses Programı (MDVP), tüm değişkenler üzerinde birçok akustik analiz yapılmasına olanak sağlayan bir araçtır.                      |
| Aşağıdaki terimler temel frekanstaki çeşitli varyasyon ölçümleriyle ilgilidir; |                         |                                                                                                                                                                                            |
| 3                                                                              | <b>MDVP:Fhi(Hz)</b>     | Maksimum vokal temel frekansını temsil edin.                                                                                                                                               |
| 4                                                                              | <b>MDVP:Flo(Hz)</b>     | Minimum vokal temel frekansını temsil eder.                                                                                                                                                |
| 5                                                                              | <b>MDVP:Titreşim(%)</b> | Yüzdesini temsil eder frekans istikrarsızlığı.                                                                                                                                             |
| 6                                                                              | <b>MDVP:Jitter(Abs)</b> | Mutlaklığını temsil eder frekans istikrarsızlığı. Temel frekansın bir çevrimden diğerine değişmesi olarak tanımlanabilir.                                                                  |
| 7                                                                              | <b>MDVP:RAP</b>         | Göreceli Ortalama Pertürbasyonun kısaltmasıdır. Bir dönem ile onun ve iki komşusunun ortalaması arasındaki ortalama mutlak fark olarak tanımlanabilir. ortalama süreye bölünür.            |
| 8                                                                              | <b>MDVP:PPQ</b>         | Perturbation Quotient’in kısaltmasıdır. Bir dönem ile o dönemin ve en yakın iki komşusunun ortalaması arasındaki ortalama mutlak fark olarak tanımlanabilir. ortalama süreye bölünür.      |
| 9                                                                              | <b>Titreşim:DDP</b>     | Ardışık titreşim döngüleri arasındaki farkların ortalama mutlak farkını temsil eder.                                                                                                       |
| Aşağıdaki terimler genlikteki çeşitli varyasyon ölçümleriyle ilgilidir;        |                         |                                                                                                                                                                                            |
| 10                                                                             | <b>MDVP: Işıltılı</b>   | Temsil etmek genlikteki değişim ölçüleri                                                                                                                                                   |
| 11                                                                             | <b>MDVP:Parıltı(dB)</b> | Tepeden tepeye genliğin desibel cinsinden değişkenliğini temsil eder.                                                                                                                      |
| 12                                                                             | <b>Parıltı: APQ3</b>    | Üç noktalı Genlik Pertürbasyon Katsayısı’dır. Bir periyodun genliği ile komşularının genliklerinin ortalaması arasındaki ortalama mutlak fark olarak tanımlanır. ortalama genliğe bölünür. |

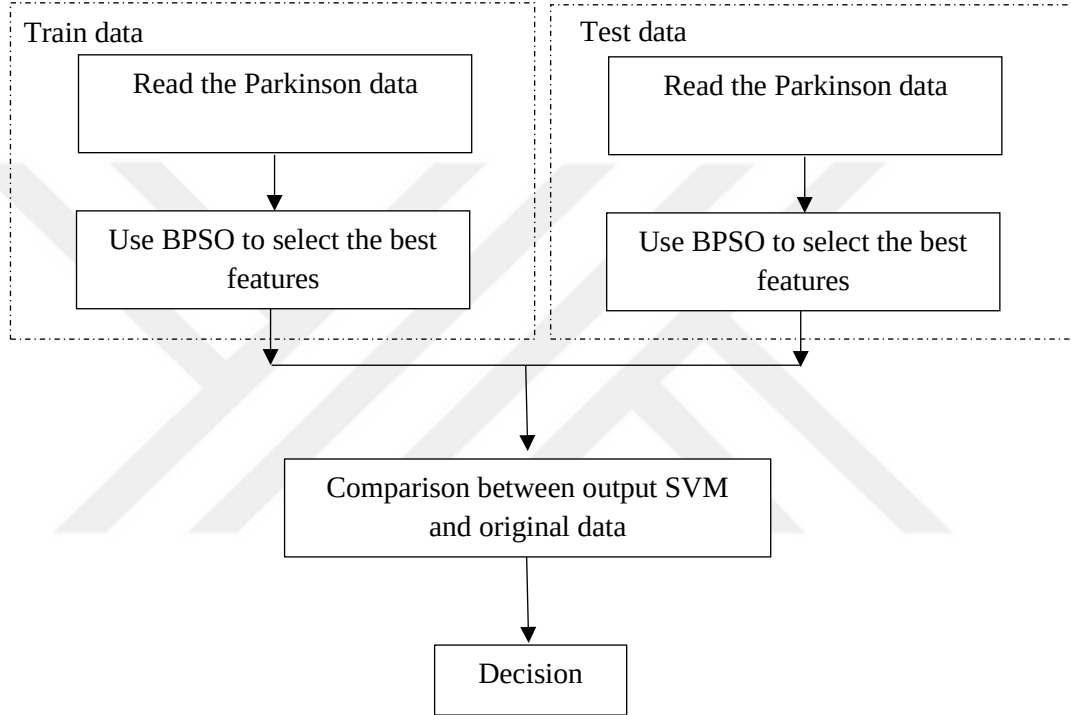
Tablo 3.2'nin devamı

| Özellik sayısı                                                                   | Özellik adı           | Açıklama                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13                                                                               | <b>Parıltı: APQ5</b>  | Beş noktalı Genlik Pertürbasyon Bölümüdür. Bir periyodun genliği ile onun ve en yakın dört komşusunun genliklerinin ortalaması arasındaki ortalama mutlak fark olarak tanımlanır. ortalama genliğe bölünür. |
| 14                                                                               | <b>MDVP:APQ</b>       | Genlik Pertürbasyon Bölümünü temsil eder. Konuşma sinyalinin tepeden tepeye genliğinin uzun vadeli değişkenliğini ölçer.                                                                                    |
| 15                                                                               | <b>Pırıltılı: DDA</b> | Ardışık dönemlerin genlikleri arasındaki ortalama mutlak farkları temsil eder.                                                                                                                              |
| Aşağıdaki terimler, sesteki gürültünün tonal bileşenlere oranının iki ölçüsüdür. |                       |                                                                                                                                                                                                             |
| 16                                                                               | <b>NHR</b>            | kısaltmasıdır gürültü-harmonik oranı. gürültünün sesteki ton bileşenlerine oranının ölçülmesi.                                                                                                              |
| 17                                                                               | <b>HNR</b>            | kısaltmasıdır harmonik-gürültü oranı                                                                                                                                                                        |
| 18                                                                               | <b>Durum</b>          | Deneğin sağlık durumu (bir) - Parkinson. (sıfır) – sağlıklı.                                                                                                                                                |
| Aşağıdaki terimler iki doğrusal olmayan dinamik karmaşıklık ölçüsüdür            |                       |                                                                                                                                                                                                             |
| 19                                                                               | <b>RPDE</b>           | Tekrarlama periyodu yoğunluk entropi ölçüsünün kısaltmasıdır. <u>Zaman serisi analizinde</u> bir sinyalin tekrarlılığına karar vermek için kullanışlıdır .                                                  |
| 20                                                                               | <b>D2</b>             | Korelasyon boyutunu temsil eder                                                                                                                                                                             |
| 21                                                                               | <b>DFA</b>            | Trendsiz Dalgalanma Analizi'nin kısaltmasıdır. Karmaşık ve durağan olmayan biyomedikal sinyallerin analizi için pratiktir. DFA Sinyal fraktal ölçeklendirme üssünü temsil eder.                             |
| Aşağıdaki terimler temel frekans değişiminin üç doğrusal olmayan ölçüsüdür       |                       |                                                                                                                                                                                                             |
| 22                                                                               | <b>yayılma1</b>       |                                                                                                                                                                                                             |
| 23                                                                               | <b>yayılma2</b>       |                                                                                                                                                                                                             |
| 24                                                                               | <b>KKD</b>            | Pitch periyodu entropisinin kısaltmasıdır.                                                                                                                                                                  |

## 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Aşama 1: PSO'yu Kullanın

Lösemi Hücresi tanıma için önerilen yöntemin akış şeması şekil 4.1'de gösterilmektedir.



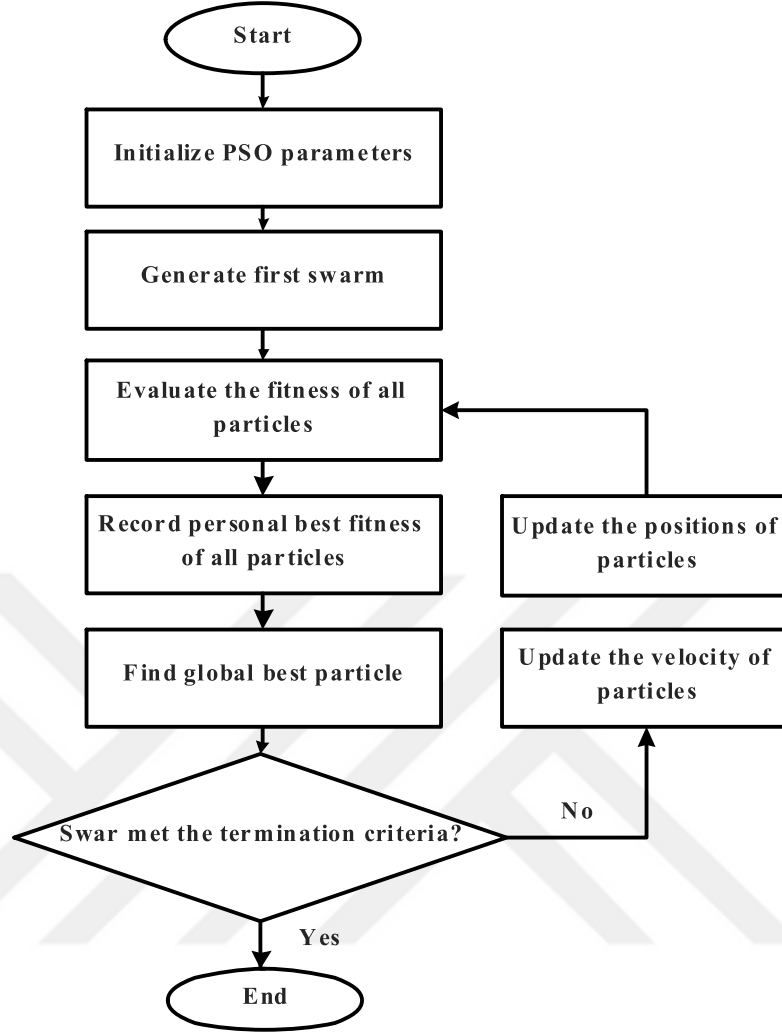
Şekil 4.1 Önerilen yöntemin akış şeması

BPSO için kullanılan parametreler tablo 4.1'de gösterilmektedir.

Tablo 4.1 BPSO için parametreler

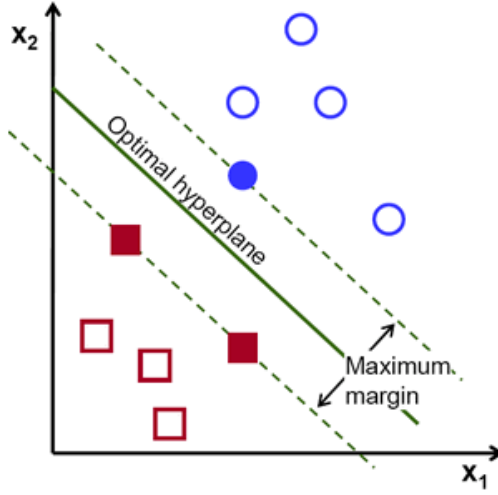
| Parametre        | Parametrenin adı                        | Değer |
|------------------|-----------------------------------------|-------|
| N                | Parçacık sayısı                         | 10    |
| T                | Maksimum yinleme sayısı                 | 100   |
| C1               | Bilişsel faktör                         | 2     |
| C2               | Sosyal faktör                           | 2     |
| Vmaks _          | Maksimum hız                            | 0,9   |
| Maksimum W       | Atalet ağırlığına bağlı maksimum sınır  | 0,4   |
| W <sub>dk.</sub> | Atalet ağırlığına ilişkin minimum sınır | 6     |

PSO'nun akış şeması şekil 4.2'de gösterilmektedir.



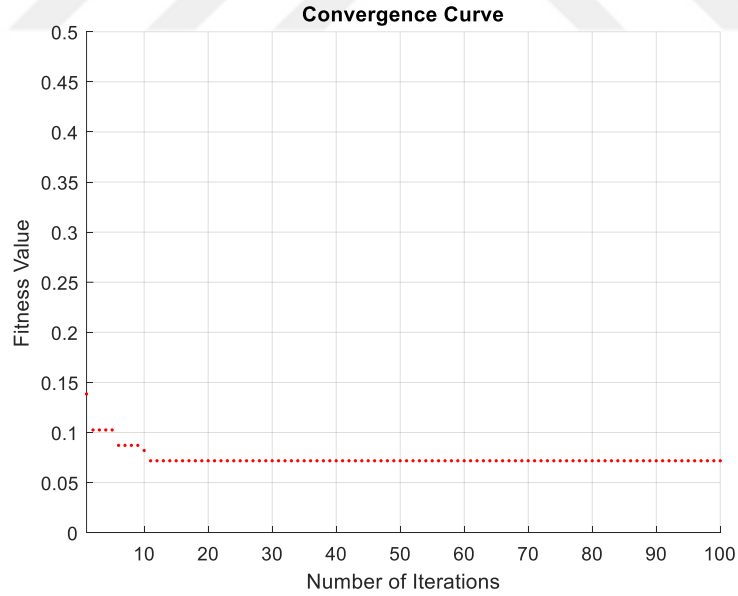
Şekil 4.2 PSO akış şeması

Destek Vektör Makinesi (SVM) sınıflandırıcısı, tanımlanan bir hiper düzlemle resmi olarak ayrılmış bir diferansiyeldir. Başka bir deyişle, etiket (öğretme denetimi) verilerine göre algoritma, yeni örnekleri sınıflandırarak optimal bir hiper düzlem çıktısı verir. Arzu edilen hiper düzlem anlamında mı? Eğitim verileri doğrusal olarak ayrılabilirse, iki veri sınıfını ayıran iki paralel hiperdüzlem seçebiliriz, böylece aralarındaki mesafe mümkün olduğu kadar büyük olur. Bu iki hiperdüzlemin sınırladığı bölgeye “kenar” adı verilir ve maksimum-kenar hiperdüzlemi, bunların ortasında yer alan hiperdüzlemdir. Bazı SVM örnekleri şekil 4.3’te gösterilmektedir.



Şekil 4.3 Verilerin sınıflandırılması için SVM

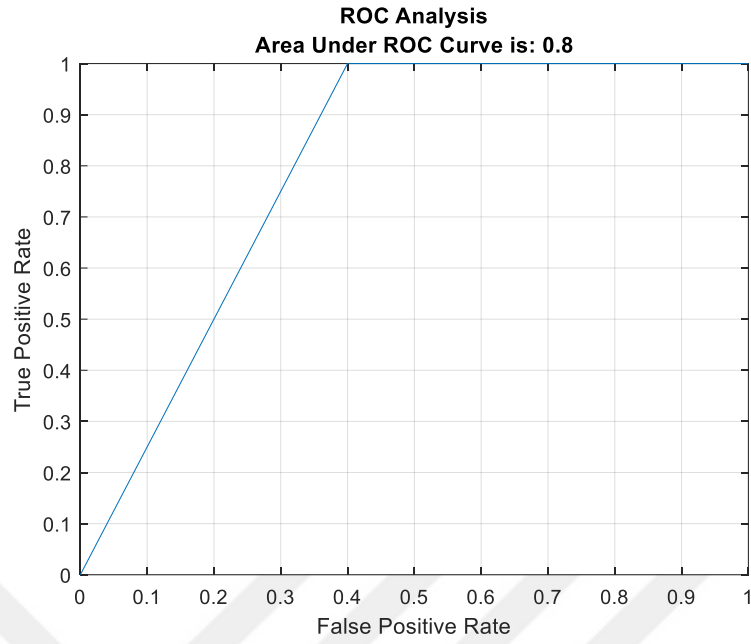
Bu tezde SVM için farklı çekirdek fonksiyonları kullanılmıştır. Bu çekirdekler doğrusal, Kuadrik, Polinom Radyal Temel Fonksiyonu (RBF) ve Çok Katmanlı Algılayıcıdır (MLP). En iyi sonuç doğrusal için get'tir. Verilerin eğitimi için svmtrain ve verilerin sınıflandırılması için svmclassify kullandık. Yakınsama eğrisi, yineleme sayısına göre uygunluk değeri şekil 4.4'te gösterilmektedir.



Şekil 4.4 Yakınsama eğrisi, yineleme sayısına göre uygunluk değeri

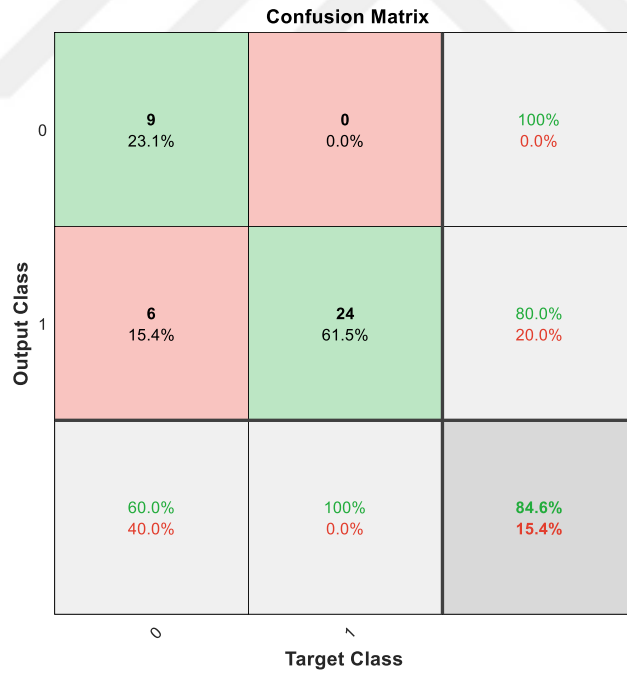
Bu tezde verilerin %80'i sistemi eğitmek için, %20'si ise test etmek için kullanılmıştır. Bu senaryo birçok deneyimden sonra seçildi.

Eğrinin Altındaki Alan şekil 4.5'te gösterilmektedir.



Şekil 4.5 Eğri Altındaki Alan

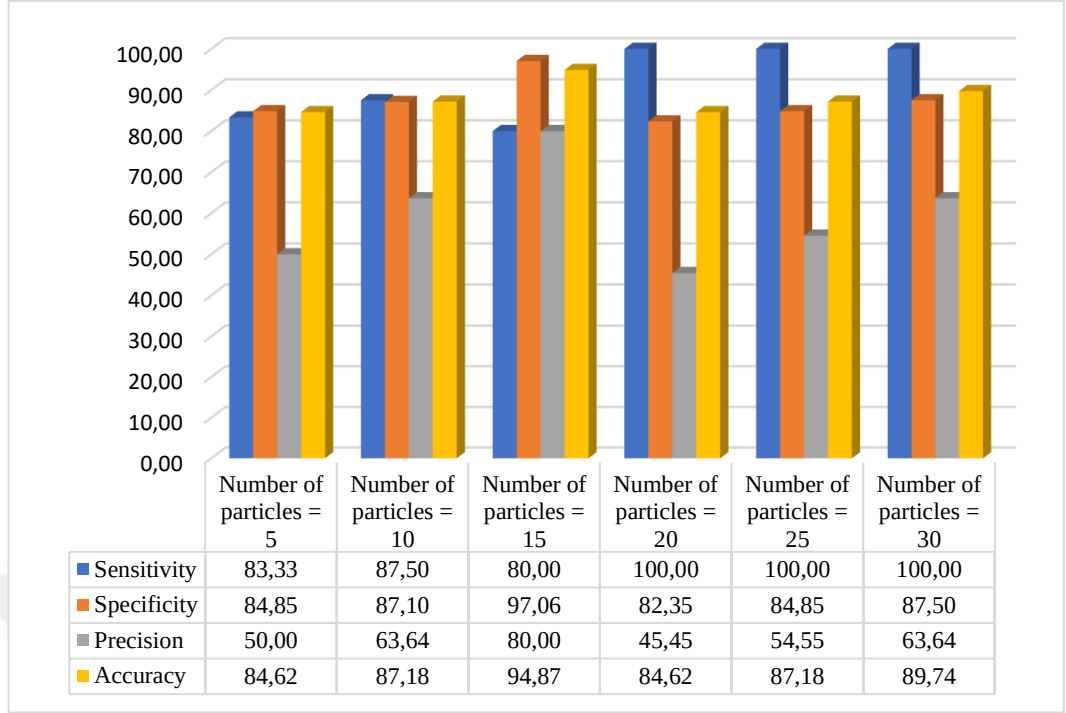
Karışıklık matrisi şekil 4.6’da gösterilmektedir.



Şekil 4.6 Karışıklık matrisi

Duyarlılık, Özgüllük, Kesinlik ve Doğruluk şekil 4.7’de gösterilmektedir.

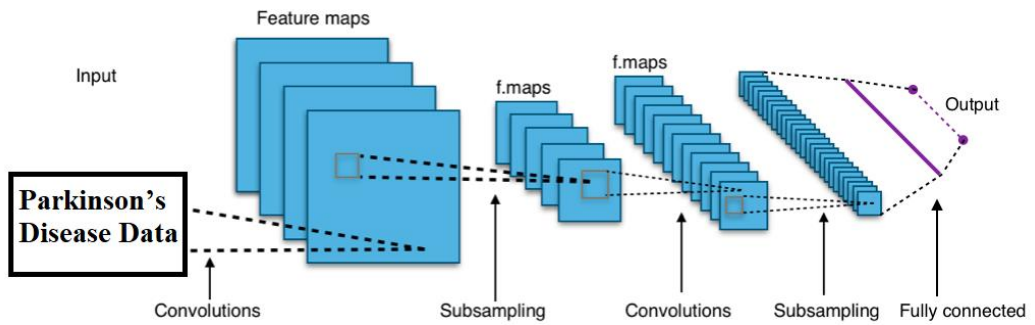




Şekil 4.7 Duyarlılık, Özgünlük, Kesinlik ve Doğruluk

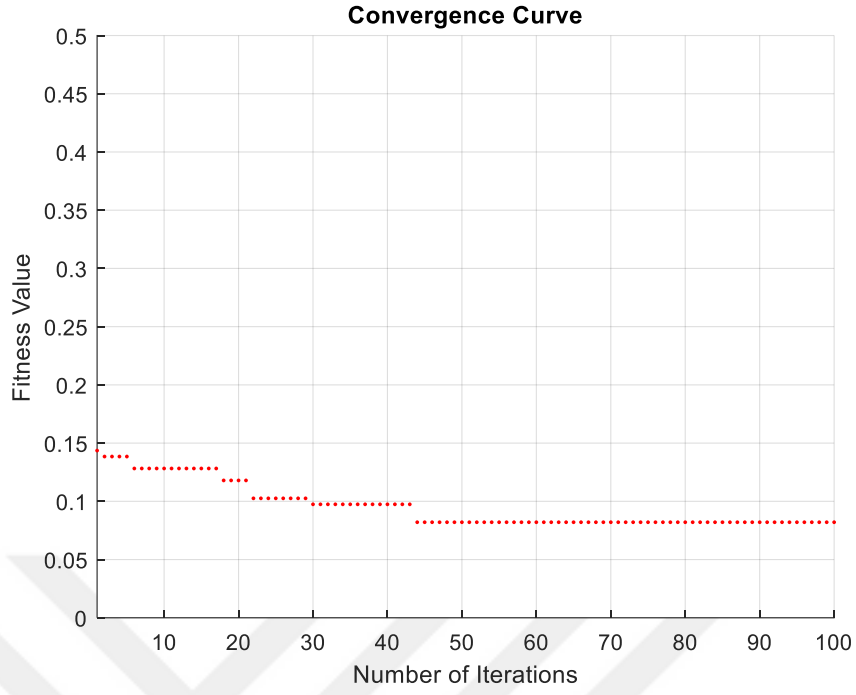
## 4.2 Aşama 2: CNN

Önerilen Parkinson hastalığı tanısı için tipik bir CNN'nin yapısı şekil 4.8'de gösterilmektedir. Alt örnekleme, havuzlamaya karşılık gelir. Bu ağ, evrişim katmanı başına birkaç filtre çekirdeğine sahiptir, böylece her biri aynı girdiyi alan, ancak farklı ağırlık matrisleri nedeniyle farklı özellikleri çıkaran özellik haritası katmanları oluşturulur.



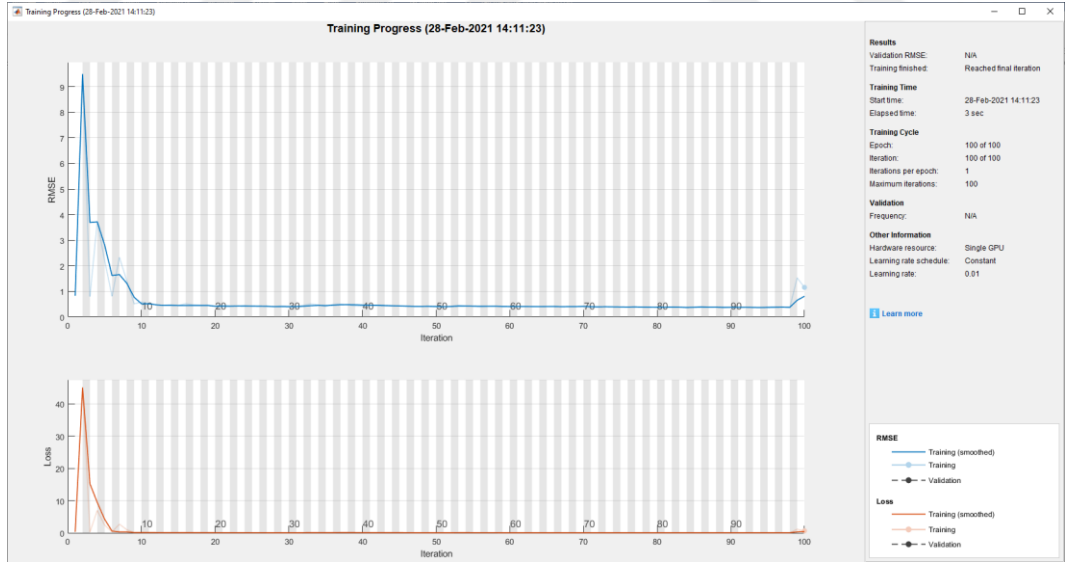
Şekil 4.8 Önerilen Parkinson hastalığı tanısı için tipik bir CNN'nin yapısı

Uygunluk değeri ile yineleme sayısını içeren yakınsama eğrisi şekil 4.9'da gösterilmektedir.



Şekil 4.9 Yakınsama eğrisi, yineleme sayısına göre uygunluk değeri

Evrişimsel sinir ağının eğitim süreci şekil 4.10’da gösterilmektedir.



Şekil 4.10 Evrişimsel Sinir Ağının eğitim süreci

Bu tezde, hedef veriler ile tahmin edilen değer arasındaki hatayı bulmak için ortalama kare hatası ve kök ortalama kare hatası kullanılmıştır.

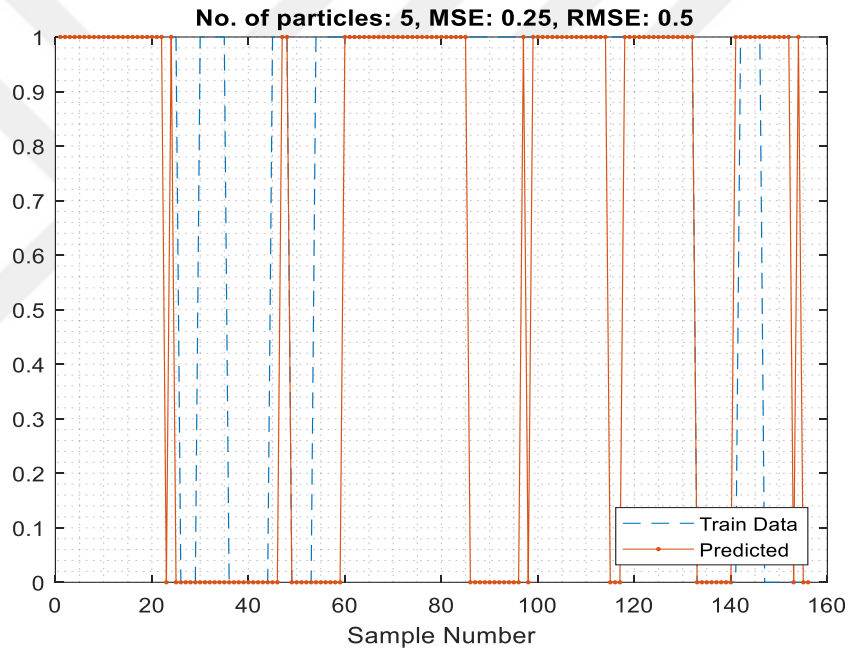
Ortalama karesel hata denklemi aşağıdaki denklemde gösterilmektedir.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (4.1)$$

Bu denklemde  $\hat{y}_i$  derin öğrenmenin bize verdiği tahmin edilen değerdir. Gerçek  $y_i$  hedef değerdir.  $n$  numune sayısıdır.

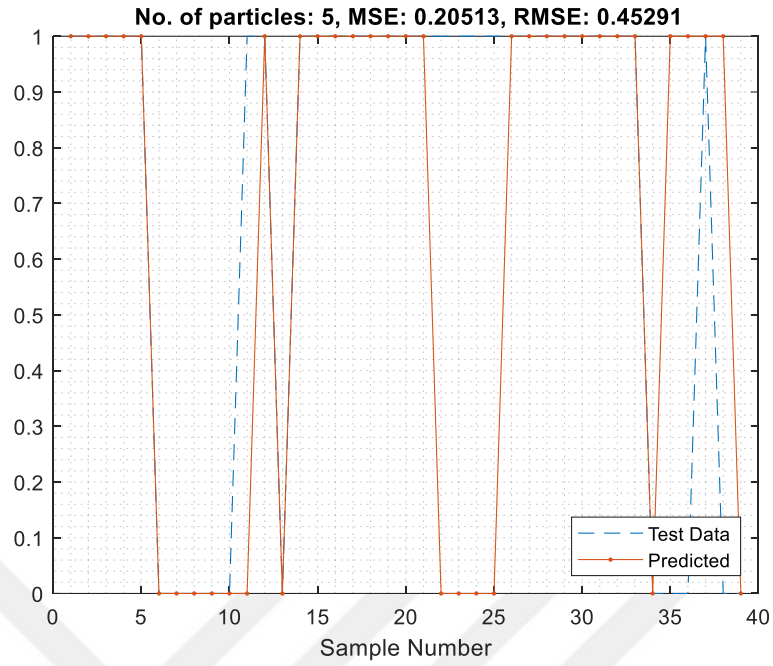
$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}} \quad (4.2)$$

Eğitim verileri ile tahmin edilen verilerin karşılaştırılması şekil 4.11’de gösterilmektedir.



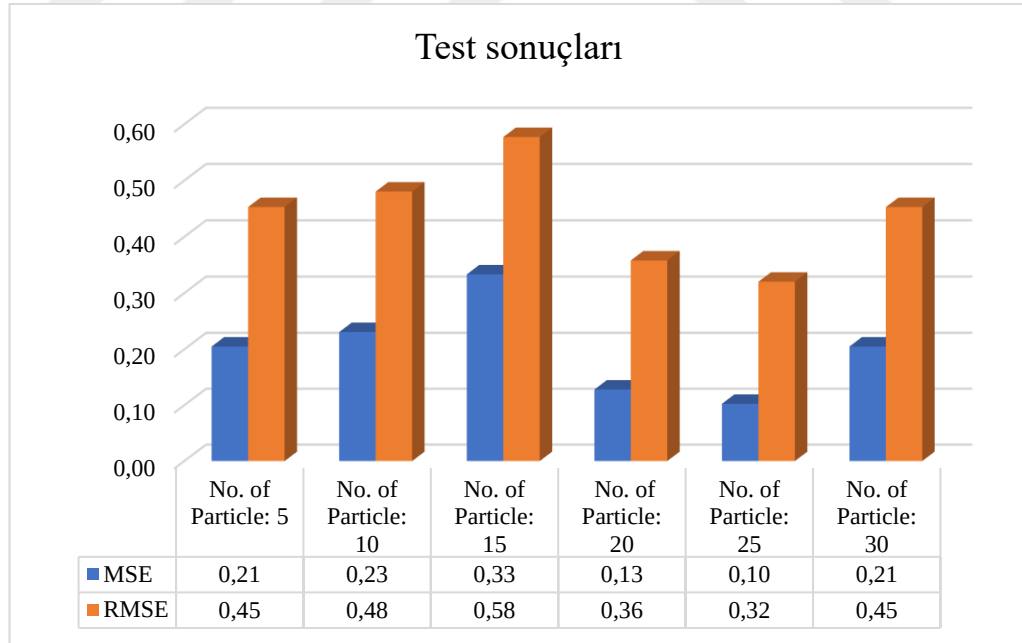
Şekil 4.11 Eğitim verileri ile tahmin edilen verilerin karşılaştırılması

Test verileri ile tahmin edilen verilerin karşılaştırılması şekil 4.12’de gösterilmektedir.



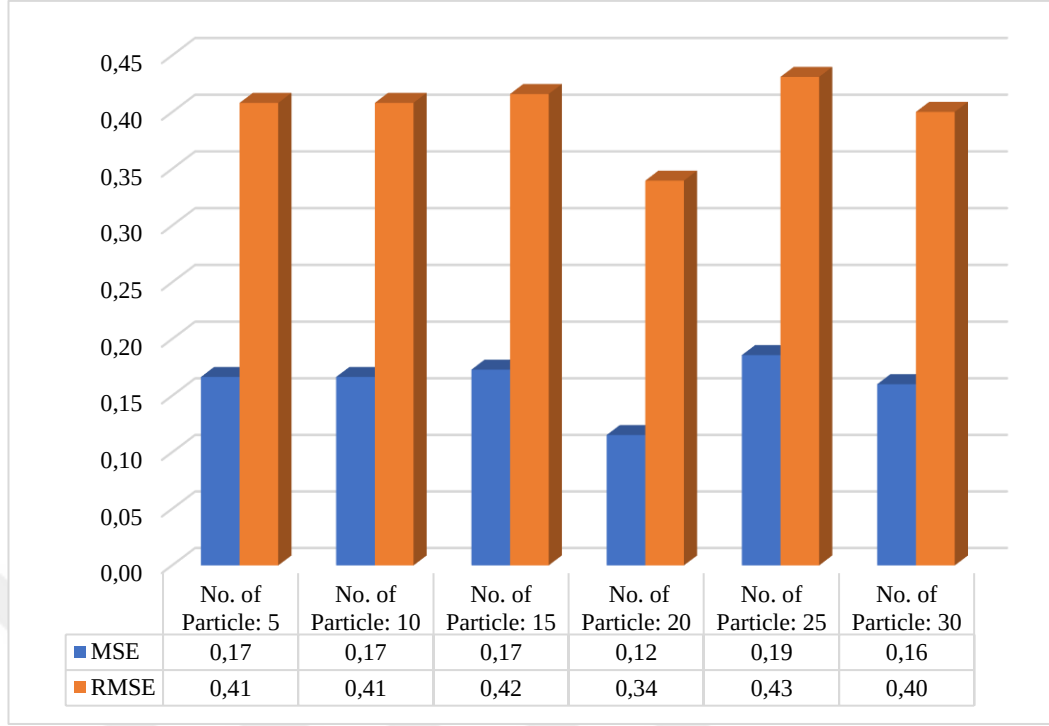
Şekil 4.12 Test verileri ile tahmin edilen verilerin karşılaştırılması şekil 10’da gösterilmektedir.

Eğitim verilerinin MSE ve RMSE Sonucu şekil 4.13’te gösterilmektedir.



Şekil 4.13 Eğitim verileri için MSE ve RMSE Sonucu

Test verilerine ilişkin MSE ve RMSE Sonucu şekil 4.14’te gösterilmektedir.



Şekil 4.14 Verileri test etmek için MSE ve RMSE Sonucu

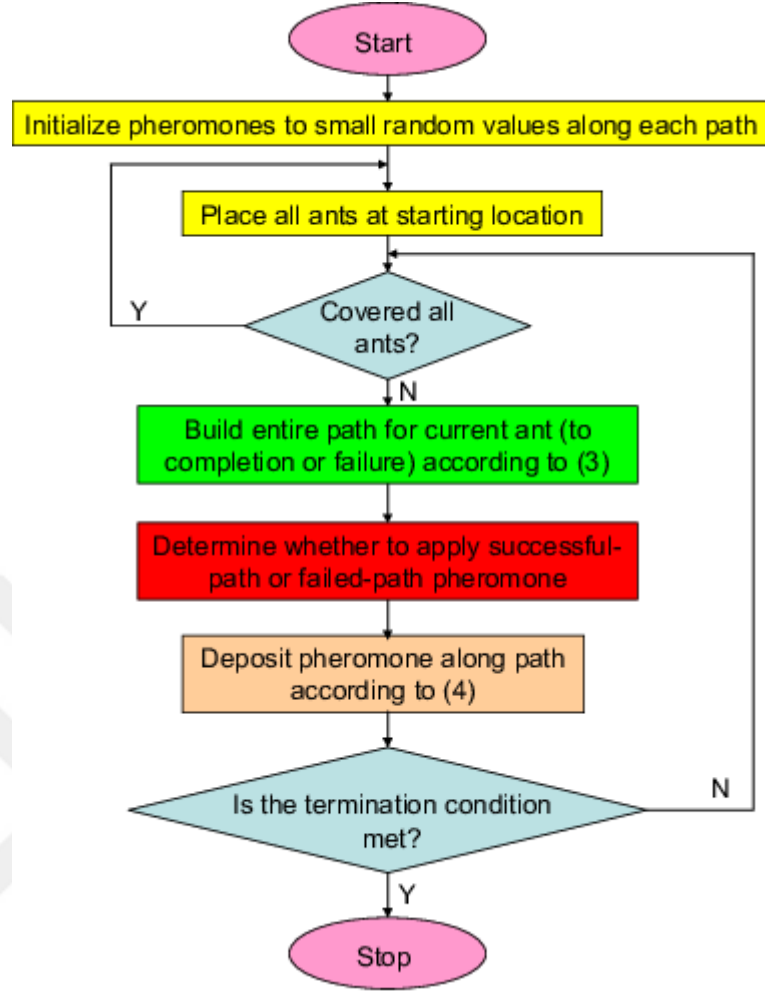
### 4.3 Aşama 3: ACO

KKO için kullanılan parametreler tablo 4.2’de gösterilmektedir.

Tablo 4.2 ACO için parametreler

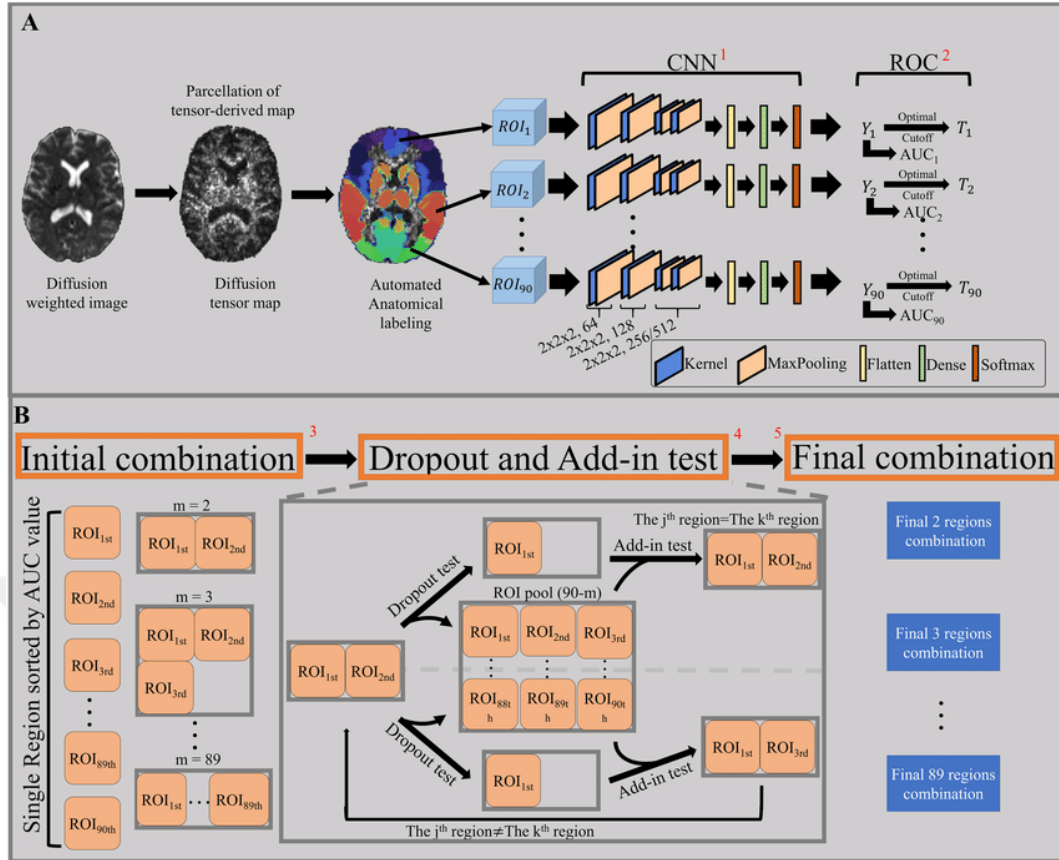
| Parametre | Parametrenin adı         | Değer              |
|-----------|--------------------------|--------------------|
| N         | Karınca Sayısı           | [5 10 15 20 25 30] |
| Yine      | Maksimum yineleme sayısı | 20                 |
| $\tau$    | Feromon etkisi değeri    | 0,1                |
| $\eta$    | Olasılık faktörü         | 0,5                |
| $\alpha$  | Katsayı kontrolü         | 0,8                |
| $\beta$   | Katsayı kontrolü         | 0,1                |
| $\rho$    | Feromon                  | 0,2                |

ACO’nun akış şeması şekil 4.15’te gösterilmektedir.



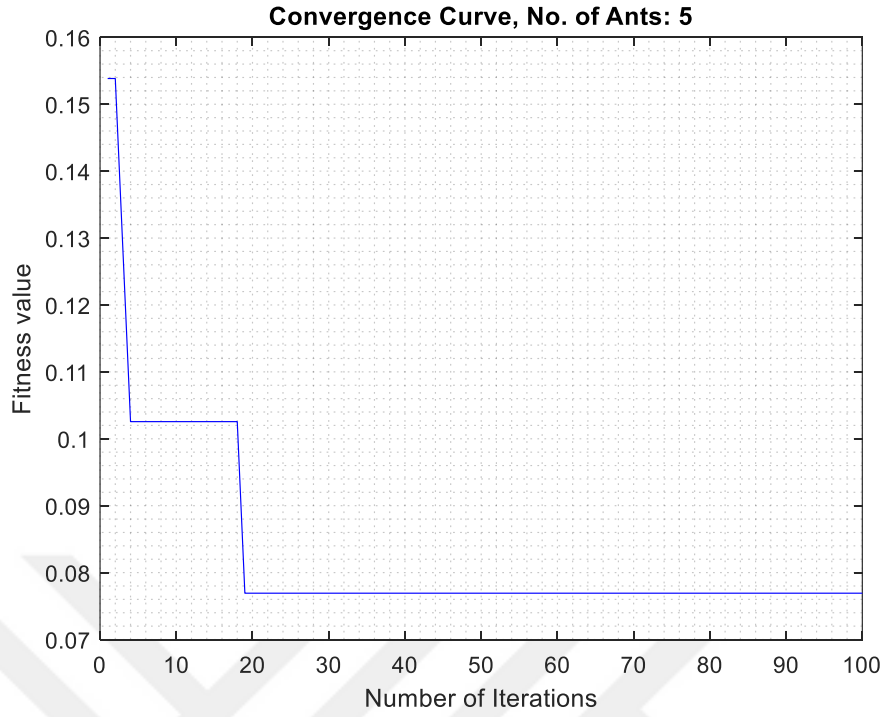
Şekil 4.15 KKO Akış Şeması (Johnson vd., 2008)

Önerilen Parkinson hastalığı tanısı için tipik bir CNN'nin yapısı şekil 4.16'da gösterilmektedir. Alt örnekleme, havuzlamaya karşılık gelir. Bu ağ, evrişim katmanı başına birkaç filtre çekirdeğine sahiptir, böylece her biri aynı girdiyi alan, ancak farklı ağırlık matrisleri nedeniyle farklı özellikleri çıkaran özellik haritası katmanları oluşturulur.



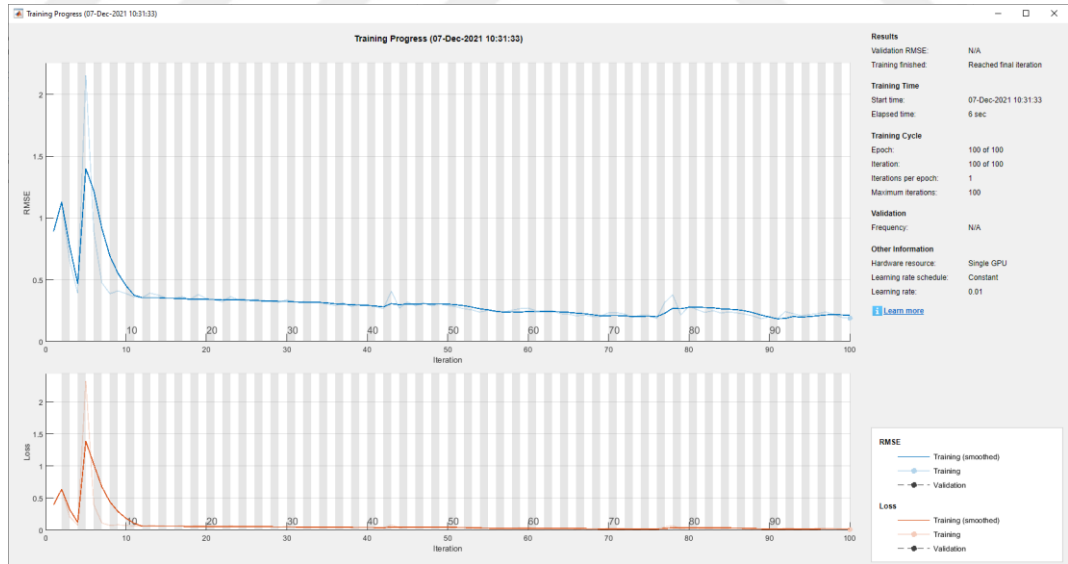
Şekil 4.16 Önerilen Parkinson hastalığı tanısı için tipik bir CNN'nin yapısı

Uygunluk değeri ile yinleme sayısını içeren yakınsama eğrisi şekil 4.17'de gösterilmektedir.



Şekil 4.17 Yakınsama eğrisi, yineleme sayısına göre uygunluk değeri

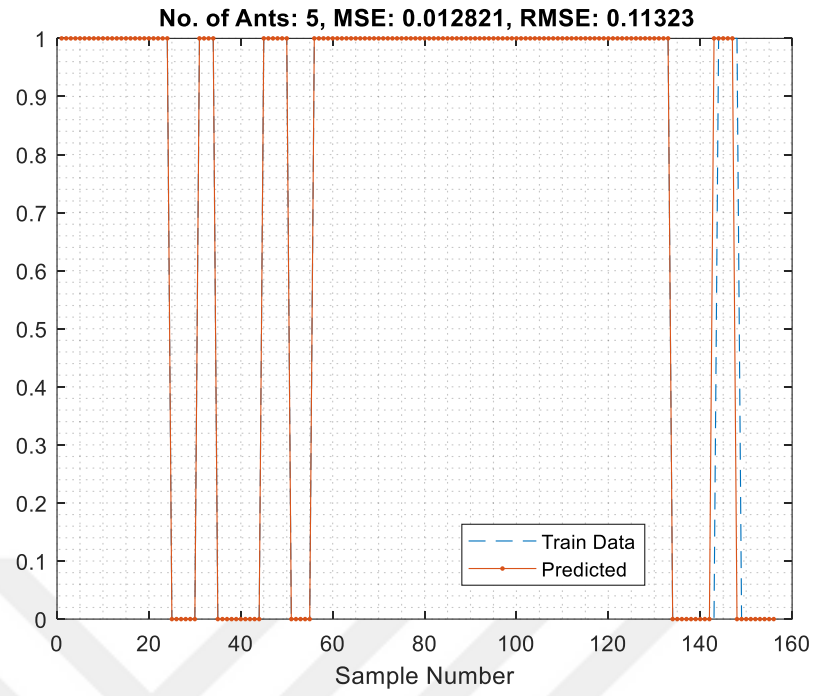
Evrişimsel sinir ağının eğitim süreci şekil 4.18’de gösterilmektedir.



Şekil 4.18 Evrişimsel Sinir Ağının eğitim süreci

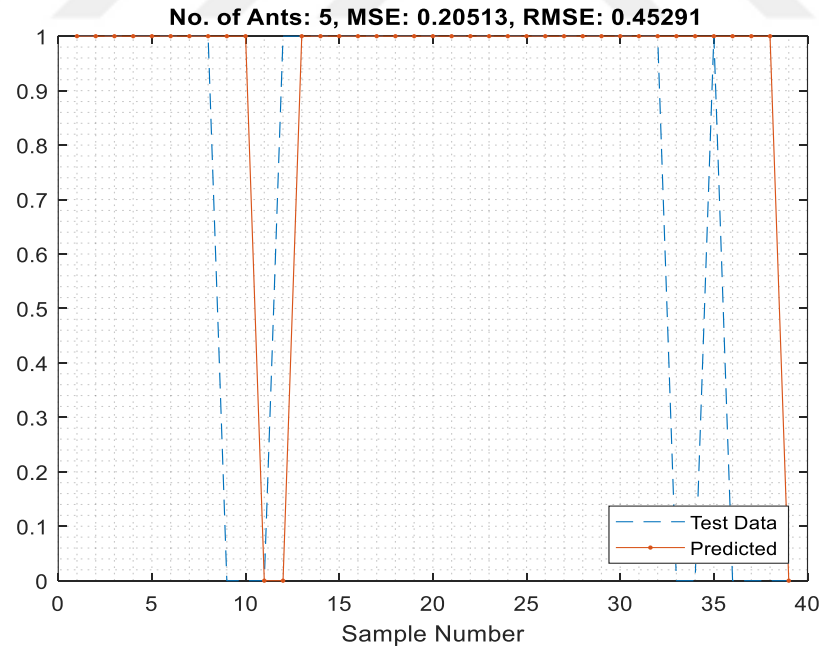
Eğitim verileri ile tahmin edilen verilerin karşılaştırılması şekil 4.19’da gösterilmektedir.





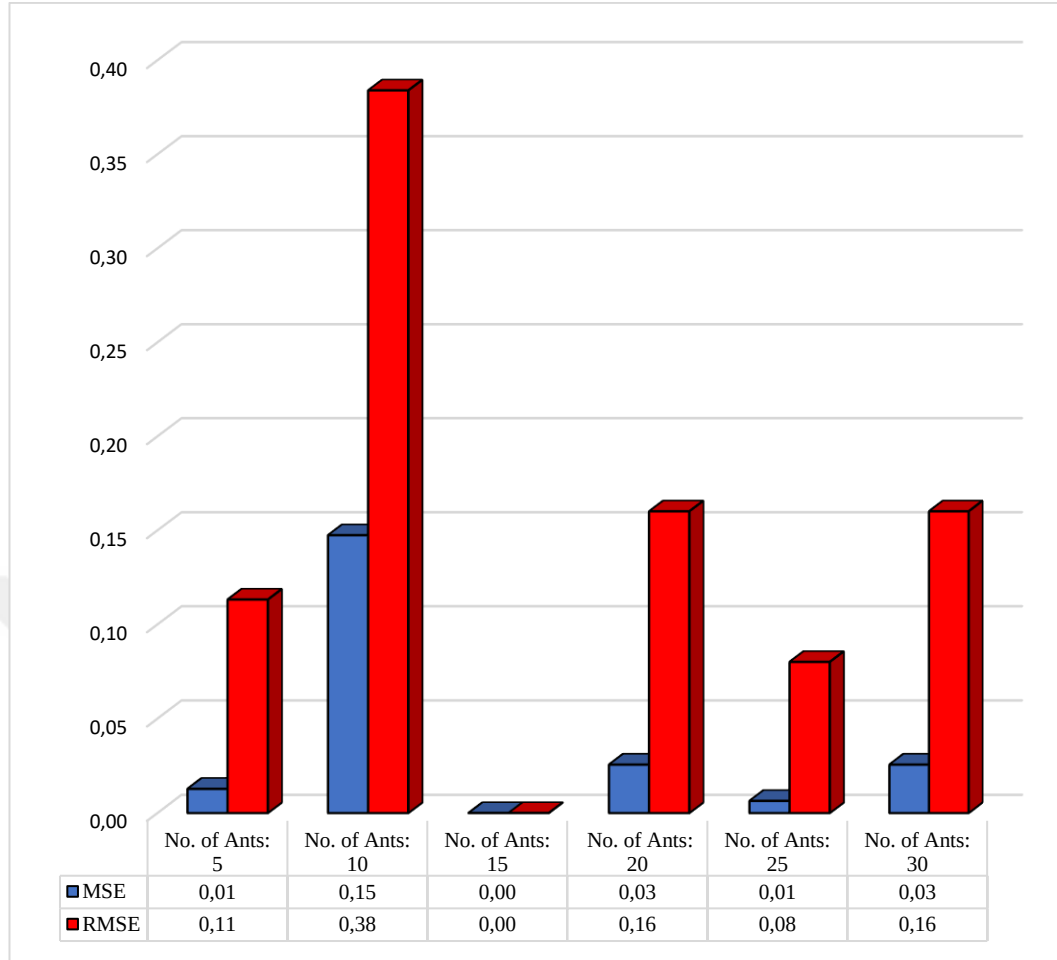
Şekil 4.19 Eğitim verileri ile tahmin edilen verilerin karşılaştırılması

Test verileri ile tahmin edilen verilerin karşılaştırılması şekil 4.20’de gösterilmektedir.



Şekil 4.20 Test verileri ile tahmin edilen verilerin karşılaştırılması

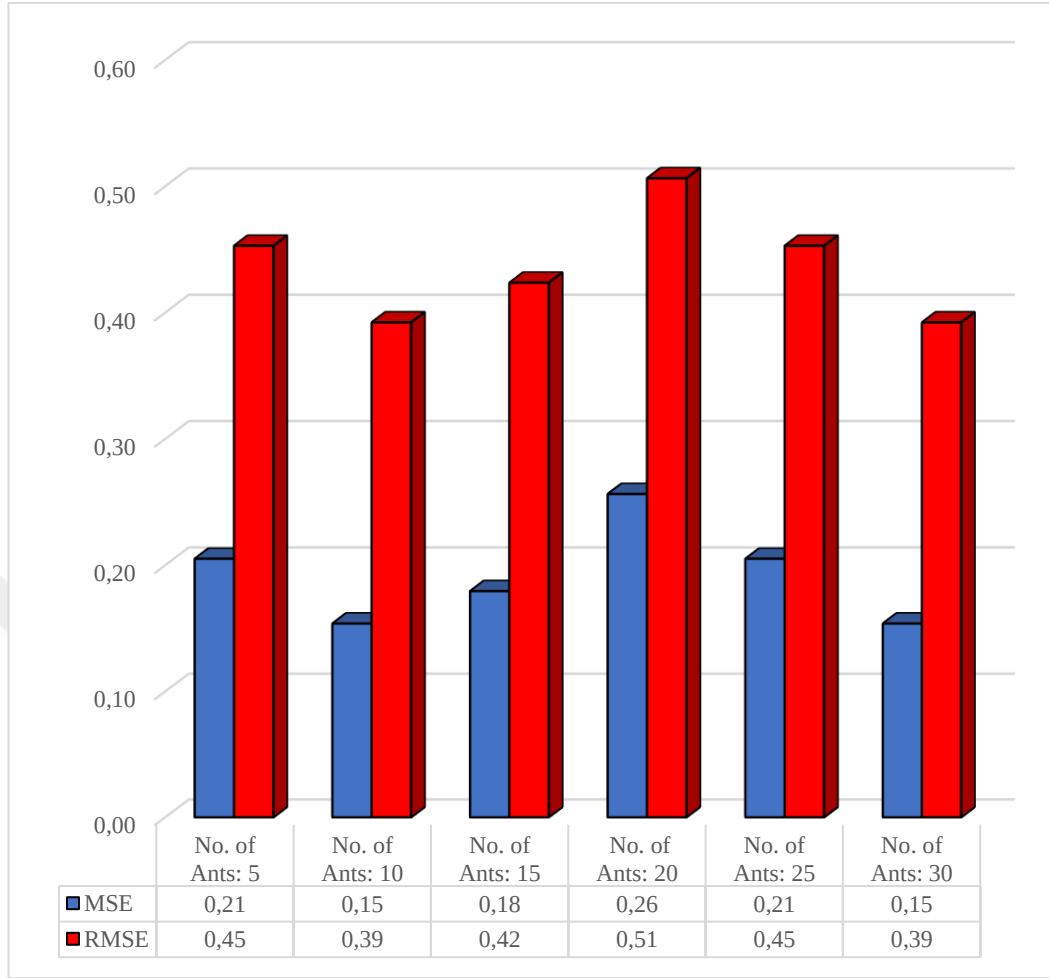
Eğitim verilerinin MSE ve RMSE Sonucu şekil 4.21’de gösterilmektedir.



Şekil 4.21 Eğitim verileri için MSE ve RMSE Sonucu

15 karınca sayısında MSE 0 olarak elde edilir.

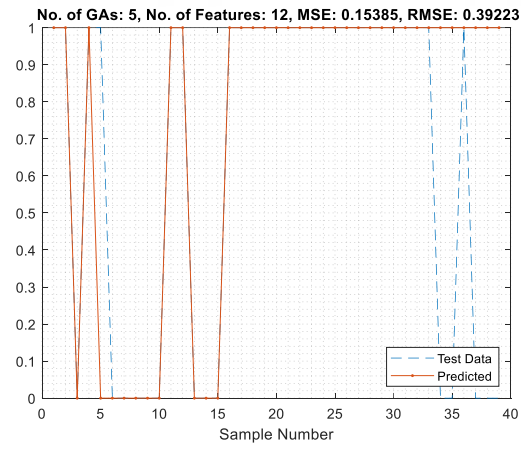
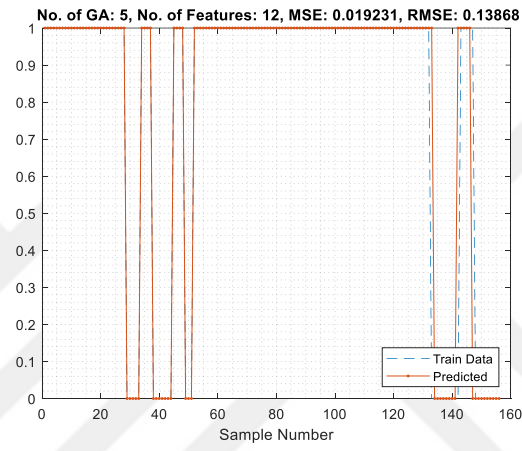
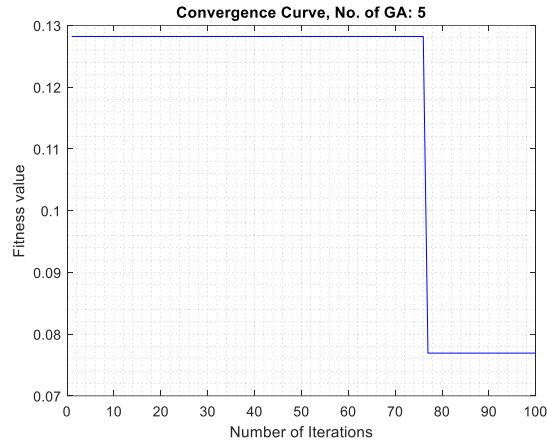
Test verilerine ilişkin MSE ve RMSE Sonucu şekil 4.22’de gösterilmektedir.



Şekil 4.22 Verileri test etmek için MSE ve RMSE Sonucu

#### 4.4 Aşama 4: Genetik Algoritma

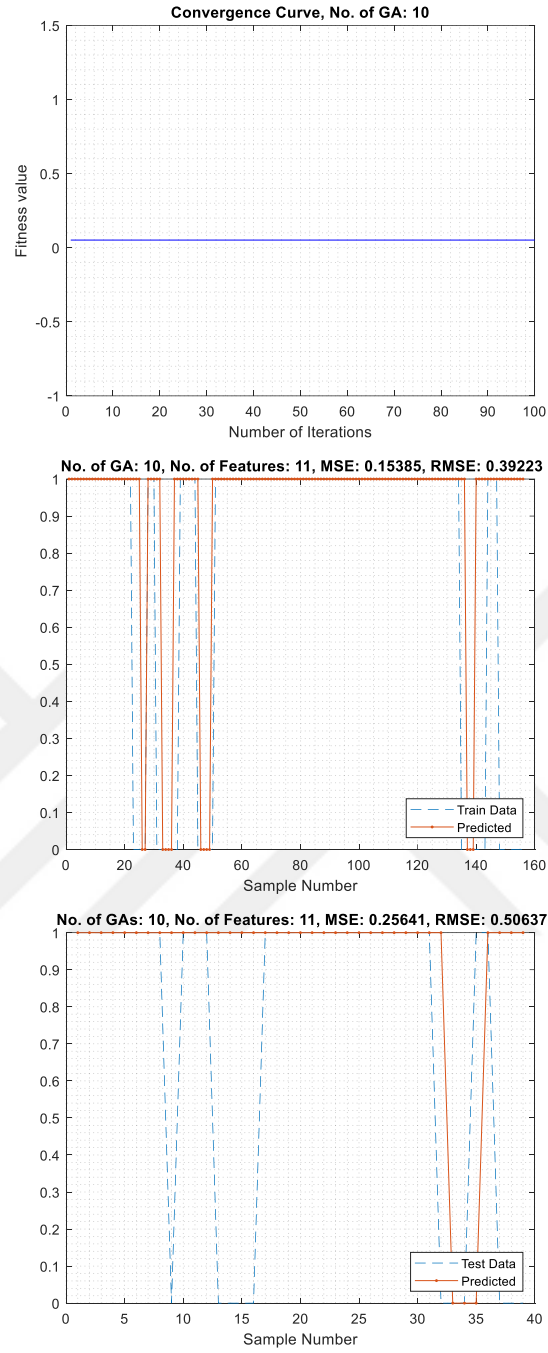
Birinci katman 7 nöron, ikinci katman 18 nöron, üçüncü katman ise 1 nöron için oluşturuldu. Bu ağ rastgele on kez çalıştırılır ve her denemenin sonuçları şekil 4.23'te ifade edilir.



Şekil 4.23 GA'nın 5 Kromozomu ile Sonuçlar

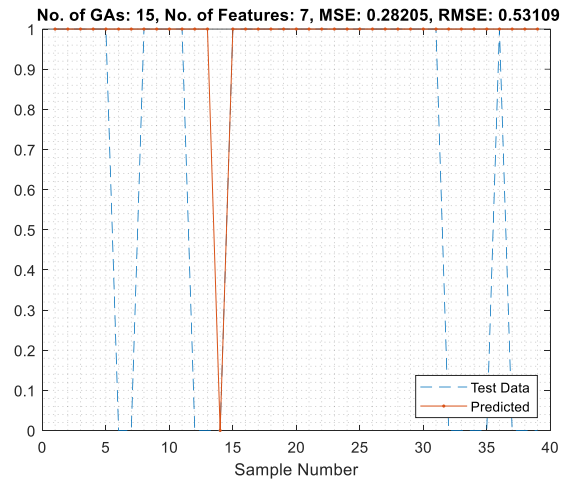
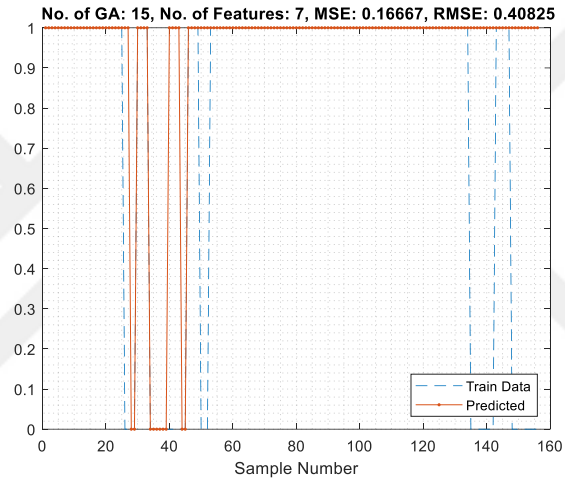
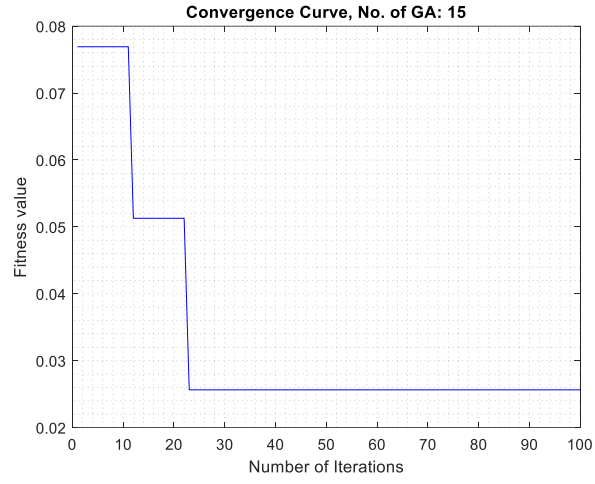
Eğitimde en iyi sonuçlar üçüncü, dördüncü ve onuncu denemelerde %100 doğrulukla elde edilir. 7-18-1nöral ağ için ortalama eğitim doğruluğu %94,67 olarak hesaplanmıştır.

10 GA ile testin sonucu şekil 4.24'te gösterilmektedir.



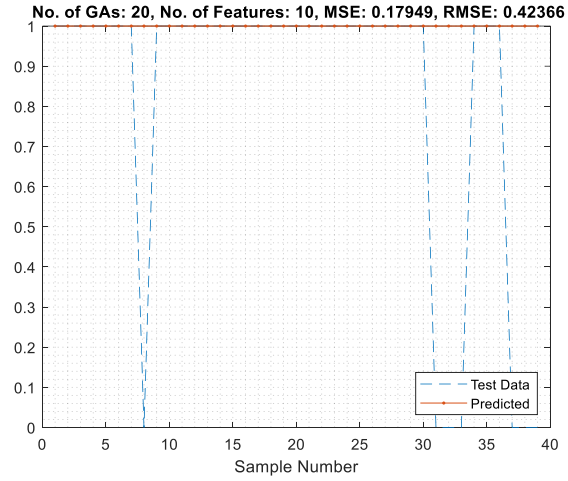
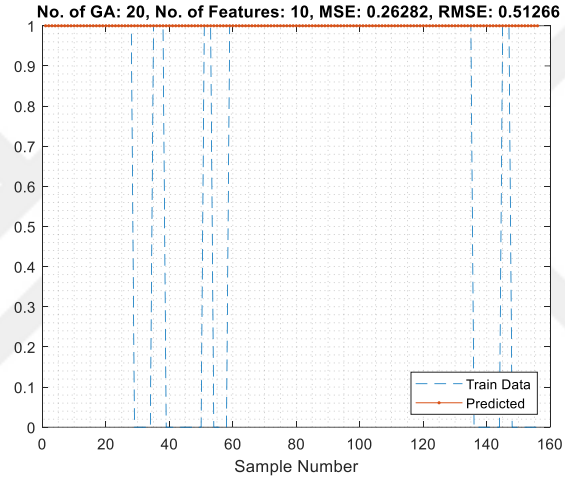
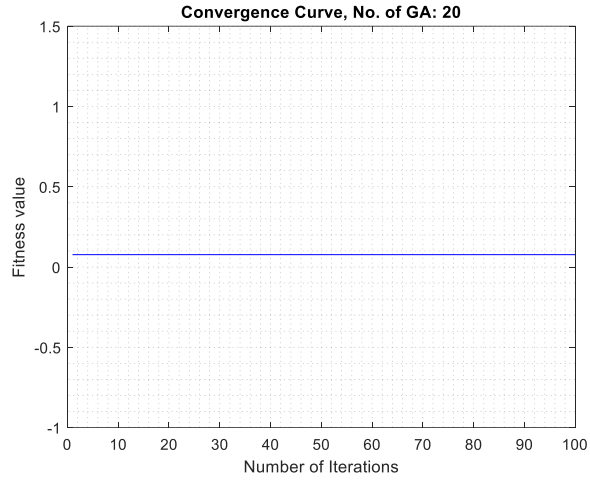
Şekil 4.24 10 GA ile test sonucu

GA'nın 15 Kromozomlu Sonuçları şekil 4.25'te gösterilmektedir.



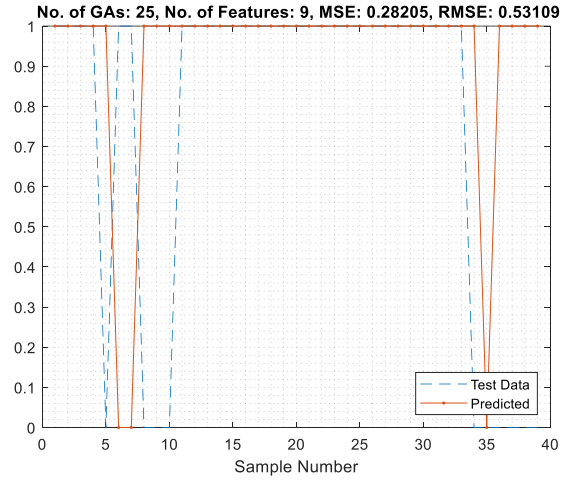
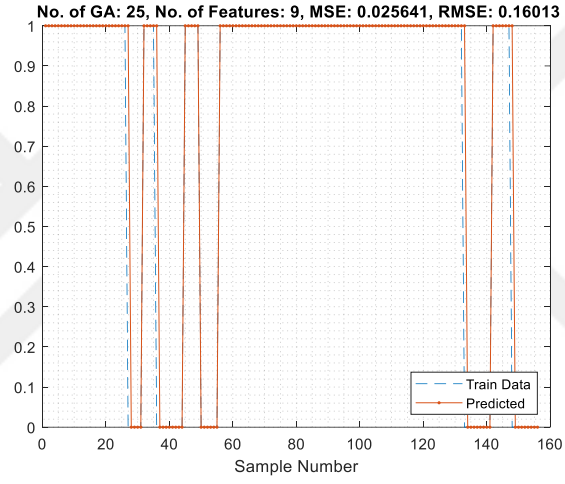
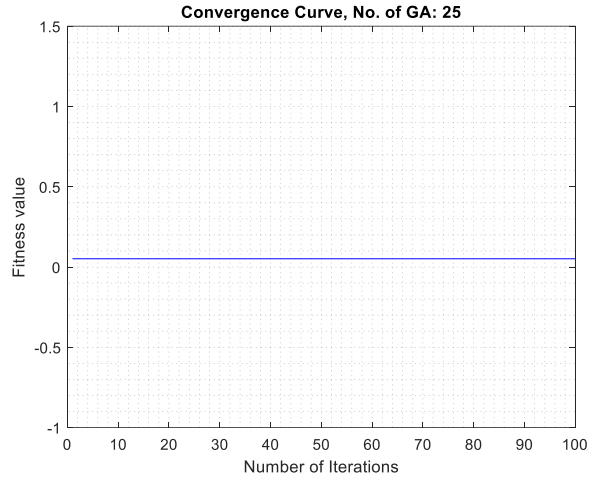
Şekil 4.25 GA'nın 15 Kromozomu ile Sonuçlar

Sonuçları şekil 4.26'da gösterilmektedir.



Şekil 4.26 20 GA Kromozomu ile Sonuçlar

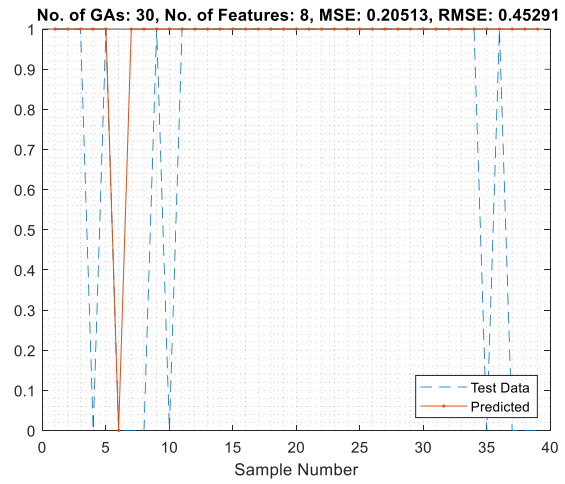
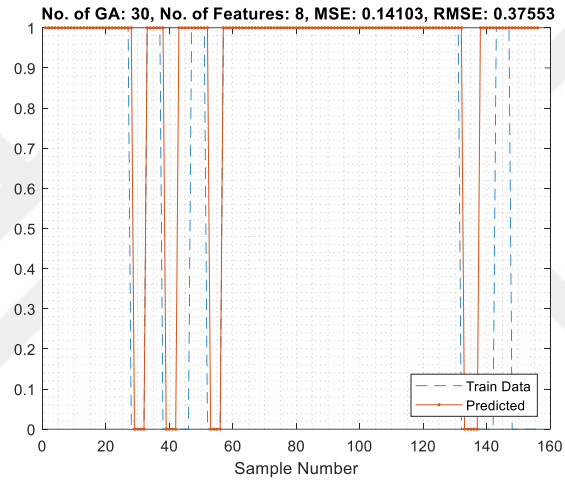
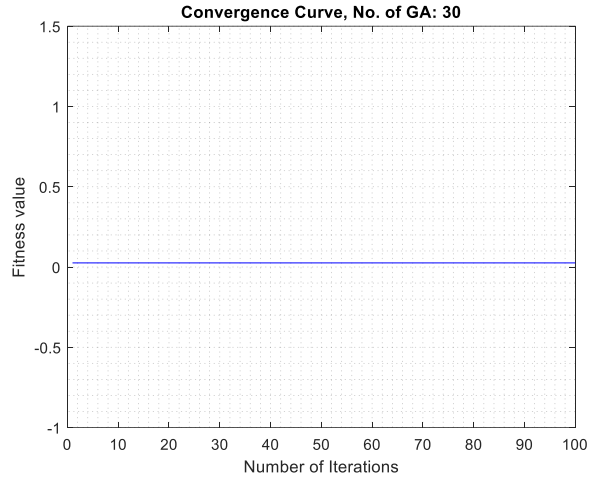
GA'nın 25 Kromozomlu Sonuçları şekil 4.27'de gösterilmektedir.



Şekil 4.27 25 GA Kromozomu ile Sonuçlar

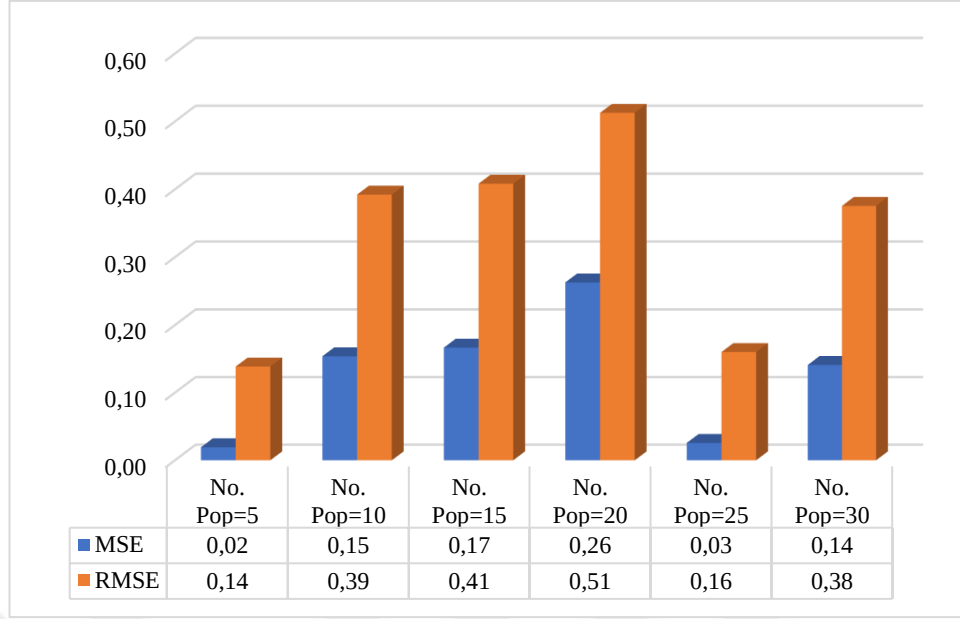
Sonuçları şekil 4.28’de gösterilmektedir.





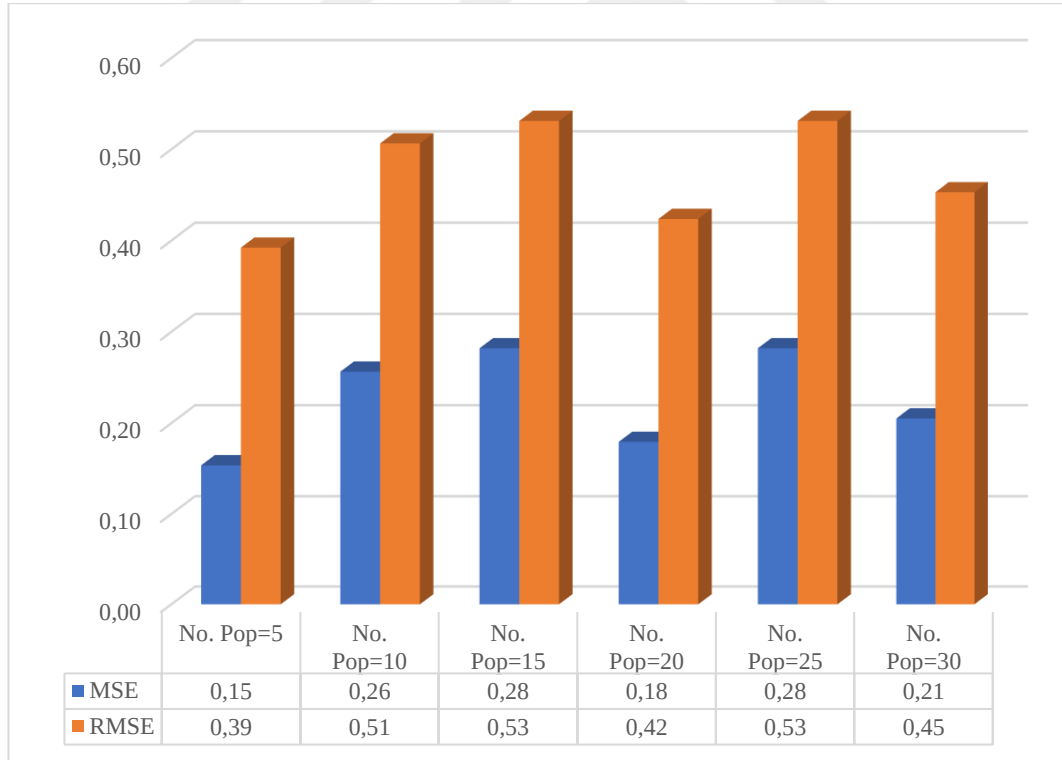
Şekil 4.28 30 GA Kromozomu ile Sonuçlar

Tren verilerine ilişkin karşılaştırma sonuçları şekil 4.29’da gösterilmektedir.



Şekil 4.29 Tren verileri için karşılaştırma sonuçları

Tren verilerine ilişkin karşılaştırma sonuçları şekil 4.30’da gösterilmektedir.



Şekil 4.30 Test verileri için karşılaştırma sonuçları

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 5.1 Çözüm

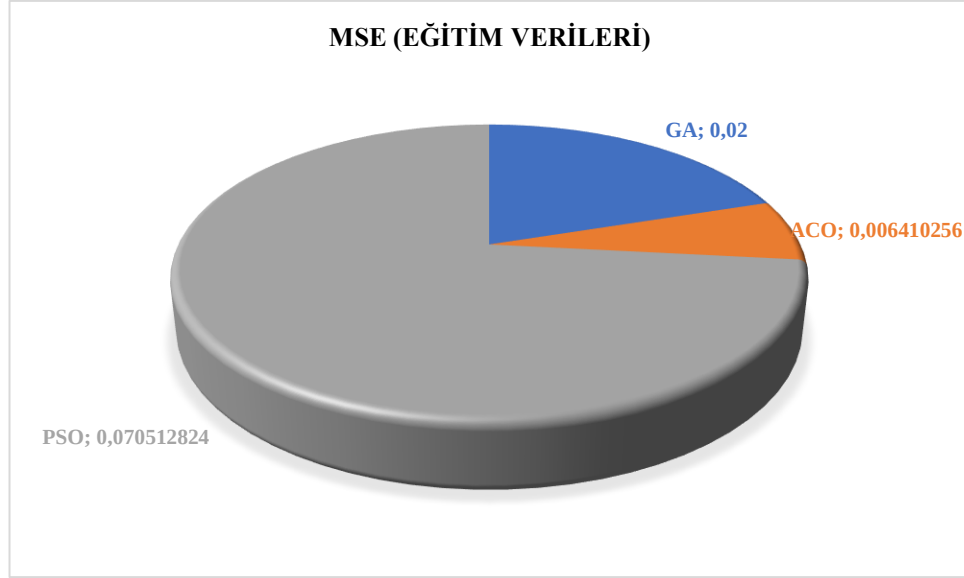
Bu tezde, Parkinson hastalığını tahmin etmeye yönelik özellik sayısını en aza indirmek için parçacık sürüsü optimizasyonu kullanılmıştır. 24'ü Parkinson hastası olan 32 kişinin ses ölçümlerinden oluşan veri setinden elde edilen 195 ses kaydını kullandık. Deneyde ikili sınıflandırma için parçacık sürü optimizasyonunun yanı sıra PSO ile diğer yöntemler arasında karşılaştırma yapılabilmesi amaçlanmıştır. En yüksek ortalama doğruluk %97,15 ile DVM sınıflandırma algoritmasından elde edilirken, en yüksek ortalama doğruluk ise %86,89 ile diğer sınıflandırıcılardan elde edilmiştir.

Bu tezde, Parkinson hastalığı tanısı için parçacık sürüsü optimizasyonu, Karınca kolonisi optimizasyonu ve genetik algoritmaya dayanan evrişimli sinir ağı kullanılmıştır. Parkinson hastalığının teşhisi için 23 özellik vardır ve parçacık sürüsü optimizasyonu, Parkinson hastalığını tahmin etmek için kullanılan özelliklerin sayısını en aza indirmek için kullanılır. Deneysel sonuçlar için Matlab 2020a versiyonu kullanılmıştır. Eğitim verileri için en iyi doğruluk, MSE ve RMSE için sırasıyla 0,10 ve 0,32 olan 25 parçacık sayısı için elde edilmiştir. Test verileri için en iyi doğruluk, MSE ve RMSE için sırasıyla 0,12 ve 0,34 olan 20 parçacık sayısı için elde edildi.

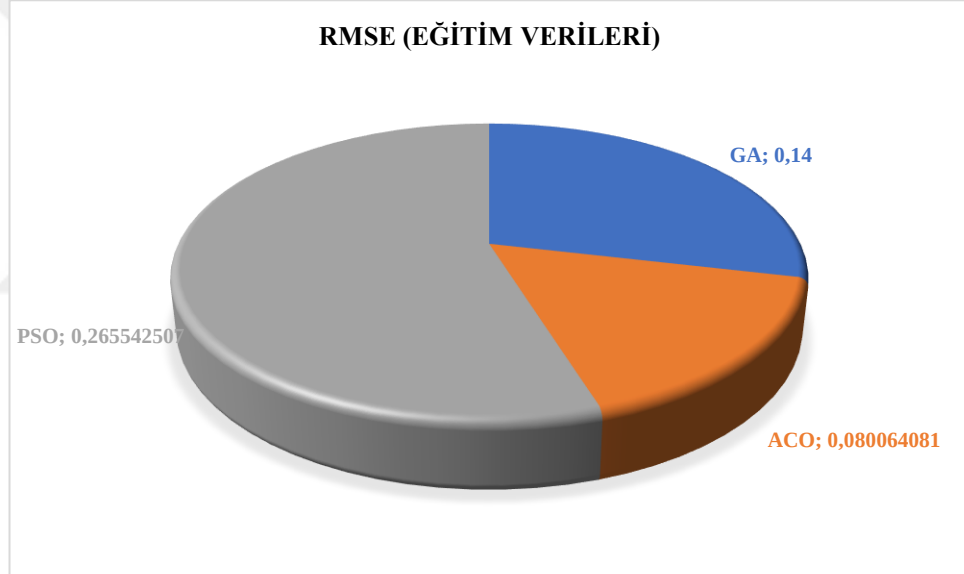
ACO senaryosunda eğitim verileri için en iyi doğruluk, MSE ve RMSE için sırasıyla 0,15 ve 0,39 olan 30 Ant sayısı için elde edilmiştir. Test verileri için en iyi doğruluk, sırasıyla MSE ve RMSE için sıfır olan 15 Ant sayısı için elde edilmiştir.

Genetik algoritma, Parkinson hastalığını tahmin etmeye yönelik özelliklerin sayısını en aza indirmek için kullanılır. Eğitim verileri için en iyi doğruluk, MSE ve RMSE için sırasıyla 0,02 ve 0,14 olan 5 numaralı GA için elde edildi. Test verileri için en iyi doğruluk, MSE ve RMSE için sırasıyla 0,15 ve 0,39 olan 5 numaralı GA için elde edildi.

Karınca kolonisi optimizasyonu, parçacık sürüsü optimizasyonu ve tren verileri için genetik algoritmanın karşılaştırma sonuçları şekil 5.1'de gösterilmektedir.



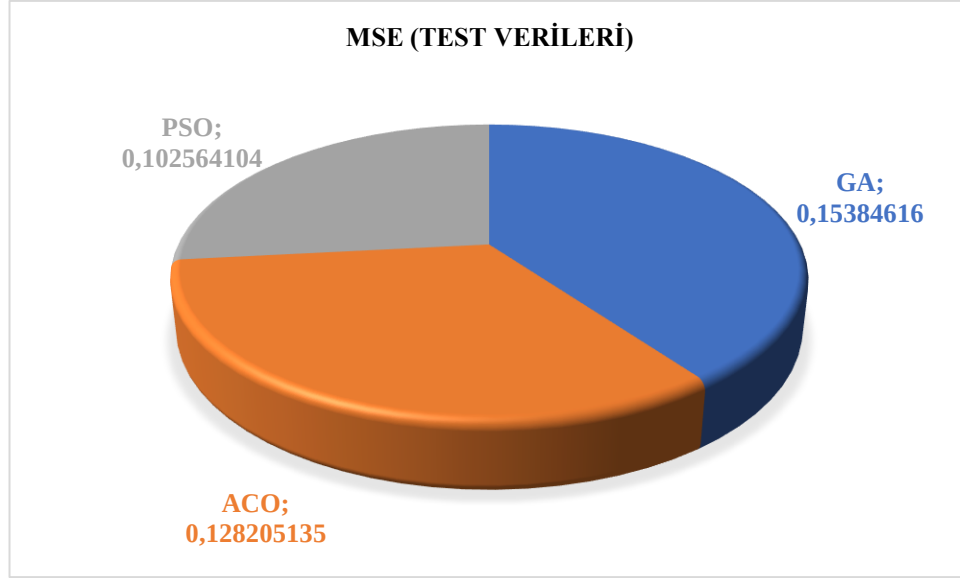
(A)



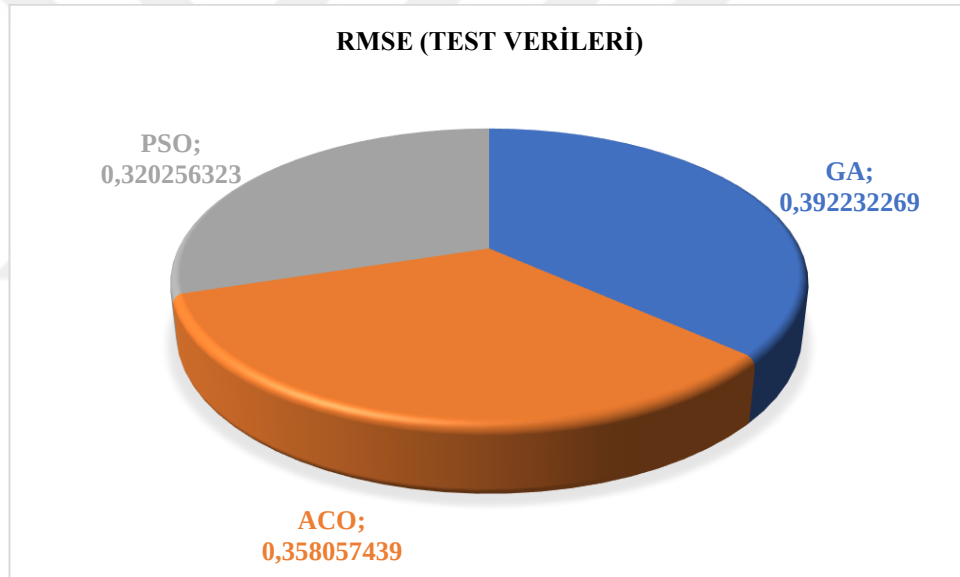
(B)

Şekil 5.1 ACO, PSO ve GA için karşılaştırma sonuçları, a) MSE için eğitim verileri sonucu, b) RMSE için eğitim verileri sonucu

Karınca kolonisi optimizasyonu, parçacık sürüşü optimizasyonu ve test verileri için genetik algoritmanın karşılaştırma sonuçları şekil 5.2’de gösterilmektedir.



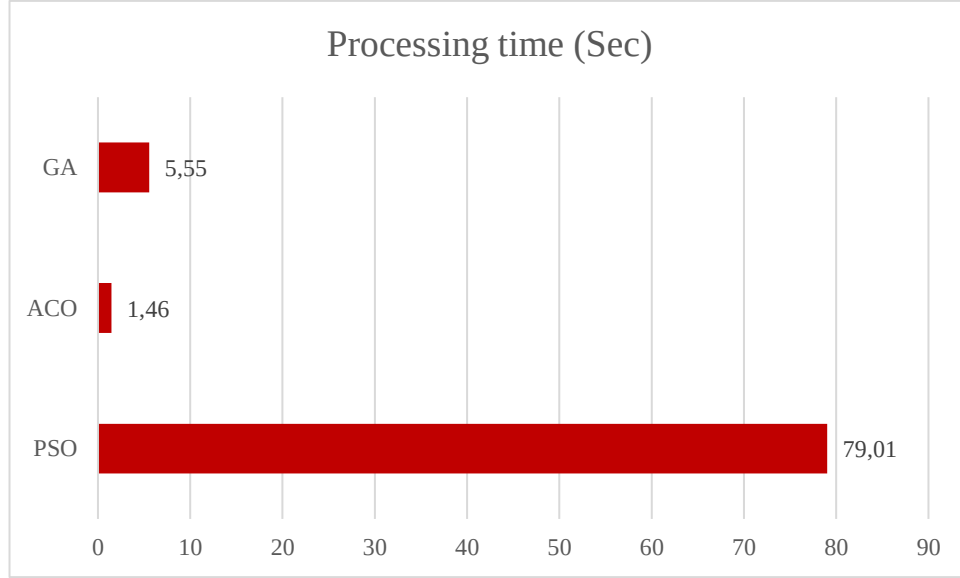
(A)



(B)

Şekil 5.2 ACO, PSO ve GA için karşılaştırma sonuçları, a) MSE için test verileri sonucu, b) RMSE için test verileri sonucu

Şekil 5.3'te gösterilen yöntemlerin işlem sürelerinin karşılaştırılması.



Şekil 5.3 Üç yöntem için işlem süresi

Bu şekilde gösterildiği gibi ACO, özellikleri seçmek için hızlı bir yonteme sahiptir. ACO yöntemi doğruluğu bulmak için K-NN yöntemini kullanır ve özellik vektörünü bulmak için indeks seçme olasılığını kullanır. Diğer taraftan PSO işlem süresinin en yüksek değerine sahiptir. PSO yöntemi, tüm etmenlerdeki parçacık davranışını kullanır ve vektörün tüm etmenlerini tek tek test eder. Tüm ajanları tek tek işlemek çok zaman alıyor.

## 5.2 Öneriler

Gelecekteki çalışmalar için yazarlar, özellik sayısını azaltmak ve tanıma oranının yüksek doğruluğunu elde etmek için balina optimizasyon algoritması, Harris Hawk'un optimizasyon algoritması gibi diğer optimizasyon yöntemlerinin kullanılmasını önermektedir.

Önerilen yöntemleri hastanede kullanışlı olan cihazlarda kullanabiliriz. Gerçek zamanlı uygulama için akıllı evde Parkinson hastalığını tespit etmek amacıyla kullanılabilir

## KAYNAKLAR

- Alam, M. (2016). Parçacık sürüşü optimizasyonu: Algoritma ve matlab'deki kodları. *Araştırma Kapısı* , 1–10.
- Almeida, JS, Rebouças Filho, PP, Carneiro, T., Wei, W., Damaševičius, R., Maskeliūnas, R. & Albuquerque, VHC (2019). Makine öğrenimi tekniklerini kullanarak sürekli fonasyon ve konuşma sinyalleriyle Parkinson hastalığını tespit etmek. *Desen Tanıma Mektupları* , 125 , 55–62.
- Babae Tirkolae, E., Mahdavi, I., Seyyed Esfahani, MM & Weber, G.-W. (2020). Kentsel katı atık yönetimine yönelik bulanık talepler altında çok yolculuklu kapasiteli ark yönlendirme problemi için hibrit bir artırılmış karınca kolonisi optimizasyonu. *Atık Yönetimi ve Araştırma* , 38 (2), 156–172.
- Badiei, A., Meshgini, S. & Rezaee, K. (2023). Fizyolojik Sinyaller ve Metasezgisel Öğrenmenin Etkileşimine Dayalı Uykuda Uyarılma Bozukluğunun Tespiti İçin Yeni Bir Yaklaşım. *Hesaplamalı Zeka ve Sinirbilim* , 2023 .
- Berus, L., Klancnik, S., Brezocnik, M. & Ficko, M. (2019). Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Akustik Ölçümlere Dayalı Parkinson Hastalığının Sınıflandırılması. *Sensörler* , 19 (1), 16.
- Bhabad, S.S. & Borhade, M.P.D. (ty). *Konuşma sinyali kullanılarak Parkinson hastalığının bilgisayar destekli tespiti* .
- Bhurane, AA, Dhok, S., Sharma, M., Yuvaraj, R., Murugappan, M. & Acharya, UR (2019). Doğrusal ve kendine benzerlik özelliklerini kullanarak elektroensefalografi sinyallerinden Parkinson hastalığının teşhisi. *Uzman Sistemler* , e12472.
- Braga, D., Madureira, AM, Coelho, L. & Ajith, R. (2019). Konuşmanın akustik analizine dayalı olarak Parkinson hastalığının otomatik tespiti. *Yapay Zekanın Mühendislik Uygulamaları* , 77 , 148–158.
- Bratton, D. & Blackwell, T. (2008). Basitleştirilmiş bir rekombinant PSO. *Yapay Evrim ve Uygulamaları Dergisi* , 2008 .
- Buettner, R., Rieg, T. & Frick, J. (2020). Katlanmamış EEG Spektrasını Kullanarak Hastalıkların Makine Öğrenimi Tabanlı Teşhisi: Akıllı Bir Yazılım Sensörüne Doğru. *Bilgi Sistemleri ve Sinirbilimde* ( s. 165–172). Springer.
- Chen, W.-N., Zhang, J., Chung, HSH, Zhong, W.-L., Wu, W.-G. & Shi, Y.-H. (2009). Ayrık optimizasyon problemleri için yeni bir küme tabanlı parçacık sürüşü optimizasyon yöntemi. *Evrimsel Hesaplamada IEEE İşlemleri* , 14 (2), 278–300.
- Chen, Y.-PP, Johnson, C., Lalbakhsh, P., Caelli, T., Deng, G., Tay, D., Erickson, S., Broadbridge, P., El Refaie, A. & Doube, W. (2016). Konuşma bozuklukları için sanal konuşma terapistlerinin sistematik olarak gözden geçirilmesi. *Bilgisayar*

*Konuşması ve Dili* , 37 , 98–128.

Choi, S., Jahng, WJ, Park, SM & Jee, D. (2020). Yaşa bağlı makula dejenerasyonunun Alzheimer veya Parkinson hastalığı ile ilişkisi: retrospektif bir kohort çalışması. *Amerikan Oftalmoloji Dergisi* , 210 , 41–47.

Clerc, M. & Kennedy, J. (2002). Çok boyutlu karmaşık bir uzayda parçacık sürüsü patlaması, kararlılığı ve yakınsaması. *Evrimsel Hesaplama IEEE İşlemleri* , 6 (1), 58–73.

Cookson, MR, Hardy, J. & Lewis, PA (2008). Parkinson hastalığının genetik nöropatolojisi. *Uluslararası Klinik ve Deneysel Patoloji Dergisi* , 1 (3), 217.

Çalışkan, A., Badem, H., Baştürk, A. & Yüksel, ME (2017). Derin sinir ağı sınıflandırıcısını kullanarak parkinson hastalığının teşhisi. *İstanbul Üniversitesi-Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Dergisi* , 17 (2), 3311–3318.

Davis, L. (1991). *Genetik algoritmaların el kitabı* .

Deb, K., Corne, D. & Michalewicz, Z. (2005). Gerçek Parametre Optimizasyonu Özel Oturumu. *IEEE Evrimsel Hesaplama Kongresi* .

Deng, H., Wang, P. ve Jankovic, J. (2018). Parkinson hastalığının genetiği. *Yaşlanma Araştırması İncelemeleri* , 42 , 72–85.

Dimauro, G., Di Nicola, V., Bevilacqua, V., Caivano, D. & Girardi, F. (2017). Parkinson hastalığında konuşmayı metne dönüştürme sistemi kullanılarak konuşma anlaşılabilirliğinin değerlendirilmesi. *IEEE Erişimi* , 5 , 22199–22208.

Dinda, B., Dinda, M., Kulsi, G., Chakraborty, A. & Dinda, S. (2019). Alzheimer ve Parkinson hastalıklarında bitki iridoidlerinin terapötik potansiyelleri: Bir inceleme. *Avrupa Tıbbi Kimya Dergisi* , 169 , 185–199.

Dorigo, M. & Stützle, T. (2019). Karınca kolonisi optimizasyonu: genel bakış ve son gelişmeler. *Metasezgisel El Kitabı* , 311–351.

Dorigo, M., Birattari, M. & Stutzle, T. (2006). Karınca kolonisi optimizasyonu. *IEEE Hesaplamalı Zeka Dergisi* , 1 (4), 28–39.

Dökeroğlu, T. (2023). *Parkinson Hastalığının Tanısında Çok Amaçlı Harris Hawk Algoritmaları* .

Eberhart, R. & Kennedy, J. (1995). Parçacık sürüsü teorisini kullanan yeni bir optimize edici. *MHS'95. Altıncı Uluslararası Mikro Makine ve İnsan Bilimi Sempozyumu Bildirileri* , 39–43.

Folador, J.P. & Andrade, A.O. (ty). *Parkinson hastalık analizinde kullanılan derin öğrenme çerçevesi* .

Harris, C.A. & McAllister, J.P. (2012). Hidrosefali tedavisinde kateter tıkanıklığına neden olan hücresel ve doku yanıtı hakkında bilmemiz gerekenler. *Beyin*



*cerrahisi* , 70 (6), 1589–1602.

Hirschauer, TJ, Adeli, H. & Buford, JA (2015). Gelişmiş olasılıksal sinir ağı kullanılarak Parkinson hastalığının bilgisayar destekli tanısı. *Tıbbi Sistemler Dergisi* , 39 (11), 179.

Hlavnička, J., Čmejla, R., Tykalová, T., Šonka, K., Růžicka, E. & Rusz, J. (2017). Bağlantılı konuşmanın otomatik analizi, hızlı göz hareketi uyku davranışı bozukluğu olan hastalarda Parkinson hastalığının erken biyobelirteçlerini ortaya koyuyor. *Bilimsel Raporlar* , 7 (1), 1–13.

Hubel, D.H. & Wiesel, T.N. (1968). Maymun çizgili korteksinin alıcı alanları ve fonksiyonel mimarisi. *Fizyoloji Dergisi* , 195 (1), 215–243.

İstihbarat, S. (2001). Morgan Kaufmann. *İsveç, Stockolm* , 16 , 527–534.

Jensen, J.H. (2019). Kimyasal uzayın keşfi için grafik tabanlı bir genetik algoritma ve üretken model/Monte Carlo ağacı araştırması. *Kimya Bilimi* , 10 (12), 3567–3572.

Jiang, H., Zhao, D., Feng, T., Liao, S. & Chen, Y. (2013). MPCA ve QSA'ya dayalı sınıflandırıcının oluşturulması ve pankreas hastalıklarının sınıflandırılmasında uygulanması. *Tıpta Hesaplamalı ve Matematiksel Yöntemler* , 2013 .

Johnson, C., Venayagamoorthy, GK & Palangpour, P. (2008). Swarming Intelligence'in donanım uygulamaları bir anket. *2008 IEEE Sürü Zekası Sempozyumu* , 1–9.

Katoch, S., Chauhan, S.S. & Kumar, V. (2020). Genetik algoritma üzerine bir inceleme: geçmiş, bugün ve gelecek. *Multimedya Araçları ve Uygulamaları* , 1-36.

Kennedy, J. (1997). Parçacık sürüsü: bilginin sosyal adaptasyonu. *1997 IEEE Uluslararası Evrimsel Hesaplama Konferansı Bildirileri (ICEC'97)* , 303–308.

Kennedy, J. & Eberhart, R. (1995). Parçacık sürüsü optimizasyonu. *ICNN'95-Uluslararası Sinir Ağları Konferansı Bildirileri* , 4 , 1942–1948.

Kiebertz, K. & Wunderle, KB (2013). Parkinson hastalığı: çevresel risk faktörlerine dair kanıtlar. *Hareket Bozuklukları* , 28 (1), 8–13.

Krink, T. & Løvbjerg, M. (2002). Yaşam döngüsü modeli: Parçacık sürüsü optimizasyonunu, genetik algoritmaları ve dağcılarını birleştiriyor. *Doğadan Paralel Problem Çözme Uluslararası Konferansı* , 621–630.

LeCun, Y. (2015). LeNet-5, evrişimli sinir ağları. url: <http://Yann.Lecun.Com/Exdb/Lenet>, 20 (5), 14.

Li, Q. & Nishikawa, RM (2015). *Tıbbi görüntülemelerde bilgisayar destekli tespit ve tanı* . Taylor ve Francis.

- Maiti, P., Manna, J. & Dunbar, GL (2017). Parkinson hastalığındaki moleküler mekanizmaların güncel anlayışı: potansiyel tedavilere yönelik hedefler. *Translasyonel Nörodejenerasyon* , 6 (1), 28.
- Matej, R., Tesar, A. & Rusina, R. (2019). Alzheimer hastalığı ve komorbiditedeki diğer nörodejeneratif demanslar: Klinik ve nöropatolojik bir bakış. *Klinik Biyokimya* , 73 , 26–31.
- Matsugu, M., Mori, K., Mitari, Y. & Kaneda, Y. (2003). Evrimsel bir sinir ağı kullanılarak güçlü yüz algılama özelliğine sahip, konudan bağımsız yüz ifadesi tanıma. *Sinir Ağları* , 16 (5–6), 555–559.
- Mirjalili, S. (2019). Genetik Algoritma. *Evrimsel algoritmalar ve sinir ağlarında* ( s. 43–55). Springer.
- Monson, C.K. & Seppi, K.D. (2005). PSO'da köken arayışı önyargısını ortaya çıkarmak. *7. Yıllık Genetik ve Evrimsel Hesaplama Konferansı Bildirileri* , 241–248.
- Niknam, T. & Amiri, B. (2010). Küme analizi için PSO, ACO ve k-araçlarına dayanan etkili bir hibrit yaklaşım. *Uygulamalı Esnek Hesaplama* , 10 (1), 183–197.
- Nirale, P., Paul, A. & Yadav, KS (2020). Nörodejeneratif hastalıkları hedef alan nanoemülsiyonlar: Alzheimer, Parkinson ve Prion. *Yaşam Bilimleri* , 245 , 117394.
- Orozco-Arroyave, JR, Vásquez-Correa, JC, Vargas-Bonilla, JF, Arora, R., Dehak, N., Nidadavolu, PS, Christensen, H., Rudzicz, F., Yancheva, M. & Chinaei, H. (2018). NeuroSpeech: Parkinson'un konuşma analizi için açık kaynaklı bir yazılım. *Dijital Sinyal İşleme* , 77 , 207–221.
- Özçift, A. (2012). SVM, Parkinson hastalığının bilgisayar destekli tanısını iyileştirmek için seçime dayalı rotasyon orman topluluğu sınıflandırıcılarını içerir. *Tıbbi Sistemler Dergisi* , 36 (4), 2141–2147.
- Palsi, S. (2015). James Parkinson\*'un titreyen felç üzerine makalesi. *JR Coll Physicians Edinb* , 45 , 84–86.
- Park, K., Shin, S., Shin, D. & Chi, S. (2019). Değişken kromozom genetik algoritması kullanılarak savaş gemisi simülasyonunun tasarımı. *Uygulamalı Bilimler* , 9 (19), 4131.
- Pedersen, M.E.H. (2010). Parçacık sürüsü optimizasyonu için iyi parametreler. *Hvass Lab., Kopenhag, Danimarka, Tech. Temsilci HL1001* , 1551–3203.
- Pedersen, M.E.H. & Chipperfield, A.J. (2010). Parçacık sürüsü optimizasyonunun basitleştirilmesi. *Uygulamalı Yazılım Hesaplama* , 10 (2), 618–628.
- Peker, M., Şen, B. & Delen, D. (2015). Karmaşık değerli sinir ağları ve mRMR özellik seçim algoritması kullanılarak Parkinson hastalığının bilgisayar destekli tanısı. *Sağlık Mühendisliği Dergisi* , 6 (3), 281–302.

- Poewe, W., Seppi, K., Tanner, CM, Halliday, GM, Brundin, P., Volkman, J., Schrag, A.-E. & Lang, AE (2017). Parkinson hastalığı. *Nature Reviews Hastalık Primerleri* , 3 (1), 1–21.
- Pohoață, S., Geman, O. & Graur, A. (2012). İkili görev: Parkinson hastalığında yürüyüş ve titreme - edinme, işleme ve kümeleme. *Proc. Ulusal Teorik Elektrik Mühendisliği Sempozyumu, SNET* .
- Poli, R. (2008). Parçacık sürüsü optimizasyonu uygulamalarına ilişkin yayınların analizi. *Yapay Evrim ve Uygulamaları Dergisi* , 2008 .
- Rajasekaran, S. & Pai, GAV (2003). *Sinir ağları, bulanık mantık ve genetik algoritma: sentez ve uygulamalar (cd'li)* . PHI Öğrenme Pvt. Ltd.
- Rocca, P., Benedetti, M., Donelli, M., Franceschini, D. & Massa, A. (2009). Ters saçılma problemlerine uygulanan evrimsel optimizasyon. *Ters Problemler* , 25 (12), 123003.
- Rodriguez-Bermudez, G. & Garcia-Laencina, P.J. (2015). Doğrusal olmayan dinamikler ve kaos kullanılarak EEG sinyallerinin analizi: bir inceleme. *Uygulamalı Matematik ve Bilgi Bilimleri* , 9 (5), 2309.
- Roy, R., Dehuri, S. & Cho, S.B. (2011). Çok amaçlı kombinatoriyal optimizasyon problemi için yeni bir parçacık sürüsü optimizasyon algoritması. *Uluslararası Uygulamalı Metasezgisel Hesaplama Dergisi (IJAMC)* , 2 (4), 41–57.
- Sakar, BE, Serbes, G. & Sakar, C.O. (2017). Parkinson hastalığının erken tele tanısında ses özelliklerinin etkinliğinin analiz edilmesi. *PloS Bir* , 12 (8).
- Sakar, CO, Serbes, G., Gündüz, A., Tunç, HC, Nizam, H., Sakar, BE, Tütüncü, M., Aydın, T., Isenku, ME, & Apaydın, H. (2019). Parkinson hastalığı sınıflandırmasına yönelik konuşma sinyali işleme algoritmalarının karşılaştırmalı analizi ve ayarlanabilir Q faktörü dalgacık dönüşümünün kullanımı. *Uygulamalı Yazılım Hesaplama* , 74 , 255–263.
- Shi, Y. & Eberhart, R. (1998). Değiştirilmiş bir parçacık sürüsü iyileştiricisi. 1998 *IEEE Uluslararası Evrimsel Hesaplama Bildirileri Konferansı. IEEE Dünya Hesaplama Zeka Kongresi (Kat. No. 98TH8360)* , 69–73.
- Shi, Y. & Eberhart, R.C. (1999). Parçacık sürüsü optimizasyonunun ampirik çalışması. 1999 *Evrimsel Hesaplama Kongresi Bildirileri-CEC99 (Kat. No. 99TH8406)* , 3 , 1945–1950.
- Skodda, S., Grönheit, W., Mancinelli, N. & Schlegel, U. (2013). Parkinson hastalığının seyrinde ses ve konuşma bozukluğunun ilerlemesi: uzunlamasına bir çalışma. *Parkinson Hastalığı* , 2013 .
- Spears, W.M., Green, D.T. & Spears, D.F. (2012). Parçacık sürüsü optimizasyonundaki önyargılar. *Sürü Zekası Uygulamalarındaki Yenilikler ve Gelişmeler* ( s. 20–43). IGI Küresel.

- Şi, Y. (2001). Parçacık sürüsü optimizasyonu: gelişmeler, uygulamalar ve kaynaklar. *2001 Evrimsel Hesaplama Kongresi Bildirileri (IEEE Kat. No. 01TH8546)* , 1 , 81–86.
- Tartar, A., Kılıç, N. & Akan, A. (2013). Hibrit özellikler kullanılarak pulmoner nodüllerin sınıflandırılması. *Tıpta Hesaplamalı ve Matematiksel Yöntemler* , 2013 .
- Tinelli, M., Kanavos, P. & Grimaccia, F. (2016). *Parkinson hastalığında erken teşhis ve tedavinin değeri: Parkinson hastalığında karşılanmayan ihtiyaçları hedeflemenin potansiyel klinik ve sosyoekonomik etkisine ilişkin bir literatür taraması* .
- Too, J. & Abdullah, A.R. (2021). Özellik seçimi için yeni ve hızlı bir rakip genetik algoritma. *Süper Hesaplama Dergisi* , 77 (3), 2844–2874.
- Trelea, I.C. (2003). Parçacık sürüsü optimizasyon algoritması: yakınsama analizi ve parametre seçimi. *Bilgi İşleme Mektupları* , 85 (6), 317–325.
- Tu, Z. & Lu, Y. (2004). Küresel sayısal optimizasyon için sağlam bir stokastik genetik algoritma (StGA). *Evrimsel Hesaplama IEEE İşlemleri* , 8 (5), 456–470.
- URL-1. <https://blog.daum.net/shin55145/15> Erişim Tarihi: 01.05.2022
- Vaiciukynas, E., Verikas, A., Gelzinis, A. & Bacauskiene, M. (2017). Sürekli fonasyon ve konuşma sinyallerinden Parkinson hastalığını tespit etmek *PloS Bir* , 12 (10).
- Vásquez Correa, J.C., Orozco Arroyave, J.R., Arias-Londoño, J.D., Vargas Bonilla, J.F. & Noth, E. (2014). Parkinson hastalığı olan kişilerin konuşmalarının gerçek zamanlı analizi için yeni bilgisayar destekli cihaz. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia* , 72 , 87–103.
- Venkatesh, S.S. & Mishra, D. (2020). Doğrusal olmayan denklem sistemlerinin çözümü için değişken arama uzayı yakınsak genetik algoritma. *Akıllı Sistemler Dergisi* , 30 (1), 142–164.
- Viswanathan, R., Khojasteh, P., Aliahmad, B., Arjunan, S.P, Ragnav, S., Kempster, P., Wong, K., Nagao, J. & Kumar, D.K. (2018). Parkinson Hastalığının Tespitinde Ünsüz Harflere Dayalı Ses Özelliklerinin Etkinliği. *2018 IEEE Yaşam Bilimleri Konferansı (LSC)* , 49–52.
- Vose, M.D. (1999). *Basit genetik algoritma: temeller ve teori* . MİT basını.
- Walusinski, O. (2018). Jean-Martin Charcot ve Parkinson hastalığı: Öğretim ve öğretim materyalleri. *Revue Neurologique* , 174 (7–8), 491–505.
- Wilke, D.N., Kok, S. & Groenwold, A.A. (2007). Parçacık sürüsü optimizasyonunda doğrusal ve klasik hız güncelleme kurallarının karşılaştırılması: Ölçek ve çerçeve değişmezliği üzerine notlar. *Uluslararası Mühendislikte Sayısal Yöntemler Dergisi* , 70 (8), 985–1008.

Woodard, C.M., Campos, B.A., Kuo, S.H., Nirenberg, M.J., Nestor, M.W., Zimmer, M., Mosharov, E.V, Sulzer, D., Zhou, H. & Paull, D. (2014). iPSC'den türetilen dopamin nöronları, Parkinson hastalığı açısından uyumsuz monozygotik ikizler arasındaki farklılıkları ortaya koyuyor *Hücre Raporları* , 9 (4), 1173–1182.

Yang, X.S., Deb, S. & Fong, S. (2011). İş optimizasyonu ve uygulamaları için hızlandırılmış parçacık sürüsü optimizasyonu ve destek vektör makinesi. *Uluslararası Ağa Bağlı Dijital Teknolojiler Konferansı* , 53–66.

Zhan, Z. H., Zhang, J., Li, Y. & Shi, Y.H. (2010). Ortogonal öğrenme parçacık sürüsü optimizasyonu. *Evrimsel Hesaplamada IEEE İşlemleri* , 15 (6), 832–847.

Zhu, J. (2015). *Güç sistemi çalışmasının optimizasyonu* . John Wiley ve Oğulları.

