



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MARKOWİTZ ORTALAMA-VARYANS PORTFÖY SEÇİMİ MODELİNİN ÇÖZÜMÜNDE KULLANILAN METASEZGİSEL OPTİMİZASYON YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

BERAT YILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İstatistik Anabilim Dalı

Ağustos-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MARKOWİTZ ORTALAMA-VARYANS PORTFÖY SEÇİMİ MODELİNİN ÇÖZÜMÜNDE KULLANILAN METASEZGİSEL OPTİMİZASYON YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Berat YILDIZ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İstatistik Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nimet YAPICI PEHLİVAN

2019, 73 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Nimet YAPICI PEHLİVAN
Prof. Dr. Mehmet Fedai KAYA
Dr. Öğr. Üyesi İlkay ALTINDAĞ

Portföy, bir yatırımcının yatırım yapmak ve kar etmek için elinde bulundurduğu nakit, para, altın, hisse senetleri vb. gibi tüm finansal varlıklara verilen addır. Portföy seçimi, yaratılan portföyde alınacak ve kaldırılacak yatırım araçlarının belirlenmesi sürecidir. Portföy seçiminde yaygın olarak kullanılan modellerden biri olan ve Markowitz (1952) tarafından önerilen ortalama-varyans modeli, portföyde bulunan menkul kıymetlerle minimum risk ve maksimum kar elde edilmesine dayanmaktadır. Markowitz'in ortalama-varyans modeli bir karesel programlama problemidir ve klasik optimizasyon yöntemleri ile çözülebilmektedir. Son yıllarda, portföy seçim problemlerinin çözümünde klasik optimizasyon tekniklerinin yerine metasezgisel optimizasyon algoritmaları kullanılmaktadır. Bu çalışmada, BIST30 endeksinde işlem gören 30 hissenin günlük kapanış fiyatları Aralık 2016-Aralık 2017 tarihleri arasında alınarak elde edilmiştir. Markowitz'in ortalama-varyans modeli portföy seçiminde dikkate alınmıştır. Portföyde hangi hisse senetlerinin yer alacağını belirlemek amacıyla metasezgisel optimizasyon algoritmalarından Diferansiyel Evrim (DE), Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO), Benzetilmiş Tavlama (SA) ve Yapay Arı Kolonisi (ABC) uygulanmıştır. Ayrıca, bu yöntemlerin performansları optimum portföyün elde edilmesi açısından karşılaştırılmıştır. Portföy seçimi problemlerinin çözümünde kullanılan metasezgisel optimizasyon yöntemlerinden elde edilen sonuçlardan yararlanarak algoritmaların üstün ve zayıf yönlerinin karşılaştırılmalı bir analizi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Benzetilmiş Tavlama Algoritması, Diferansiyel Evrim Algoritması, Feinstein-Thapa Ortalama Mutlak Sapma Modeli, Konno-Yamazaki Ortlama Mutlak Sapma Modeli, Markowitz Ortalama-Varyans Modeli, Metasezgisel optimizasyon Algoritmaları, Parçacık Sürüsü Optimizasyonu Algoritması, Portföy Optimizasyonu, Yapay Arı Kolonisi Algoritması

ABSTRACT

MS THESIS

COMPARISON OF METAHEURISTIC OPTIMIZATION METHODS USED IN SOLUTION OF MARKOWITZ MEAN-VARIANCE PORTFOLIO SELECTION MODEL

Berat YILDIZ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN STATISTICS

Advisor: Prof. Dr. Nimet YAPICI PEHLİVAN

2019, 73 Pages

Jury
Prof. Dr. Nimet YAPICI PEHLİVAN
Prof. Dr. Mehmet Fedai KAYA
Assist Prof. Dr. İlkay ALTINDAĞ

Portfolio is the name given to all financial assets such as cash, currency, gold, stocks, and etc. that an investor holds in order to invest and gain profits. Portfolio selection is the process of determining the investment tools to be taken and removed in the created portfolio. The mean-variance model proposed by Markowitz (1952), which is one of the most commonly used model for portfolio selection, is based on the acquisition of minimum risk and maximum profits with securities in the portfolio. Markowitz mean-variance model can be solved with a quadratic programming problem and classical optimization techniques. In recent years, metaheuristic optimization algorithms are commonly used to solve portfolio selection problems, instead of classical optimization techniques. In this study, the data set is obtained by taking the daily closing prices of 30 assets in BIST30 index between 1 December 2016 – 29 December 2017. Markowitz's mean-variance model is considered for portfolio selection. Differential Evolution (DE), Particle Swarm Optimization (PSO), Simulated Annealing (SA), and Artificial Bee Colony (ABC) which are metaheuristic optimization algoithms, are applied to determine which portfolios are to be selected. In addition, the performances of these methods are compared in terms of achieving optimum portfolio.

Keywords: Simulated Annealing Algorithm, Differential Evolution Algorithm, Feinstein-Thapa Mean Absolute Deviation Model, Konno-Yamazaki Mean Absolute Deviation Model, Markowitz Mean-Variance Model, Metaheuristic Optimization Algorithms, Particle Swarm Optimization Algorithm, Portfolio Optimization, Artificial Bee Colony Algorithm

ÖNSÖZ

Geniş bilgi birikimi, yol göstericiliği ve tecrübesiyle tez çalışmam süresince desteğini ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nimet YAPICI PEHLİVAN'a saygı ve teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tezimin yazım aşamasında yardım eden dostlarıma ve arkadaşlarıma, hayatım boyunca her zaman yanımda olarak maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen çok sevdiğim güzel aileme çok teşekkür ederim.

Berat YILDIZ
KONYA-2019

KISALTMALAR

DE : Diferansiyel Evrim (Differential Evolution)

SA : Benzetimli Tavlama (Simulated Annealing)

ABC : Yapay Arı Kolonisi (Artificial Bee Colony)

PSO : Parçacık Sürü Optimizasyonu (Particle Swarm Optimization)

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
ÖNSÖZ ..... **vi**
İÇİNDEKİLER ..... **viii**
1. GİRİŞ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR **1**
1.1. Giriş 1
1.2. Önceki Çalışmalar 3
2. PORTFÖY VE PORTFÖY YÖNETİMİ **10**
2.1. Portföy 10
2.2. Yatırımlarla İlgili Riskler ve Toplam Riskin Kaynakları 11
2.3. Risk ve Getiri 13
3. MODERN PORTFÖY OPTİMİZASYONU YÖNTEMLERİ **16**
3.1. Markowitz Ortalama-Varyans Modeli 16
3.2. Konno -Yamazaki Ortalama Mutlak Sapma Modeli 18
3.3. Feinstein-Thapa Ortalama Mutlak Sapma Modeli 19
4. METASEZGİSEL OPTİMİZASYON YÖNTEMLERİ **21**
4.1. Diferansiyel Evrim Algoritması 24
4.2. Benzetimli Tavlama Algoritması 28
4.3. Yapay Arı Kolonisi Algoritması 32
4.4. Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması 37
5. UYGULAMA: MARKOWITZ ORTALAMA-VARYANS PORTFÖY SEÇİMİ MODELİNİN METASEZGİSEL YÖNTEMLER İLE ÇÖZÜMÜ **41**
5.1. Diferansiyel Evrim Algoritması ile Çözüm 49
5.2. Benzetimli Tavlama Algoritması ile Çözüm 51
5.3. Yapay Arı Kolonisi Algoritması ile Çözüm 53
5.4. Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması ile Çözüm 55
6. SONUÇ VE ÖNERİLER **61**
KAYNAKLAR **64**
ÖZGEÇMİŞ **73**

1. GİRİŞ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

1.1. Giriş

Portföy, bir yatırımcının elinde bulunan veya adına tutulan finansal varlıkların tümüne verilen isimdir (Yörük, 2000). Yatırımcılar için önemli olan, optimal portföyün oluşturulmasıdır. Optimal portföy, beklenen bir getiri miktarını sağlayan en düşük riske sahip portföy veya belli bir risk altında en yüksek beklenen getiriyi sağlayan portföydür (Bekçi, 2001).

Sermaye piyasalarında kullanılan endeksler, temsil ettikleri hisse senetlerinin belli oranlarla ve belli formüllerle bir araya getirilmeleri ile hesaplanır. Yatırımcıların tasarruflarını sermaye piyasalarında kullanmaya başlamaları ile birlikte portföy ve portföy yönetimi teknikleri ve modellerine duyulan ilgi ve ihtiyaç artmıştır. Portföy yönetimi, yatırımcının elindeki fonları mevcut menkul kıymet alternatifleri arasında belirli bir getiri düzeyinde en az riski sağlayacak şekilde paylaştırmasıdır.

Modern portföy teorisinin kurucusu sayılan Markowitz (1952) tarafından yayımlanan "Portföy Seçimi" başlıklı makalede, yatırımcıların oluşturduğu portföyde yer alan menkul kıymetlerin belirli risk seviyelerinde mümkün olan maksimum getiri oranının nasıl sağlanacağı hakkında bilgi verilmiştir. Markowitz (1952) tarafından önerilen portföy optimizasyonu modeli, varyans kullanılarak geliştirilen karesel (kuadratik) bir modeldir. Markowitz ortalama-varyans modeli olarak adlandırılan bu model, büyük ölçekli portföylerde yaygın olarak uygulanmaktadır. Konno ve Yamazaki (1991) tarafından geliştirilen diğer bir portföy optimizasyonu modeli olan ortalama mutlak sapma modeli sayesinde, Markowitz ortalama-varyans modeli teorik anlamda geliştirilmiş ve karesel programlamanın getirdiği geniş portföylerdeki hesaplama zorlukları doğrusal programlama ile aşılmaya çalışılmıştır. Daha sonra Konno ve Yamazaki ortalama mutlak sapma modeli, Feinstein ve Thapa (1993) tarafından yeniden modellenmiş ve kısıt sayısı düşürülmüştür.

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, portföy seçiminde Markowitz (1952) tarafından önerilen ortalama-varyans modeli ele alınmış ve hangi menkul kıymetlerin portföye seçileceğini belirlemek amacıyla metasezgisel optimizasyon yöntemlerinden Diferansiyel Evrim (DE) algoritması, Benzetimli Tavlama (SA) algoritması, Yapay Arı

Kolonisi (ABC) algoritması ve Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) algoritması kullanılmıştır.

Sezgisel algoritmalar, geleneksel yöntemlere göre çok daha hızlı ve verimli çözüme olanak sağlamaktadır. Üst seviye sezgisel anlamına gelen metasezgisel kavramı, doğadan esinlenen metasezgisel yöntemler, doğada gerçekleşen bir olayı modelleyerek, kombinatoryal eniyileme problemlerine uygun çözümler getirmeyi amaçlamaktadır. Tıpkı doğada olduğu gibi metasezgisel algoritmalarda en iyi çözümü değil, en iyi performansı amaçlar. Metasezgisel algoritmalar, son yıllarda birçok alanda kullanılmaktadır. Literatürde pek çok metasezgisel optimizasyon algoritması mevcuttur. Bu yöntemlerden bazıları Diferansiyel evrim (DE) algoritması, Benzetimli Tavlama (SA) algoritması, Yapay Arı Kolonisi (ABC) algoritması, Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO) algoritmasıdır. Bu çalışmada DE, SA, ABC ve PSO yöntemleri ele alınmıştır.

Diferansiyel evrim (DE) algoritması, belirli bir kalite ölçüsü ile bir aday çözümü iyileştirmeye çalışarak problemin optimal çözümünü bulan bir yöntemdir (Rocca ve ark., 2011). DE popülasyon tabanlı sezgisel bir optimizasyon ve global optimizasyon için basit ama güçlü bir yöntemdir. Özellikle sürekli verilerin söz konusu olduğu problemlere yönelik olarak geliştirilmiş ve rastlantısal bir yapıya sahiptir.

Benzetimli Tavlama (SA) algoritması, optimizasyon problemlerini çözmek için rastgele bir yerel arama algoritması olarak geliştirilmiştir. SA algoritması, olasılıksal bir yaklaşımla bir amaç fonksiyonunun minimum veya maksimum çözümünü bulmak için kullanılmaktadır. Tavlama işlemindeki amaç, sistemin sıcaklığını arttırmak ve çok yavaşça soğutmak suretiyle sistemin mevcut veya rasgele oluşturulmuş durumunda amaçlanan hedefi elde etmektir (Kirkpatrick ve ark., 1983)

Yapay Arı Kolonisi (ABC) algoritması, popülasyon tabanlı ve bal arılarının besin arama davranışına dayalı bir metasezgisel optimizasyon algoritmasıdır (Karaboğa, 2005).

Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO) algoritması, kuş ve balık sürülerinin yiyecek bulma davranışlarından ilham alınarak geliştirilen popülasyon tabanlı bir metasezgisel optimizasyon algoritmasıdır (Eberhart ve Kennedy, 1995).

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde giriş ve önceki çalışmalara yer verilmiştir.

İkinci bölümde, portföy, yatırımlarla ilgili riskler ve toplam riskin kaynakları, risk ve getiri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde, modern portföy seçimi yöntemlerinden Markowitz ortalama-varyans modeli, Konno ve Yamazaki ortalama mutlak sapma modeli ile Feinstein ve Thapa ortalama mutlak sapma modeli ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde, metasezgisel optimizasyon yöntemlerinden Diferansiyel Evrim (DE) algoritması, Benzetimli Tavlama (SA) algoritması, Yapay Arı Kolonisi (ABC) algoritması ve Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) algoritması ele alınmıştır.

Tezin uygulama bölümünü oluşturan Beşinci Bölümde, Markowıtz ortalama-varyans modelinin çözümü için metasezgisel optimizasyon yöntemlerinden Diferansiyel Evrim (DE) algoritması, Benzetimli Tavlama (SA) algoritması, Yapay Arı Kolonisi (ABC) algoritması ve Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) algoritması uygulanarak elde edilen optimal çözümlere ilişkin sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Altıncı bölümde, uygulamaya ilişkin sonuçların yorumlanması ve daha sonra yapılacak çalışmalar için öneriler yer almaktadır.

1.2. Önceki Çalışmalar

Bu kesimde, portföy seçimi modelleri, metasezgisel yöntemler ve portföy seçimi modellerinin metasezgisel yöntemler ile çözümüne ilişkin çalışmalar incelenmiştir.

Srinivas ve Deb (1994) makale çalışmasında, çok amaçlı optimizasyon problemlerinin çözümünde Genetik Algoritma (GA) kullanılmıştır.

Czyzżak ve Jaszkiewicz (1998) makale çalışmasında, metasezgisel yaklaşımlardan Benzetimli Tavlama (SA) algoritması önerilmiştir. Problemin daha kısa sürede iyi bir yaklaşımla çözümü için çok amaçlı bir kombinatoryal optimizasyon yöntemi uygulanmıştır.

Crama ve Schyns (2003) makale çalışmasında, karmaşık bir portföy seçimi modelinin çözümü için Benzetimli Tavlama (SA) yaklaşımı uygulanmıştır. Model, Markowitz'in klasik ortalama-varyans modelinin ek kısıtlar ile zenginleştirilmesi durumunda ortaya çıkan karma tamsayılı karesel programlama örneğidir.

Derigs ve Nickel (2003) makale çalışmasında, pasif portföy yönetiminde hata minimizasyonun izlenmesi ile ilgili durum çalışması ve portföy optimizasyonu için

metasezgisel temelli bir karar destek çözüm önerisi getirilmiştir. Problemin karmaşıklığını azaltmak ve çözümünü sistematikleştirmek için çok aşamalı portföy yönetim süreci önerilmiştir.

Doerner ve ark. (2004) makale çalışmasında, portföy seçim problemlerinin çözümü için Pareto Karınca Kolonisi Optimizasyonu (PACO) önerilmiştir ve diğer metasezgisel yaklaşımlardan Benzetimli Tavlama (SA) ve Genetik Algoritma (GA) ile karşılaştırılmıştır.

Ehrgott ve Gandibleux (2004) makale çalışmasında, Markowitz'in ortalama-varyans modelini genişleten portföy optimizasyonu için bir model önerilmiştir. Benzetimli Tavlama (SA), Tabu Arama (TS) ve Genetik Algoritma (GA) kullanılarak sayısal sonuçlar elde edilmiş ve problemlerin hızlı bir şekilde çözülebileceği gösterilmiştir.

Armananzas ve Lozano (2005) makale çalışmasında, portföy optimizasyon problemlerinin çözümü için çok yönlü yaklaşım modellerinden Benzetimli Tavlama (SA), Açgözlü Arama (GS) ve Karınca Kolonisi Optimizasyonu (ACO) algoritmaları geliştirilmiştir.

Blum (2005) makale çalışmasında, Karınca Kolonisi Optimizasyonu (ACO) algoritması hem endüstriyel alanda hem de bilimsel alanda karşılaşılan optimizasyon problemlerinden tren zamanlaması, zaman çizelgesi ve telekomünikasyon ağı tasarımı problemlerinin çözümünde uygulanmıştır.

Busetti (2005) makale çalışmasında, Markowitz ortalama-varyans modeli kullanılarak portföy optimizasyon problemleri çözümü için metasezgisel yaklaşımlardan Genetik Algoritma (GA) ve Tabu Arama (TS) algoritmaları uygulanmıştır.

Karaboğa ve Baştürk (2007), çok boyutlu sayısal problemler için, Yapay Arı Kolonisi (ABC) algoritmasının performansını Diferansiyel Evrim (DE), Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO) ve Evrimsel Algoritma (EA) ile karşılaştırmıştır. Sonuç olarak, ABC algoritmasının performansının diğer algoritmalarla karşılaştırılabilir olduğunu ve yüksek boyutlu mühendislik problemlerinin çözümünde verimli bir şekilde kullanılabileceği gösterilmiştir.

Karaboğa ve Baştürk (2008), çok değişkenli fonksiyonları optimize etmek için Yapay Arı Kolonisi (ABC) algoritmasını kullanmış ve Genetik Algoritma (GA), Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO) ve Evrim Algoritması (EA) tarafından üretilen sonuçlar ile karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, ABC'nin diğer algoritmalara göre daha iyi performans sergilediği gösterilmiştir.

Vassiliadis ve Dounias (2008), makale çalışmasında, kısıtlı portföy optimizasyonu problemlerinin çözümü için Yapay Arı Kolonisi (ABC) algoritması uygulanmış ve Karınca Kolonisi Optimizasyonu ve Tabu Arama algoritmaları ile karşılaştırılmıştır.

Branke ve ark. (2009) makale çalışmasında, Markowitz ortalama-varyans portföy seçimi modelinde portföyün beklenen getirisinin en üst, riskinin en alt seviyeye indirilmesi amaçlanmıştır. Doğrusal kısıtlar söz konusu olduğunda, problem karesel programlama ile çözülebilmektedir. Dışbükey olmayan sorunun çözümünü oluşturmak için, Çok Amaçlı Evrimsel Algoritma (MOEA) önerilmiştir.

Karaboğa ve Akay (2009) makale çalışmasında, Yapay Arı Kolonisi (ABC) algoritması sayısal test fonksiyonlarının geniş bir kümesini en iyilemek için kullanılmıştır. ABC algoritması ile üretilen sonuçlar kümesini Genetik Algoritma (GA), Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO), Diferansiyel Evrim Algoritması (DE) ve Evrim Algoritması (EA) yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırmışlardır. Sonuçlar, ABC algoritmasının performansının diğer popülasyona dayalı algoritmalara kıyasla daha iyi olduğunu ve daha az kontrol parametresi kullanma avantajına sahip olduğunu göstermiştir.

Carazo ve ark. (2010) makale çalışmasında, çok amaçlı proje portföy seçimi için detaylı bir model önerilmiştir. Çözüm, Saçılım Arama'ya dayalı bir metasezgisel yöntem kullanılarak yapılmıştır. Önerilen yöntemin özellikleri ve etkinliği, rastgele oluşturulmuş örnekler üzerinde hesaplama deneyleri kullanılarak diğer sezgisel yöntemler ile karşılaştırılmıştır.

Giannakouris ve ark. (2010) makale çalışmasında, NP-zor portföy optimizasyonu problemlerinin çözümü için Karınca Kolonisi Optimizasyonu (ACO) ve Ateşböceği Algoritmasını birleştiren bir melez metasezgisel yaklaşım önerilmiştir.

Gutjahr ve ark. (2010) makale çalışmasında, portföy seçimi problemleri için çok amaçlı optimizasyon modeli geliştirilmiştir. Problemin asimptotik yaklaşımı için doğrusallaştırılmış bir formülasyon uygulanmıştır.

Anagnostopoulos ve Mamanis (2011) makale çalışmasında, ortalama-varyans kardinalite kısıtlı portföy optimizasyon probleminin çözümü için dört çok amaçlı evrimsel algoritma (MOEA) uygulanmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Uygulanan çok amaçlı evrimsel algoritmalar, Niched Pareto Genetik Algoritması 2 (NPGA2), Baskın Olmayan Sıralama Genetik Algoritması II (NSGA-II), Pareto Örtme Tabanlı Seçim Algoritması (PESA), Kuvvetli Pareto Evrimsel Algoritması 2 (SPEA2) ve e-Çok Amaçlı Evrimsel Algoritma (e-MOEA)'dır.

Dökeroğlu ve Coşar (2011), dağıtılmış veri tabanı sorguları için Dinamik Programlama (DP) ve Karınca Kolonisi Optimizasyonu (ACO) sezgisel yöntemlerine dayalı yeni bir sorgu optimizasyon algoritması tanıtmıştır. DP ve ACO algoritmaları, en iyi performans gösteren çözümlere çok yakın uygulama planları sağlamış ve buna polinom zamanda ulaşmıştır.

Golmakani ve Fazel (2011) makale çalışmasında, genişletilmiş Markowitz ortalama-varyans portföy seçimi modelinin çözümü için Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO)'na dayalı yeni bir sezgisel yöntem önerilmiş ve Genetik Algoritma ile karşılaştırılmıştır.

Kanović ve ark. (2011), Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) algoritmasının genelleştirilmiş bir versiyonunu önermişlerdir. Önerilen yeni genelleştirilmiş PSO (GPSO), doğrusal kontrol teorisinden esinlenmiş ve optimizasyon sürecinde parçacık dinamiklerinin anahtar yönlerinin doğrudan kontrol edilmesini sağlanmıştır. GPSO, bir dizi benchmark(kıyaslama) problemi üzerinde klasik PSO ve genetik algoritma ile karşılaştırılmıştır.

Karaboğa ve Öztürk (2011), benchmark (kıyaslama) problemleri için Yapay Arı Kolonisi (ABC) algoritmasını kullanmış ve ABC algoritmasının performansını literatürdeki PSO algoritması ve diğer dokuz sınıflandırma tekniği ile karşılaştırmıştır. Teknik analiz sonuçlarını göstermek için UCI Machine Learning Repository'den alınan 13 tipik test veri kümesi kullanılmıştır. Sonuç olarak, ABC algoritmasının çok değişkenli veri kümelemesi için etkin bir şekilde kullanılabileceği gösterilmiştir.

Zhu ve ark. (2011) makale çalışmasında, Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) tekniği kullanılarak portföy optimizasyon problemine metasezgisel bir yaklaşım önerilmiştir. Önerilen model, çeşitli kısıtlı ve kısıtsız riskli yatırım portföyleri üzerinde test edilmiş ve Genetik Algoritmalar (GA) ile karşılaştırılmıştır. PSO modelinin, optimal riskli portföylerin oluşturulmasında yüksek hesaplama verimliliği gösterdiği görülmüştür.

Akay ve Karaboğa (2012) makale çalışmasında, Yapay Arı Kolonisi (ABC) algoritmasının değiştirilmiş versiyonları tanıtılmış ve gerçek parametreli optimizasyon problemlerinin verimli bir şekilde çözümü için uygulanmıştır.

Chen ve ark. (2012), bazı durumlarda zayıf yakınsama oranına sahip olmasından dolayı Yapay Arı Kolonisi (ABC) algoritmasının yetersiz olduğuna değinmişlerdir. Benzetimli Tavlama (SA) algoritmasından esinlenerek, Benzetimli Tavlama tabanlı Yapay Arı Kolonisi (SAABC) algoritmasını önermiş ve SAABC algoritmasının deneylerin çoğunda ABC algoritmasından daha iyi olduğu gösterilmiştir.

Deng ve ark. (2012) makale çalışmasında, kardinalite kısıtlı Markowitz portföy optimizasyon probleminin (CCMPO) çözümü için popülasyon tabanlı bir metasezgisel algoritma olan Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) yöntemi önerilmiştir. Test sonuçları, önerilen PSO'nun, özellikle düşük riskli yatırım portföyleri için mevcut PSO algoritmalarından çok daha güçlü ve etkili olduğunu göstermektedir. Çoğu durumda, PSO'nun Genetik Algoritma (GA), Benzetimli Tavlama (SA) ve Tabu Arama (TS) gibi yöntemlerden üstün olduğu gösterilmiştir.

Yu ve ark. (2012) makale çalışmasında, çok kriterli portföy seçim problemini çözmek için Genetik Algoritma (GA)'ya dayalı doğrusal olmayan tam sayılı programlama (NIP) yaklaşımı kullanılmıştır. Elde edilen deneysel sonuçlar, bu yaklaşımın çok kriterli portföy seçim problemleri için uygulanabilir olduğunu ve etkili bir çözüm yöntemi olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Lwin ve Qu (2013) makale çalışmasında, portföy seçim problemleri için Popülasyon Tabanlı Artımlı Öğrenme (PBIL) ve Diferansiyel Evrim (DE) algoritmalarını birleştiren melez bir algoritma önerilmiştir.

Ponsich ve ark. (2013) makale çalışmasında, portföy optimizasyonu probleminin ve diğer finans ve ekonomi uygulamalarının çözümü için bir değerlendirme yapılmıştır.

Cui ve ark. (2014) makale çalışmasında, portföy optimizasyon problemi için kardinalite ve sınırlayıcı kısıtlamalar ile bir kombinatoryal algoritma önerilmiştir. Önerilen algoritmada, metasezgisel bir yaklaşım olan Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) ve PSO' nun kardinalite kısıtlarını ele almak için matematiksel programlama yöntemi kullanılmıştır.

Bacanin ve Tuba (2015) makale çalışmasında, portföy optimizasyon problemlerinin çözümü için metasezgisel bir yaklaşım olan Havai Fişek (Fireworks) algoritması uygulanmıştır. Problemin çözümünde elde edilen sonuçlar, Sürü Algoritmaları ve Genetik Algoritmalar ile karşılaştırılmış ve Havai Fişek Algoritmasının daha iyi sonuç verdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Chen (2015) makale çalışmasında, işlem maliyeti, kardinalite ve miktar kısıtlarını içeren yeni bir olasılıksal yarı mutlak sapma modeli önerilmiştir. Modelin kısıtlarından dolayı karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama problemi elde edilmekte ve geleneksel optimizasyon yöntemleri ile optimal çözüm elde edilememektedir. Bu nedenle, bu tür problemlerin çözümü için Modifiye Edilmiş Yapay Arı Kolonisi (MABC) algoritması geliştirilmiştir.

Çelenli ve ark. (2015) makale çalışmasında, İMKB 30 endeksini oluşturan hisse senetlerinden oluşturulacak portföy optimizasyonu için klasik ve garanti yakınsamalı Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) yöntemleri uygulanmış ve elde edilen sonuçlar matematiksel programlamadan elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Najafi ve Mushakhian (2015) makale çalışmasında, portföy seçimi için bir model önerilmiştir. Önerilen modeli çözmek için Genetik Algoritma (GA) ve Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) yöntmelerinin melez bir modeli tasarlanmıştır. Melez algoritmanın performansını geliştirmek için uygun parametrelerin ayarlanması amacıyla bir Taguchi deneysel tasarım yöntemi uygulanmıştır.

Seyedhosseini ve ark. (2016) makale çalışmasında, yarı varyansın genellikle etkin bir sınır ve optimal portföyün oluşturulmasında bir risk faktörü olarak kabul edildiği ifade edilmiştir. Yarı varyans, gerçek risk portföyünün daha iyi bir tahminini gösterdiğinden yatırım riskine yaklaşmak için bir ölçü olarak kullanılmıştır. Optimal portföy seçimi, tam olarak bir algoritmada sunulmamış olan, ve polinom bir zamanda bu problemi çözebilen deterministik olmayan polinom (NP) - zor problemlerinden birisi olduğundan bu tür

problemlerin çözümünde genellikle metasezgisel algoritmalar kullanılmaktadır. Çalışmada, etkin sınır portföyleri oluşturmak için yeni bir melez Uyum Arama ve Yapay Arı Kolonisi algoritması tanıtılmıştır.

Akyer ve ark. (2018) makale çalışmasında, kardinalite kısıtlarına sahip bir portföy optimizasyonu probleminin NP-zor problem olduğu ifade edilmiştir. Metasezgisel yöntemler genellikle bu tür problemlerin çözümü için tercih edilmektedir. Bunun sebebi, NP-zor sınıfındaki problemlerin kabul edilebilir bir zamanda kesin çözüm algoritmaları ile çözülebilmesinin zor olmasıdır. Çalışmada, portföy optimizasyon problemini çözmek ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası verilerine uygulamak üzere bir Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO) algoritması geliştirilmiştir.

2. PORTFÖY VE PORTFÖY YÖNETİMİ

Bu bölümde, portföy, yatırımlarla ilgili riskler ve toplam riskin kaynakları, risk ve getiri kavramları ele alınmıştır.

2.1. Portföy

Portföy, belirli bir kişi veya grubun elinde olup finansal nitelikteki kıymetlerden oluşan, daha çok hisse senedi ve tahviller gibi menkul kıymetlerden ve benzeri ürünlerden meydana gelen çeşitli menkul kıymetlerin bir araya gelmesi olarak tanımlanmaktadır (Ceylan ve Korkmaz, 1998). Markowitz ortalama-varyans modeli, bilinen en iyi finansal modellerdendir. Temel yapı, beklenen getiri seviyesinde, en düşük riskli portföy kompozisyonunun oluşturulmasıdır (Markowitz, 1952).

Portföy yönetimi, portföyü meydana getirmek ve meydana getirilen portföyden hangi yatırım unsurunun ne zaman çıkarılacağına ve yerine hangi yatırım unsurunun alınacağına karar verilen bir süreçtir. Portföy yönetiminin hedefi, karar vericinin risk ve getiriye karşı takındığı tutum kapsamında oluşturulacak bir portföyde finansal varlıkların hangi oranlarda yer alacaklarını ve zamanla farklılaşan ekonomik şartlara bağlı olarak hangi varlıkların portföyden çıkacağına karar vermektir (Bolak, 2001).

Gelecek dönemlerde elde edilmesi beklenen getiriler, bazı risk faktörlerini içeren belirsizlik içerisinde bulunmaktadır. Yatırım, tasarrufların belli bir getiri sağlamak amacıyla belirli vadelerde yatırım araçlarına bağlanması olarak tanımlanırsa, yatırımlar değerlendirilirken getirinin yanında riskin de incelenmesi gerektiği söylenebilir.

Beklenen getiri ile yatırımın kapsadığı risk arasında ilişki, yatırımın tahmin edilen getirisi karşılığında mevcut riskini ifade etmektedir. Yatırım riskinin düşürülmesinden kasıt, sistematik olmayan riskin yok edilmesidir (Karslı, 2004).

Sermaye piyasası mevzuatı çerçevesinde portföy yöneticiliği işlevi, o sermaye piyasası araçları, para piyasası araç ve işlemleri, vadeli işlemler ve opsiyonlar, nakit, döviz, mevduat ile sermaye piyasası kurulunca uygun bulunan diğer varlık ve işlemlerden meydana gelen portföylerin yatırımcının veya portföy yöneticisinin belirleyeceği risk-getiri tercihi yönünde müşterilerle yapılacak portföy yönetim sözleşmesi kapsamında vekil sıfatıyla yönetilmesidir. Portföy yöneticiliği işlevi, bireysel ve kolektif portföy yöneticiliği faaliyetlerini içermektedir (http://www.spk.gov.tr/Sayfa/AltSayfa/447).

Portföyler, tamamı tahvillerden oluşan, tamamı hisse senetlerinden oluşan, hisse senetleri ve tahvillerden oluşan, diğer yatırım araçlarından oluşan olmak üzere dört grupta incelenmektedir.

Tamamı Tahvillerden Oluşan Portföyler: Anaparasının güvenini ilk sırada tutan, yani risk almayı sevmeyen ve piyasayı takipte zorluk çeken tasarruf sahiplerinin seçtikleri portföy çeşididir (Ceylan ve Korkmaz, 1998).

Tamamı Hisse Senetlerinden Oluşan Portföyler: Yalnızca hisse senetlerinden oluşur. Hisse senetlerinden portföy oluşturmada yatırımcı tipi, portföyün belirlenmesindeki en önemli unsurdur. Bu portföy oluşumunda piyasanın sürekli takip edilmesi talep edildiği zaman alım satım yapabilecek hisselerin mevcut olmasına özen gösterilmesi gerekmektedir. Ekonominin istikrarlı olduğu süreçlerde, tamamı hisse senetlerinden oluşan portföyler tercih edilebilir (Kalfa, 2010).

Hisse Senetleri ve Tahvillerden Oluşan Portföyler: En çok kullanılan bu portföy çeşidinde ekonomik gelişmelere göre hisse senedi, tahvil ve benzeri ürünlerden oluşan bir portföy oluşturulabilir. Böylelikle, ana paranın hem güvenliği sağlanmakta hem de kârlılık öğesi dikkate alınarak dengeli bir portföy oluşturulmaktadır (Küçüksille, 2004).

Diğer Yatırım Araçlarından Oluşan Portföyler: Hisse senedi ve tahvil gibi esas menkul kıymetler haricindeki yatırım araçları ile oluşturulabilir (Ceylan ve Korkmaz, 1998). Portföyler için oluşturulabilecek diğer yatırım araçları,

- Varlığa Dayalı Menkul Kıymet
- Finansman Bonoları
- Hazine Bonoları
- Gelir Ortaklığı Senetleri
- Banka Bonoları ve Banka Garantili Bonolar
- Mevduat ve Mevduat Sertifikaları
- Repo
- Döviz ve Döviz Tevdiat Hesapları
- İmtiyazlı Hisse Senetleri
- Kar Zarar Ortaklığı Belgesi
- Vadeli Sözleşmeler

olarak verilebilir (Usta, 2002).

2.2. Yatırımlarla İlgili Riskler ve Toplam Riskin Kaynakları

Risk kavramı, beklenen getiri ile gerçekleşen getiri arasındaki fark olarak tanımlanır. Finansal açıdan ise, beklenen getirinin gerçekleşen getiriden sapma

olasılığıdır (Gökbel, 2003). Sistematik risk ve sistematik olmayan risk olmak üzere iki tip risk vardır. Yatırımlarda elde edilecek getirinin mümkün olduğunca yüksek, riskin de düşük olması amaçlanır. Diğer bir ifade ile belirli bir risk düzeyinde getirinin en yüksek ya da belirli bir getirinin en düşük riskle elde edilmesi istenir. Bu durumda risk, getirinin standart sapması olarak kabul edilir (Apak, 1995).

Sistematik Risk:

Sistematik riskteki değişimler; ekonomik, politik ve sosyal değişmelere kaynaklı oluşabilir. Sistematik risk; piyasa riski, faiz oranı riski, enflasyon riski, politik risk, döviz kuru riski olmak üzere beş başlık altında ele alınmaktadır.

Piyasa riski, piyasadaki değişkenlik neticesinde hisse senedi getirilerindeki değişkenlik anlamına gelmektedir. Piyasa riski tek bir hisse senedine ait bir risk olmamakla birlikte, genel olarak bütün hisse senetlerini etkilemektedir. Portföydeki hisse senedi sayısının çoğaltılması piyasa riskini etkilememektedir (Gökbel, 2003).

Faiz oranı riski, sabit faizle borçlanmaya imkân sağlayan menkul kıymetler için temel olan bir risk çeşididir. Sabit getirili menkul kıymetlere yatırım yapan yatırımcı, piyasa faiz oranının artması halinde bundan zarar görür. Faiz oranı riski, faiz oranı en düşük olduğu zaman minimum seviyede, en yüksek olduğu zaman ise, maksimum seviyede olmaktadır (Ceylan ve Korkmaz, 1998).

Enflasyon riski, ekonomik literatürde fiyatlar genel seviyesinin hızlı ve sürekli olarak artması anlamına gelmektedir (Eken, 1994). Enflasyon satın alma gücünü de etkileyeceğinden ileriye dönük yatırımları da etkileyebilir.

Politik risk, dünyada meydana gelen siyasi ve ekonomik krizler, savaşlar, yatırımcıların davranışları üzerinde oldukça etkilidir. Politik riskin bir başka boyutu da, uluslararası ticaret hacmi ile ilgilidir. Koruma girişimleri, kotalar, döviz kurundaki dalgalanmalar veya yabancı sermaye yatırımları, bu riskin unsurlarını oluşturmaktadır (Ceylan ve Korkmaz, 1998).

Döviz kuru riski, yabancı para cinsinden yapılan yatırımlarda paraların değerinin değişmesi durumunda ortaya çıkan bir risktir (Ceylan ve Korkmaz, 1998).

Sistematik Olmayan Risk:

Genellikle işletmelerin kendisinden kaynaklanan sistematik olmayan risk; finansal risk, iş riski ve yönetim riski olmak üzere üç başlık altında incelenmektedir.

Finansal risk, işletmenin faiz, döviz, banka kredileri vb. borç türlerinin ödenememesinden kaynaklı bir risk nedenidir.

İş riski, işletmenin kâr satış dalgalanmalarından kaynaklanan bir risk nedenidir. İşletmenin olası gelirlerinin zaman içindeki dağılımından ve işletmenin faaliyet gösterdiği alandan kaynaklanan belirsizlikler içerebilir. İşletmenin gelir akımındaki bu belirsizlik, işletmenin durumunu dolayısıyla da bağlantılı menkul kıymet fiyatlarını negatif yönde etkileyecektir.

Yönetim riski, işletmenin yönetimindeki yöneticilerle ilgili hatalardan kaynaklanan risktir. İşletmelerin mamulleri ve finansal riskleri göz önünde tutulmaksızın firma yönetimi yatırımcıların gelirlerinde önemli değişimlere neden olmaktadır. Bu etkiye, yönetim riski adı verilmektedir. İşletme yöneticilerinin felsefelerinden kaynaklanan kararlar, işletmenin geleceği hakkında dikkate değer bilgiler vermektedir (Sevil, 2001).

2.3. Risk ve Getiri

Getiri, bir yatırımdan veya menkul kıymetten elde edilen gelirdir ve getirinin tanımını bir finansal varlık olan hisse senedi üzerinden yapıldığında; bir hisse senedinin yatırım yapıldığı süre boyunca, belli bir dönem içerisinde yatırımcısına sağlayacağı kazanç ve kaybın oransal ifadesidir (Tekbaş, 1989). Getiri,

$$r = \left(\frac{P_{it} - P_{it-1}}{P_{it-1}} \right) \tag{2.1}$$

eşitliği ile hesaplanır. Eşitlik (2.1)'de; P_{it}, hisse senedinin dönem sonu fiyatını ve P_{it-1}, hisse senedinin dönem başı fiyatını göstermektedir (Karan, 2004).

Standart Sapma ve Varyans

Standart sapma ve varyans, portföy yönetiminde risk ölçüsü olarak kullanılan her bir olası getirinin beklenen getiriden ne kadar saptığını gösteren olası getirilerdir. Olası getiriler beklenen getiriye ne kadar yakın ise yatırımın riski o derecede az, ne kadar uzak

ise yatırımın riski o derecede yüksektir. Başka bir ifadeyle, standart sapma veya varyans değeri büyüdükçe risk de artmaktadır (Ceylan, 2003). Bir getirinin varyansı ve standart sapması,

$$Var(r_i) = \sigma^2 = \sum_{i=1}^{n}\left[\left(r_i - E(r)^2\right) p_i\right] \tag{2.2}$$

$$Sd(r_i) = \sqrt{Var\left(r_i\right)} \tag{2.3}$$

eşitlikleri ile verilir. Eşitlik (2.2) ve (2.3)'te,

$Var(r_i)$: Menkul değer getirilerinin beklenen varyansını,
$Sd(r_i)$: Menkul değer getirilerinin standart sapmasını,
$E(r_i)$: Herhangi bir menkul değerin beklenen getirisini,
p_i : i. menkul değerin gerçekleşme olasılığını,
r_i : i. menkul değer için beklenen getiriyi,
n : seçeneklerin sayısını göstermektedir.

Kovaryans

Menkul kıymetlerin tek tek risklerini standart sapma veya varyansla ölçmek mümkündür. Ancak, iki veya daha fazla menkul kıymet söz konusu olduğunda, risk kovaryans ile ifade edilir. Kovaryans, getirilerdeki sapmaların çarpımları toplamının (n-1)'e bölünmesiyle hesaplanır. Eğer, her iki menkul kıymetin getirileri ile ortalamaları arasında pozitif veya negatif büyük bir fark varsa, bu durumda kovaryans değeri büyük pozitif bir değerdir. Biri pozitif iken diğeri negatif ise, kovaryans negatif bir değer olur.

Geçmiş veriler kullanılarak hesaplanan kovaryans değeri,

$$\mathrm{cov}_{r_i, r_j} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left[\left(r_{ij} - E(r_i)\right).\left(r_{ij} - E(r_j)\right)\right]}{n-1} \tag{2.4}$$

eşitliği ile verilir.

Beklenen getiri, belli bir dönem getirileri ile bu getirilerin gerçekleşme olasılıklarının çarpımlarının toplamıdır (Ceylan ve Korkmaz, 2006).

Beklenen getiri $(\bar{r})$;

$$\bar{r} = \sum_{i=1}^{n} r_i P_i \tag{2.5}$$

eşitliğinden hesaplanır Burada, r_i olası getiriyi ve P_i getirinin olasılığını göstermektedir (Gökbel, 2003).

3. MODERN PORTFÖY OPTİMİZASYONU YÖNTEMLERİ

Geleneksel portföyün temel prensibi, tek bir menkul kıymete yatırım yapılmaması yönündedir. Aksi takdirde, tek bir seçeneğe yatırım yapıldığında kaybetme riskinin daha fazla olacağı öngörülmektedir. Ayrıca, menkul kıymetler arasındaki kovaryans dikkate alınmadığında risk genellikle sistematik risk seviyesine indirilemez.

Modern portföy teorisinin kurucusu sayılan Harry Markowitz'in yaklaşımının genel çerçevesi, bir yatırımcının bugün sahip olduğu belli bir tutardaki parayı çeşitli menkul kıymetlere yatırarak bir dönem tutması oluşturmaktadır. Markowitz aynı risk seviyesinde yüksek getirili, aynı getiri seviyesinde düşük riskli menkul kıymetlerin portföye dahil edilmesiyle mümkün olan en yüksek getirili ve en az riskli menkul kıymetlerin seçilerek belirli risk seviyelerinde yatırımcının nasıl getirisini maksimize edebileceği konularını araştırmıştır. Bu yaklaşım, yatırımcının muhtemel portföylerden seçeceği menkul kıymetlerden oluşan bir portföye dayanmaktadır (Karan, 2004).

Portföy seçiminde kullanılan modellerden bazıları, Markowitz ortalama-varyans modeli, Konno ve Yamazaki ortalama mutlak sapma modeli ve Feinstein-Thapa ortalama mutlak sapma modelidir.

3.1. Markowitz Ortalama-Varyans Modeli

Modern portföy teorisinin kurucusu sayılan Markowitz (1952), portföy seçimi problemini bir varlık portföyünün ortalama ve varyansının bir seçimi olarak formüle etmiştir (Elton ve Gruber, 1997).

Markowitz (1952) ortalama-varyans modelinde portföy seçimi sürecine, menkul kıymetlerin gelecekteki performanslarına ilişkin olasılıksal tahminler yapılarak başlanmıştır. Daha sonra, etkin bir portföy kümesi belirlemek için bu tahminler analiz edilmiş ve yatırımcının tercihlerine en uygun olan portföyleri oluşturanların seçilmesi önerilmiştir (Sharpe, 1963).

Markowitz (1952) tarafından ele alınan önemli bir nokta, menkul kıymetlerin getirileri arasındaki ilişkidir. Bu teorinin önemi, varlıkların yalnızca menkul kıymetlerin kendi özeliklerine göre seçilmemeleri gerektiğidir. Bir yatırımcı, her menkul kıymetin diğer menkul kıymetlerle olan karşılıklı hareketlerini de dikkate almalıdır. Birçok ekonomik nicelik gibi, menkul kıymetlerin getirileri de birlikte artıp, azalma eğilimindedir. Çeşitlendirme, menkul kıymet getirilerinin ilişkili olmaması durumunda

riski elimine edebilir. Fakat tüm menkul kıymetlerin getirilerinin mükemmel bir uyum içinde artıp, azaldığı durumlarda ise riski elimine etmek için bir şey yapamaz (Markowitz, 1959).

Birden fazla menkul kıymetten oluşan bir portföyün beklenen getirisi ve riski,

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^{n} E(r_i)x_i \tag{3.1}$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \mathrm{cov}(r_i, r_j)x_i x_j \tag{3.2}$$

eşitliklerinden hesaplanır. Eşitlik (3.1) ve (3.2)'de,

x_i : menkul kıymetin portföydeki oranını,
$E(r_p)$: portföyün beklenen getirisini,
σ_p^2 : portföyün varyansını,
$E(r_i)$: *i*. menkul kıymetin beklenen getirisini,
$\mathrm{cov}(r_i, r_j)$: *i*. ve *j*. menkul kıymetlerin getirilerinin kovaryansını,
n : menkul kıymet sayısını göstermektedir.

Markowitz (1952) tarafından önerilen ortalama-varyans modeli,

$$\begin{aligned} MinZ &= \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_i x_j \sigma_{ij} \\ &\sum_{i=1}^{n} x_i E(r_i) \geq R \\ &\sum_{i=1}^{n} x_i = 1 \\ &0 \leq x_i \leq 1, i = 1, 2, ..., n \end{aligned} \tag{3.3}$$

biçimindedir. Eşitlik (3.3)'te verilen problem bir karesel (kuadratik) programlama problemidir ve R, hedeflenen getiri seviyesini göstermektedir.

Markowitz ortalama-varyans modelinde portföy riski, portföyün beklenen getirisinin belirlenen bir hedef getiri seviyesine eşit veya bu seviyeden büyük olması, menkul kıymetlere portföy süresince verilen oranların 0 ile 1 arasında olması ve bu oranların toplamlarının 1'e eşit olması kısıtları altında minimum yapılmaktadır (Kardiyen, 2008).

3.2. Konno -Yamazaki Ortalama Mutlak Sapma Modeli

Markowitz (1952) tarafından önerilen ortalama-varyans modelinde amaç, oluşturulacak portföyün getirisinin maksimum, riskinin ise minimum yapılmasıdır. Konno ve Yamazaki (1991), Markowitz ortalama-varyans modelinin teorik olarak uyumlu olmasına karşın büyük ölçekli bir portföy oluşturmak için yaygın olarak kullanılamadığını belirtmişlerdir. Bunun en önemli nedenlerinden birisinin büyük bir kovaryans matrisi ile büyük ölçekli karesel programlama problemini çözme ile ilgili hesaplama zorluğu olduğunu ifade etmişlerdir. Markowitz ortalama-varyans modelinde, karesel programlama ile en uygun çözüme ulaşmanın zor olduğu ve ayrıca birçok yatırımcının risk değeri olarak standart sapmayı benimsemekte zorlanmasından dolayı, Konno ve Yamazaki (1991) tarafından risk değeri olarak mutlak sapmanın alındığı ortalama mutlak sapma modelini önerilmiştir. Konno ve Yamazaki (1991) tarafından önerilen model ile Markowitz ortalama-varyans modeli arasında benzerlikleri olmasına karşın, amaç fonksiyonunda ele alınan risk noktasında farklılıkları vardır. Markowitz ortalama varyans modelinin çözümünde karesel programlama kullanılırken, Konno ve Yamazaki ortalama mutlak sapma modelinde doğrusal programlama kullanılmaktadır.

Konno-Yamazaki ortalama mutlak sapma modelinde amaç fonksiyonu, risk değeri olan mutlak sapma değerin minimize edilmesidir ve

$$w(x) = E\left[\left|\sum_{i=1}^{n} R_i x_i - E\left[\sum_{i=1}^{n} R_i x_i\right]\right|\right] \tag{3.4}$$

olarak verilir. Eşitlik (3.4)'te,

R_i : i. menkul değerin getiri oranı,
x_i : i. menkul değere yatırım yapılacak miktarını,
$w(x)$: getirilerin ortalama mutlak sapma değerini göstermektedir.

Konno ve Yamazaki (1991) tarafından önerilen doğrusal programlamaya dayalı ortalama mutlak sapma modeli,

$$\text{Min Z} = \sum_{t=1}^{T} y_t / T \tag{3.5}$$

$$y_t + \sum_{i=1}^{n} a_i x_i \geq 0, \ \text{(t = 1,....,T)}$$

$$y_t - \sum_{i=1}^{n} a_i x_i \geq 0, \ \text{(t = 1,....,T)}$$

$$\sum_{i=1}^{n} r_i x_i \geq \rho M_0,$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = M_0$$

$$0 \leq x_i \leq u_j \ , \qquad i = 1,....,n$$

biçiminde modellenmiştir. Eşitlik (3.5)'te; $a_i = r_i - r_{it}$, $i = 1,.....,n,\ t = 1,...,T$ olmak üzere,

r_i = i. menkulün getiri oranı,
r_{it} = i.menkulün t zaman periyodu için getiri oranını,
x_i = i. menkule yapılacak yatırım miktarını,
T = incelenen dönem sayısını,
ρ = beklenen getiri oranını,
M_0 = toplam yatırım miktarını,
u_i = i. menkul kıymete yapılacak yatırımın üst sınırını,
y_t = yardımcı değişken göstermektedir.

Konno-Yamazaki ortalama mutlak sapma modelinin etkinlik sınırının belirlenebilmesi için kısıt sayısının en fazla $2T+2$ olmalıdır (Cihangir ve ark., 2008).

3.3. Feinstein-Thapa Ortalama Mutlak Sapma Modeli

Konno ve Yamazaki (1991) tarafından önerilen ortalama mutlak sapma modeli

$$y_t + \sum_{i=1}^{n} a_{it} x_i - 2v_{t=0} \tag{3.6}$$

$$y_t - \sum_{i=1}^{n} a_{it} x_i - 2w_{t=0} \tag{3.7}$$

kısıtları kullanılarak Feinstein ve Thapa (1993) tarafından tekrar modellenmiş ve kısıt sayısı $T+2$'ye düşürülmüştür. Burada v_t ve w_t, artık değişkenleri göstermektedir. Artık değişkenler eklendikten sonra, Eşitlik (3.7) ve Eşitlik (3.8)'in taraf tarafa toplanması ile

$$\sum_{j=1} a_{it} x_i - v_t + w_t = 0 \; ; \quad v_t \geq 0, \; w_t \geq 0, \; t = 1,...T \tag{3.8}$$

elde edilmiştir. Bu kısıtların Konno-Yamazaki modelinde yerine konulmasıyla Feinstein-Thapa ortalama mutlak sapma modeli,

$$Min\ Z \; = \; \sum_{t=1}^{T} (v_t + w_t) \tag{3.9}$$

$$v_t - w_t - \sum_{j=1}^{n} a_{it} x_i = 0$$

$$\sum_{i=1}^{n} r_i x_i \geq \rho M_0$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = M_0$$

$$0 \leq x_i \leq u_i, \quad i = 1, \; . \; . \; , \; n$$

$$v_t \geq 0, \;\; w_t \geq 0, \;\; t = 1, \; . \; . \; , T$$

biçiminde bir doğrusal programlama problemi olarak ifade edilmiştir (Feinstein ve Thapa, 1993).

4. METASEZGİSEL OPTİMİZASYON YÖNTEMLERİ

Sezgisel algoritma, karmaşık bir probleme kısa süre içinde makul oranda kabul edilebilir çözümler üretmek için kullanılan deneme yanılma yöntemidir. Üzerinde çalışılan problemin karmaşıklığı, soruna dair mümkün olan her çözümü veya birleşimi aramayı imkânsız kılabilir. Amaç, kabul edilebilir bir zaman içerisinde en iyi ve uygulanabilir çözümleri bulmaktır (Yang, 2010).

Sezgisel algoritmalar, bir problemi geleneksel yöntemlerden daha hızlı ve daha verimli bir şekilde çözmek için tasarlanmıştır ve genellikle büyük çapta ve karmaşıklıkta olan problemleri çözmek için kullanılan bir karar problemleri sınıfıdır. Metasezgisel algoritmalar, sezgisel algoritmalar üzerinde çalışan bir karar mekanizmasıdır. Yunanca bir kelime olan "Metasezgisel (Metaheuristic)" kelimesi, "Sezgisel (Heuristic)" kelimesi ile "Meta (üst)" kelimesinin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur ve sezgisel yöntemlerden hangilerinin seçileceğinin belirlenmesi gerektiğine verilen isimdir (Cook, 1983).

Metasezgisel algoritmaların birçoğu doğadan ilham alınarak geliştirilmiştir. Problem çözme başarısı doğadan öğrenilerek, doğadan ilham alınan sezgisel ve metasezgisel algoritmalar geliştirilmiştir. Metasezgisel algoritmalar, optimizasyon problemlerine çözüm bulmak için kullanılır. Çözülmesi istenilen gerçek hayattaki bir problem ilk önce matematiksel model ile ifade edilir ve böylece en iyi çözümün en kısa sürede bulunması hedeflenir. Metasezgisel optimizasyon algoritmaları, en mükemmel çözümü bulmayı garanti etmez (Talbi, 2009). Metasezgisel algoritmalar, optimizasyon problemleri için en iyi performansı gösterme eğilimindedir. Yöntemler son yıllarda mühendislik, fizik, kimya, sanat, ekonomi, pazarlama gibi pek çok alanda kullanılmaktadır.

Herhangi bir metasezgisel algoritmanın en iyi çözümlerin seçilmesi ve rastgele seçim olmak üzere iki ana unsuru vardır. En iyi çözümlerin seçimi ve rastgele seçim, yerel optimalde sıkışıp kalan çözümleri önler ve aynı zamanda çözümlerin çeşitliliğini arttırır. Bu iki bileşenin iyi bir kombinasyonu ile genellikle global en iyi (optimal) çözümün elde edilebilmesi sağlanmaktadır.

Son yıllarda balıkların, kuşların ve böceklerin sürü davranışlarından ilham alınarak geliştirilen çok sayıda yapay zekâ bazlı algoritma tanıtılmıştır.

Sürü davranışları, kuşların basit ama tahmin edilemeyen göç hareketleriyle, Parçacık Sürü Optimizasyonu algoritmasının tasarlanmasını sağlarken, karıncaların ve arıların besin arama davranışları ise Karınca Kolonisi Optimizasyonu algoritmasının ve Yapay Arı Kolonisi algoritmasının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Engelbrecht, 2007). Bu nedenle, gerçek dünyanın karmaşık optimizasyon problemlerini ele almak için her zaman iyi organize edilmiş ve yetkin algoritmalara ihtiyaç vardır (Dorigo ve Birattari, 2007).

Metasezgisel algoritmalar birçok şekilde sınıflandırılabilir. Bunlardan biri, metasezgisel optimizasyon algoritmalarına popülasyon tabanlı ve yörünge tabanlı olarak sınıflandırılmasıdır. Örneğin Genetik Algoritmalar, dizi kümelerini kullandıklarından popülasyon tabanlıdır. Birden fazla madde veya parçacık kullanan Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO) da bir popülasyon tabanlı algoritmadır. Ayrıca Karınca Kolonisi (ACO) ve Yapay Arı Kolonisi (ABC) de popülasyon tabanlı algoritmalardır.

Diğer metasezgisel yöntemlerden biri olan Benzetimli Tavlama (SA)'da, arama alanı üzerinde birim (madde) ve parça parça hareket eden bir çözüm kullanılır. En iyi çözümler kabul edilirken, en iyiye yakın çözümler belirli olasılıkla kabul edilebilir. Çözümler arama alanında bir yörüngeyi izler ve bu yörünge global optimum noktaya sıfır olmayan bir olasılık ile ulaşabilmektedir (Yang, 2010).

Metasezgisel yöntemlerin temel özellikleri şunlardır:

- Metasezgisel yöntemler, arama sürecine kılavuzluk eden stratejilerdir.
- Metasezgisel yöntemlerin amacı, arama alanında en uygun çözümleri bulmaktır.
- Metasezgisel yöntemler, yaklaşık ve genellikle deterministiktir.
- Arama alanının sınırlı alanlarda sıkışıp kalmaması için mekanizmalar içerebilirler.
- Metasezgisel yöntemler, probleme özgü değildir (Blum ve Roli, 2003).

Metasezgisel yöntemler için bazı sınıflandırma kriterleri mevcuttur. Bu kriterler,

- Doğadan ilham alan ve Doğadan ilham almayan: Birçok metasezgisel yöntem doğadan ilham alınarak geliştirilmiştir. Örneğin Evrimsel Algoritmalar biyolojiden, Parçacık Sürü Optimizasyonu ve Karınca Kolonisi Optimizasyonu sürü zekasından, Benzetimli Tavlama ise fizikten ilham alınarak geliştirilmiştir.

- Hafıza kullanımı olan ve Hafıza kullanımı olmayan: Bazı metasezgisel algoritmalar hafıza kullanımı olmayan yani arama sırasında dinamik olarak çıkarılan bilgileri kullanan yöntemlerdir. Örneğin Yerel Arama, GRASP ve Benzetimli Tavlama hafıza kullanımı olmayan yöntemdir. Hafıza kullanımı olan metasezgisel algoritmalar ise, arama sırasında çıkarılan bilgileri hafızada tutar. Örneğin, Tabu Arama, kısa ve uzun süreli hafızada (bellekte) yer alan bir metasezgisel yöntemdir.
- Deterministik ve Stokastik: Deterministik metasezgisel yöntemler optimizasyon problemlerinin çözümünde belirleyici kararlar alarak problemleri çözmektedir, örneğin Yerel Arama ve Tabu Arama. Stokastik metasezgisel yöntemler ise, arama sırasında bazı rastgele kurallar uygulamaktadır, örneğin Benzetimli Tavlama ve Evrimsel Algoritma. Deterministik algoritmalarda, aynı başlangıç çözümün kullanılması sonucun aynı olmasına neden olacaktır. Oysaki, stokastik metasezgisel yöntemlerde aynı başlangıç çözümünden farklı sonuçlar elde edilmektedir. Bu özellik, metasezgisel algoritmaların performansını değerlendirmektedir.
- Popülasyon tabanlı arama ve Tek nokta çözüm tabanlı arama: Tek nokta çözüm tabanlı metasezgisel yöntemler, örneğin Yerel Arama ve Benzetimli Tavlama, arama sırasında tek bir çözümü değiştirir. Popülasyon tabanlı metasezgisel yöntemler örneğin Parçacık Sürü Optimizasyonu ve Evrimsel Algoritmalar ise, popülasyon çözümünü geliştirir. Tek nokta çözüm tabanlı metasezgisel algoritmalar yararlanma odaklıdır ve yerel alanlarda aramayı yoğunlaştırma gücüne sahiptir. Popülasyon tabanlı metasezgisel algoritmalar ise keşif odaklıdır ve tüm arama alanında daha iyi bir çözüm sağlar.
- Yinelemeli ve Açgözlü (greedy): Yinelemeli algoritmalar, tam çözümle (veya çözüm popülasyonuyla) başlar ve bazı arama operatörlerini kullanılarak elde edilir. Açgözlü algoritmalar, boş bir çözümle başlar ve her adımda problemin bir karar değişkeni tam bir çözüm elde edilinceye kadar atanır. Metasezgisel yöntemlerin çoğu yinelemeli algoritmalardır (Talbi, 2009).

4.1. Diferansiyel Evrim Algoritması

Diferansiyel evrim (DE) algoritması, Storn ve Price (1997) tarafından geliştirilen popülasyon tabanlı bir metasezgisel algoritmadır ve global optimizasyon için basit fakat güçlü bir yöntemdir. Doğrusal olmayan problemlerin çözümüne yönelik geliştirilen, değişken sayısına ve veri tipine bağlı olarak zorluk dereceleri artan birçok problem vardır. Bu tür problemlerin çözümü için genellikle sezgisel bir yöntemini belirlenmesi gerekir. DE algoritması, sürekli optimizasyon problemlerinde etkin ve başarılı bir yaklaşımdır. (Storn ve Price, 1997). Literatürdeki mevcut diğer evrimsel hesaplama yöntemlerine göre üstünlüğü, kolay çözülebilir olmasıdır. DE algoritmasında, kontrol parametreleri olarak popülasyon büyüklüğü, ölçekleme faktörü ve çaprazlama oranı ele alınır. DE algoritmasının temeli, Genetik Algoritma (GA) prensiplerine dayanmaktadır. DE algoritması, daha iyi çözümler elde etmek için GA'da olduğu gibi mutasyon, çaprazlama ve seçim operatörünü kullanır.

Mutasyon operatörü: Biyolojik bir terim olarak mutasyon, bir kromozomun gen özelliklerinde meydana gelen değişiklik olarak tanımlanır. Mutasyon ile yeni kromozomlar üretilir ve bu kromozomlar yeni arama mekanizması olarak kullanır. DE algoritmasında, mutasyon operatörü ile rastgele seçilen üç kromozomdan ilk ikisinin farkı alınır ve elde edilen bu fark ölçekleme faktörü ile çarpıldığında bulunan sonuç üçüncü kromozoma eklenir. Böylece, çaprazlamada kullanılacak kromozom elde edilmiş olur (Keskintürk, 2006).

Mutasyon, çaprazlama ve seçim operatörü ile elde edilen kromozom,

$$n_{j,i,G+1} = x_{j,r_3,G} + F.(x_{j,r_1,G} - x_{j,r_2,G}),\ i = 1,2,..,D \tag{4.1}$$

eşitliğinden hesaplanır. Eşitlik (4.1)'de,

$n_{j,i,G+1}$: mutasyon ve çaprazlamaya tabi tutulan ara kromozomu,

$x_{j,r_1,G}$: $G.$ jenerasyonunda $i.$ kromozomunun $j.$ parametresini (gen),

F : Genellikle 0 ile 2 arasında değer alan ölçekleme faktörünü,

D : değişken sayısını,

$r_{1,2,3}$: yeni kromozomun üretimesinde kullanılacak rasgele seçilen kromozomları,

$r_{1,2,3} \in \{1,2,3,...,NP\}\quad r_1 \neq r_2 \neq r_3 \neq i$

G : jenerasyonu $(1,2,3,..,G_{max})$

NP : popülasyon büyüklüğünü yani kromozom sayısını $NP \geq 4$ göstermektedir.

Çaprazlama operatörü: Mevcut gen havuzunun potansiyelinden yararlanmak için kullanılan bir operatördür. DE algoritmasında, mutasyon operatörü sonucunda elde edilen kromozom ve $x_{i,G}$ kromozomu kullanılarak yeni jenerasyona aday deneme kromozomu $(u_{i,G+1})$ üretilir (Jang ve ark., 1997). Çaprazlama oranı (*CR*), düzgün dağılımdan rasgele üretilen 0 ile 1 arasında sayıdır. *CR*, mutasyon operatörü sonucunda elde edilen kromozomun parametresini kontrol eden bir değerdir ve hangi kaynağın belirli bir parametreye katkıda bulunduğunu belirlemek için kullanılır (Storn ve Price, 1997). Üretilen rasgele sayı, çaprazlama oranından küçük veya eşit ise mutasyon sonucu elde edilen kromozom seçilir, aksi halde mevcut kromozomdan seçilir (Keskintürk, 2006). Bu durum,

$$u_{j,i,G+1} = \begin{cases} n_{j,i,G+1}, & eğer \;\; rand_j[0,1] < CR \vee j = j_{rand} \\ x_{j,i,G}, & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \tag{4.2}$$

eşitliği ile ifade edilir. Eşitlik (4.2)'de,

D : değişken sayısını,
CR : [0.1,1.0] aralığında değer alan çaprazlama oranını,
$x_{j,i,G}$: G jenerasyonunda, *i*. kromozomonun *j*. parametresini (gen),
$u_{j,i,G+1}$: $x_{j,i,G}$ 'den bir sonraki jenerasyon için üretilen kromozomu,
$n_{j,i,G+1}$: mutasyon ve çaprazlamaya tabi tutulan ara kromozomu göstermektedir.

Seçim operatörü: Seçim işleminde, mevcut jenerasyondan yeni bir popülasyon oluşturulur. Oluşturulan yeni popülasyona hangi jenerasyonun katılacağının belirlenmesi uygunluk değerleri ile belirlenir. Mevcut jenerasyon ile yeni oluşturulan jenerasyonun uygunluk değerleri karşılaştırılarak uygunluk değeri daha iyi olan jenerasyon bir sonraki popülasyona aktarılır (Jang ve ark., 1997). Bu durum,

$$x_{i,G+1} = \begin{cases} x_{u,G+1}, & f(u_{i,G+1}) \le f(x_{i,G}) \\ x_{i,G}, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}, \; \forall i \le NP \tag{4.3}$$

eşitliği ile ifade edilir.

DE Algoritmasında başlangıç popülasyonun oluşturulması: Tüm parametreler için alt ve üst sınırlar belirlenir. Başlangıç sınırları belirlendikten sonra, rasgele bir sayı üreteci her kromozomun her parametresi için öngörülen aralıktan bir değer atar. j. kromozomun i.

parametresinin başlangıç değerini yani $G=0$ oluşturmak için kullanılan fonksiyon $rand_j[0,1] \in [0,1]$ olmak üzere

$$x_{j,i,G=0} = x_j^{\min} + rand_j[0,1].(x_j^{\max} - x_j^{\min}),\ i = 1,2,..,NP,\ \ j = 1,2,..,D \tag{4.4}$$

eşitliği ile verilir. Eşitlik (4.4)'te,

NP : popülasyon büyüklüğünü (kromozom sayısı) $NP \geq 4$
D : değişken sayısını,
G : jenerasyonu j=1,2,3,...,G_{max},
$x_{j,i,G}$: G. jenerasyonunda, *i*. kromozomonun *j*. parametresini (gen),

$x_j^{\min}$, $x_j^{\max}$: değişkenlere ait alt ve üst sınır değerlerini göstermektedir (Özdemir, 2010).

Diferansiyel Evrim (DE) Algoritması:

Adım 1: Parametrelerin belirlenmesi,

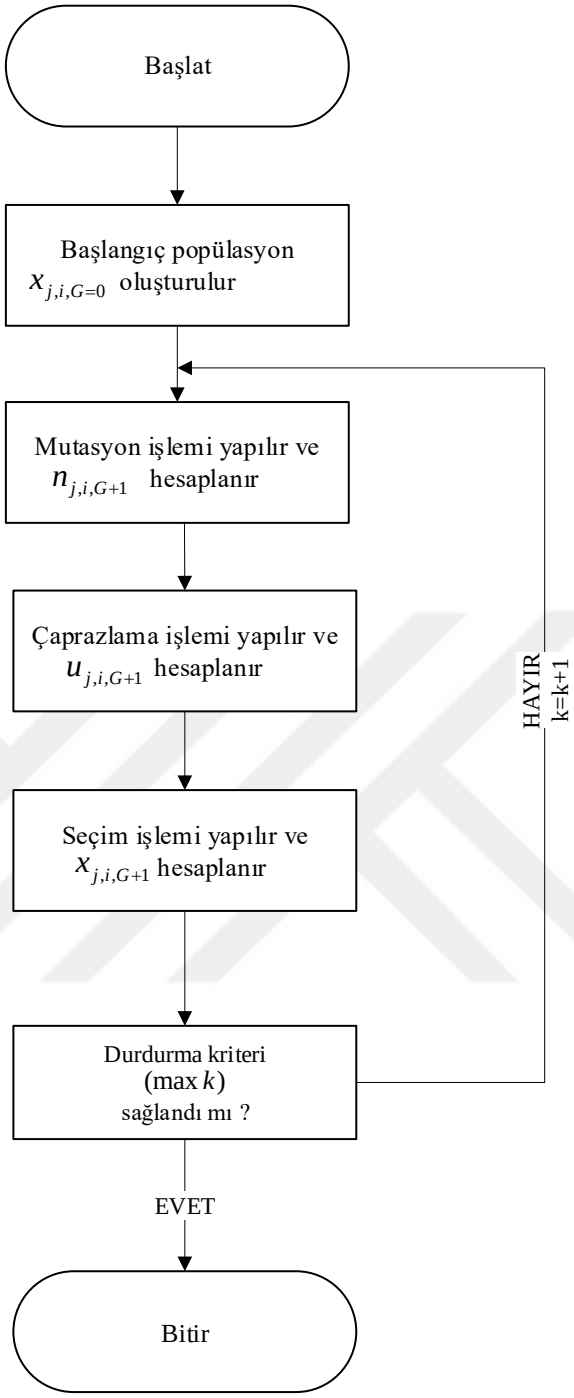
- Amaç fonksiyonu yani uygunluk değeri $f(x_i)$ hesaplanır.
- İterasyon sayısı (k) belirlenir.
- Durdurma kriteri olarak maksimum iterasyon sayısı $(\max k)$ alınır.
- Çaprazlama oranı (*CR*), [0,1] aralığında düzgün dağılımdan rasgele üretilen bir sayı olarak belirlenir.

Adım 2: Başlangıç popülasyonu (x_{ij}), Eşitlik (4.4) ile oluşturulur

Adım 3: Mutasyon işlemi $n_{j,i,G+1}$, Eşitlik (4.1) ile gerçekleştirilir.

- Çaprazlama işlemi $u_{j,i,G+1}$, Eşitlik (4.2) ile gerçekleştirilir.
- Seçim işlemi $x_{i,G+1}$, Eşitlik (4.3) ile gerçekleştirilir.

Adım 4: Durdurma kriteri sağlanmış ise, algoritma sonlandırılır. Aksi halde $k = k+1$ alınarak Adım 3'e gidilir.



Şekil.4.1. Diferansiyel Evrim (DE) algoritması akış şeması

4.2. Benzetimli Tavlama Algoritması

SA algoritması, metallerin fiziksel olarak tavlanması işleminden ilham alınarak Metropolis ve ark. (1953) tarafından geliştirilen metasezgisel bir algoritmadır. Tavlama, yüksek sıcaklıkta erimiş metalin sıcaklığın düşürülmesiyle yani, yavaş ve kontrollü bir şekilde soğutularak katı haline getirilmesi işlemidir. SA algoritmasının optimizasyon problemlerine uygulanması ilk olarak Kirkpatrick ve ark. (1983) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çok yavaş bir soğutma ile birlikte yeterli olasılık kullanılması durumunda SA algoritmasının global optimum noktaya yaklaşacağı ispatlanmıştır (Yang, 2010).

Erimiş metalin soğuması olgusu, fizikteki Boltzmann olasılık dağılımına dayanmaktadır. Boltzmann olasılık dağılımı kavramına benzer bir sıcaklık parametresi tanımlanarak tavlama işlemi kontrol edilir (Rao, 2009).

Boltzmann olasılık dağılımı,

$$P(E) = e^{\frac{-E}{kT}} \tag{4.5}$$

eşitliği ile verilir. Eşitlik (4.5)'te,

E : sistemin enerjisini

$P(E)$: E enerji seviyesine ulaşma olasılığını,

T : Sıcaklığı,

k : Boltzman sabitini göstermektedir

Eşitlik (4.5)'te, yüksek sıcaklıklarda sistemin herhangi bir enerjiye sahip olması durumunda yaklaşık (nearly) olarak eşit bir olasılığa sahip olduğu, bununla beraber düşük sıcaklıklarda ise sistemin yüksek enerji durumunda olma olasılığının düşük olduğu belirlenmiştir. Arama işlemine Boltzmann olasılık dağılımı uygulandığında, SA algoritmasının yakınsama sıcaklığı T sıcaklığının kontrol edilmesiyle sağlanabilir. Metropolis ve ark. (1953) tarafından önerilen benzetilmiş termodinamik sistemlerde Boltzmann olasılık dağılımının uygulanması herhangi bir fonksiyonun optimizasyonu için de kullanılabilmektedir.

Bir termodinamik sistemin enerji durumuna benzer şekilde, x_i noktasındaki enerji durumu (E_i),

$$E_i = f_i = f(x_i) \tag{4.6}$$

eşitliği ile verilmektedir. Eşitlik (4.6)'da,

x_i : i. mevcut durumu

$f_i : x_i$ mevcut durumunda hesaplanan amaç fonksiyonun değerini göstermektedir.

Metropolis kriterine göre bir sonraki tasarım noktasının olasılığı, iki tasarım noktasında enerji durumunun farkına veya fonksiyon değerlerinin farkına bağlıdır ve

$$\Delta E = E_{i+1} - E_i = \Delta f = f_{i+1} - f_i \equiv f(x_{i+1}) - f(x_i) \tag{4.7}$$

eşitliği ile ifade edilir.

Boltzmann olasılık dağılımı kullanılarak fonksiyon değerlerinin farkına (ΔE) ve sıcaklığına (T) değerlerine bağlıdır. Eğer T sıcaklığı büyükse, büyük fonksiyon değerleri olan x_{i+1} noktaları için olasılık yüksek olacaktır. Bu nedenle, yüksek sıcaklıklarda, daha büyük olasılıklar nedeniyle daha kötü noktaları x_{i+1} kabul edilebilir. Ancak T sıcaklığı küçükse, daha kötü x_{i+1} noktaları kabul etme olasılığı x_{i+1} düşük olacaktır. Bu nedenle, sıcaklık değerleri küçüldükçe yani işlem optimum çözüme yaklaştıkça, x_{i+1}'in x_i ile karşılaştırılması durumunda daha büyük fonksiyon değerine sahip olan noktaların kabul edilme olasılığı daha düşüktür. Kabul olasılığı,

$$P(E_{i+1}) = e^{\frac{-\Delta E}{kT}} \tag{4.8}$$

eşitliğinden elde edilir.

<u>Benzetimli Tavlama (SA) Algoritması:</u>

<u>Adım 1:</u> Parametrelerin belirlenmesi

- İterasyon sayısı (k) belirlenir.
- Amaç fonksiyonu $f_i = f(x_i)$ hesaplanır.
- Başlangıç çözüm üretilir (x_i) ve en iyi çözüm (B) belirlenir.
- Başlangıç sıcaklık (T) belirlenir.
- Soğutma değeri (α) belirlenir.
- Durdurma kriteri olarak son sıcaklık (T_s) belirlenir.
- Düzgün dağılımdan [0,1] aralığından rasgele sayı (rs) üretilir.
- Kabul olasılığı $(pa) = P(\Delta E, T) = e^{-\frac{\Delta E}{T}}$ hesaplanır.

<u>Adım 2:</u> Mevcut çözüm $x = x_i$ olarak ve en iyi çözüm $B = x_i$ olarak alınır.

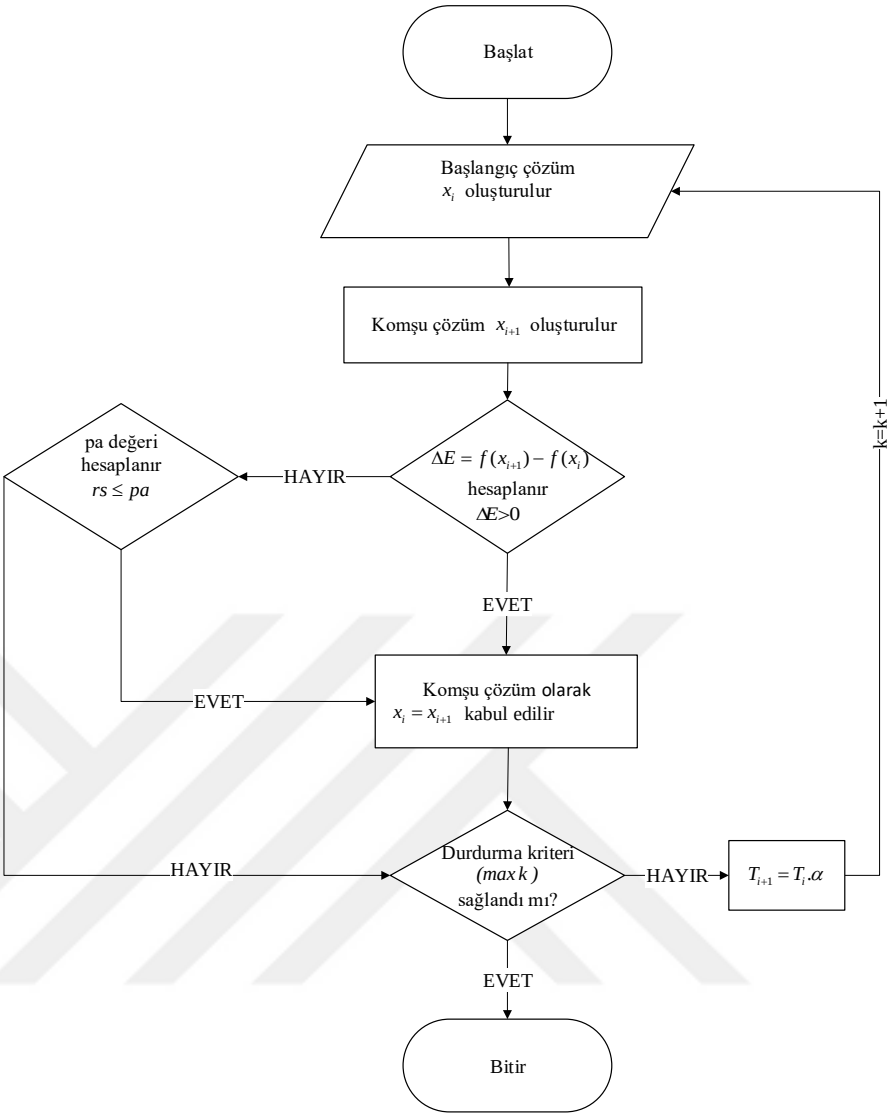
<u>Adım 3:</u> Komşu çözüm x_{i+1} oluşturulur

- $\Delta E = f(x_{i+1}) - f(x_i)$ hesaplanır.

- Eğer $\Delta E > 0$ ise komşu çözüm $x_i = x_{i+1}$ olarak ve en iyi çözüm $B = x_{i+1}$ olarak kabul edilir. Aksi halde, Adım 4'e gidilir.

Adım 4: Kabul olasılığı (*pa*) hesaplanır. Eğer $\mathrm{rs} \leq pa$ ise komşu çözüm $x_i = x_{i+1}$ olarak kabul edilir. Aksi halde, Adım 5'e gidilir.

Adım 5: Durdurma kriteri sağlanmış ise algoritma sonlandırılır. Aksi halde, $T_{i+1} = T_i.\alpha$ hesaplanır ve $k = k + 1$ alınarak Adım 3'e gidilir.



Şekil.4.2. Benzetimli Tavlama (SA) algoritması akış şeması

Benzetimli tavlama algoritmasında, soğutma işlemi için kullanılan Doğrusal, Geometrik, Logaritmik, Çok yavaş azalma ve Monoton olmayan olmak üzere farklı yöntemler mevcuttur.

Benzetimli tavlama algoritmasında soğutma işlemine, son sıcaklık $T_s = 0$ derece oluncaya kadar devam edilir. Fakat bu işlem, algoritmanın çok uzun çalışmasına neden olduğu için soğutma işleminin 0'a yakınsaması zorunlu olmamaktadır. Bunun nedeni sıcaklık azaldıkça kötü çözümlerin olasılığının neredeyse 0 olarak kabul edilmesidir (Rao, 2009).

4.3. Yapay Arı Kolonisi Algoritması

Yapay Arı Kolonisi (ABC) algoritması, Karaboğa tarafından (2005) arıların besin arama davranışlarını ele alarak geliştirilen ve sayısal problemleri en iyilemek için kullanılan popülasyon tabanlı bir metasezgisel algoritmadır.

Popülasyon tabanlı algoritmaların arasından ABC algoritmasının performansının diğer popülasyon tabanlı algoritmalardan çok daha iyi olduğu gösterilmiştir (Karaboğa ve Akay, 2009). Bal arıları, bir kovandaki besin miktarını en üst düzeye çıkarmak için belirli görevler almaktadır (Karaboğa ve Baştürk, 2007). Arıların besin arama davranışından esinlenerek geliştirilen ABC algoritmasında, görevlerini iş birliği içerisinde gerçekleştiren üç tür arı vardır. Bunlar, işçi arılar (employed bees), gözcü arılar (onlooker bees) ve izci arılar (scout bees)'dır.

ABC algoritmasında, besin kaynağı (x_i) arama özelliğini temsil etmekte olup işçi, gözcü ve izci arılar kendilerine özgü bir arama özelliği ile en iyi besin kaynağını aramaktadır. Bu arıların karakteristik arama özellikleri şunlardır:

- İşçi arılar, belirli besin kaynakları ile ilişkilidir.
- Gözcü arılar, zengin besin kaynaklarını seçmek için kovandaki arıların hareketlerini(danslarını) gözlemlemektedir.
- İzci arılar, keşfedilmemiş kaynakları rastgele araştırmaktadır (Garro ve ark., 2011).

ABC algoritmasında, koloninin bir kısmı kullanılan yapay arılardan, diğer kısmı gözcü arılardan oluşmaktadır. Besin arama sürecinde izci arılar çevrede rastgele arama yaparlar ve besin kaynaklarını bulduktan sonra işçi arı olurlar. Her besin kaynağı için bir tane işçi arı kullanılmaktadır. Kullanılan işçi arıların sayısı besin kaynakları sayısına eşittir ve besin kaynağı bulunduktan sonra işçi arılar kovana besin taşırlar. Kovanda bekleyen gözcü arılar ise besin taşıyan arıların hareketlerine bağlı olarak zengin besin kaynaklarını tercih etmektedirler (Baştürk ve Akay, 2013). Faydalandığı besin kaynakları tükenmiş ise, işçi arı izci arı haline gelir ve tekrar besin kaynakları araştırmaya başlar.

Başlangıç için besin kaynağı yerlerinin oluşturulması aşaması:

Besin kaynaklarının pozisyonu, optimizasyon probleminin olası çözümüdür. Yani, koloninin bulunduğu alan etrafındaki besin kaynakları optimizasyon problemi için arama uzayı olarak belirlenir (Karaboğa, 2011).

Besin kaynağının pozisyonu,

$$x_{ij} = x_j^{\min} + rand(0,1)(x_j^{\max} - x_j^{\min}), \qquad i = 1,2,....,SN, \quad j = 1,2,..,D \tag{4.9}$$

eşitliğinden hesaplanır. Eşitlik (4.9) da,

x_{ij} : $i.$ besin kaynağının $j.$ pozisyonunu,
$x_j^{\min}$: $j.$ parametrenin alt sınırını,
$x_j^{\max}$: $j.$ parametrenin üst sınırını,
SN : besin kaynağının sayısını,
D : optimize edilecek parametre sayısını göstermektedir.

Besin kaynaklarına işçi arıların gönderilmesi aşaması:

Her besin kaynağı için bir tane işçi arı kullanılmaktadır ve bu besin kaynaklarının sayısına eşittir. İşçi arılar, mevcut besin kaynağının komşuluğunda yeni besin kaynağı belirler ve bu besin kaynağının kalitesi Eşitlik (4.10)'dan hesaplanır. Yeni besin kaynağı, mevcut besin kaynağına göre daha iyi ise hafızaya alınır ve önceki besin kaynağı hafızadan çıkarılır.

Yeni besin kaynağının mevcut besin kaynağı komşuluğunda belirlenmesi,

$$v_{ij} = x_{ij} + \phi_{ij}(x_{ij} - x_{kj}) \tag{4.10}$$

eşitliği ile gerçekleştirilir. Eşitlik (4.10)'da,

v_{ij} : $i.$ mevcut besin kaynağı ile $j.$ besin kaynağı komşuluğunda bulunan yeni kaynağı,
x_{ij} : $i.$ kaynağın pozisyon değerini,
ϕ_{ij} : [-1,1] aralığından rasgele üretilen sayıları göstermektedir.

Başlangıç için üretilen rasgele pozisyon değerleri, belirli bir sınır aralığında üretilmektedir. ABC algoritmasının her adımında incelenen kaynak ve komşu kaynak pozisyon değerlerinin belirli sınır aralığının içinde olması ve bu sınırı aşmaması gerekmektedir. Rasgele pozisyon değerinin sınır aralığının içinde olması için,

$$v_{ij} = \begin{cases} x_j^{\min}, & v_{ij} < x_j^{\max} \\ v_{ij}, & x_j^{\min} \le v_{ij} \le x_j^{\max} \\ x_j^{\max}, & v_{ij} > x_j^{\max} \end{cases} \tag{4.11}$$

eşitliği kullanılmaktadır.

Sınırlar içinde üretilen v_i yeni besin kaynağının uygunluk değeri ve kalitesi hesaplanarak değerlendirilir. i. besin kaynağının uygunluk değeri,

$$fitness_i = \begin{cases} 1/(1+f_i) & , \quad f_i \ge 0 \\ 1+abs(f_i) & , \quad f_i < 0 \end{cases} \tag{4.12}$$

eşitliğinden hesaplanır. Burada f_i, i. besin kaynağının amaç fonksiyonu değeridir.

Optimizasyon probleminin türüne göre, uygunluk değeri farklılık gösterebilmektedir. Elde edilen uygunluk değerleri yardımıyla çözüm değerleri hesaplanmaktadır. Bulunan yeni çözüm, mevcut çözümden daha iyi ise sayaç sıfırlanır ve yeni çözüm değeri olarak hafızaya alınır. Çözümde iyileşme olmamış ise sayaç 1 arttırılır (Akay, 2009).

Gözcü arıların gideceği kaynağı belirlemesi için olasılıkla seçim işlemi aşaması:

Besin kaynağı bulunduktan sonra işçi arılar kovana besin taşırlar. Kovanda bekleyen gözcü arılar ise besin taşıyan işçi arıların hareketlerine bağlı olarak zengin besin kaynaklarını belirler ve uygunluk değerleri ile orantılı olasılıkla hedefindeki kaynağı belirler. Uygunluğa bağlı olarak seçme işlemi; rulet tekerleği, stokastik örnekleme, sıralamaya dayalı turnuva yöntemi veya diğer seleksiyon şemaları ile gerçekleştirilir. ABC algoritmasında, rulet tekeri seçim mekanizması kullanılmaktadır. Rulet tekerleğindeki her bir dilim uygunluk fonksiyonuna karşılık gelmektedir. Bu nedenle, uygunluğu büyük olan besin kaynaklarının seçilme olasılığı yüksektir. Gözcü arıların yönelecekleri besin kaynaklarının seçilme olasılıkları,

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{j=1}^{SN} f_i} \tag{4.13}$$

eşitliğinden hesaplanır. Burada p_i , *i.* kaynağın seçilme olasılığını göstermektedir (Karaboğa ve Akay, 2009).

Kaynağı bırakma kriteri: sınır ve izci arı üretimi aşaması:

İşçi arıların ve gözcü arıların görevlerinin ardından besin kaynaklarının durumu kontrol edilir. Sınır değerini aşan besin kaynaklarının bırakılması gerekmektedir. Bunun anlamı, besin kaynağının azalmış ya da tükenmiş olmasıdır. Yeni bir besin kaynağı izci arı tarafından belirlenir ve tükenmiş kaynağın yerine geçer. Bu işlemde, sürüdeki her arı için bir sınır değeri kullanılır. Sınır değerinin maksimum sınırı aştığı bir arı varsa, besin kaynağını terk eder ve yeni besin kaynağı arar. Bu durumda izci arılar devreye girerek yeni besin kaynakları araştırırlar.

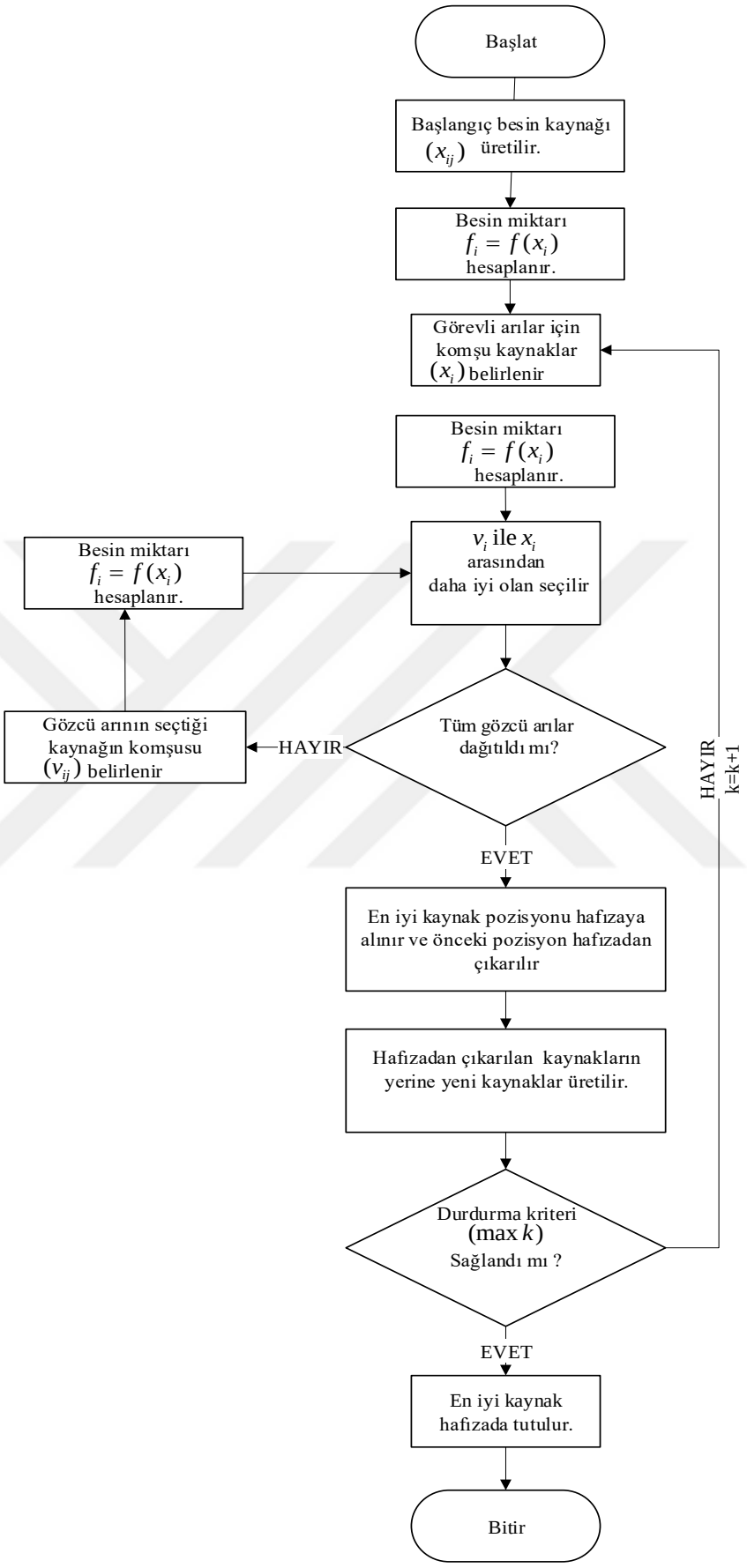
Yapay Arı Kolonisi (ABC) Algoritması:

Adım 1: Parametreler belirlenir.

- Amaç fonksiyonu $f(x_i)$ hesaplanır.
- Uygunluk değeri ($fitness_i$) hesaplanır.
- İterasyon sayısı (k) belirlenir.
- Durdurma kriteri olarak maksimum iterasyon sayısı ($\max k$) alınır.

Adım 2: Besin kaynakları rasgele olarak Eşitlik (4.9)'dan oluşturulur.

- v_i ile x_i arasında seçim yapılır.
- p_i değeri Eşitlik (4.13)'den hesaplanır.
- p_i olasılığına göre x_i kaynağı seçilir.
- x_i komşuluğunda yeni bir v_i kaynağı üretilir ve $f(x_i)$ değeri hesaplanır.
- v_i ile x_i arasında seçim yapılır.
- Tükenmiş kaynak için Eşitlik (4.9)'den rasgele yeni besin kaynağı üretilir.
- En iyi çözüm hafızada saklanır.
- Durdurma kriteri sağlanmış ise algoritma sonlandırılır. Aksi halde $k = k + 1$ alınır. Hesaplanan p_i olasılığına göre x_i kaynağının seçilmesi aşamasına gidilir.



Şekil.4.3. Yapay Arı Kolonisi (ABC) algoritması akış şeması

4.4. Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması

Parçacık sürüsü optimizasyonu (PSO), balık ve kuş sürülerinin besin bulma sırasındaki davranışlarından esinlenerek Kennedy ve Eberhart (1995) tarafından geliştirilen popülasyon tabanlı bir metasezgisel algoritmadır (Yang, 2010).

PSO algoritmasının çıkış noktasını oluşturan sürülerdeki her bir eleman, araştırma uzayında bireysel bir çözüme denk gelmektedir ve "parçacık" olarak adlandırılmaktadır. Parçacık, tüm aday çözümleri içeren popülasyon ise sürü olarak ifade edilmektedir. Arama uzayında parçacıkların hareketini pozisyonları ve hızları belirlemektedir. Parçacık, çok boyutlu bir arama uzayı içinde hem kendi geçmiş bilgilerini hem de komşularının bilgilerini değerlendirip hareket etmektedir. Yani daha iyi bir duruma sahip olan parçacık, sürüsüne bilgi vermektedir. Böylece diğer parçacıklar eşzamanlı olarak daha iyi duruma sahip olan yere doğru yönelmekte ve en iyi koşullar veya yiyecek kaynağı bulana kadar süreç tekrar edilmektedir (Rini ve ark., 2011).

PSO algoritması, Genetik Algoritma ve Karınca Kolonisi Algoritması ile bazı benzerliklere sahiptir. Ancak, Genetik Algoritmada kullanılan mutasyon, çaprazlama operatörleri veya Karınca Kolonisi Algoritmasında kullanılan feromon olmadığı için çok daha basittir.

PSO Algoritmasında, rasgele bir sürü ile başlatılır ve daha sonra jenerasyon güncellenerek en uygun çözüm aranır. Parçacıkların tümü, optimize edilen uygunluk fonksiyonu (fitness function) tarafından değerlendirilen uygunluk (veya kalite) değerlerine ve parçacıkların uçuşlarını yani araştırmayı yönlendiren hızlara sahiptir. Her yinelemede parçacıkların uygunluk fonksiyonları hesaplanarak parçacık tarafından elde edilen en iyi değer (pbest) hesaplanır. Diğer parçacıklar, pbest değeri ile konum ve hızlarını günceller ve en iyi çözüm elde edilene kadar süreç tekrarlanır (Kennedy ve Eberhart, 1995).

Parçacık sürü optimizasyonunda parçacığın rasgele konumu $x_i = (x_{i1}\, x_{i2}\, x_{i3}\, ...\, x_{id})$ ve $i = 1, 2, 3, ..., N$ olmak üzere

$$x_{ij}^{k} = x_j^{\min} + rand(0,1)(x_j^{\max} - x_j^{\min}) \tag{4.14}$$

eşitliğinden hesaplanır. Eşitlik (4.14)'te,

N : sürüdeki toplam parçacık sayısını,
d : d - boyutlu diziyi,
x_{ij} : besin kaynağın pozisyonunu,
$x_j^{\min}$: j. parametrenin alt sınırını,
$x_j^{\max}$: j. parametrenin üst sınırını göstermektedir.

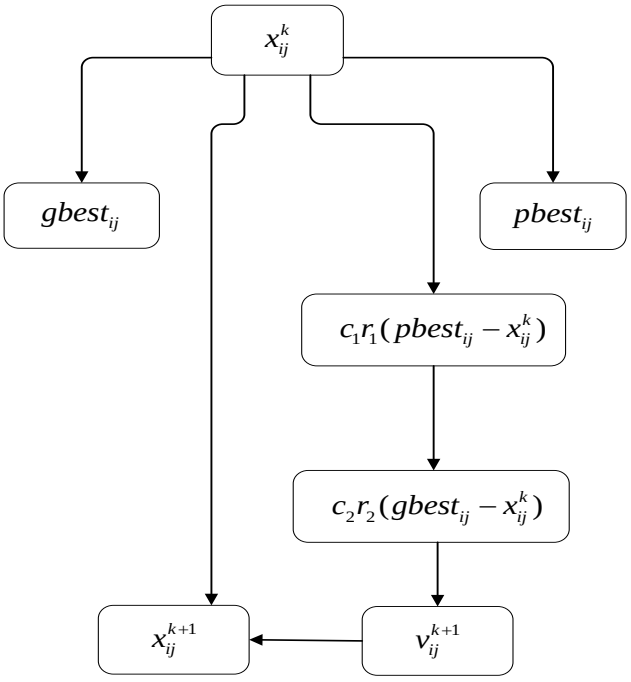
Parçacığın hızını ve konumunu güncellenmek için

$$v_{ij}^{k+1} = wv_{ij}^{k} + c_1 r_1 (pbest_{ij} - x_{ij}^{k}) + c_2 r_2 (gbest_{ij} - x_{ij}^{k}) \quad (4.15)$$

$$x_{ij}^{k+1} = x_{ij}^{k} + v_{ij}^{k+1} \quad (4.16)$$

eşitlikleri kullanılır. Eşitlik (4.15) ve (4.16)'da,

v_{ij} : i. parçacığın j. boyuttaki hızını,
w : eylemsizlik ağırlığını,
k : iterasyon sayısını,
c_1, c_2 : öğrenme sabitlerini,
r_1, r_2 : [0,1] aralığında düzgün dağılımdan üretilen rasgele sayıları,
$pbest_{ij}$: i. parçacığın j. boyutundaki yerel en iyi pozisyonunu,
x_{ij}^{k} : i. parçacığın j. boyuttaki konumunu,
$gbest_{ij}$: i. parçacığın j. boyutundaki global en iyi pozisyonunu,
d : d - boyutlu diziyi,
N : sürüdeki toplam parçacık sayısını göstermektedir.



Şekil.4.4. PSO'da parçacıkların konumunun güncellenmesi

Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) Algoritması:

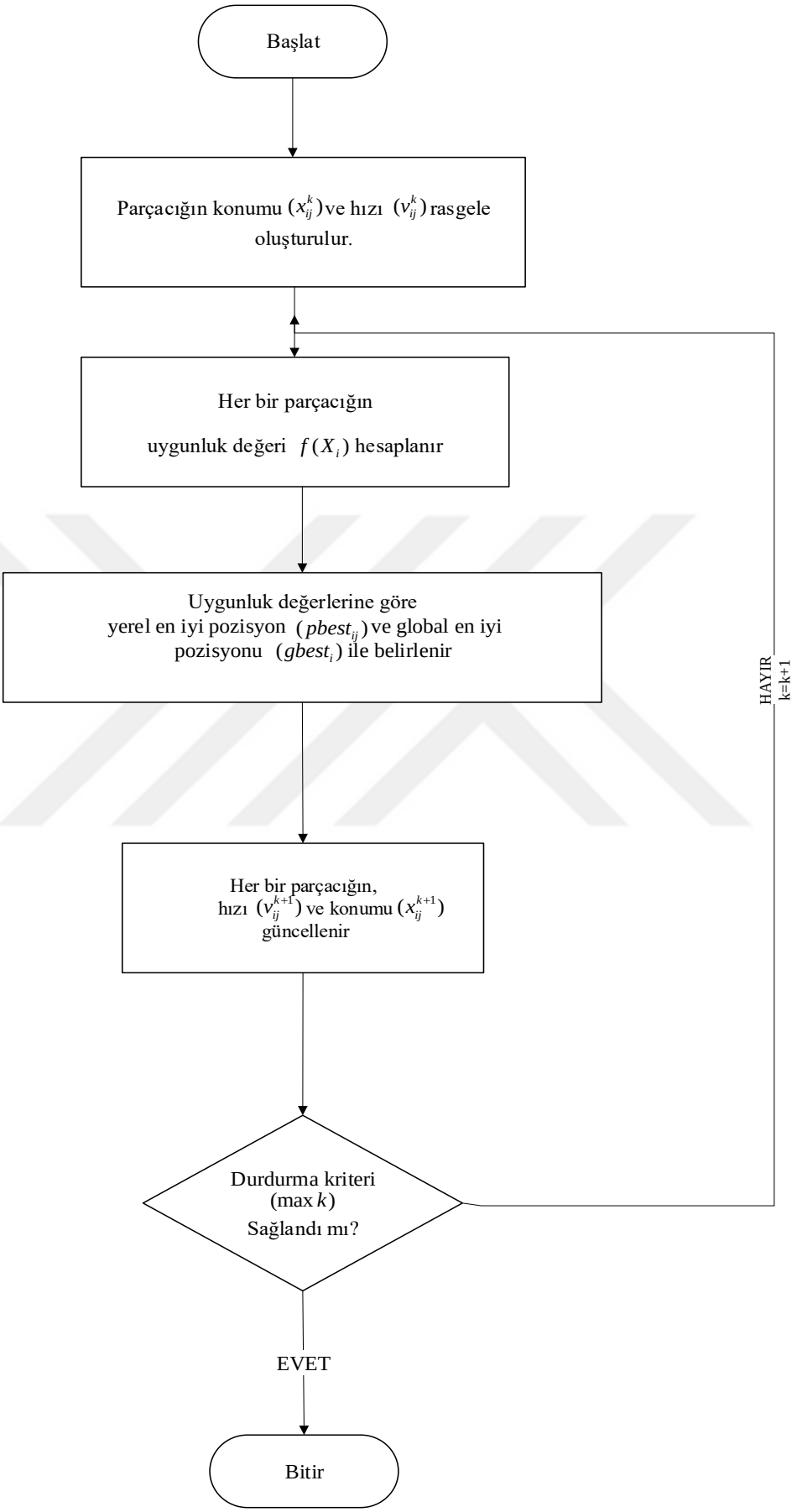
Adım 1: Parametreler belirlenir.

- Amaç fonksiyonu yani uygunluk değeri $f(x_i)$ hesaplanır.
- İterasyon sayısı (k) belirlenir.
- Durdurma kriteri olarak maksimum iterasyon sayısı ($\max k$) alınır.
- Öğrenme sabitleri (c_1, c_2) belirlenir.
- Eylemsizlik ağırlığı (w) belirlenir.

Adım 2: Parçacığın konumu (x_{ij}^k) ve hızı (v_{ij}^k) rasgele oluşturulur.

Adım 3: Her bir parçacığın uygunluk değeri hesaplanır. Yerel en iyi pozisyon ($pbest_{ij}$) ve global en iyi pozisyon ($gbest_i$) belirlenir. Parçacığın hızı ve konumu, Eşitlik (4.15) ve Eşitlik (4.16)'dan yararlanarak güncellenir.

Adım 4: Durdurma kriteri sağlanmış ise algoritma sonlandırılır. Aksi halde, $k = k + 1$ alınarak Adım 3'e gidilir.



Şekil.4.5. Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) algoritması akış şeması

5. UYGULAMA: MARKOWITZ ORTALAMA-VARYANS PORTFÖY SEÇİMİ MODELİNİN METASEZGİSEL YÖNTEMLER İLE ÇÖZÜMÜ

Borsa İstanbul (BIST), Türkiye'de 1985 yılında ilk olarak İstanbul Menkul Kıymetler Borsası adıyla açılan ve 2013 yılında adı "Borsa İstanbul" olan, sermaye piyasasında faaliyet gösteren Türk ve yabancı kaynaklı bankalara ve aracı kurumlara saklama ile takas hizmeti veren kurumdur. Borsa İstanbul tüm alıcı, satıcı ve aracı kurumları bir araya getirerek, yasal çerçeveler dahilinde işlem yapılmasını sağlamaktadır.

BIST endeksinde yer alan her hisse senedi, BIST 30, BIST 50 ve BIST 100 endekslerinde de yer almaktadır. BIST 30 endeksi, Borsa İstanbul'da işlem gören ve piyasa değeri ile işlem hacmi en yüksek olan 30 şirketin hisse senetlerinin ortak performansını ölçülmesini sağlayan endekstir. BIST 30 endeksinde yer alacak hisse senetlerinin belirlenmesi için fiili dolaşımdaki payların piyasa değerleri ve günlük ortalama işlem hacimleri büyükten küçüğe doğru sıralanır. Her iki sıralamada da üst sıralarda yer alanlar endekse alınmaktadır.

Bu çalışmada, BIST30 endeksinde bulunan 30 hisse senedine ait 1 Aralık 2016 – 29 Aralık 2017 tarihleri arasındaki günlük kapanış fiyatları ele alınmış ve aylık ortalama getirileri hesaplanmıştır. Ele alınan bir yıllık veriler kullanılarak hisse senetlerine ilişkin portföy seçimi için Markowitz ortalama-varyans modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan model metasezgisel optimizasyon yöntemlerinden Diferansiyel Evrim (DE), Benzetimli Tavlama (SA), Yapay Arı Kolonisi (ABC) ve Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) ile MATLAB programı yardımıyla çözülmüştür.

Ele alınan tarihler arasında BIST30 endeksinde yer alan hisse senetleri Çizelge 5.1'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. BIST30 endeksinde yer alan hisse senetleri

Garanti Bankası	THY	Emlak Konutları	Yapı Kredi Bankası	Pegasus
Akbank	Koç Holding	Aselsan	TAV Havalimanlari Holding	Koza Anadolu Metal Madencilik
Ereğli Demir Çelik	Sabancı Holding	Vakıflar Bankası	Tekfen Holding	Doğan Şirketler Grubu
Turkcell	İş Bankası	Tofaş	Türk Telekom	Otokar
Tüpraş	Halk Bankası	Türkiye Şişe ve Cam	Kardemir Karabük Demır Çelik Sanayi	Eczacıbaşı
BİM	Petkim Petrokimya Holding	Arçelik	Koza Altın	Şekerbank

Çizelge Ek 1'de 1 Aralık 2016 – 29 Aralık 2017 tarihleri arası tüm hisse senetlerine ilişkin günlük kapanış fiyatları verilmiştir. Tüm hesaplamalar bu veriler üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 5.2'de, Garanti Bankası hisse senedine ilişkin 1 Aralık – 30 Aralık 2016'ya ait ve Şekerbank hisse senedine ait 1 Aralık – 29 Aralık 2017'ye ait günlük kapanış fiyatları ve aylık ortalamaları gösterilmiştir.

Çizelge 5.2 Garanti Bankası ve Şekerbank hisse senetlerine ilişkin günlük kapanış fiyatları ve ortalamaları

Tarih	Garanti	Tarih	Şekerbank
1 Ara 16	6,98	1 Ara 17	1,35
2 Ara 16	7,11	4 Ara 17	1,36
5 Ara 16	7,09	5 Ara 17	1,36
6 Ara 16	7,3	6 Ara 17	1,36
7 Ara 16	7,33	7 Ara 17	1,38
8 Ara 16	7,28	8 Ara 17	1,4
9 Ara 16	7,25	11 Ara 17	1,41
12 Ara 16	7,25	12 Ara 17	1,42
13 Ara 16	7,4	13 Ara 17	1,38
14 Ara 16	7,36	14 Ara 17	1,43
15 Ara 16	7,49	15 Ara 17	1,48
16 Ara 16	7,48	18 Ara 17	1,5
19 Ara 16	7,39	19 Ara 17	1,8
20 Ara 16	7,48	20 Ara 17	1,83
21 Ara 16	7,52	21 Ara 17	1,72
22 Ara 16	7,5	22 Ara 17	1,67
23 Ara 16	7,37	25 Ara 17	1,69
26 Ara 16	7,37	26 Ara 17	1,76
27 Ara 16	7,32	27 Ara 17	1,74
28 Ara 16	7,4	28 Ara 17	1,77
29 Ara 16	7,38	29 Ara 17	1,83
30 Ara 16	7,38		
Aylık Or	7,337727	Aylık Ort.	1,55428571

Çizelge 5.2'de verilen Garanti Bankasına ait 1 Aralık 2016 - 30 Aralık 2016 tarihleri arası günlük kapanış fiyatları kullanarak, Aralık 2016 dönemi için aylık ortalama

$$\text{Garanti Bankası Aralık } 2016 = \left(\frac{6,98 + 7,11 + \ldots + 7,38}{22} \right)$$
$$= 7,3377$$

olarak hesaplanmıştır.

Benzer şekilde, Şekerbank için 1 Aralık 2017 – 29 Aralık 2017 tarihleri arasındaki günlük kapanış fiyatları kullanılarak, Aralık 2017 dönemi için aylık ortalama,

$$\text{Şekerbank Aralık 2017} = \left(\frac{1,35 + 1,36 + \ldots + 1,83}{21} \right) = 1,5543$$

olarak hesaplanmıştır. Tüm hisse senetlerine ilişkin Aralık 2016 – Aralık 2017 için 13 dönemlik aylık kapanış fiyat ortalamaları hesaplanmış ve Çizelge 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.3'de verilen hisse senetlerine ilişkin aylık kapanış fiyatı ortalamalarından yararlanarak ve hesaplanan getiriler (r),

$$r = \left(\frac{P_{it} - P_{it-1}}{P_{it-1}} \right) \tag{5.1}$$

eşitliğinden hesaplanır. Eşitlik (5.1)'de,

P_{it} : Hisse senedinin dönem sonu ortalama fiyatını,

P_{it-1} : Hisse senedinin dönem başı ortalama fiyatını göstermektedir.

Örneğin, Garanti Bankası'na ait Ocak 2017 dönemi için getiri,

$$\text{Garanti Ocak 2017} = \left(\frac{P_{Ocak\,2017} - P_{Aralık\,2016}}{P_{Aralık\,2016}} \right) = \left(\frac{7,5131 - 7,3377}{7,3377} \right) = 0,0239$$

olarak hesaplanır.

Şekerbank'a ait Aralık 2017 dönemi için getiri,

$$\text{Şekerbank Aralık 2017} = \left(\frac{P_{Aralık\,2017} - P_{Kasım\,2017}}{P_{Kasım\,2017}} \right) = \left(\frac{1,5542 - 1,3645}{1,3645} \right) = 0,1391$$

olarak hesaplanır. Benzer şekilde, tüm hisse senetlerine ilişkin getiriler ele alınan 13 dönem için hesaplanmış ve Çizelge 5.4'te verilmiştir.

Çizelge 5.3. BIST30 Hisse senetlerine ilişkin aylık kapanış fiyatı ortalamaları

Dönem	Garanti	Akbank	EreğliDem	Turkcell	Tupraş	Bim	Thy	Koç	Sabancı	İşBnkC	HalkBnk	EmlakKon	Petkim	Aselsan	VakıfBnk
Ara 16	7,3377	7,5118	4,7018	8,3459	65,5686	47,6273	4,8991	12,7836	8,8764	4,8686	9,0432	2,9595	3,3255	11,5905	4,3009
Oca 17	7,5132	7,6064	5,0255	9,4282	70,0577	50,4023	5,1332	13,7232	9,2286	5,2123	10,0014	3,0091	3,6355	13,1500	4,5009
Şub 17	8,4805	8,5565	5,4830	10,3085	78,6760	51,5310	5,6640	14,9915	10,0345	5,9840	11,3630	3,1255	3,9615	13,8550	5,1935
Mar 17	8,6300	8,6633	5,5792	10,9679	82,6379	54,4454	5,6513	15,0679	9,9167	6,3575	11,0267	3,0729	4,4029	16,8167	5,3717
Nis 17	9,2180	9,0960	5,7815	10,9280	85,3740	55,2950	5,6400	15,9180	10,2705	6,7845	11,0160	2,8895	4,7660	17,7305	5,8150
May 17	9,5171	9,4014	6,4538	10,5757	93,5357	60,3914	6,7257	16,5638	10,7129	7,0019	11,9757	2,9190	5,4300	21,1229	6,0890
Haz 17	9,6780	9,7850	6,5150	10,8225	98,9650	63,7675	7,4880	16,4480	10,8715	7,1815	12,8530	2,9595	5,8835	21,9170	6,4780
Tem 17	10,3005	10,2662	7,5600	11,3738	104,8786	66,3471	8,6543	16,5186	10,9743	7,6843	14,1381	3,0876	6,2414	22,6686	6,9452
Ağu 17	10,6932	10,3505	7,9945	12,0332	114,9045	71,1345	9,2436	17,2668	10,5682	7,5509	14,8077	3,0350	6,2600	26,0591	7,0823
Eyl 17	10,3021	9,9521	7,8168	12,0263	121,2684	74,8332	9,4937	17,0621	10,4189	7,1595	12,8053	2,7726	6,0942	26,4689	6,6358
Eki 17	10,0332	9,6009	8,3718	13,1255	128,0455	74,8432	9,4750	16,4095	10,1877	6,9091	11,6982	2,6595	6,3068	28,8673	6,2495
Kas 17	10,0627	9,5245	9,1473	13,8764	128,6409	76,8223	10,7718	16,9027	10,6591	6,6145	9,9091	2,5945	6,5677	35,4795	5,8591
Ara 17	10,0795	9,3024	9,2986	14,8857	118,4286	75,1000	14,2600	17,5490	10,6119	6,6238	10,1443	2,6624	7,1605	32,3033	6,2114
Dönem	Garanti	Akbank	EreğliDem	Turkcell	Tupraş	Bim	Thy	Koç	Sabancı	İşBnkC	HalkBnk	EmlakKon	Petkim	Aselsan	VakıfBnk
Ara 16	7,3377	7,5118	4,7018	8,3459	65,5686	47,6273	4,8991	12,7836	8,8764	4,8686	9,0432	2,9595	3,3255	11,5905	4,3009
Oca 17	7,5132	7,6064	5,0255	9,4282	70,0577	50,4023	5,1332	13,7232	9,2286	5,2123	10,0014	3,0091	3,6355	13,1500	4,5009
Şub 17	8,4805	8,5565	5,4830	10,3085	78,6760	51,5310	5,6640	14,9915	10,0345	5,9840	11,3630	3,1255	3,9615	13,8550	5,1935
Mar 17	8,6300	8,6633	5,5792	10,9679	82,6379	54,4454	5,6513	15,0679	9,9167	6,3575	11,0267	3,0729	4,4029	16,8167	5,3717
Nis 17	9,2180	9,0960	5,7815	10,9280	85,3740	55,2950	5,6400	15,9180	10,2705	6,7845	11,0160	2,8895	4,7660	17,7305	5,8150
May 17	9,5171	9,4014	6,4538	10,5757	93,5357	60,3914	6,7257	16,5638	10,7129	7,0019	11,9757	2,9190	5,4300	21,1229	6,0890
Haz 17	9,6780	9,7850	6,5150	10,8225	98,9650	63,7675	7,4880	16,4480	10,8715	7,1815	12,8530	2,9595	5,8835	21,9170	6,4780
Tem 17	10,3005	10,2662	7,5600	11,3738	104,8786	66,3471	8,6543	16,5186	10,9743	7,6843	14,1381	3,0876	6,2414	22,6686	6,9452
Ağu 17	10,6932	10,3505	7,9945	12,0332	114,9045	71,1345	9,2436	17,2668	10,5682	7,5509	14,8077	3,0350	6,2600	26,0591	7,0823
Eyl 17	10,3021	9,9521	7,8168	12,0263	121,2684	74,8332	9,4937	17,0621	10,4189	7,1595	12,8053	2,7726	6,0942	26,4689	6,6358
Eki 17	10,0332	9,6009	8,3718	13,1255	128,0455	74,8432	9,4750	16,4095	10,1877	6,9091	11,6982	2,6595	6,3068	28,8673	6,2495
Kas 17	10,0627	9,5245	9,1473	13,8764	128,6409	76,8223	10,7718	16,9027	10,6591	6,6145	9,9091	2,5945	6,5677	35,4795	5,8591
Ara 17	10,0795	9,3024	9,2986	14,8857	118,4286	75,1000	14,2600	17,5490	10,6119	6,6238	10,1443	2,6624	7,1605	32,3033	6,2114

Çizelge 5.4. Tüm hisse senetlerine ilişkin getiriler

Dönem	Garanti	Akbank	EreğliDem	Turkcell	Tupraş	Bim	Thy	Koç	Sabancı	İşBnkC	HalkBnk	EmlakKon	Petkim	Aselsan	VakıfBnk	Tofaş	T.Sise	Arçelik	YapıKredi	Tav Hava	Tekfen	Turktelek	Kardemır	KozaAltın	Pegasus	KozaMad	DoganHo	Otokar	EczBaşı	ŞekerBan
Ara 16																														
Oca 17	0,0239	0,0126	0,0688	0,1297	0,0685	0,0583	0,0478	0,0735	0,0397	0,0706	0,1060	0,0167	0,0932	0,1346	0,0465	0,0610	0,0888	0,0287	0,0328	0,0940	0,0822	0,0477	0,0679	0,0573	0,1507	-0,0832	0,1897	0,0828	0,0338	0,0361
Şub 17	0,1287	0,1249	0,0910	0,0934	0,1230	0,0224	0,1034	0,0924	0,0873	0,1481	0,1361	0,0387	0,0897	0,0536	0,1539	0,0746	0,0202	0,0311	0,1181	0,0534	0,1171	0,0409	0,0674	0,1778	0,0929	0,0064	0,0043	0,0334	0,1048	0,0386
Mar 17	0,0176	0,0125	0,0175	0,0640	0,0504	0,0566	-0,0023	0,0051	-0,0117	0,0624	-0,0296	-0,0168	0,1114	0,2138	0,0343	0,0276	0,0329	0,0042	-0,0051	-0,0298	0,1463	0,0222	-0,0780	-0,0328	-0,0761	-0,0407	-0,1468	-0,0792	0,0069	-0,0235
Nis 17	0,0681	0,0499	0,0363	-0,0036	0,0331	0,0156	-0,0020	0,0564	0,0357	0,0672	-0,0010	-0,0597	0,0825	0,0543	0,0825	0,0657	0,0408	0,0700	0,0610	0,0129	0,0521	0,0305	0,0587	0,0378	0,0354	0,0209	0,0283	-0,0043	0,0988	-0,0170
May 17	0,0325	0,0336	0,1163	-0,0322	0,0956	0,0922	0,1925	0,0406	0,0431	0,0320	0,0871	0,0102	0,1393	0,1913	0,0471	0,0243	0,0875	0,0446	0,0606	0,0929	0,0680	0,0515	0,1945	-0,0972	0,1309	0,0207	0,0180	0,0512	0,1271	0,0292
Haz 17	0,0169	0,0408	0,0095	0,0233	0,0580	0,0559	0,1133	-0,0070	0,0148	0,0256	0,0733	0,0139	0,0835	0,0376	0,0639	0,0144	0,0389	0,0852	0,0190	0,1290	-0,0754	-0,0009	0,1266	0,0542	0,0952	0,2202	0,0117	-0,1117	0,1573	-0,0021
Tem 17	0,0643	0,0492	0,1604	0,0509	0,0598	0,0405	0,1558	0,0043	0,0095	0,0700	0,1000	0,0433	0,0608	0,0343	0,0721	0,0230	0,0291	0,0133	0,0339	0,1285	0,1013	0,0489	0,1666	0,3855	0,1305	0,5452	0,0489	0,0359	0,0585	0,1254
Ağu 17	0,0381	0,0082	0,0575	0,0580	0,0956	0,0722	0,0681	0,0453	-0,0370	-0,0174	0,0474	-0,0170	0,0030	0,1496	0,0197	0,0499	-0,0016	-0,0606	-0,0150	0,0232	0,2434	0,0770	0,1173	0,2292	0,2178	0,5887	0,1050	-0,0311	-0,0207	-0,0099
Eyl 17	-0,0366	-0,0385	-0,0222	-0,0006	0,0554	0,0520	0,0271	-0,0119	-0,0141	-0,0518	-0,1352	-0,0864	-0,0265	0,0157	-0,0630	-0,0078	-0,0505	-0,0656	-0,0144	-0,0870	-0,0408	-0,0479	0,1017	-0,0521	0,0436	0,1458	0,0910	-0,0713	-0,0330	0,1342
Eki 17	-0,0261	-0,0353	0,0710	0,0914	0,0559	0,0001	-0,0020	-0,0382	-0,0222	-0,0350	-0,0865	-0,0408	0,0349	0,0906	-0,0582	-0,0325	0,0147	-0,0445	-0,0136	-0,0696	0,0661	-0,0205	0,0623	0,0344	0,0274	-0,0727	-0,0135	-0,0285	-0,0227	-0,0143
Kas 17	0,0029	-0,0080	0,0926	0,0572	0,0047	0,0264	0,1369	0,0301	0,0463	-0,0426	-0,1529	-0,0244	0,0414	0,2291	-0,0625	0,0738	0,0626	-0,0848	-0,0059	0,0648	0,1495	-0,1073	-0,0762	-0,0447	-0,0052	-0,1973	-0,0448	0,1101	0,0323	-0,0996
Ara 17	0,0017	-0,0233	0,0165	0,0727	-0,0794	-0,0224	0,3238	0,0382	-0,0044	0,0014	0,0237	0,0261	0,0903	-0,0895	0,0601	-0,0180	-0,0265	0,0197	-0,0351	0,1196	0,1162	0,0456	0,1690	0,0752	0,1308	0,0609	-0,0431	0,0182	-0,0438	0,1391
Ortalama	0,0277	0,0189	0,0596	0,0503	0,0517	0,0391	0,0969	0,0274	0,0156	0,0275	0,0140	-0,0080	0,0670	0,0929	0,0330	0,0297	0,0281	0,0034	0,0197	0,0443	0,0855	0,0157	0,0815	0,0687	0,0812	0,1013	0,0207	0,0005	0,0416	0,0280
Varyans	0,0020	0,0021	0,0026	0,0022	0,0026	0,0010	0,0094	0,0014	0,0013	0,0035	0,0094	0,0016	0,0022	0,0088	0,0043	0,0013	0,0017	0,0030	0,0019	0,0057	0,0071	0,0027	0,0075	0,0187	0,0063	0,0589	0,0072	0,0045	0,0046	0,0053
St.Sapma	0,0446	0,0455	0,0514	0,0464	0,0514	0,0321	0,0970	0,0380	0,0358	0,0594	0,0969	0,0401	0,0467	0,0937	0,0657	0,0363	0,0416	0,0552	0,0439	0,0753	0,0845	0,0520	0,0869	0,1368	0,0797	0,2427	0,0850	0,0674	0,0677	0,0728

Portföyün getirisinin ve riskinin hesaplanabilmesi için kovaryans matrisine ihtiyaç vardır. Kovaryans matrisinin hesaplanabilmesi için öncelikle sapma değerlerinin elde edilmesi gerekmektedir. Hisse senetlerinin sapma değerleri, hisse senetlerinin getirileri ile ortalamalarının farkı alınarak hesaplanır. Örneğin, Garanti Bankasına ait Ocak 2017 dönemi için sapma değeri,

Çizelge 5.4'te elde edilen tüm hisse senetlerine ilişkin getiriler kullanılarak, tüm hisse senetlerine ilişkin sapma değerler Çizelge 5.5'te gösterilmiştir.

Örneğin;

Garanti Bankası Ocak 2017=$\left(r_{Ocak\,2017}-\overline{r}_{Ocak\,2017}\right)=\left(0,0239-0,0277\right)$= -0,0038

olarak hesaplanır.

Şekerbank'a ait Aralık 2017 dönemi için sapma değeri,

Şekerbank Aralık 2017=$\left(r_{Aralık\,2017}-\overline{r}_{Aralıkk\,2017}\right)=\left(0,1391-0,0280\right)=0,1110$

olarak hesaplanır.

Çizelge 5.5. Tüm hisse senetlerine ilişkin sapma değerleri

Dönem	Garanti	Akbank	EreğliDe	Turkcell	Tupraş	Bim	Thy	Koç	Sabancı	İşBnkC	HalkBnk	EmlakKo	Petkim	Aselsan	VakıfBnk
Oca 17	-0,004	-0,006	0,0092	0,0793	0,0168	0,0191	-0,049	0,0461	0,0241	0,043	0,0919	0,0248	0,0263	0,0416	0,0135
Şub 17	0,1011	0,1060	0,0314	0,0430	0,0713	-0,0167	0,0065	0,0650	0,0718	0,1205	0,1221	0,0467	0,0227	-0,0393	0,1208
Mar 17	-0,0101	-0,0064	-0,0421	0,0136	-0,0013	0,0174	-0,0991	-0,0223	-0,0273	0,0349	-0,0436	-0,0088	0,0445	0,1209	0,0013
Nis 17	0,0405	0,0311	-0,0233	-0,0540	-0,0186	-0,0235	-0,0989	0,0290	0,0201	0,0396	-0,0150	-0,0517	0,0155	-0,0386	0,0495
May 17	0,0048	0,0147	0,0567	-0,0826	0,0439	0,0530	0,0956	0,0132	0,0275	0,0045	0,0731	0,0182	0,0724	0,0984	0,0141
Haz 17	-0,0108	0,0219	-0,0501	-0,0270	0,0063	0,0168	0,0165	-0,0344	-0,0008	-0,0019	0,0592	0,0219	0,0166	-0,0553	0,0308
Tem 17	0,0366	0,0303	0,1008	0,0006	0,0080	0,0013	0,0589	-0,0231	-0,0061	0,0425	0,0860	0,0513	-0,0061	-0,0586	0,0391
Ağu 17	0,0104	-0,0107	-0,0021	0,0076	0,0439	0,0330	-0,0288	0,0179	-0,0526	-0,0449	0,0333	-0,0090	-0,0640	0,0567	-0,0133
Eyl 17	-0,0643	-0,0574	-0,0818	-0,0509	0,0037	0,0129	-0,0698	-0,0393	-0,0297	-0,0794	-0,1493	-0,0784	-0,0934	-0,0772	-0,0961
Eki 17	-0,0538	-0,0542	0,0114	0,0410	0,0042	-0,0390	-0,0988	-0,0656	-0,0378	-0,0625	-0,1005	-0,0328	-0,0321	-0,0023	-0,0912
Kas 17	-0,0247	-0,0268	0,0330	0,0069	-0,0471	-0,0127	0,0400	0,0027	0,0307	-0,0702	-0,1670	-0,0164	-0,0256	0,1361	-0,0955
Ara 17	-0,0260	-0,0422	-0,0431	0,0224	-0,1311	-0,0616	0,2270	0,0108	-0,0200	-0,0261	0,0097	0,0342	0,0233	-0,1824	0,0271

Dönem	Tofaş	T.Sise	Arçelik	YapıKred	Tav Hava	Tekfen	Turktele	Kardemı	KozaAltı	Pegasus	KozaMa	DoganHo	Otokar	EczBaşı	ŞekerBa
Oca 17	0,0314	0,0607	0,0252	0,0131	0,0497	-0,0033	0,0321	-0,0136	-0,0114	0,0696	-0,1844	0,1689	0,0823	-0,0078	0,0081
Şub 17	0,0449	-0,0079	0,0276	0,0984	0,0091	0,0316	0,0252	-0,0141	0,1091	0,0117	-0,0949	-0,0164	0,0329	0,0632	0,0106
Mar 17	-0,0020	0,0048	0,0007	-0,0248	-0,0741	0,0608	0,0066	-0,1595	-0,1015	-0,1572	-0,1419	-0,1676	-0,0796	-0,0347	-0,0515
Nis 17	0,0360	0,0127	0,0665	0,0413	-0,0314	-0,0334	0,0149	-0,0228	-0,0309	-0,0458	-0,0803	0,0075	-0,0047	0,0572	-0,0450
May 17	-0,0053	0,0594	0,0412	0,0409	0,0486	-0,0175	0,0358	0,1131	-0,1659	0,0498	-0,0805	-0,0027	0,0507	0,0855	0,0012
Haz 17	-0,0153	0,0109	0,0817	-0,0007	0,0847	-0,1609	-0,0165	0,0451	-0,0146	0,0141	0,1189	-0,0090	-0,1122	0,1157	-0,0301
Tem 17	-0,0067	0,0010	0,0099	0,0142	0,0841	0,0158	0,0332	0,0851	0,3168	0,0493	0,4440	0,0282	0,0354	0,0169	0,0974
Ağu 17	0,0202	-0,0296	-0,0641	-0,0347	-0,0211	0,1579	0,0613	0,0358	0,1605	0,1367	0,4875	0,0843	-0,0315	-0,0623	-0,0379
Eyl 17	-0,0374	-0,0786	-0,0690	-0,0341	-0,1314	-0,1263	-0,0635	0,0203	-0,1208	-0,0375	0,0446	0,0703	-0,0717	-0,0746	0,1062
Eki 17	-0,0622	-0,0134	-0,0479	-0,0333	-0,1139	-0,0194	-0,0361	-0,0192	-0,0343	-0,0538	-0,1740	-0,0342	-0,0290	-0,0643	-0,0423
Kas 17	0,0442	0,0345	-0,0882	-0,0256	0,0205	0,0640	-0,1229	-0,1577	-0,1134	-0,0864	-0,2985	-0,0655	0,1096	-0,0093	-0,1276
Ara 17	-0,0477	-0,0546	0,0162	-0,0548	0,0753	0,0307	0,0299	0,0875	0,0065	0,0497	-0,0403	-0,0638	0,0177	-0,0854	0,1110

Çizelge 5.5'te verilen tüm hisse senetlerine ilişkin sapma değerleri yardımıyla hisse senetlerinin tek tek risklerini ölçmek mümkündür. Ancak, iki ve daha fazla hisse senedi söz konusu olduğunda risk kovaryans matrisi ile ölçülebilmektedir. Kovaryans matrisi,

$$\text{Kovaryans matrisi} = \frac{sapma\ değer^{T}\ sapma\ değer}{dönem\ sayısı - 1} \tag{5.2}$$

eşitliği kullanılarak hesaplanır. Tüm hisse senetlerine ait kovaryans matrisi Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Tüm hisse senetlerine ait kovaryans matrisi

Hisse Sen	Garanti	Akbank	EreğliDen	Turkcell	Tupraş	Bim	Thy	Koç	Sabancı	İşBnkC	HalkBnk	EmlakKon	Petkim	Aselsan	VakıfBnk	Tofaş	T.Sise	Arçelik	YapıKredi	Tav Hava	Tekfen	Turktelek	Kardemır	KozaAltın	Pegasus	KozaMac	DoganHo	Otokar	EczBaşı	ŞekerBan
Garanti	0,0020	0,0019	0,0011	0,0002	0,0010	0,0001	0,0003	0,0012	0,0010	0,0023	0,0031	0,0010	0,0009	-0,0001	0,0025	0,0011	0,0005	0,0012	0,0017	0,0013	0,0011	0,0012	0,0004	0,0032	0,0009	0,0022	0,0002	0,0008	0,0017	-0,0001
Akbank	0,0019	0,0021	0,0010	0,0000	0,0013	0,0002	0,0001	0,0010	0,0012	0,0024	0,0032	0,0010	0,0010	0,0000	0,0026	0,0010	0,0007	0,0015	0,0018	0,0014	0,0002	0,0010	0,0004	0,0025	0,0006	0,0014	0,0000	0,0005	0,0023	-0,0002
EreğliDemir	0,0011	0,0010	0,0026	0,0003	0,0009	0,0002	0,0012	0,0004	0,0007	0,0010	0,0020	0,0011	0,0006	0,0014	0,0008	0,0006	0,0011	0,0000	0,0010	0,0017	0,0017	0,0005	0,0008	0,0033	0,0012	0,0021	0,0005	0,0023	0,0011	-0,0003
Turkcell	0,0002	0,0000	0,0003	0,0022	-0,0001	-0,0005	-0,0003	0,0004	0,0001	0,0006	0,0007	0,0007	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0001	-0,0005	-0,0002	0,0002	0,0016	0,0002	-0,0013	0,0022	0,0003	-0,0019	0,0004	0,0009	-0,0012	-0,0002
Tupraş	0,0010	0,0013	0,0009	-0,0001	0,0026	0,0011	-0,0025	0,0004	0,0004	0,0012	0,0020	0,0001	0,0000	0,0020	0,0008	0,0007	0,0006	0,0002	0,0014	-0,0007	0,0000	0,0007	0,0003	0,0013	0,0008	0,0030	0,0016	-0,0003	0,0015	-0,0007
Bim	0,0001	0,0002	0,0002	-0,0005	0,0011	0,0010	-0,0007	0,0001	0,0000	0,0001	0,0008	0,0000	0,0001	0,0017	0,0000	0,0003	0,0005	0,0001	0,0003	0,0001	-0,0001	0,0004	0,0003	-0,0005	0,0006	0,0023	0,0009	-0,0002	0,0007	-0,0003
Thy	0,0003	0,0001	0,0012	-0,0003	-0,0025	-0,0007	0,0094	0,0007	0,0006	-0,0001	0,0027	0,0024	0,0014	-0,0034	0,0016	-0,0006	-0,0002	0,0009	-0,0003	0,0053	0,0009	0,0009	0,0044	0,0019	0,0033	0,0027	-0,0011	0,0024	0,0003	0,0030
Koç	0,0012	0,0010	0,0004	0,0004	0,0004	0,0001	0,0007	0,0014	0,0009	0,0014	0,0020	0,0006	0,0007	0,0002	0,0016	0,0011	0,0005	0,0006	0,0010	0,0011	0,0013	0,0009	0,0001	0,0008	0,0012	-0,0011	0,0009	0,0014	0,0007	-0,0001
Sabancı	0,0010	0,0012	0,0007	0,0001	0,0004	0,0000	0,0006	0,0009	0,0013	0,0013	0,0013	0,0006	0,0009	0,0004	0,0012	0,0009	0,0008	0,0008	0,0013	0,0011	-0,0003	-0,0001	-0,0003	-0,0004	-0,0001	-0,0039	0,0001	0,0014	0,0016	-0,0004
İşBnkC	0,0023	0,0024	0,0010	0,0006	0,0012	0,0001	-0,0001	0,0014	0,0013	0,0035	0,0044	0,0014	0,0018	-0,0003	0,0035	0,0011	0,0009	0,0022	0,0021	0,0016	0,0004	0,0017	0,0002	0,0030	0,0004	-0,0002	0,0000	0,0007	0,0023	0,0004
HalkBnk	0,0031	0,0032	0,0020	0,0007	0,0020	0,0008	0,0027	0,0020	0,0013	0,0044	0,0094	0,0031	0,0026	-0,0016	0,0055	0,0010	0,0014	0,0037	0,0026	0,0048	0,0007	0,0042	0,0045	0,0070	0,0050	0,0086	0,0026	0,0009	0,0035	0,0019
EmlakKonu	0,0010	0,0010	0,0011	0,0007	0,0001	0,0000	0,0024	0,0006	0,0006	0,0014	0,0031	0,0016	0,0011	-0,0005	0,0018	0,0002	0,0006	0,0010	0,0006	0,0025	0,0008	0,0011	0,0012	0,0029	0,0015	0,0020	-0,0001	0,0010	0,0010	0,0006
Petkim	0,0009	0,0010	0,0006	0,0000	0,0000	0,0001	0,0014	0,0007	0,0009	0,0018	0,0026	0,0011	0,0022	0,0007	0,0019	0,0003	0,0013	0,0019	0,0010	0,0019	0,0000	0,0010	0,0003	-0,0011	-0,0002	-0,0040	-0,0013	0,0007	0,0018	-0,0003
Aselsan	-0,0001	0,0000	0,0014	0,0000	0,0020	0,0017	-0,0034	0,0002	0,0004	-0,0003	-0,0016	-0,0005	0,0007	0,0088	-0,0018	0,0016	0,0025	-0,0015	0,0002	-0,0011	0,0032	-0,0010	-0,0047	-0,0044	-0,0021	-0,0061	-0,0011	0,0016	0,0008	-0,0051
VakıfBnk	0,0025	0,0026	0,0008	0,0002	0,0008	0,0000	0,0016	0,0016	0,0012	0,0035	0,0055	0,0018	0,0019	-0,0018	0,0043	0,0009	0,0006	0,0028	0,0021	0,0027	0,0004	0,0024	0,0018	0,0041	0,0017	0,0031	0,0001	0,0003	0,0026	0,0010
Tofaş	0,0011	0,0010	0,0006	0,0002	0,0007	0,0003	-0,0006	0,0011	0,0009	0,0011	0,0010	0,0002	0,0003	0,0016	0,0009	0,0013	0,0008	0,0002	0,0009	0,0007	0,0012	0,0001	-0,0012	0,0007	0,0002	-0,0008	0,0006	0,0012	0,0011	-0,0013
T.Sise	0,0005	0,0007	0,0011	0,0001	0,0006	0,0005	-0,0002	0,0005	0,0008	0,0009	0,0014	0,0006	0,0013	0,0025	0,0006	0,0008	0,0017	0,0009	0,0008	0,0014	0,0002	0,0002	-0,0006	-0,0010	0,0000	-0,0035	0,0003	0,0014	0,0017	-0,0016
Arçelik	0,0012	0,0015	0,0000	-0,0005	0,0002	0,0001	0,0009	0,0006	0,0008	0,0022	0,0037	0,0010	0,0019	-0,0015	0,0028	0,0002	0,0009	0,0030	0,0014	0,0022	-0,0019	0,0015	0,0018	0,0005	0,0007	-0,0002	0,0000	-0,0005	0,0027	0,0006
YapıKredi	0,0017	0,0018	0,0010	-0,0002	0,0014	0,0003	-0,0003	0,0010	0,0013	0,0021	0,0026	0,0006	0,0010	0,0002	0,0021	0,0009	0,0008	0,0014	0,0019	0,0009	-0,0004	0,0007	0,0005	0,0011	0,0004	-0,0010	0,0006	0,0009	0,0023	-0,0002
Tav Havali.	0,0013	0,0014	0,0017	0,0002	-0,0007	0,0001	0,0053	0,0011	0,0011	0,0016	0,0048	0,0025	0,0019	-0,0011	0,0027	0,0007	0,0014	0,0022	0,0009	0,0057	0,0002	0,0014	0,0028	0,0037	0,0031	0,0037	0,0008	0,0021	0,0026	0,0008
Tekfen	0,0011	0,0002	0,0017	0,0016	0,0000	-0,0001	0,0009	0,0013	-0,0003	0,0004	0,0007	0,0008	0,0000	0,0032	0,0004	0,0012	0,0002	-0,0019	-0,0004	0,0002	0,0071	0,0013	-0,0019	0,0039	0,0012	0,0032	-0,0010	0,0024	-0,0022	-0,0017
Turktelekor	0,0012	0,0010	0,0005	0,0002	0,0007	0,0004	0,0009	0,0009	-0,0001	0,0017	0,0042	0,0011	0,0010	-0,0010	0,0024	0,0001	0,0002	0,0015	0,0007	0,0014	0,0013	0,0027	0,0025	0,0035	0,0026	0,0062	0,0012	-0,0001	0,0005	0,0013
Kardemır	0,0004	0,0004	0,0008	-0,0013	0,0003	0,0003	0,0044	0,0001	-0,0003	0,0002	0,0045	0,0012	0,0003	-0,0047	0,0018	-0,0012	-0,0006	0,0018	0,0005	0,0028	-0,0019	0,0025	0,0075	0,0041	0,0053	0,0116	0,0033	-0,0003	0,0010	0,0043
KozaAltın	0,0032	0,0025	0,0033	0,0022	0,0013	-0,0005	0,0019	0,0008	-0,0004	0,0030	0,0070	0,0029	-0,0011	-0,0044	0,0041	0,0007	-0,0010	0,0005	0,0011	0,0037	0,0039	0,0035	0,0041	0,0187	0,0058	0,0248	0,0033	0,0007	0,0000	0,0033
Pegasus	0,0009	0,0006	0,0012	0,0003	0,0008	0,0006	0,0033	0,0012	-0,0001	0,0004	0,0050	0,0015	-0,0002	-0,0021	0,0017	0,0002	0,0000	0,0007	0,0004	0,0031	0,0012	0,0026	0,0053	0,0058	0,0063	0,0118	0,0047	0,0012	0,0004	0,0023
KozaMader	0,0022	0,0014	0,0021	-0,0019	0,0030	0,0023	0,0027	-0,0011	-0,0039	-0,0002	0,0086	0,0020	-0,0040	-0,0061	0,0031	-0,0008	-0,0035	-0,0002	-0,0010	0,0037	0,0032	0,0062	0,0116	0,0248	0,0118	0,0589	0,0071	-0,0050	-0,0006	0,0068
DoganHol	0,0002	0,0000	0,0005	0,0004	0,0016	0,0009	-0,0011	0,0009	0,0001	0,0000	0,0026	-0,0001	-0,0013	-0,0011	0,0001	0,0006	0,0003	0,0000	0,0006	0,0008	-0,0010	0,0012	0,0033	0,0033	0,0047	0,0071	0,0072	0,0012	0,0001	0,0018
Otokar	0,0008	0,0005	0,0023	0,0009	-0,0003	-0,0002	0,0024	0,0014	0,0014	0,0007	0,0009	0,0010	0,0007	0,0016	0,0003	0,0012	0,0014	-0,0005	0,0009	0,0021	0,0024	-0,0001	-0,0003	0,0007	0,0012	-0,0050	0,0012	0,0045	0,0002	-0,0005
EczBaşı	0,0017	0,0023	0,0011	-0,0012	0,0015	0,0007	0,0003	0,0007	0,0016	0,0023	0,0035	0,0010	0,0018	0,0008	0,0026	0,0011	0,0017	0,0027	0,0023	0,0026	-0,0022	0,0005	0,0010	0,0000	0,0004	-0,0006	0,0001	0,0002	0,0046	-0,0012
ŞekerBank	-0,0001	-0,0002	-0,0003	-0,0002	-0,0007	-0,0003	0,0030	-0,0001	-0,0004	0,0004	0,0019	0,0006	-0,0003	-0,0051	0,0010	-0,0013	-0,0016	0,0006	-0,0002	0,0008	-0,0017	0,0013	0,0043	0,0033	0,0023	0,0068	0,0018	-0,0005	-0,0012	0,0053

5.1. Diferansiyel Evrim Algoritması ile Çözüm

Diferansiyel evrim algoritması ile çözüm yapılırken iki farklı popülasyon (50,100), beş farklı iterasyon (100,250,500,750,1000) ve üç farklı çalışma sayısı (100,250,500) ele alınmıştır. Parametre değişkenlerine ait alt ve üst sınır değerleri ($x_{\min} = 0.2,\ x_{\max} = 0.8$) ve çaprazlama değeri $(CR) = 0.2$ olarak belirlendikten sonra denemeler gerçekleştirilmiştir. Çizelge 5.6'da popülasyon büyüklüğü 50 ve 100 alınarak tüm denemeler için Diferansiyel Evrim algoritması ile çözüm sonucunda elde edilen portföy varyansı, yatırım yapılacak hisse senetleri ve bu hisse senetlerine ilişkin oranlar verilmiştir.

Çizelge 5.7. Diferansiyel evrim algoritması ile optimal çözüm

Parametre	xmin=0.2			xmax=0.8	CR=0.2																											Klasik Opt. Yöntem
Çalışma Sayısı	100	100	100	100	100	250	250	250	250	250	500	500	500	500	500	100	100	100	100	100	250	250	250	250	250	500	500	500	500	500		
İterasyon	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000		
Popülasyon	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
vryns	0,0002588	0,0002572	0,0002570	0,0002569	0,0002569	0,0002581	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002578	0,0002570	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002578	0,0002572	0,0002570	0,0002569	0,0002569	0,0002579	0,0002572	0,0002570	0,0002570	0,0002569	0,0002579	0,0002571	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002570
Garanti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akbank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EreğliDemir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Turkcell	0,2118271	0,209359	0,2147831	0,2146	0,2148646	0,2111262	0,2148576	0,2142982	0,2172499	0,2151651	0,2193709	0,2163613	0,2147808	0,2156469	0,2153363	0,2050693	0,2091052	0,2161267	0,215576	0,2170351	0,2162921	0,216438	0,2144806	0,2144174	0,2144082	0,2040292	0,2139938	0,2145329	0,2151965	0,2148163	0,2144
Tupraş	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bim	0,3136326	0,375024	0,3752744	0,3935	0,3931	0,3467028	0,3919491	0,3888698	0,3948956	0,3910521	0,3436497	0,3873868	0,3920831	0,394208	0,3937042	0,3482931	0,3716008	0,3731223	0,3925547	0,3932714	0,3417991	0,3662687	0,3773686	0,3785209	0,3960073	0,3451592	0,3714198	0,3918649	0,3925441	0,3936812	0,3934
Thy	0,0244063	0,019716	0,0185498	0,0169	0,0178	0,0199002	0,0173008	0,0170659	0,0163073	0,0176727	0,0268044	0,015466	0,0176891	0,0172359	0,0171805	0,0177434	0,0211519	0,0191949	0,0176622	0,0178057	0,019282	0,0202349	0,0182047	0,0180097	0,0152631	0,0196673	0,0184977	0,0180546	0,0162183	0,0177149	0,0169
Koç	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sabancı	0,1016509	0,148091	0,1542347	0,1705	0,1640	0,1361382	0,1641424	0,168465	0,173301	0,1622661	0,1345537	0,1728	0,1625984	0,1670208	0,1698292	0,1637727	0,1542072	0,1519671	0,160751	0,1626923	0,1300116	0,1506597	0,1588544	0,1611364	0,1731573	0,1348255	0,146744	0,1593173	0,1656204	0,1691015	0,1696
İşBnkC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HalkBnk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EmlakKonut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Petkim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aselsan	0,0397373	0,012824	0,0093329	0	0	0,0170111	0	0	0	0	0,023132	0	0	0	0	0,0211897	0,0116915	0,0102581	0	0	0,0228021	0,0155271	0,0090107	0,0090002	0	0,0185004	0,0104072	0	0	0	0	0
VakıfBnk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tofaş	0,1126031	0,054281	0,0490761	0,0305	0,0381266	0,0942507	0,0400243	0,0340358	0,0209915	0,0382415	0,0719111	0,033316	0,0377026	0,0330154	0,0313976	0,055874	0,0489202	0,0503632	0,0398268	0,0390478	0,0663175	0,053788	0,0424841	0,0388676	0,0226119	0,0730324	0,0550479	0,0417244	0,0353929	0,0320804	0,0324
T.Sise	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arçelik	0,0673945	0,054482	0,0540202	0,0511	0,0509284	0,0500673	0,0527495	0,0511693	0,05453	0,0524034	0,0535425	0,0505671	0,0511902	0,0508934	0,0509735	0,0537024	0,0528894	0,054654	0,053069	0,0502011	0,0615871	0,051859	0,0537313	0,0538205	0,053729	0,0625609	0,0573677	0,0535607	0,051417	0,0515347	0,0505
YapıKredi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tav Havali.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tekfen	0	0,019717	0,0207105	0,0266	0,0249732	0,011448	0,0239172	0,0271645	0,0281266	0,0259173	0,0134965	0,0248331	0,0261992	0,02553	0,025978	0,0164465	0,0242963	0,0201532	0,0246218	0,0234728	0,0223029	0,0176485	0,0225444	0,0232404	0,0292234	0,0229231	0,0207372	0,0245571	0,0254598	0,0262962	0,03
Turktelekom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kardemır	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KozaAltın	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pegasus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KozaMaden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DoganHol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otokar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EczBaşı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ŞekerBank	0,1287483	0,106507	0,1040183	0,0962	0,0961661	0,1133556	0,095059	0,0989314	0,0945982	0,0972818	0,1135392	0,0992697	0,0977567	0,0964496	0,0956007	0,1179089	0,1061376	0,1041605	0,0959385	0,0964737	0,1196056	0,1075761	0,1033213	0,1029869	0,0955997	0,119302	0,1057848	0,0963881	0,098151	0,0947749	0,10

Çizelge 5.7'den, tüm denemeler sonucunda portföy varyansının ve hisse senetlerine ilişkin oranların birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. DE yönteminden elde edilen tüm sonuçlar incelendiğinde, popülasyon büyüklüğü 50, iterasyon sayısı 750 için hesaplanan minimum portföy varyansı 0,0002568614636427 27'dir. Bu portföy varyansına ilişkin portföyde yer alacak hisse senedi oranları Turkcell %21.46, BİM %39.35, THY %1.69, Sabancı %17.05, Tofaş %3.05, Arçelik %5.11, Tekfen %2.67 ve Şekerbank %9.62 olarak bulunmuştur.

Klasik optimizasyon yönteminden elde edilen hisse senedi oranları ise Turkcell %21.44, BİM %39.34, THY %1.69, Sabancı %16.96, Aselsan %3 Tofaş %3.24, Arçelik %5.05, Tekfen %2.64 ve Şekerbank %9.63'dır. Bu oranların Diferansiyel Evrim Algoritmasından elde edilen oranlara yakın olduğu görülmektedir.

5.2. Benzetimli Tavlama Algoritması ile Çözüm

Benzetimli Tavlama algoritması ile çözüm yapılırken iki farklı popülasyon (50,100), beş farklı iterasyon (100,250,500,750,1000) ve üç farklı çalışma sayısı (100,250,500) ele alınmıştır. Parametre değişkenlerine ait soğutma değeri, başlangıç ve son sıcaklık değerleri $(\alpha = 0.99,\ T = 1000,\ T_s = 0.1)$ olarak belirlendikten sonra denemeler gerçekleştirilmiştir. Çizelge 5.8'de popülasyon büyüklüğü 50 ve 100 alınarak tüm denemeler için Benzetimli Tavlama algoritması ile çözüm sonucunda elde edilen portföy varyansı, yatırım yapılacak hisse senetleri ve bu hisse senetlerine ilişkin oranlar verilmiştir.

Çizelge 5.8. Benzetimli tavlama algoritması ile optimal çözüm

Parametre	Soğutma değeri:0.99			Son sıcaklık: 0.1																													
Çalışma Sayısı	100	100	100	100	100	250	250	250	250	250	500	500	500	500	500	100	100	100	100	100	250	250	250	250	250	500	500	500	500	500	Klasik Opt. Yöntem	
İterasyon	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000		
Popülasyon	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
vryns	0,0002591	0,00025686	0,0002569	0,00025686	0,00025686	0,00025841	0,00025686	0,00025686	0,00025686	0,00025686	0,00025892	0,00025686	0,00025686	0,00025686	0,00025686	0,00025743	0,000256856	0,00025686	0,00025686	0,00025686	0,00025743	0,00025686	0,00025686	0,00025686	0,00025686	0,00025743	0,0002569	0,00025686	0,00025686	0,000256856	0,0002570	
Garanti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akbank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EreğliDemir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Turkcell	0,2290	0,2141	0,2142	0,2142	0,2142	0,2181	0,2142	0,2142	0,2142	0,2142	0,2208	0,2142	0,2142	0,2142	0,2142	0,2124	0,2141	0,2142	0,2142	0,2142	0,2124	0,2142	0,2142	0,2142	0,2142	0,2124	0,2141	0,2142	0,2142	0,2142	0,2144	
Tupraş	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bim	0,3479	0,3942	0,3943	0,3943	0,3943	0,3889	0,3942	0,3943	0,3943	0,3943	0,3701	0,3943	0,3943	0,3943	0,3943	0,3896	0,3943	0,3943	0,3943	0,3943	0,3896	0,3942	0,3943	0,3943	0,3943	0,3896	0,3943	0,3943	0,3943	0,3943	0,3934	
Thy	0,0224	0,0162	0,0162	0,0162	0,0162	0,0218	0,0162	0,0162	0,0162	0,0162	0,0150	0,0163	0,0162	0,0162	0,0162	0,0173	0,0162	0,0162	0,0162	0,0162	0,0173	0,0162	0,0162	0,0162	0,0162	0,0173	0,0162	0,0162	0,0162	0,0162	0,0169	
Koç	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sabancı	0,1334	0,1732	0,1735	0,1735	0,1735	0,1644	0,1735	0,1735	0,1735	0,1735	0,1889	0,1734	0,1735	0,1735	0,1735	0,1617	0,1734	0,1735	0,1735	0,1735	0,1617	0,1735	0,1735	0,1735	0,1735	0,1617	0,1736	0,1735	0,1735	0,1735	0,1696	
İşBnkC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HalkBnk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EmlakKonut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Petkim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aselsan	0,0214	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VakıfBnk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tofaş	0,0618	0,0271	0,0269	0,0269	0,0269	0,0473	0,0270	0,0269	0,0269	0,0269	0,0384	0,0269	0,0269	0,0269	0,0269	0,0433	0,0270	0,0269	0,0269	0,0269	0,0433	0,0269	0,0269	0,0269	0,0269	0,0433	0,0269	0,0269	0,0269	0,0269	0,0324	
T.Sise	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arçelik	0,0481	0,0511	0,0510	0,0510	0,0510	0,0563	0,0510	0,0510	0,0510	0,0510	0,0429	0,0510	0,0510	0,0510	0,0510	0,0445	0,0509	0,0510	0,0510	0,0510	0,0445	0,0510	0,0510	0,0510	0,0510	0,0445	0,0509	0,0510	0,0510	0,0510	0,0505	
YapıKredi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tav Havalı.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tekfen	0,0112	0,0279	0,0279	0,0279	0,0279	0,0110	0,0279	0,0279	0,0279	0,0279	0,0310	0,0279	0,0279	0,0279	0,0279	0,0249	0,0279	0,0279	0,0279	0,0279	0,0249	0,0278	0,0279	0,0279	0,0279	0,0249	0,0279	0,0279	0,0279	0,0279	0,0264	
Turktelekom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kardemir	0,0099	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KozaAltın	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pegasus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KozaMaden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DoganHol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otokar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EczBaşı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ŞekerBank	0,1150	0,0961	0,0961	0,0961	0,0961	0,0922	0,0961	0,0961	0,0961	0,0961	0,0929	0,0960	0,0961	0,0961	0,0961	0,1064	0,0961	0,0961	0,0961	0,0961	0,1064	0,0961	0,0961	0,0961	0,0961	0,1064	0,0961	0,0961	0,0961	0,0961	0,0963	

Çizelge 5.8'den, tüm denemeler sonucunda portföy varyansının ve hisse senetlerine ilişkin oranların birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. SA yönteminden elde edilen tüm sonuçlar incelendiğinde; popülasyon büyüklüğü 50 ve 100, çalışma sayısı 100,250,500 ve iterasyon sayısı 750,1000 için hesaplanan minimum portföy varyansı 0,000256855792924316'dır. Bu portföy varyansına ilişkin portföyde yer alacak hisse senedi oranları Turkcell %21.42, BİM %39.43, THY %1.62, Sabancı %17.35, Tofaş %2.69, Arçelik %5.10, Tekfen %2.79 ve Şekerbank %9.61 olarak bulunmuştur.

Klasik optimizasyon yönteminden elde edilen hisse senedi oranları ise Turkcell %21.44, BİM %39.34, THY %1.69, Sabancı %16.96, Aselsan %3 Tofaş %3.24, Arçelik %5.05, Tekfen %2.64 ve Şekerbank %9.63'dır. Bu oranların Benzetimli Tavlama Algoritmasından elde edilen oranlara yakın olduğu görülmektedir.

5.3. Yapay Arı Kolonisi Algoritması ile Çözüm

Yapay Arı Kolonisi algoritması ile çözüm yapılırken iki farklı popülasyon (50,100), beş farklı iterasyon (100,250,500,750,1000) ve üç farklı çalışma sayısı (100,250,500) ele alınmıştır. Parametre değişkenlerine ait seyirci arı sayısı (seyirci arı=popülasyon), ve kaynağı bırakma sınırı $(0{,}6*nVar(30)*Pop)$ olarak belirlendikten sonra denemeler gerçekleştirilmiştir. Çizelge 5.9'da popülasyon büyüklüğü 50 ve 100 alınarak tüm denemeler için Yapay Arı Kolonisi algoritması ile çözüm sonucunda elde edilen portföy varyansı, yatırım yapılacak hisse senetleri ve bu hisse senetlerine ilişkin oranlar verilmiştir.

Çizelge 5.9. Yapay arı kolonisi algoritması ile optimal çözüm

Parametre	Kaynak bırakma sınırı : (0,6*nVar(30)*Popülasyon)																																	Klasik Opt. Yöntem
Çalışma Sayısı	100	100	100	100	100	250	250	250	250	250	500	500	500	500	500	100	100	100	100	100	250	250	250	250	250	500	500	500	500	500				
İterasyon	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000				
Popülasyon	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
vryns	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,00025695	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,00025686	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002570
Garanti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akbank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EreğliDemir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Turkcell	0,2149	0,2145	0,2142	0,2142	0,2142	0,2164	0,2142	0,2142	0,2142	0,2142	0,2153	0,2142	0,2142	0,2142	0,2142	0,2177	0,2142	0,2141	0,2142	0,2142	0,2163	0,2141	0,2142	0,2142	0,2142	0,2170	0,2147	0,2142	0,2142	0,2142	0,2144			
Tupraş	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bim	0,3919	0,3940	0,3943	0,3943	0,3943	0,3963	0,3942	0,3943	0,3943	0,3943	0,3944	0,3943	0,3943	0,3943	0,3943	0,3912	0,3943	0,3943	0,3943	0,3943	0,3922	0,3943	0,3943	0,3943	0,3943	0,3943	0,3944	0,3943	0,3943	0,3943	0,3934			
Thy	0,0167	0,0164	0,0162	0,0162	0,0162	0,0172	0,0162	0,0162	0,0162	0,0162	0,0168	0,0162	0,0162	0,0162	0,0162	0,0198	0,0162	0,0162	0,0162	0,0162	0,0178	0,0162	0,0162	0,0162	0,0162	0,0180	0,0164	0,0162	0,0162	0,0162	0,0169			
Koç	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sabancı	0,1717	0,1734	0,1735	0,1735	0,1735	0,1708	0,1733	0,1735	0,1735	0,1735	0,1726	0,1735	0,1735	0,1735	0,1735	0,1676	0,1737	0,1733	0,1734	0,1735	0,1665	0,1737	0,1734	0,1735	0,1735	0,1664	0,1731	0,1734	0,1735	0,1735	0,1696			
İşBnkC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HalkBnk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EmlakKonut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Petkim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aselsan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VakıfBnk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tofaş	0,0312	0,0272	0,0269	0,0269	0,0269	0,0247	0,0271	0,0269	0,0269	0,0269	0,0286	0,0268	0,0269	0,0269	0,0269	0,0363	0,0268	0,0270	0,0270	0,0269	0,0391	0,0266	0,0270	0,0269	0,0269	0,0324	0,0273	0,0270	0,0269	0,0269	0,0324			
T.Sise	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arçelik	0,0504	0,0507	0,0510	0,0510	0,0510	0,0513	0,0510	0,0510	0,0510	0,0510	0,0517	0,0510	0,0510	0,0510	0,0510	0,0492	0,0510	0,0510	0,0510	0,0510	0,0490	0,0510	0,0510	0,0510	0,0510	0,0498	0,0506	0,0510	0,0510	0,0510	0,0505			
YapıKredi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tav Havalı.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tekfen	0,0272	0,0277	0,0279	0,0279	0,0279	0,0278	0,0278	0,0279	0,0279	0,0279	0,0253	0,0279	0,0279	0,0279	0,0279	0,0235	0,0278	0,0279	0,0279	0,0279	0,0233	0,0280	0,0279	0,0279	0,0279	0,0252	0,0276	0,0279	0,0279	0,0279	0,0264			
Turktelekom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kardemir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KozaAltın	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pegasus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KozaMaden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DoganHol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otokar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EczBaşı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SekerBank	0,0960	0,0961	0,0961	0,0961	0,0961	0,0956	0,0961	0,0961	0,0961	0,0961	0,0952	0,0961	0,0961	0,0961	0,0961	0,0947	0,0960	0,0961	0,0961	0,0961	0,0958	0,0961	0,0961	0,0961	0,0961	0,0969	0,0960	0,0961	0,0961	0,0961	0,0963			

Çizelge 5.9'dan, tüm denemeler sonucunda portföy varyansının ve hisse senetlerine ilişkin oranların birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. ABC yönteminden elde edilen tüm sonuçlar incelendiğinde çalışma sayısı 100,250,500 popülasyon büyüklüğü 50, iterasyon sayısı 1000 için, çalışma sayısı 100,250,500 popülasyon büyüklüğü 100, iterasyon sayısı 1000 için hesaplanan minimum portföy varyansı 0,000256855792924316'dır. Bu portföy varyansına ilişkin portföyde yer alacak hisse senedi oranları ise Turkcell %21.42, BİM %39.43, THY %1.62, Sabancı %17.35, Tofaş %2.69, Arçelik %5.10, Tekfen %2.79 ve Şekerbank %9.61 olarak bulunmuştur.

Klasik optimizasyon yönteminden elde edilen hisse senedi oranları Turkcell %21.44, BİM %39.34, THY %1.69, Sabancı %16.96, Aselsan %3 Tofaş %3.24, Arçelik %5.05, Tekfen %2.64 ve Şekerbank %9.63'dır. Bu oranların Yapay Arı Kolonisi Algoritmasından elde edilen oranlara benzer olduğu görülmektedir.

5.4. Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması ile Çözüm

Parçacık sürü optimizasyonu algoritması ile çözüm yapılırken iki farklı popülasyon (50,100), beş farklı iterasyon (100,250,500,750,1000) ve üç farklı çalışma sayısı (100,250,500) ele alınmıştır. Parametre değişkenlerine ait öğrenme sabitleri değerleri ($c_1 = 1.5$, $c_2 = 2$) ve eylemsizlik ağırlığı ($w = 1$) olarak belirlendikten sonra denemeler gerçekleştirilmiştir. Çizelge 5.10'da popülasyon büyüklüğü 50 ve 100 alınarak tüm denemeler için Parçacık sürü optimizasyonu algoritması ile çözüm sonucunda elde edilen portföy varyansı, yatırım yapılacak hisse senetleri ve bu hisse senetlerine ilişkin oranlar verilmiştir.

Çizelge 5.10. Parçacık sürü optimizasyonu algoritması ile optimal çözüm

Parametre	C1=1.5		C2=2		W=1																												
Çalışma Sayısı	100	100	100	100	100	250	250	250	250	250	500	500	500	500	500	100	100	100	100	100	250	250	250	250	250	500	500	500	500	500	Klasik Opt. Yöntem	
İterasyon	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000		
Popülasyon	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
vryns	0,0002580	0,0002580	0,0002570	0,0002580	0,0002580	0,0002580	0,0002580	0,0002580	0,0002580	0,0002580	0,0002580	0,0002570	0,0002570	0,0002580	0,0002580	0,00025686	0,0002580	0,0002580	0,0002580	0,0002580	0,0002570	0,0002580	0,0002570	0,0002580	0,0002570	0,00025686	0,0002580	0,0002580	0,0002570	0,0002570	0,0002570	
Garanti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Akbank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
EreğliDemir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Turkcell	0,2247	0,2247	0,2129	0,2247	0,2247	0,2247	0,2247	0,2247	0,2247	0,2247	0,2247	0,2129	0,2129	0,2247	0,2247	0,2142	0,2247	0,2247	0,2247	0,2247	0,2129	0,2247	0,2129	0,2247	0,2129	0,2142	0,2247	0,2247	0,2129	0,2129	0,2144		
Tupraş	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Bim	0,3530	0,3529	0,4000	0,3529	0,3529	0,3529	0,3529	0,3529	0,3529	0,3529	0,3529	0,4000	0,4000	0,3529	0,3529	0,3943	0,3529	0,3529	0,3529	0,3529	0,4000	0,3529	0,4000	0,3529	0,4000	0,3943	0,3529	0,3529	0,4000	0,4000	0,3934		
Thy	0,0268	0,0268	0,0134	0,0268	0,0268	0,0268	0,0268	0,0268	0,0268	0,0268	0,0268	0,0134	0,0134	0,0268	0,0268	0,0162	0,0268	0,0268	0,0268	0,0268	0,0134	0,0268	0,0134	0,0268	0,0134	0,0162	0,0268	0,0268	0,0134	0,0134	0,0169		
Koç	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Sabancı	0,1197	0,1197	0,1930	0,1197	0,1197	0,1197	0,1197	0,1197	0,1197	0,1197	0,1197	0,1930	0,1930	0,1197	0,1197	0,1734	0,1197	0,1197	0,1197	0,1197	0,1930	0,1197	0,1930	0,1197	0,1930	0,1734	0,1197	0,1197	0,1930	0,1930	0,1696		
İşBnkC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
HalkBnk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
EmlakKonut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Petkim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Aselsan	0,0236	0,0236	0	0,0236	0,0236	0,0236	0,0236	0,0236	0,0236	0,0236	0,0236	0	0	0,0236	0,0236	0	0,0236	0,0236	0,0236	0,0236	0	0,0236	0	0,0236	0	0	0,0236	0,0236	0	0	0		
VakıfBnk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tofaş	0,0872	0,0872	0	0,0872	0,0872	0,0872	0,0872	0,0872	0,0872	0,0872	0,0872	0	0	0,0872	0,0872	0,0270	0,0872	0,0872	0,0872	0,0872	0	0,0872	0	0,0872	0	0,0270	0,0872	0,0872	0	0	0,0324		
T.Sise	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Arçelik	0,0529	0,0529	0,0520	0,0529	0,0529	0,0529	0,0529	0,0529	0,0529	0,0529	0,0529	0,0520	0,0520	0,0529	0,0529	0,0510	0,0529	0,0529	0,0529	0,0529	0,0520	0,0529	0,0520	0,0529	0,0520	0,0510	0,0529	0,0529	0,0520	0,0520	0,0505		
YapıKredi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tav Havalı.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tekfen	0	0	0,0338	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0338	0,0338	0	0	0,0279	0	0	0	0	0,0338	0	0,0338	0	0,0338	0,0279	0	0	0,0338	0,0338	0,0264		
Turktelekom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Kardemır	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
KozaAltın	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Pegasus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
KozaMaden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
DoganHol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Otokar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
EczBaşı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ŞekerBank	0,1121	0,1122	0,0949	0,1122	0,1122	0,1122	0,1122	0,1122	0,1122	0,1122	0,1122	0,0949	0,0949	0,1122	0,1122	0,0961	0,1122	0,1122	0,1122	0,1122	0,0949	0,1122	0,0949	0,1122	0,0949	0,0961	0,1122	0,1122	0,0949	0,0949	0,0963		

Çizelge 5.10’dan, tüm denemeler sonucunda portföy varyansının ve hisse senetlerine ilişkin oranların birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. PSO yönteminden elde edilen tüm sonuçlar incelendiğinde çalışma sayısı 500, popülasyon büyüklüğü 100, iterasyon sayısı 1000 için hesaplanan minimum portföy varyansı 0,000256855793152825’dir. Bu portföy varyansına ilişkin portföyde yer alacak hisse senedi oranları Turkcell %21.42, BİM %39.43, THY %1.62, Sabancı %17.34, Tofaş %2.7, Arçelik %5.10, Tekfen %2.79 ve Şekerbank %9.61 olarak bulunmuştur.

Klasik optimizasyon yönteminden elde edilen hisse senedi oranları ise Turkcell %21.44, BİM %39.34, THY %1.69, Sabancı %16.96, Aselsan %3 Tofaş %3.24, Arçelik %5.05, Tekfen %2.64 ve Şekerbank %9.63’dır. Bu oranların Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritmasından elde edilen oranlara benzer olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.11. Metasezgisel algoritmalardan elde edilen optimal çözümler (popülasyon büyüklüğü =50 için)

Yöntem	DE					SA					ABC					PSO					Markowitz ort-varyns
Popülasyon	50					50					50					50					
alışma Sayı	500					500					500					500					
İterasyon	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	
vryns	0,000258	0,0002570	0,000257	0,000257	0,000257	0,000259	0,000257	0,000257	0,000257	0,000257	0,000257	0,000257	0,000257	0,000257	0,000257	0,0002580	0,0002570	0,0002570	0,0002580	0,0002580	0,0002570
Garanti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akbank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EreğliDemi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Turkcell	0,2194	0,2164	0,2148	0,2156	0,2153	0,2208	0,2142	0,2142	0,2142	0,2142	0,2153	0,2142	0,2142	0,2142	0,2142	0,2247	0,2129	0,2129	0,2247	0,2247	0,2144
Tupraş	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bim	0,3436	0,3874	0,3921	0,3942	0,3937	0,3701	0,3943	0,3943	0,3943	0,3943	0,3944	0,3943	0,3943	0,3943	0,3943	0,3529	0,4000	0,4000	0,3529	0,3529	0,3934
Thy	0,0268	0,0155	0,0177	0,0172	0,0172	0,0150	0,0163	0,0162	0,0162	0,0162	0,0168	0,0162	0,0162	0,0162	0,0162	0,0268	0,0134	0,0134	0,0268	0,0268	0,0169
Koç	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sabancı	0,1346	0,1728	0,1626	0,1670	0,1698	0,1889	0,1734	0,1735	0,1735	0,1735	0,1726	0,1735	0,1735	0,1735	0,1735	0,1197	0,1930	0,1930	0,1197	0,1197	0,1696
İşBnkC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HalkBnk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EmlakKonu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Petkim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aselsan	0,0231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0236	0	0	0,0236	0,0236	0
VakıfBnk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tofaş	0,0719	0,0333	0,0377	0,0330	0,0314	0,0384	0,0269	0,0269	0,0269	0,0269	0,0286	0,0268	0,0269	0,0269	0,0269	0,0872	0	0	0,0872	0,0872	0,0324
T.Sise	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arçelik	0,0535	0,0506	0,0512	0,0509	0,0510	0,0429	0,0510	0,0510	0,0510	0,0510	0,0517	0,0510	0,0510	0,0510	0,0510	0,0529	0,0520	0,0520	0,0529	0,0529	0,0505
YapıKredi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tav Havali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tekfen	0,0135	0,0248	0,0262	0,0255	0,0260	0,0310	0,0279	0,0279	0,0279	0,0279	0,0253	0,0279	0,0279	0,0279	0,0279	0	0,0338	0,0338	0	0	0,0264
Turktelekom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kardemır	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KozaAltın	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pegasus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KozaMaden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DoganHol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otokar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EczBaşı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ŞekerBank	0,1135	0,0993	0,0978	0,0964	0,0956	0,0929	0,0960	0,0961	0,0961	0,0961	0,0952	0,0961	0,0961	0,0961	0,0961	0,1122	0,0949	0,0949	0,1122	0,1122	0,0963

Çizelge 5.12. Metasezgisel algoritmalardan elde edilen optimal çözümler (popülasyon büyüklüğü =100 için)

Yöntem	DE					SA					ABC					PSO					Markowitz ort-varyns
Popülasyon	100					100					100					100					
Çalışma Sayısı	500					500					500					500					
İterasyon	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	100	250	500	750	1000	
vryns	0,0002579	0,0002571	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002574	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002569	0,0002580	0,0002580	0,0002570	0,0002570	0,0002570
Garanti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akbank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EreğliDemir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Turkcell	0,2040	0,2140	0,2145	0,2152	0,2148	0,2124	0,2141	0,2142	0,2142	0,2142	0,2170	0,2147	0,2142	0,2142	0,2142	0,2142	0,2247	0,2247	0,2129	0,2129	0,2144
Tupraş	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bim	0,3452	0,3714	0,3919	0,3925	0,3937	0,3896	0,3943	0,3943	0,3943	0,3943	0,3943	0,3944	0,3943	0,3943	0,3943	0,3943	0,3529	0,3529	0,4000	0,4000	0,3934
Thy	0,0197	0,0185	0,0181	0,0162	0,0177	0,0173	0,0162	0,0162	0,0162	0,0162	0,0180	0,0164	0,0162	0,0162	0,0162	0,0162	0,0268	0,0268	0,0134	0,0134	0,0169
Koç	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sabancı	0,1348	0,1467	0,1593	0,1656	0,1691	0,1617	0,1736	0,1735	0,1735	0,1735	0,1664	0,1731	0,1734	0,1735	0,1735	0,1734	0,1197	0,1197	0,1930	0,1930	0,1696
İşBnkC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HalkBnk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EmlakKonut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Petkim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aselsan	0,018500432	0,01040721	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0236288	0,0236288	0	0	0
VakıfBnk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tofaş	0,0730	0,0550	0,0417	0,0354	0,0321	0,0433	0,0269	0,0269	0,0269	0,0269	0,0324	0,0273	0,0270	0,0269	0,0269	0,0270	0,0872	0,0872	0	0	0,0324
T.Sise	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arçelik	0,0626	0,0574	0,0536	0,0514	0,0515	0,0445	0,0509	0,0510	0,0510	0,0510	0,0498	0,0506	0,0510	0,0510	0,0510	0,0510	0,0529	0,0529	0,0520	0,0520	0,0505
YapıKredi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tav Havalı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tekfen	0,0229	0,0207	0,0246	0,0255	0,0263	0,0249	0,0279	0,0279	0,0279	0,0279	0,0252	0,0276	0,0279	0,0279	0,0279	0,0279	0	0	0,0338	0,0338	0,0264
Turktelekom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kardemır	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KozaAltın	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pegasus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KozaMaden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DoganHol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otokar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EczBaşı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ŞekerBank	0,1193	0,1058	0,0964	0,0982	0,0948	0,1064	0,0961	0,0961	0,0961	0,0961	0,0969	0,0960	0,0961	0,0961	0,0961	0,0961	0,1122	0,1122	0,0949	0,0949	0,0963

Çizelge 5.10 ve Çizelge 5.11'de, tüm yöntemler için elde edilen optimal çözümler verilmiştir. Buna göre SA yönteminde popülasyon büyüklüğü 50, iterasyon sayısı 750,1000 için; ABC yönteminde ise popülasyon büyüklüğü 50, iterasyon sayısı 1000 için elde edilen minimum portföy varyansı 0,000256855792924316 olarak hesaplanmıştır. Bu portföy varyansına ilişkin yatırım yapılacak hisse senedi oranları Turkcell %21.42, BİM %39.43, THY %1.62, Sabancı %17.35, Tofaş %2.69, Arçelik %5.10, Tekfen %2.79 ve Şekerbank %9.61 olarak bulunmuştur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Portföy yönetiminde en önemli karar, varlık karmasının seçimidir. Varlık karmasının seçimi, portföy yatırımının hisse senedi, tahvil, varant, hazine bonosu, finansman bonosu, varlığa dayalı menkul kıymet, repo, altın, döviz gibi değişik varlık sınıflarına bölünmesini ifade eder.

Geleneksel portföy teorisinde, portföyde yer alan varlıkların birbirleriyle olan etkileşimi dikkate alınmadan çeşitlendirme yapılmaktadır. Burada temel unsur, portföyde yer alan finansal varlıkların sayısıdır. Buna göre portföyde yer alan menkul kıymetlerin getirileri arasındaki ilişkiler göz önünde bulundurulmadan, sadece portföydeki varlıkların sayısı arttırılarak riskin azaltabileceği düşünülmektedir. Modern portföy teorisinde ise, portföyde yer alan varlıkların aynı ya da ters yönde hareket ettikleri ve bu nedenle sadece portföy çeşitlendirmesine gidilerek riskin azaltılamayacağı öngörülmektedir.

Modern portföy teorisi, piyasada var olan bilgilerin nasıl analiz edildiği, yatırımcıların nasıl davranış sergilediği ve bu davranışların fiyatları ne yönde etkilediğini açıklayan birtakım teorilere dayanmaktadır. Geleneksel portföy teorisi daha çok nitel değişkenler üzerine kurulu iken modern portföy teorisi ilgili değişkenleri nicel hale getirmeye çalışır. Modern portföy teorisinin kurucusu sayılan Harry Markowitz tarafından önerilen ortalama-varyans modeli ile hangi hisse senetlerinin portföyde yer alacağı ve hisse senetlerinin portföydeki oranlarının bulunması sağlanmıştır.

Bu tez çalışmasında, portföy seçimi için Markowitz (1952) tarafından önerilen ortalama-varyans modeli ele alınmıştır. Uygulama olarak BIST30 endeksinde 1 Aralık 2016 - 29 Aralık 2017 tarihleri arasında işlem gören hisse senetleri ele alınmıştır. Markowitz ortalama-varyans modeli kullanılarak, minimum risk ve maksimum kâr ile yatırımcının hangi hisse senetlerine ne oranda yatırım yapması gerektiği belirlenmeye çalışılmıştır. Markowitz ortalama-varyans modeli, bir karesel programlama problemidir. Bu probleme ilişkin optimal çözümler hem klasik optimizasyon ile hem de metazsezgisel optimizasyon yöntemlerinden DE, SA, ABC ve PSO ile elde edilmiştir. Metasezgisel optimizasyon yöntemlerinin uygulanmasında farklı popülasyon büyüklükleri, iterasyon sayıları ve çalışma sayıları için çeşitli denemeler yapılmış ve amaç fonksiyonu değerleri arasında çok küçük farklılıklar bulunmuştur.

DE, SA, ABC ve PSO yöntemlerinde, iterasyon sayısı olarak 100, 250, 500 ve 1000, popülasyon sayısı olarak 50 ve 100, çalışma sayısı 100, 250 ve 500 alınarak optimal çözümler elde edilmiştir.

DE yönteminden elde edilen tüm sonuçlar incelendiğinde, popülasyon büyüklüğü 50, iterasyon sayısı 750 için hesaplanan minimum portföy varyansı 0,0002568614636427 27'dir. Bu portföy varyansına ilişkin portföyde yer alacak hisse senedi oranları Turkcell %21.46, BİM %39.35, THY %1.69, Sabancı %17.05, Tofaş %3.05, Arçelik %5.11, Tekfen %2.67 ve Şekerbank %9.62 olarak bulunmuştur.

SA yönteminden elde edilen tüm sonuçlar incelendiğinde; popülasyon büyüklüğü 50 ve 100, çalışma sayısı 100, 250, 500 ve iterasyon sayısı 750, 1000 için hesaplanan minimum portföy varyansı 0,000256855792924316'dır. Bu portföy varyansına ilişkin portföyde yer alacak hisse senedi oranları Turkcell %21.42, BİM %39.43, THY %1.62, Sabancı %17.35, Tofaş %2.69, Arçelik %5.10, Tekfen %2.79 ve Şekerbank %9.61 olarak bulunmuştur.

ABC yönteminden elde edilen tüm sonuçlar incelendiğinde çalışma sayısı 100, 250, 500 popülasyon büyüklüğü 50, iterasyon sayısı 1000 için, çalışma sayısı 100, 250, 500 popülasyon büyüklüğü 100, iterasyon sayısı 1000 için hesaplanan minimum portföy varyansı 0,000256855792924316'dır. Bu portföy varyansına ilişkin portföyde yer alacak hisse senedi oranları ise Turkcell %21.42, BİM %39.43, THY %1.62, Sabancı %17.35, Tofaş %2.69, Arçelik %5.10, Tekfen %2.79 ve Şekerbank %9.61 olarak bulunmuştur.

PSO yönteminden elde edilen tüm sonuçlar incelendiğinde çalışma sayısı 500, popülasyon büyüklüğü 100, iterasyon sayısı 1000 için hesaplanan minimum portföy varyansı 0,000256855793152825'dir. Bu portföy varyansına ilişkin portföyde yer alacak hisse senedi oranları Turkcell %21.42, BİM %39.43, THY %1.62, Sabancı %17.34, Tofaş %2.7, Arçelik %5.10, Tekfen %2.79 ve Şekerbank %9.61 olarak bulunmuştur.

Ele alınan tüm metasezgisel yöntemlerden elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, SA yöntemi için optimal sonuçlar iterasyon sayısı 750 ve 1000, popülasyon büyüklüğü 50 ve100, çalışma sayısı 500 için; ABC yöntemi için optimal sonuçlar ise iterasyon sayısı 1000, popülasyon büyüklüğü 50 ve 100, çalışma sayısı 500 için elde edilmiş ve minimum portföy varyansı 0,000256855792924316 olarak hesaplanmıştır. Bu minimum portföy varyansına ilişkin olarak hesaplanan hisse

senetlerine ait oranlar Turkcell %21.42, BİM %39.43, THY %1.62, Sabancı %17.35, Tofaş %2.69, Arçelik %5.10, Tekfen %2.79 ve Şekerbank %9.61'dır.

Ele alınan metasezgisel yöntemler arasında farklılıklar olmasının nedeni, algoritmaların yapısından ve kullandıkları farklı parametrelerden kaynaklanmaktadır. DE, SA, ABC ve PSO yöntemleri birbirine çok yakın optimal çözümler vermesine karşın, en hızlı yakınsama açısından farklılıklara sahiptir. PSO, en hızlı yakınsama performansına sahip yöntemdir. PSO'dan sonra ABC ve DE gelmektedir. En geç yakınsayan SA ise son sırada yer almıştır.

Daha sonra yapılacak çalışmalarda portföy seçimi problemleri için Konno-Yamazaki ortlama mutlak sapma modeli ve Feinstein-Thapa ortalama mutlak sapma modelleri ile metasezgisel yöntemler ile çözümlerin elde edilmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

Akay, B., 2009, Nümerik Optimizasyon Problemlerinde Yapay Arı Kolonisi (Artificial Bee Colony) Algoritmasının Performans Analizi, *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*.

Akay, B. ve Karaboğa, D., 2012, A Modified Artificial Bee Colony Algorithm for Real-Parameter Optimization, *Information Sciences*, 192, 120-142.

Akyer, H., Kalayci, C. B. ve Aygören, H., 2018, Ortalama-Varyans Portföy Optimizasyonu için Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması: Bir Borsa İstanbul Uygulaması, *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 24 (1), 124-129.

Anagnostopoulos, K. P. ve Mamanis, G., 2011, The Mean–Variance Cardinality Constrained Portfolio Optimization Problem: An Experimental Evaluation of Five Multiobjective Evolutionary Algorithms, *Expert Systems with Applications*, 38 (11), 14208-14217.

Apak, S., 1995, Sermaye Piyasaları ve Borsa, Bilim Teknik Yayınları, Eskişehir.

Armananzas, R. ve Lozano, J. A., 2005, A Multiobjective Approach to The Portfolio Optimization Problem, *The 2005 IEEE Congress on Evolutionary Computation*, 1388-1395.

Bacanin, N. ve Tuba, M., 2015, Fireworks Algorithm Applied to Constrained Portfolio Optimization Problem, *2015 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, 1242-1249.

Baştürk, A. ve Akay, R., 2013, Performance Analysis of The Coarse-Grained Parallel Model of The Artificial Bee Colony Algorithm, *Information Sciences*, 253, 34-55.

Bekçi, İ., 2001, Optimal Portföy Oluşturulmasında Bulanık Doğrusal Programlama Modeli ve İMKB'de Bir Uygulama, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi*.

Blum, C. ve Roli, A., 2003, Metaheuristics in Combinatorial Optimization: Overview And Conceptual Comparison, *ACM computing surveys (CSUR)*, 35 (3), 268-308.

Blum, C., 2005, Ant Colony Optimization: Introduction And Recent Trends, *Physics of Life Reviews*, 2 (4), 353-373.

Bolak, M., 2001, Sermaye Piyasası Menkul Kıymetler ve Portföy Analizi In: Beta, İstanbul

Branke, J., Scheckenbach, B., Stein, M., Deb, K. ve Schmeck, H., 2009, Portfolio Optimization With An Envelope-Based Multi-Objective Evolutionary Algorithm, *European Journal of Operational Research*, 199 (3), 684-693.

Busetti, F., 2005, Metaheuristic Approaches to Realistic Portfolio Optimization, *University of South Africa, Master of Science*.

Carazo, A. F., Gómez, T., Molina, J., Hernández-Díaz, A. G., Guerrero, F. M. ve Caballero, R., 2010, Solving A Comprehensive Model for Multiobjective Project Portfolio Selection, *Computers & Operations Research*, 37 (4), 630-639.

Ceylan, A. ve Korkmaz, T., 1998, Borsada Uygulamalı Portföy Yönetimi, *Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa*.

Ceylan, A., 2003, İşletmelerde Finansal Yönetim, *Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa*.

Ceylan, A. ve Korkmaz, T., 2006, Sermaye Piyasası ve Menkul Değer Analizi, *Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa*.

Chen, S.-M., Sarosh, A. ve Dong, Y.-F., 2012, Simulated Annealing Based Artificial Bee Colony Algorithm for Global Numerical Optimization, *Applied Mathematics and Computation*, 219 (8), 3575-3589.

Chen, W., 2015, Artificial Bee Colony Algorithm for Constrained Possibilistic Portfolio Optimization Problem, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 429, 125-139.

Cihangir, M., Güzeler, A. K. ve Sabuncu, İ., 2008, Optimal Portföy Seçiminde Konno-Yamazaki Modeli Yaklaşımı ve İMKB Mali Sektör Hisse Senetlerine Uygulanması, *Gazi Üniversitesi ktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10/3, 125-142.

Cook, S. A., 1983, An Overview of Computational Complexity, *Communications of The ACM*, 26 (6), 400-408.

Crama, Y. ve Schyns, M., 2003, Simulated Annealing for Complex Portfolio Selection Problems, *European Journal of Operational Research*, 150 (3), 546-571.

Cui, T., Cheng, S. ve Bai, R., 2014, A Combinatorial Algorithm for The Cardinality Constrained Portfolio Optimization Problem, *2014 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, 491-498.

Czyzżak, P. ve Jaszkiewicz, A., 1998, Pareto Simulated Annealing A Metaheuristic Technique for Multiple-Objective Combinatorial Optimization, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 7 (1), 34-47.

Çelenli, A. Z., Eğrioğlu, E. ve Çorba, B. Ş., 2015, İMKB 30 Endeksini Oluşturan Hisse Senetleri için Parçacık Sürü Optimizasyonu Yöntemlerine Dayalı Portföy Optimizasyonu, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 16 (1), 25-33.

Deng, G.-F., Lin, W.-T. ve Lo, C.-C., 2012, Markowitz-Based Portfolio Selection with Cardinality Constraints Using Improved Particle Swarm Optimization, *Expert Systems with Applications*, 39 (4), 4558-4566.

Derigs, U. ve Nickel, N.-H., 2003, Metaheuristic Based Decision Support for Portfolio Optimization with A Case Study On Tracking Error Minimization in Passive Portfolio Management, *OR Spectrum*, 25 (3), 345-378.

Doerner, K., Gutjahr, W. J., Hartl, R. F., Strauss, C. ve Stummer, C., 2004, Pareto Ant Colony Optimization: A Metaheuristic Approach to Multiobjective Portfolio Selection, *Annals of Operations Research*, 131 (1-4), 79-99.

Dorigo, M. ve Birattari, M., 2007, Swarm Intelligence, Brussels, *Scholarpedia*, 2, 1462.

Dökeroğlu, T. ve Coşar, A., 2011, Dynamic Programming with Ant Colony Optimization Metaheuristic for Optimization of Distributed Database Queries, *Computer and Information Sciences II*.

Eberhart, R. ve Kennedy, J., 1995, Particle Swarm Optimization, Proceeding of IEEE International Conference on Neural Network, *Perth, Australia*, 1942-1948.

Ehrgott, M. ve Gandibleux, X., 2004, Approximative Solution Methods for Multiobjective Combinatorial Optimization, *Sociedad de Estadistica e Investigacidn Operutiva*, 12 (1), 1-89.

Eken, M. H., 1994, Enflasyonun Bankacıılık Üzerine Etkilerinin Risk Ve Karlılık Açısından Değerlendirilmesi, Türkiye Bankalar Birliği, Ankara.

Elton, E. J. ve Gruber, M. J., 1997, Modern Portfolio Theory, 1950 to Date, *Journal of Banking & Finance* 21, 1743-1759.

Engelbrecht, A. P., 2007, Computational Intelligence: An Introduction.

Feinstein, C. D. ve Thapa, M. N., 1993, A Reformulation of a Mean-Absolute Deviation Portfolio Optimization Model, *Management Science*, 39 (12), 1552-1554.

Garro, B. A., Sossa, H. ve Vázquez, R. A., 2011, Artificial Neural Network Synthesis By Means of Artificial Bee Colony (ABC) Algorithm, *2011 IEEE Congress of Evolutionary Computation (CEC)*, 331-338.

Giannakouris, G., Vassiliadis, V. ve Dounias, G., 2010, Experimental Study On A Hybrid Nature-Inspired Algorithm for Financial Portfolio Optimization, *Hellenic Conference on Artificial Intelligence*, 101-111.

Golmakani, H. R. ve Fazel, M., 2011, Constrained Portfolio Selection Using Particle Swarm Optimization, *Expert Systems with Applications*, 38 (7), 8327-8335.

Gökbel, S. A., 2003, Süre Temelli Portföyler ve İMKB'nda Uygulanabilirliği, *SPK Yayın No: 143 Şule Ofset Matbaacılık Ankara*.

Gutjahr, W. J., Katzensteiner, S., Reiter, P., Stummer, C. ve Denk, M., 2010, Multi-Objective Decision Analysis For Competence-Oriented Project Portfolio Selection, *European Journal of Operational Research*, 205 (3), 670-679.

http://www.spk.gov.tr/Sayfa/AltSayfa/447.

Jang, S. R., Sun, C.-T. ve Mizutani, E., 1997, Neuro-Fuzzy and Soft Computing A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence, *IEEE Transactions on Automatic Control, 42 (10)*, 1482-1484.

Kalfa, V. R., 2010, Portföy Analizi ve Doğrusal Programlama Metodu ile İMKB'de Bir Uygulama, *Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.

Kanović, Ž., Rapaić, M. R. ve Jeličić, Z. D., 2011, Generalized Particle Swarm Optimization Algorithm-Theoretical And Empirical Analysis with Application in Fault Detection, *Applied Mathematics and Computation*, 217 (24), 10175-10186.

Karaboğa, D., 2005, An Idea Based on Honey Bee Swarm for Numerical Optimization, *Technical Report-Tr06, Erciyes University, Engineering Faculty, Computer Engineering Department*.

Karaboğa, D. ve Baştürk, B., 2007, A Powerful And Efficient Algorithm For Numerical Function Optimization: Artificial Bee Colony (ABC) Algorithm, *Journal of Global Optimization*, 39 (3), 459-471.

Karaboğa, D. ve Baştürk, B., 2008, On The Performance of Artificial Bee Colony (ABC) Algorithm, *Applied Soft Computing*, 8 (1), 687-697.

Karaboğa, D. ve Akay, B., 2009, A Survey: Algorithms Simulating Bee Swarm Intelligence, *Artificial Intelligence Review*, 31 (1-4), 61-85.

Karaboğa, D., 2011, Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları: Tabu Araştırma, Isıl Işlem, Genetik, Karınca Koloni, Yapay Bağışıklık, Diferansiyel Gelişim, Parçacık Sürü Optimizasyonu, Yapay Arı Koloni Algoritmaları, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Karaboğa, D. ve Öztürk, C., 2011, A Novel Clustering Approach: Artificial Bee Colony (ABC) Algorithm, *Applied Soft Computing*, 11 (1), 652-657.

Karan, M. B., 2004, Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi, *Gazi Kitabevi*, Ankara.

Kardiyen, F., 2008, Portföy Optimizasyonunda Ortalama Mutlak Sapma Modeli Ve Markowitz Modelinin Kullanımı ve İMKB Verilerine Uygulanması, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 335-350.

Karslı, M., 2004, Sermaye Piyasası Borsa Menkul Kıymetler, *İrfan Yayımcılık, İstanbul*.

Kennedy, J. ve Eberhart, R., 1995, A New Optimizer Using Particle Swarm Theory, *MHS'95. Proceedings of The Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science*, 39-43.

Keskintürk, T., 2006, Diferansiyel Gelişim Algoritması, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5 (9), 85-99.

Kirkpatrick, S., Gelatt, C. D. ve Vecchi, M. P., 1983, Optimization by Simulated Annealing, *Science*, 220 (4598), 671-680.

Konno, H. ve Yamazaki, H., 1991, Mean-Absolute Deviation Portfolio Optimization Model And Its Applications To Tokyo Stock Market, *Management Science*, 37 (5), 519-531.

Küçüksille, E., 2004, Optimal Portföy Oluşturmaya Davranışsal Bir Yaklaşım. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*.

Lwin, K. ve Qu, R., 2013, A Hybrid Algorithm For Constrained Portfolio Selection Problems, *Applied Intelligence*, 39 (2), 251-266.

Markowitz, H., 1952, Portfolio Selection, *The Journal of Finance*, 7 (1), 77-91.

Markowitz, H. M., 1959, Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment, *Wiley, New York*.

Metropolis, N., Rosenbluth, A. W., Rosenbluth, M. N., Teller, A. H. ve Teller, E., 1953, Equation of State Calculations by Fast Computing Machines, *The Journal of Chemical Physics*, 21 (6), 1087-1092.

Najafi, A. A. ve Mushakhian, S., 2015, Multi-Stage Stochastic Mean–Semivariance–Cvar Portfolio Optimization Under Transaction Costs, *Applied Mathematics and Computation*, 256, 445-458.

Özdemir, Ö., 2010, Solving Single and Parallel Machine Scheduling Problems with Sequence Dependent Setup Times Using Differential Evolution Based Algorithms, *Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.

Ponsich, A., Jaimes, A. L. ve Coello, C. A. C., 2013, A Survey on Multiobjective Evolutionary Algorithms for The Solution of The Portfolio Optimization Problem and Other Finance and Economics Applications, *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 17 (3), 321-344.

Rao, S. S., 2009, Engineering Optimization: Theory and Practice, *John Wiley & Sons*, New Jersey.

Rini, D. P., Shamsuddin, S. M. ve Yuhaniz, S. S., 2011, Particle Swarm Optimization: Technique, System and Challenges, *International Journal of Computer Applications*, 14 (1), 19-26.

Rocca, P., Oliveri, G. ve Massa, A., 2011, Differential Evolution As Applied to Electromagnetics, *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 53 (1), 38-49.

Sevil, G., 2001, Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitesinin Tahmini ve Portföy VAR Hesaplamaları, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Seyedhosseini, S. M., Esfahani, M. J. ve Ghaffari, M., 2016, A Novel Hybrid Algorithm Based on A Harmony Search And Artificial Bee Colony For Solving A Portfolio Optimization Problem Using A Mean-Semi Variance Approach, *Journal of Central South University*, 23 (1), 181-188.

Sharpe, W. F., 1963, A Simplified Model For Portfolio Analysis, *Management Science*, 9 (2), 277-293.

Srinivas, N. ve Deb, K., 1994, Muiltiobjective Optimization Using Nondominated Sorting in Genetic Algorithms, *Evolutionary Computation*, 2 (3), 221-248.

Storn, R. ve Price, K., 1997, Differential Evolution A Simple And Efficient Heuristic for Global Optimization Over Continuous Spaces, *Journal of Global Optimization*, 11 (4), 341-359.

Talbi, E.-G., 2009, Metaheuristics: From Design to Implementation, *John Wiley & Sons*, Lille.

Tekbaş, M., 1989, Hisse Senedi Riski ve Verimi ile Bir Portf`\y Modeli, *Banka ve Ekonomik Yorumlar Dergisi*, 8, 27-39.

Usta, Ö., 2002, İşletme Finansı ve Finansal Yönetim, *Mali Yönetim, Finansal Yönetim, Detay Yayıncılık*, İzmir.

Vassiliadis, V. ve Dounias, G., 2008, Nature Inspired Intelligence for The Constrained Portfolio Optimization Problem, *Hellenic Conference on Artificial Intelligence*, 431-436.

Yang, X.-S., 2010, Engineering Optimization: An Introduction with Metaheuristic Applications, *John Wiley & Sons*, New Jersey.

Yörük, N., 2000, Finansal Varlık Fiyatlama Modelleri ve Arbitaj Fiyatlama Modelinin İMKB'de Test Edilmesi, *İstanbul Menkul Kıymetler Borsası,* İstanbul.

Yu, L., Wang, S., Wen, F. ve Lai, K. K., 2012, Genetic Algorithm Based Multi Criteria Project Portfolio Selection, *Annals of Operations Research*, 197 (1), 71-86.

Zhu, H., Wang, Y., Wang, K. ve Chen, Y., 2011, Particle Swarm Optimization for The Constrained Portfolio Optimization Problem, *Expert Systems with Applications*, 38 (8), 10161-10169.

Çizelge Ek.1 BIST30 endeksi 1 Aralık 2016 – 29 Aralık 2017 için günlük kapanış fiyatları ve aylık ortalamaları

Tarih	Garanti	Akbank	eğliDer	Turkcell	Tüpraş	Bim	THY	Koç	Sabancı	şBankas	lalkBanka	nlakKonuti	Petkim	Aselsan	'akıfBanks	Tofaş	T.Şise	Arçelik	YapıKredi	AVHava	Tekfen	ürkTelekо	KardemirD	KozaAltın	Pegasus	KozaMade	DoğanHol	Otokar	ÉczacıBaş	Şekerbank
1 Ara 16	6,98	7,27	4,3	8,01	62,89	45,94	4,63	12,01	8,41	4,57	8,47	2,82	3,16	10,79	4,1	20,09	2,88	19,19	3,06	12,19	5,72	5,1	1,02	15,52	12,12	2,11	0,65	116,56	2,46	1,07
2 Ara 16	7,11	7,24	4,36	8,08	63,4	46,57	4,79	12,01	8,46	4,6	8,62	2,84	3,28	11,06	4,16	20,95	2,93	19,35	3,15	12,64	5,83	5,18	1,02	15,76	12,23	2,14	0,64	116,37	2,51	1,08
5 Ara 16	7,09	7,18	4,42	8,16	63,63	46,61	4,71	12,03	8,42	4,6	8,66	2,86	3,29	11,03	4,16	21,51	2,99	19,13	3,18	12,63	5,83	5,1	1,05	16,15	12,24	2,26	0,63	118,72	2,62	1,08
6 Ara 16	7,3	7,39	4,68	8,12	64,84	46,94	4,83	12,43	8,65	4,75	8,81	2,94	3,39	11,09	4,24	22,47	3,1	19,66	3,28	12,9	6,12	5,17	1,07	16,61	12,5	2,25	0,66	119,99	2,7	1,08
7 Ara 16	7,33	7,49	4,7	8,2	65,12	47,45	4,87	12,68	8,75	4,81	8,91	2,97	3,33	11,11	4,26	22,21	3,11	20,05	3,38	12,83	6,1	5,18	1,07	16,78	12,59	2,28	0,66	119,89	2,66	1,1
8 Ara 16	7,28	7,44	4,78	8,2	65,59	47,15	4,84	12,63	8,88	4,85	8,89	2,97	3,3	11,05	4,23	22,21	3,06	20,01	3,36	12,68	6,13	5,22	1,07	16,75	12,49	2,34	0,65	118,52	2,63	1,11
9 Ara 16	7,25	7,39	4,71	8,25	65,77	46,98	4,78	12,63	8,76	4,82	8,95	2,97	3,28	11,05	4,26	22,08	3,1	20,01	3,35	12,67	6,16	5,21	1,08	16,7	12,47	2,34	0,67	118,23	2,7	1,13
12 Ara 16	7,25	7,43	4,81	8,21	66,66	46,96	4,77	12,7	8,8	4,87	9,1	3	3,31	11,14	4,33	22,25	3,18	20,13	3,39	12,73	6,16	5,24	1,08	17,1	12,45	2,58	0,66	119,21	2,7	1,15
13 Ara 16	7,4	7,61	4,82	8,24	66,29	47,96	4,81	12,87	8,96	4,92	9,13	3,08	3,3	11,12	4,38	22,64	3,18	20,34	3,43	12,95	6,27	5,17	1,08	16,9	12,47	2,57	0,67	118,03	2,74	1,15
14 Ara 16	7,36	7,68	4,72	8,16	66,8	48,92	4,8	12,81	9,03	4,89	8,98	3,03	3,28	11,12	4,36	23,15	3,17	20,36	3,45	13,11	6,38	5,2	1,07	16,49	12,3	2,45	0,67	117,74	2,72	1,16
15 Ara 16	7,49	7,76	4,79	8,28	66,52	49,08	4,96	12,98	9,08	4,98	9,21	2,99	3,38	11,41	4,42	22,95	3,22	20,18	3,53	13,23	6,39	5,28	1,13	16,25	12,58	2,41	0,69	119,5	2,73	1,17
16 Ara 16	7,48	7,65	4,84	8,37	66,7	49,18	4,94	12,89	8,96	4,94	9,17	2,99	3,42	11,85	4,37	22,99	3,18	20,09	3,5	13,31	6,3	5,3	1,16	15,67	12,51	2,35	0,68	119,4	2,71	1,16
19 Ara 16	7,39	7,59	4,7	8,42	65,77	48,33	5,01	12,81	8,97	4,94	9,21	2,94	3,38	11,91	4,36	23,17	3,13	19,93	3,42	13,45	6,26	5,28	1,14	16,48	12,64	2,4	0,68	122,34	2,69	1,18
20 Ara 16	7,48	7,65	4,7	8,45	66,61	48,29	5,06	12,96	9,06	5	9,28	2,98	3,4	12,2	4,4	23,29	3,22	20,3	3,45	13,41	6,31	5,26	1,14	16,75	12,83	2,42	0,68	121,95	2,73	1,21
21 Ara 16	7,52	7,61	4,73	8,44	66,01	47,78	5,05	13,04	9,04	4,95	9,22	2,97	3,38	12,14	4,39	23,29	3,16	20,05	3,43	13,28	6,36	5,21	1,14	16,86	12,85	2,43	0,7	126,55	2,79	1,19
22 Ara 16	7,5	7,58	4,82	8,48	65,17	47,62	4,99	12,92	9,05	4,92	9,25	2,96	3,31	12,03	4,36	23,03	3,21	20,09	3,41	13,28	6,29	5,17	1,13	15,85	12,72	2,21	0,69	126,06	2,77	1,18
23 Ara 16	7,37	7,52	4,74	8,52	65,68	47,33	4,94	13,05	9	4,91	9,17	2,95	3,26	11,9	4,3	23,19	3,26	20,36	3,37	13,18	6,19	5,14	1,12	15,15	12,65	2,1	0,69	124,5	2,75	1,17
26 Ara 16	7,37	7,53	4,73	8,52	65,59	47,35	4,97	12,9	8,99	4,92	9,16	2,96	3,27	12,12	4,3	23,36	3,26	20,49	3,38	13,18	6,17	5,17	1,13	15,32	12,66	2,18	0,7	128,22	2,77	1,18
27 Ara 16	7,32	7,47	4,77	8,51	65,73	47,23	4,95	13,02	8,97	4,9	9,15	2,94	3,31	12,08	4,26	23,29	3,3	20,24	3,35	12,94	6,12	5,16	1,13	15,38	12,62	2,11	0,73	126,65	2,77	1,16
28 Ara 16	7,4	7,59	4,8	8,56	65,59	47,8	5,04	13,15	9,04	4,98	9,21	2,99	3,33	12,06	4,33	23,73	3,36	20,57	3,42	13,26	6,21	5,19	1,15	15,51	13,54	2,12	0,74	125,96	2,77	1,17
29 Ara 16	7,38	7,57	4,73	8,64	66,33	48,37	5,03	13,2	9,03	5,01	9,2	2,97	3,39	12,06	4,33	23,67	3,33	20,32	3,42	13,36	6,28	5,36	1,17	16,31	13,32	2,19	0,78	130,27	2,77	1,17
30 Ara 16	7,38	7,62	4,79	8,79	65,82	47,96	5,01	13,52	8,97	4,98	9,2	2,99	3,41	12,67	4,32	24,01	3,4	20,61	3,43	13,41	6,23	5,28	1,15	16,34	14,15	2,14	0,76	130,67	2,76	1,18
Aylık Or	7,337727	7,51182	4,702	8,34591	65,569	47,627	4,8991	12,784	8,8764	4,86864	9,043182	2,959545	3,3255	11,5905	4,300909	22,706	3,1695	20,0664	3,37	13,0282	6,1732	5,207727	1,104545	16,21045	12,67864	2,29	0,685455	122,0605	2,702273	1,146818
2 Oca 17	7,36	7,57	4,75	8,62	65,5	47,66	4,97	13,12	9	4,94	9,21	2,99	3,41	12,21	4,29	23,54	3,37	20,18	3,43	13,28	6,31	5,32	1,15	16,32	14,27	2,16	0,78	128,81	2,77	1,18
3 Oca 17	7,28	7,41	4,64	8,44	64,05	47,41	4,88	12,91	8,88	4,83	9,08	2,93	3,35	12,02	4,23	23,03	3,28	19,74	3,37	13,07	6,22	5,31	1,14	16,19	13,27	2,15	0,77	129,78	2,69	1,19
4 Oca 17	7,2	7,31	4,42	8,63	64,66	47,9	4,82	12,85	8,73	4,8	8,95	2,95	3,3	12,13	4,17	22,62	3,27	19,46	3,34	13,34	6,09	5,26	1,12	16,04	13,05	2,12	0,81	129,2	2,67	1,19
5 Oca 17	7,17	7,31	4,51	8,72	66,05	47,8	4,96	12,88	8,76	4,8	8,93	2,97	3,32	12,24	4,16	22,51	3,25	19,44	3,34	13,7	6,12	5,27	1,13	16,05	13,1	2,11	0,79	128,12	2,65	1,17
6 Oca 17	7,22	7,45	4,48	8,89	66,47	47,58	4,94	13,05	8,84	4,88	9,05	2,99	3,35	12,33	4,22	23,19	3,27	19,58	3,37	13,81	6,12	5,24	1,14	16,32	13,1	2,11	0,79	128,32	2,68	1,19
9 Oca 17	7,29	7,46	4,49	9,12	66,75	47,29	4,88	13,06	8,82	4,95	9,09	2,97	3,41	12,95	4,24	23,32	3,3	19,44	3,37	13,68	6,25	5,24	1,13	16,51	13,13	2,08	0,79	129,59	2,69	1,19
10 Oca 17	7,18	7,28	4,63	9,21	66,52	47,21	4,83	13,09	8,88	4,96	9,21	2,97	3,53	13,21	4,23	23,07	3,3	19,56	3,31	13,55	6,41	5,16	1,12	16,54	13,16	2,06	0,78	130,86	2,74	1,18
11 Oca 17	7,23	7,24	4,94	9,19	66,52	48,13	4,82	12,8	8,79	4,92	9,36	2,95	3,51	13,07	4,24	23,5	3,31	19,39	3,27	13,38	6,3	5,19	1,12	17,14	13,21	2,11	0,77	132,04	2,8	1,18
12 Oca 17	7,66	7,65	5,24	9,34	68,98	50,5	4,97	13,41	9,16	5,19	10,31	3,05	3,7	13,12	4,56	23,69	3,5	19,74	3,44	13,53	6,47	5,4	1,17	17,4	13,55	2,14	0,79	133,21	2,81	1,19
13 Oca 17	7,65	7,6	5,25	9,44	70,33	51,72	5,01	13,6	9,25	5,22	10,09	3,08	3,76	13,14	4,52	23,85	3,55	19,89	3,43	14,22	6,79	5,43	1,21	17,57	13,9	2,15	0,81	137,13	2,87	1,2
16 Oca 17	7,55	7,53	5,27	9,43	70,75	51,53	5,1	13,75	9,26	5,17	10,19	3,01	3,76	13,66	4,49	24,4	3,57	20,18	3,43	14,34	6,8	5,48	1,2	18	14,4	2,15	0,81	136,74	2,91	1,2
17 Oca 17	7,66	7,63	5,24	9,4	71,17	50,94	5,17	13,92	9,26	5,27	10,38	3,04	3,76	14,06	4,65	24,49	3,57	20,18	3,53	14,69	6,81	5,5	1,2	17,61	14,87	2,13	0,86	138,4	2,87	1,2
18 Oca 17	7,65	7,68	5,15	9,43	70,47	51,48	5,22	13,91	9,35	5,38	10,59	3,04	3,81	13,85	4,65	24,2	3,61	21	3,55	15,15	6,9	5,55	1,2	17,85	14,67	2,12	0,89	138,01	2,82	1,19
19 Oca 17	7,56	7,58	5,14	9,55	71,54	51,97	5,15	14,02	9,26	5,35	10,47	3,03	3,74	13,64	4,55	24,03	3,5	21,14	3,48	14,65	6,8	5,51	1,19	17,8	15,07	2,09	0,85	136,05	2,8	1,18
20 Oca 17	7,66	7,72	5,21	9,69	71,5	53,24	5,19	13,9	9,35	5,39	10,52	3,04	3,76	13,68	4,68	24,32	3,53	21,35	3,52	14,75	6,87	5,52	1,21	17,5	16,05	2,09	0,85	137,62	2,84	1,19
23 Oca 17	7,57	7,64	5,23	9,8	72,57	52,56	5,2	14,32	9,32	5,35	10,42	3,04	3,76	13,66	4,63	24,73	3,53	21,86	3,49	14,67	6,86	5,62	1,21	17,22	16	2,03	0,83	135,27	2,87	1,19
24 Oca 17	7,6	7,77	5,36	9,98	73,45	53	5,5	14,4	9,69	5,48	10,58	3,04	3,81	13,47	4,76	25,27	3,53	21,6	3,55	14,93	7,18	5,76	1,24	17,5	16,51	2,06	0,84	131,74	2,84	1,2
25 Oca 17	7,48	7,66	5,22	9,95	72,89	52,12	5,36	14,21	9,6	5,37	10,3	3,02	3,75	13,02	4,61	25,21	3,48	21,68	3,5	15,1	7,16	5,63	1,2	17,58	15,85	2,08	0,81	128,41	2,8	1,18
26 Oca 17	7,62	7,82	5,25	10,01	73,5	51,87	5,47	14,35	9,67	5,45	10,45	3,01	3,76	13,4	4,65	24,98	3,52	21,99	3,53	15,1	7,09	5,66	1,21	17,29	16,03	2,06	0,83	127,92	2,83	1,18
27 Oca 17	7,66	7,72	5,3	10,09	75,4	51,68	5,35	14,62	9,64	5,5	10,53	2,95	3,73	13,28	4,69	25,18	3,52	22,11	3,54	14,79	7	5,64	1,19	17,31	15,72	2,06	0,81	125,77	2,79	1,18
30 Oca 17	7,98	8,13	5,43	10,27	75,96	52,56	5,6	14,86	9,74	5,74	11,26	3,06	3,82	13,54	4,93	25,51	3,57	22,38	3,95	15	7,16	5,72	1,23	17,59	16,2	2,08	0,84	132,72	2,85	1,2
31 Oca 17	8,06	8,18	5,41	10,22	76,24	52,7	5,54	14,88	9,78	5,73	11,06	3,07	3,88	13,62	4,87	25,37	3,59	22,23	3,83	14,84	7,27	5,63	1,24	17,74	15,86	2,05	0,84	131,94	2,87	1,19
Ylık Ortalar	7,513182	7,60636	5,025	9,42818	70,058	50,402	5,1332	13,723	9,2286	5,21227	10,00136	3,009091	3,6355	13,15	4,500909	24,091	3,4509	20,6418	3,480455	14,2532	6,6809	5,456364	1,179545	17,13955	14,58955	2,099545	0,815455	132,1659	2,793636	1,188182
1 Şub 17	8,11	8,23	5,54	10,05	77,22	51,63	5,65	14,9	9,9	5,78	11,27	3,09	3,91	13,64	5,06	25,58	3,57	22,91	3,83	15,16	7,38	5,6	1,24	17,91	16,15	2,07	0,84	131,84	2,91	1,19
2 Şub 17	8,28	8,44	5,5	10,19	77,73	51,97	5,68	14,88	9,85	5,73	11,49	3,11	3,88	13,58	5,1	25,31	3,61	22,42	3,84	15,25	7,41	5,51	1,26	17,82	16,18	2,09	0,83	133,6	2,98	1,19
3 Şub 17	8,56	8,58	5,51	10,14	78,29	52,02	5,68	15,12	10	5,88	11,57	3,16	3,88	13,61	5,18	25,68	3,61	23,14	3,89	15,15	7,43	5,5	1,27	17,95	16,14	2,07	0,83	133,7	3,12	1,24
6 Şub 17	8,34	8,41	5,51	10,07	78,61	51,38	5,6	14,96	9,84	5,77	11,38	3,09	3,81	13,98	5,08	25,33	3,53	22,85	3,82	15,05	7,44	5,58	1,27	18,36	15,87	2,09	0,83	132,72	3,11	1,23
7 Şub 17	8,35	8,46	5,34	10,05	78,75	51,38	5,56	15,08	9,99	5,81	11,66	3,13	3,84	13,96	5,09	25,53	3,52	21,33	3,86	15,1	7,52	5,58	1,26	20,88	16	2,22	0,85	130,67	3,03	1,23
8 Şub 17	8,47	8,58	5,33	10,05	80,15	51,38	5,75	15,33	10	5,96	11,89	3,12	3,91	13,88	5,2	25,14	3,51	21,35	3,91	15,24	7,52	5,55	1,27	19,22	16,27	2,11	0,84	130,57	3,05	1,27
9 Şub 17	8,59	8,64	5,33	10,13	81,4	51,19	5,75	15,38	10,07	6,1	11,91	3,17	3,91	13,86	5,2	25,19	3,49	21,56	3,93	15,39	7,39	5,66	1,27	22,02	16,3	2,18	0,85	129,1	3,12	1,26
10 Şub 17	8,36	8,41	5,34	10,27	80,71	50,5	5,58	14,81	9,93	5,91	11,54	3,1	4,02	13,9	5,02	25,31	3,47	20,84	3,84	15,21	7,24	5,6	1,26	21,18	15,91	2,14	0,82	135,37	3,07	1,23
13 Şub 17	8,55	8,64	5,47	10,07	80,85	50,55	5,72	15,24	10,01	6,02	11,85	3,12	4,06	13,89	5,16	25,74	3,47	20,98	3,91	15,2	7,49	5,67	1,29	21,08	16,19	2,13	0,83	140,36	3,05	1,26
14 Şub 17	8,53	8,68	5,56	10	78,8	50,16	5,74	14,89	10,07	6,07	11,13	3,13	3,99	13,74	5,28	25,74	3,49	20,83	3,91	15,1	7,38	5,69	1,27	20,78	16,15	2,12	0,82	139,38	3,05	1,24
15 Şub 17	8,5	8,56	5,5	9,9	79,36	51,77	5,64	14,96	10,04	6,04	11,01	3,09	4	13,43	5,2	25,95	3,51	20,67	3,86	14,87	7,38	5,71	1,26	21,02	15,9	2,1	0,82	140,76	2,99	1,23
16 Şub 17	8,62	8,62	5,51	10,14	77,03	52,31	5,68	14,92	10	6,06	11,14	3,14	3,97	13,31	5,19	26,01	3,45	20,73	3,87	14,91	7,4	5,7	1,26	21,16	15,92	2,11	0,83	143,01	3,11	1,24
17 Şub 17	8,75	8,75	5,51	10,39	77,03	52,36	5,71	15,13	10,13	6,08	11,28	3,13	3,97	13,31	5,21	25,95	3,46	20,53	3,95	15,11	7,4	5,79	1,26	21,34	15,88	2,11	0,83	145,55	3,18	1,25
20 Şub 17	8,65	8,71	5,43	10,51	77,96	51,87	5,72	15,1	10,18	6,01	11,14	3,15	4,04	13,31	5,13	26,11	3,53	20,65	3,92	14,8	7,46	5,84	1,25	21,12	15,92	2,08	0,82	140,66	3,23	1,25
21 Şub 17	8,74	8,73	5,49	10,63	77,68	51,92	5,72	15,11	10,27	6,02	11,19	3,13	4,08	13,88	5,2	26,31	3,54	20,71	3,96	14,9	7,61	5,77	1,26	20,74	15,95	2,07	0,83	137,23	3,21	1,25
22 Şub 17	8,52	8,56	5,51	10,67	78,05	52,31	5,71	14,99	10,27	6,01	11,18	3,12	4,03	13,85	5,27	26,6	3,55	21,04	3,94	14,92	7,5	5,81	1,26	20,96	15,87	2,12	0,81	138,5	3,19	1,23
23 Şub 17	8,55	8,59	5,68	10,82	78,15	52,56	5,74	14,95	10,27	6,15	11,32	3,14	4,01	14,16	5,4	26,58	3,55	21,21	3,96	14,95	7,58	5,8	1,25	20,66	15,93	2,15	0,81	138,6	3,26	1,25
24 Şub 17	8,42	8,55	5,54	10,76	78,24	51,33	5,65	14,8	10,08	6,1	11,17	3,13	3,94	14,16	5,32	26,5	3,54	20,96	3,91	14,85	7,49	5,74	1,25	20,7	15,73	2,13	0,81	138,4	3,09	1,23
27 Şub 17	8,37	8,52	5,53	10,62	78,29	50,75	5,54	14,75	9,92	6,1	11,04	3,13	4	14,54	5,32	26,71	3,53	20,65	3,87	14,62	7,65	5,73	1,25	20,02	15,47	2,09	0,77	136,45	3,03	1,22
28 Şub 17	8,35	8,47	5,53	10,71	79,22	51,28	5,46	14,53	9,87	6,08	11,1	3,13	3,98	15,11	5,26	26,48	3,48	20,3	3,85	14,5	7,6	5,76	1,22	18,83	15,16	2,08	0,71	135,17	2,95	1,19
Ylık Ortalar	8,4805	8,5565	5,483	10,3085	78,676	51,531	5,664	14,992	10,035	5,984	11,363	3,1255	3,9615	13,855	5,1935	25,888	3,5205	21,283	3,8915	15,014	7,4635	5,6795	1,259	20,1875	15,9445	2,113	0,819	136,582	3,0865	1,234

Çizelge Ek.1(devamı)

Tarih	Garanti	Akbank	eğiDer	Turkcell	Tüpraş	Bim	THY	Koç	Sabancı	şBankas	alkBanka	alkKonutl	Petkim	Aselsan	aktıBanks	Tofaş	T.Sise	Arçelik	YapıKredi	AVHava	Tekfen	ürkTeleko	KardemirD	KozaAltın	Pegasus	KozaMade	DoğanHol	Otokar	EczacıBaş	Şekerbank
1 Mar 17	8,63	8,71	5,54	10,99	80,47	51,58	5,68	14,81	10,01	6,34	11,36	3,22	4,09	15,94	5,43	26,52	3,53	21	3,94	14,72	8,05	5,8	1,24	19,12	15,65	2,09	0,7	136,15	3,02	1,21
2 Mar 17	8,68	8,78	5,66	11,09	80,38	51,68	5,71	15	10,03	6,49	11,37	3,16	4,1	15,73	5,43	26,5	3,58	21,04	3,94	14,68	8,47	5,79	1,23	19,26	15,56	2,09	0,73	138,31	3,03	1,21
3 Mar 17	8,61	8,76	5,63	11,12	82,29	51,14	5,7	14,89	9,98	6,43	11,27	3,15	4,3	15,74	5,41	26,58	3,56	20,75	3,9	14,46	8,63	5,75	1,19	19,02	15,48	2,07	0,71	139,19	3,04	1,22
5 Mar 17	8,61	8,76	5,64	11,13	82,15	51,14	5,7	14,91	9,96	6,43	11,27	3,15	4,3	15,74	5,41	26,58	3,57	20,75	3,9	14,48	8,63	5,75	1,19	19,02	15,48	2,07	0,72	139,19	3,04	1,21
6 Mar 17	8,76	9,02	5,63	11,22	83,26	52,36	5,7	15,48	10,14	6,41	11,37	3,2	4,33	15,84	5,57	27,42	3,67	21,19	3,98	14,78	8,59	5,78	1,17	19,06	15,54	2,08	0,72	139,19	3,08	1,24
7 Mar 17	8,76	8,9	5,57	11,08	82,89	55,35	5,66	15,43	10,04	6,27	11,25	3,18	4,35	16,43	5,42	27,1	3,57	21,1	3,95	14,66	8,55	5,77	1,16	18,86	15,02	2,06	0,71	141,05	3,14	1,22
8 Mar 17	8,58	8,7	5,45	10,98	81,96	56,47	5,57	14,89	9,84	6,23	10,84	3,17	4,28	16,73	5,28	26,85	3,53	20,81	3,87	14,45	8,34	5,71	1,14	18,75	14,5	2,05	0,71	129,98	3,07	1,22
9 Mar 17	8,49	8,56	5,5	10,89	81,31	55,59	5,51	14,99	9,82	6,24	10,68	3,11	4,24	16,5	5,29	26,68	3,59	20,9	3,86	14,09	8,7	5,73	1,13	18,63	14,3	2,03	0,69	123,91	3,1	1,22
10 Mar 17	8,67	8,64	5,49	10,89	83,45	54,66	5,61	14,98	9,83	6,35	10,89	3,12	4,19	16,77	5,32	26,95	3,62	20,88	3,89	13,97	8,84	5,72	1,13	18,34	14,4	2,01	0,67	126,16	3,06	1,21
13 Mar 17	8,63	8,65	5,52	10,86	82,1	54,42	5,65	14,99	9,92	6,28	11,03	3,08	4,29	17,27	5,31	26,6	3,62	20,86	3,89	14,05	8,54	5,7	1,12	19,26	14,17	2,02	0,66	123,12	3,08	1,21
14 Mar 17	8,55	8,54	5,45	10,9	82,57	54,51	5,81	14,95	9,87	6,23	10,84	3,08	4,31	17,85	5,29	26,54	3,62	20,88	3,84	14,59	8,75	5,68	1,12	19,56	14,4	1,97	0,67	122,93	2,99	1,21
15 Mar 17	8,6	8,61	5,59	10,89	81,96	54,12	5,86	14,79	9,85	6,33	10,99	3,09	4,42	17,71	5,31	26,7	3,61	20,73	3,87	14,53	8,63	5,71	1,15	18,79	14,69	1,9	0,67	122,83	2,98	1,2
16 Mar 17	8,67	8,69	5,77	10,97	82,01	54,27	5,92	14,95	9,9	6,35	11,1	3,14	4,52	17,5	5,39	26,5	3,69	20,98	3,92	14,67	8,6	5,77	1,18	20	14,69	2,1	0,68	120,97	3	1,21
17 Mar 17	8,65	8,68	5,81	11,1	83,22	54,42	5,89	14,86	10,03	6,36	11,15	3,07	4,43	17,3	5,34	26,62	3,68	21,31	3,89	15,08	8,69	5,83	1,18	20,2	14,53	2,06	0,7	121,36	3,06	1,22
20 Mar 17	8,79	8,72	5,7	11,19	83,68	55,15	5,91	15,12	10,03	6,38	11,17	3,06	4,46	17,43	5,35	26,54	3,64	21,8	3,91	15,1	8,82	5,82	1,17	20,3	15,06	2,06	0,71	121,46	3,07	1,22
21 Mar 17	8,65	8,63	5,69	11,02	84,85	55,3	5,74	15,03	9,96	6,33	11,22	3,09	4,46	17,01	5,38	26,87	3,61	22,26	3,87	14,73	8,84	5,87	1,16	20,68	14,76	2,07	0,71	119,99	3,19	1,21
22 Mar 17	8,57	8,56	5,64	10,89	83,12	54,37	5,5	15,1	9,93	6,33	11,02	3,07	4,54	17,08	5,35	26,48	3,64	22,11	3,82	14,26	8,78	5,82	1,14	20,6	14,44	2,08	0,71	118,13	3,18	1,2
23 Mar 17	8,46	8,5	5,54	10,9	83,26	55,35	5,49	15,17	10,01	6,29	11,01	3,1	4,51	17,09	5,36	26,44	3,69	22,19	3,8	14,72	8,47	5,85	1,14	20,08	14,43	2,02	0,72	117,74	3,17	1,19
24 Mar 17	8,65	8,66	5,56	10,9	82,47	56,08	5,53	15,39	9,94	6,44	11,18	3,05	4,55	17,09	5,39	26,4	3,72	22,11	3,83	14,58	8,51	5,85	1,14	19,9	14,45	2	0,71	118,72	3,15	1,19
27 Mar 17	8,59	8,58	5,46	10,83	81,54	56,37	5,54	15,23	9,76	6,41	11,28	2,87	4,57	16,77	5,35	26,15	3,69	22,07	3,78	14,65	8,4	5,9	1,15	20,02	14,53	1,97	0,7	120,48	3,16	1,18
28 Mar 17	8,64	8,63	5,51	10,96	82,15	55,93	5,55	15,21	9,82	6,43	11,87	2,91	4,57	16,85	5,46	26,42	3,74	21,95	3,82	14,72	8,17	5,94	1,15	19,78	14,52	1,97	0,71	120,58	3,22	1,18
29 Mar 17	8,63	8,56	5,51	10,79	83,59	55,93	5,46	15,16	9,7	6,43	10,18	2,87	4,63	17,09	5,42	26,27	3,71	21,62	3,82	14,61	8,21	5,94	1,15	19,42	14,27	1,93	0,69	118,91	3,22	1,18
30 Mar 17	8,66	8,55	5,54	10,85	84,71	55,79	5,47	15,26	9,83	6,43	10,09	2,91	4,56	17,2	5,34	26,23	3,69	21,6	3,83	14,52	8,47	5,96	1,17	20,06	14,33	2	0,69	119,5	3,29	1,18
31 Mar 17	8,59	8,53	5,5	10,79	83,92	54,71	5,47	15,04	9,8	6,37	10,21	2,9	4,67	16,94	5,32	26,52	3,7	22,03	3,8	14,49	8,65	5,9	1,16	19,92	14,36	1,95	0,68	118,6	3,25	1,18
Aylık Ortaları	8,63	8,66333	5,579	10,9679	82,638	54,445	5,6513	15,068	9,9167	6,3575	11,02667	3,072917	4,4029	16,8167	5,371667	26,603	3,6363	21,3717	3,871667	14,5663	8,5554	5,805833	1,160833	19,52625	14,73167	2,027083	0,69875	125,7688	3,107917	1,205
3 Nis 17	8,58	8,47	5,46	10,75	83,03	54,81	5,4	15,19	9,93	6,43	10,16	2,89	4,62	17,09	5,27	26,74	3,65	22,16	3,83	14,33	8,67	5,95	1,18	19,85	14,41	1,94	0,69	119	3,32	1,17
4 Nis 17	8,71	8,53	5,58	10,79	82,8	54,76	5,5	15,21	9,89	6,39	10,18	2,88	4,66	17,04	5,36	27,2	3,62	22,22	3,84	14,27	8,83	5,99	1,18	19,73	14,68	1,93	0,69	122,7	3,3	1,17
5 Nis 17	8,75	8,65	5,58	10,81	85,05	54,76	5,48	15,64	9,98	6,52	10,21	2,85	4,75	17,11	5,48	27,24	3,71	22,58	3,9	14,34	9,05	5,96	1,22	20	14,57	1,95	0,69	120,6	3,37	1,18
6 Nis 17	8,7	8,6	5,56	10,73	83,55	54,81	5,45	15,64	9,95	6,51	10,27	2,85	4,76	16,94	5,48	27,14	3,7	22,46	3,86	14,69	8,9	5,89	1,23	19,94	14,84	1,95	0,72	121	3,39	1,18
7 Nis 17	8,78	8,56	5,53	10,79	84,95	54,91	5,43	15,29	9,94	6,56	10,18	2,85	4,69	16,95	5,51	27,3	3,69	22,3	3,85	14,85	8,77	5,9	1,22	19,81	14,53	1,93	0,71	120,2	3,37	1,17
10 Nis 17	9,33	9,07	5,68	10,87	85,15	55,2	5,59	15,94	10,23	7,02	10,59	2,92	4,79	17,1	5,9	28,5	3,78	23,1	4,02	14,98	9,05	5,9	1,24	19,82	14,87	1,95	0,71	122,7	3,39	1,19
11 Nis 17	9,21	9,03	5,6	10,89	86	55,59	5,55	15,72	10,3	6,89	10,76	2,87	4,74	17,03	5,8	28,7	3,81	22,82	3,99	14,84	8,96	5,9	1,24	20,66	14,68	1,97	0,71	125,4	3,33	1,18
12 Nis 17	9,25	9,1	5,59	10,76	85,7	55,69	5,56	15,71	10,22	6,83	10,96	2,86	4,7	17,07	5,84	28,68	3,75	22,68	4,09	14,82	9,19	5,88	1,23	20,86	14,68	2,23	0,7	123,6	3,34	1,18
13 Nis 17	9,13	8,95	5,47	10,85	84,7	55,39	5,45	15,66	10,16	6,67	10,76	2,83	4,63	16,85	5,72	28,34	3,7	22,4	4,05	14,65	8,74	5,92	1,2	20,44	14,54	2,14	0,7	122,1	3,29	1,17
14 Nis 17	9,4	9,09	5,46	10,75	84,95	55,2	5,48	15,49	10,12	6,67	10,96	2,84	4,68	16,92	5,86	28,3	3,72	22,02	4,1	14,45	8,74	5,82	1,2	20,26	14,51	2,09	0,69	121,8	3,27	1,17
17 Nis 17	9,38	9,09	5,56	10,73	85,45	54,66	5,53	15,74	10,06	6,77	11,07	2,88	4,68	17,07	5,86	28,66	3,75	22,24	4,11	14,81	8,83	5,82	1,19	20,38	15,54	2,11	0,73	125,9	3,37	1,18
18 Nis 17	9,43	9,26	5,69	10,63	84,7	54,76	5,55	15,74	10,29	6,89	11,19	2,86	4,8	17,18	6,03	28,58	3,73	22,58	4,2	15	8,8	5,89	1,17	21,2	15,45	2,15	0,74	126,8	3,43	1,19
19 Nis 17	9,22	9,12	5,72	10,7	83,95	54,61	5,51	15,85	10,21	6,77	11,23	2,83	4,78	17,98	5,96	28,46	3,74	22,6	4,23	14,78	8,71	5,86	1,18	20,62	15,84	2,14	0,72	125,2	3,43	1,18
20 Nis 17	9,27	9,27	5,8	10,95	84,8	54,37	5,59	16,03	10,33	6,85	11,68	2,91	4,8	19,12	6	28,76	3,77	23,04	4,24	14,77	9,02	5,94	1,22	20,66	15,91	2,22	0,73	126	3,48	1,18
21 Nis 17	9,3	9,31	5,84	11	84,75	55,05	5,67	16,22	10,48	6,86	11,57	2,92	4,82	18,75	5,98	28,9	3,82	23,52	4,25	14,71	9,25	5,97	1,27	20,46	15,8	2,16	0,72	127,5	3,46	1,19
24 Nis 17	9,54	9,61	6,02	11,23	85,75	55,35	5,92	16,53	10,64	7,08	11,75	2,96	4,88	18,75	6,1	28,78	3,87	23,6	4,36	14,98	9,24	5,97	1,28	20,82	16,07	2,3	0,74	128,2	3,48	1,21
25 Nis 17	9,66	9,7	6,2	11,48	86	56,77	5,92	16,71	10,79	7,05	11,86	2,96	4,88	18,65	6,09	28,96	3,95	23,66	4,34	15,24	9,28	6,03	1,25	20,56	15,97	2,1	0,74	127,8	3,45	1,2
26 Nis 17	9,66	9,56	6,34	11,44	88	56,08	6,1	16,6	10,68	6,98	11,72	2,94	4,85	18,76	6,05	28,78	3,98	23,74	4,3	14,92	9,37	6,36	1,28	20,06	16,18	2,06	0,75	132,4	3,45	1,21
27 Nis 17	9,47	9,44	6,44	11,23	88,7	56,32	6,06	16,75	10,63	6,94	11,62	2,94	4,9	18,78	5,98	29,4	3,99	23,92	4,29	14,85	9,46	6,33	1,28	19,84	16,05	2,02	0,75	133	3,63	1,19
28 Nis 17	9,59	9,51	6,51	11,18	89,5	56,81	6,06	16,7	10,58	7,01	11,6	2,95	4,91	19,47	6,03	29,58	3,96	23,7	4,31	14,8	9,16	6,38	1,32	19,31	15,94	2,05	0,74	132,7	3,75	1,2
Aylık Ortaları	9,218	9,096	5,782	10,928	85,374	55,295	5,64	15,918	10,271	6,7845	11,016	2,8895	4,766	17,7305	5,815	28,35	3,7845	22,867	4,108	14,754	9,001	5,983	1,229	20,264	15,253	2,0695	0,7185	125,23	3,415	1,1845
2 May 17	9,61	9,43	6,41	11,08	88,25	56,37	6,07	16,52	10,65	6,96	11,35	2,94	4,97	20,62	6,02	29,24	4,01	23,56	4,28	14,77	9,02	6,2	1,32	19,45	16,04	2,04	0,74	136,3	3,78	1,2
3 May 17	9,47	9,4	6,33	11,07	87,85	56,23	6,11	16,58	10,52	6,89	11,39	2,91	4,98	20,22	5,99	29,16	4	23,16	4,26	14,8	9,16	6,3	1,3	19,2	16,5	2,03	0,73	137,5	3,75	1,19
4 May 17	9,37	9,27	6,32	10,25	87,3	56,37	6,14	16,42	10,56	6,86	11,31	2,85	4,98	20,84	6	29,18	3,89	23,2	4,26	14,64	9,16	6,19	1,31	18,75	16,47	2,01	0,72	133,5	3,73	1,19
5 May 17	9,45	9,3	6,32	10,42	91,8	56,18	6,13	16,67	10,63	6,97	11,43	2,9	5,2	21,12	5,94	29,58	3,87	23,24	4,27	14,72	9,64	6,25	1,3	18,6	16,38	2	0,73	134,8	3,79	1,22
8 May 17	9,36	9,24	6,3	10,44	91,45	56,08	6,43	16,7	10,62	6,94	11,44	2,87	5,37	21,08	5,85	29,22	3,87	23,24	4,25	14,78	9,6	6,26	1,3	18,05	17,05	2,02	0,73	136,6	3,84	1,25
9 May 17	9,56	9,38	6,59	10,49	93,55	58,72	6,44	17,05	10,75	7,02	11,59	2,88	5,37	20,84	6	29,98	3,9	23,56	4,35	14,9	9,75	6,23	1,36	18,11	16,97	2,04	0,75	137,8	3,86	1,25
10 May 17	9,58	9,43	6,57	10,51	93,9	61,61	6,65	16,96	10,68	7,02	11,98	2,9	5,5	20,92	6,12	29,58	4,01	23,52	4,38	15,96	9,93	6,29	1,38	18,05	17,45	2,07	0,74	136,4	3,83	1,24
11 May 17	9,35	9,25	6,56	10,48	91,9	61,81	6,5	16,82	10,54	6,91	11,72	2,87	5,43	20,68	5,94	28,68	4,14	23,36	4,26	16,21	9,85	6,25	1,34	17,68	16,49	2,03	0,73	134,5	3,71	1,22
12 May 17	9,3	9,19	6,45	10,44	94,2	61,95	6,5	16,78	10,68	6,94	11,72	2,85	5,48	20,58	5,85	28,44	4,08	23,52	4,23	16,05	9,85	6,23	1,41	17,48	16,53	2,02	0,72	132,9	3,69	1,21
15 May 17	9,35	9,23	6,44	10,53	94,75	62,74	6,66	16,59	10,67	7,02	11,92	2,87	5,45	21,14	5,9	28,52	4,21	23,76	4,27	16,17	10	6,25	1,45	17,93	16,88	2,03	0,72	130,7	3,67	1,21
16 May 17	9,42	9,3	6,43	10,41	95,05	62,64	6,72	16,77	10,85	7,07	12,13	2,9	5,47	21,94	5,91	29,34	4,18	23,46	4,37	16,5	9,9	6,23	1,51	17,86	16,93	2,04	0,74	132	3,69	1,21
17 May 17	9,49	9,33	6,4	10,3	95,35	61,32	6,77	16,52	10,76	7,05	12,02	2,88	5,62	22,02	5,87	28,6	4,11	23,16	4,36	16,17	9,82	6,17	1,55	17,71	17,3	2,03	0,74	130,7	3,8	1,22
18 May 17	9,45	9,25	6,41	10,16	94,95	61,41	6,69	16,7	10,7	6,98	11,93	2,85	5,52	21,22	5,93	28,4	4,09	23,24	4,34	16,15	9,45	6,13	1,6	17,5	16,74	2,01	0,73	128,2	3,8	1,2
22 May 17	9,54	9,35	6,58	10,39	94,5	61,71	6,85	16,71	10,71	7,07	12,14	2,87	5,59	20,94	6,22	29,02	4,16	24,28	4,42	16,42	9,5	6,28	1,66	17,8	17,04	2,15	0,72	126,4	3,83	1,21
23 May 17	9,69	9,51	6,55	10,43	94,55	62,49	7,08	17	11,02	7,16	12,61	2,9	5,58	21,28	6,35	29,2	4,17	25	4,53	17,09	9,49	6,27	1,66	18,4	17,24	2,16	0,73	128	3,8	1,24
24 May 17	9,77	9,68	6,49	10,77	96,6	61,17	7,14	17,02	11,1	7,14	12,5	2,99	5,61	21,28	6,29	29,02	4,29	25,28	4,53	17,32	9,75	6,34	1,58	18,34	17,95	2,17	0,73	129,4	3,8	1,23
25 May 17	9,71	9,67	6,55	10,64	95,7	61,81	7,29	15,91	10,72	7,06	12,6	2,98	5,62	21,16	6,39	28,22	4,25	24,92	4,46	17,11	9,63	6,42	1,6	18,59	18,31	2,31	0,73	127,1	3,79	1,23
26 May 17	9,62	9,56	6,48	10,76	95,95	62,05	7,28	16,05	10,7	7,01	12,43	3	5,56	21,22	6,33	28,86	4,3	24,52	4,44	17,24	9,54	6,5	1,56	18,9	18,37	2,33	0,73	126,3	3,76	1,23
29 May 17	9,64	9,63	6,48	10,73	95,85	61,9	7,31	16,09	10,7	7,03	12,44	3,01	5,59	21,32	6,34	28,92	4,32	24,76	4,45	17,19	9,54	6,44	1,58	19,16	18,76	2,4	0,73	126,8	3,76	1,23
30 May 17	9,53	9,5	6,48	10,83	95,8	62,25	7,24	15,94	10,71	6,93	12,34	3,03	5,61	21,28	6,27	29,38	4,29	24,48	4,39	17,15	9,65	6,43	1,56	18,32	18,53	2,25	0,73	128,6	4,51	1,22
31 May 17	9,6	9,53	6,39	10,96	95	61,41	7,24	16,04	10,7	7,01	12,5	3,05	5,53	21,88	6,36	29,3	4,29	24,42	4,4	17,29	9,64	6,45	1,5	18,3	18,32	2,22	0,74	130	4,64	1,2
Aylık Ortaları	9,517143	9,40143	6,454	10,5757	93,536	60,391	6,7257	16,564	10,713	7,0019	11,97571	2,919048	5,43	21,1229	6,089048	29,04	4,1157	23,8876	4,357143	16,1252	9,6129	6,290952	1,468095	18,29429	17,25	2,112381	0,731429	131,6429	3,849048	1,219048

Çizelge Ek.1(devamı)

Tarih	Garanti	Akbank	eğliDer	Turkcell	Tüpraş	Bim	THY	Koç	Sabancı	şBankas	talkBanka	alakKonutl	Petkim	Aselsan	/akıfBanks	Tofaş	T.Şişe	Arçelik	YapıKredi	AVHavaş	Tekfen	ürkTelekor	KardemirL	KozaAltın	Pegasus	KozaMade	DoğanHol	Otokar	ÉczacıBaş	Sekerbank
1 Haz 17	9,5	9,53	6,35	10,94	95,7	62,49	7,15	15,97	10,76	6,97	12,44	2,98	5,52	22,06	6,28	29,36	4,27	24,78	4,35	17,28	9,43	6,4	1,57	18,5	18,65	2,27	0,73	131,4	4,53	1,2
2 Haz 17	9,64	9,66	6,58	11,03	96,7	63,91	7,27	16,19	10,85	7,09	12,58	3,02	5,59	21,94	6,46	29,8	4,42	26,26	4,42	17,67	9,55	6,38	1,59	18,5	18,9	2,27	0,74	130,4	4,6	1,22
5 Haz 17	9,54	9,61	6,5	10,86	98,05	63,27	7,42	16,12	10,73	7,07	12,5	2,99	5,58	21,86	6,4	29,08	4,36	26,22	4,37	17,4	9,12	6,35	1,59	18,22	18,67	2,24	0,74	128,9	4,44	1,22
6 Haz 17	9,61	9,63	6,46	10,84	99,6	62,83	7,49	16,2	10,64	7,05	12,46	2,97	5,72	21,98	6,35	28,88	4,36	26,06	4,37	17,61	9,02	6,4	1,64	18,05	19,45	2,21	0,74	130,1	4,39	1,21
7 Haz 17	9,58	9,56	6,38	10,68	98,25	62,04	7,42	16,37	10,69	7,05	12,45	2,93	5,75	21,78	6,33	29,16	4,33	25,84	4,38	17,25	8,72	6,27	1,61	17,73	18,88	2,18	0,74	130,4	4,34	1,21
8 Haz 17	9,52	9,51	6,41	10,75	98	63,13	7,33	16,59	10,71	7,03	12,52	2,96	5,92	21,82	6,34	29,5	4,35	26,1	4,37	17,73	8,58	6,22	1,67	19,13	19,12	2,39	0,73	130,4	4,41	1,21
9 Haz 17	9,6	9,61	6,44	10,85	98,6	63,18	7,39	16,6	10,84	7,1	13	3	5,99	22,02	6,41	29,78	4,37	26,3	4,43	18,3	8,85	6,29	1,71	20,1	19,01	2,52	0,74	126,3	4,35	1,21
12 Haz 17	9,71	9,79	6,56	10,91	98,4	63,63	7,38	16,48	10,93	7,19	13,01	2,99	6,11	22,06	6,57	29,52	4,35	25,88	4,48	18,25	8,84	6,3	1,74	20,62	19,04	2,67	0,73	113	4,36	1,22
13 Haz 17	9,62	9,8	6,44	11,01	99,35	64,07	7,31	16,63	10,9	7,11	12,96	2,98	5,91	21,98	6,54	29,76	4,29	25,86	4,45	18,14	8,9	6,3	1,68	20,68	18,84	2,74	0,76	113,9	4,33	1,22
14 Haz 17	9,7	9,86	6,38	10,85	101,3	64,52	7,44	16,72	10,89	7,23	12,93	2,95	5,93	21,96	6,57	29,7	4,26	25,62	4,47	18,4	8,82	6,3	1,65	21,08	19,09	2,85	0,74	112	4,38	1,22
15 Haz 17	9,63	9,76	6,44	10,68	100	64,52	7,36	16,59	10,84	7,15	12,84	2,95	5,88	22,02	6,51	29,82	4,25	25,7	4,41	18,21	8,82	6,21	1,65	19,25	19,38	2,67	0,73	108,3	4,36	1,21
16 Haz 17	9,56	9,75	6,34	10,65	99	63,68	7,27	16,54	10,81	7,14	12,83	2,92	5,89	21,8	6,47	29,46	4,2	25,96	4,42	18,24	8,8	6,19	1,62	18,4	18,77	2,64	0,73	107,2	4,31	1,2
19 Haz 17	9,75	10,01	6,35	10,75	100	63,73	7,45	16,76	11	7,24	13,15	2,94	5,81	21,76	6,59	29,36	4,25	26,1	4,51	18,24	8,8	6,24	1,62	18,93	19	2,68	0,75	104,1	4,36	1,21
20 Haz 17	9,75	9,97	6,35	10,74	98,5	64,27	7,41	16,66	10,96	7,25	13	2,93	5,94	21,66	6,55	29,6	4,25	25,74	4,46	18,46	8,79	6,22	1,63	18,5	18,72	2,59	0,74	105,2	4,34	1,2
21 Haz 17	9,75	9,98	6,53	10,73	98,6	63,78	7,45	16,6	10,99	7,22	12,94	2,93	6,01	21,94	6,53	29,66	4,23	25,72	4,47	18,95	8,89	6,26	1,63	18,55	18,56	2,6	0,74	106	4,45	1,22
22 Haz 17	9,8	10,06	6,46	10,82	100	64,57	7,6	16,68	11,06	7,25	13,04	2,93	5,97	22,04	6,56	29,78	4,2	26,06	4,5	18,89	8,84	6,27	1,64	18,7	18,77	2,62	0,75	112	4,51	1,24
23 Haz 17	9,71	9,94	6,49	10,87	98,35	64,62	7,77	16,4	10,93	7,26	12,97	2,98	5,97	21,98	6,51	29,68	4,2	25,92	4,46	18,73	8,84	6,29	1,63	20,18	18,7	2,77	0,74	112,5	4,52	1,22
28 Haz 17	9,93	9,98	6,81	10,83	100	64,32	7,99	16,4	10,98	7,37	13,16	2,96	6,1	21,96	6,6	29,36	4,22	26,42	4,51	18,78	8,7	6,28	1,74	20,14	18,88	2,81	0,75	113,6	4,57	1,23
29 Haz 17	9,87	9,89	6,98	10,82	99,7	64,02	7,81	16,28	10,99	7,41	13,13	2,94	6,02	21,9	6,52	28,98	4,17	25,84	4,48	18,7	8,73	6,3	1,72	19,96	18,66	2,86	0,74	112,2	4,81	1,23
30 Haz 17	9,79	9,8	7,05	10,84	101,2	64,77	8,05	16,18	10,93	7,45	13,15	2,94	6,06	21,82	6,47	28,9	4,19	26,06	4,49	18,87	8,72	6,24	1,75	20,48	18,77	2,97	0,74	110,8	4,73	1,23
Aylık Ortaları	9,678	9,785	6,515	10,8225	98,965	63,768	7,488	16,448	10,872	7,1815	12,853	2,9595	5,8835	21,917	6,478	29,457	4,276	25,922	4,44	18,205	8,888	6,2855	1,654	19,285	18,893	2,5775	0,74	116,935	4,4545	1,2165
3 Tem 17	9,87	9,83	7,08	10,93	99,7	64,22	8,06	16,09	10,83	7,43	13,13	2,94	6	21,76	6,56	29,04	4,26	25,8	4,51	19	8,91	6,23	1,76	21,1	18,63	3,15	0,74	112,4	4,66	1,3
4 Tem 17	10,04	9,99	7,03	10,9	100,1	63,93	8,35	16,3	10,94	7,47	13,25	2,95	6,02	21,66	6,62	29,36	4,32	25,86	4,6	19,09	8,77	6,2	1,82	21,76	18,8	3,26	0,74	112,8	4,7	1,36
5 Tem 17	9,91	9,86	7,15	10,96	100,2	64,47	8,23	16,24	10,72	7,47	13,17	2,93	6,01	21,44	6,58	28,74	4,29	25,46	4,58	19,2	8,71	6,13	1,85	21,06	18,5	3,2	0,74	112,7	4,77	1,35
6 Tem 17	9,85	9,93	7,06	11,04	100	64,87	8,31	16,16	10,68	7,48	13,18	2,91	5,97	21,58	6,62	28,9	4,27	25,2	4,54	19,56	8,65	6,05	1,83	21,68	18,58	3,38	0,73	116,9	4,7	1,33
7 Tem 17	9,86	9,86	7,06	10,87	99,65	63,93	8,38	16,09	10,55	7,42	13,18	2,9	5,97	21,48	6,59	28,72	4,26	24,84	4,52	19,04	8,77	6,09	1,83	21	19,14	3,25	0,74	116,9	4,62	1,31
10 Tem 17	9,94	9,91	7,3	10,97	100,3	63,63	8,67	16,28	10,75	7,53	13,3	2,92	6,06	21,52	6,61	29,3	4,32	25,58	4,58	19,31	8,81	6,11	1,88	20,74	20,68	3,27	0,73	119,2	4,68	1,34
11 Tem 17	10,41	10,25	7,41	11,01	102,5	64,17	8,62	16,33	11	7,77	14	2,98	6,14	21,7	6,91	29,52	4,34	25,78	4,58	19,8	9,22	6,2	1,89	22,8	20,46	3,7	0,74	119	4,65	1,44
12 Tem 17	10,35	10,38	7,54	11,07	102,1	65,27	8,6	16,45	11,16	7,75	14,29	3,03	6,11	21,6	7,06	29,5	4,36	25,84	4,51	20,4	9,32	6,21	1,88	24	21	3,84	0,76	118,8	4,62	1,48
13 Tem 17	10,25	10,22	7,62	11,08	105	65,51	8,76	16,45	11,14	7,65	14,43	3,05	6,19	21,62	7,06	29,48	4,43	26,56	4,53	20,56	9,3	6,34	1,9	26,42	20,88	3,95	0,79	117,7	4,61	1,4
14 Tem 17	10,42	10,38	7,59	11,13	107,3	67,1	8,83	16,63	11,26	7,68	14,31	3,09	6,25	21,64	7,07	30	4,45	27	4,62	21,1	9,74	6,33	1,89	26,6	21,26	3,89	0,77	117,8	4,65	1,39
17 Tem 17	10,44	10,52	7,61	11,32	107	67,15	8,94	17	11,47	7,87	14,32	3,1	6,28	21,98	7,14	31,06	4,47	27,12	4,72	21,16	9,81	6,59	1,9	27,44	21,4	3,97	0,79	116,9	4,69	1,37
18 Tem 17	10,35	10,38	7,61	11,32	105,3	67	8,86	16,76	11,26	7,81	14,3	3,14	6,28	23,42	7,05	30,56	4,42	27,1	4,66	21,46	10,06	6,5	1,89	28,2	21,12	3,97	0,79	122,1	4,68	1,36
19 Tem 17	10,56	10,6	7,74	11,45	108	68,39	8,96	17,03	11,48	7,96	14,7	3,18	6,43	23,94	7,25	30,5	4,46	27,22	4,72	21,46	10,1	6,75	1,95	28	21,74	3,98	0,78	127,5	4,69	1,37
20 Tem 17	10,45	10,46	7,65	11,5	108,8	68,04	8,74	17,02	11,44	7,86	14,54	3,2	6,32	23,1	7,12	30,78	4,41	27	4,67	21,22	10,13	6,9	1,92	29,08	21,36	4,25	0,78	125	4,7	1,35
21 Tem 17	10,46	10,42	7,93	11,47	108,8	68,19	8,84	16,84	10,84	7,85	14,57	3,21	6,49	23,36	7,12	31,1	4,41	26,66	4,65	21,34	10,3	6,91	2,02	30,1	22,3	4,39	0,78	128,2	4,75	1,35
24 Tem 17	10,44	10,4	7,85	11,49	107,7	67,75	8,84	16,7	10,81	7,79	14,48	3,26	6,46	23,82	7,15	30,76	4,45	26,52	4,6	21,34	10,56	6,95	2,05	31,54	22,68	4,42	0,78	128,1	4,79	1,35
25 Tem 17	10,46	10,37	7,91	11,84	107,2	67,8	8,79	16,62	10,88	7,82	14,66	3,19	6,41	23,86	7,1	30,8	4,46	26,68	4,57	20,9	10,8	7,01	2,08	30,7	23,64	4,37	0,8	126,5	4,81	1,37
26 Tem 17	10,45	10,43	7,91	11,94	108,1	67,55	8,69	16,52	10,8	7,74	14,54	3,2	6,41	24	7,02	30,88	4,48	26,6	4,55	21,22	10,89	7,16	2,05	32,04	23,98	4,66	0,82	126	4,81	1,37
27 Tem 17	10,68	10,53	7,98	12,3	108,5	68,09	8,78	16,57	10,84	7,75	14,69	3,24	6,43	24,26	7,12	31,5	4,54	26,52	4,59	21,6	10,95	7,27	2,09	32,54	23,92	4,9	0,84	126,2	4,82	1,39
28 Tem 17	10,58	10,41	7,89	12,22	107,8	68,14	8,66	16,43	10,8	7,7	14,77	3,24	6,41	24,28	7,06	31,4	4,51	26,28	4,56	21,34	10,83	7,27	2,02	32,02	24,34	4,94	0,83	126,3	4,82	1,38
31 Tem 17	10,54	10,46	7,84	12,04	108,4	68,09	8,83	16,38	10,81	7,57	15,09	3,18	6,43	24,02	7,04	30,9	4,5	26	4,54	21,32	10,93	7,25	2,02	32,3	24,1	4,9	0,83	126,8	4,8	1,39
Aylık Ortaları	10,30048	10,2662	7,56	11,3738	104,88	66,347	8,6543	16,519	10,974	7,68429	14,1381	3,087619	6,2414	22,6686	6,945238	30,133	4,4005	26,2676	4,590476	20,5438	9,7886	6,592857	1,929524	26,72	21,35762	3,982857	0,77619	121,1333	4,715238	1,369048
1 Ağu 17	10,52	10,32	7,81	11,69	107	68,79	8,64	16,27	10,7	7,44	14,72	3,15	6,16	23,94	6,96	30,26	4,41	25,28	4,46	20,72	10,98	7,11	1,92	32,36	23,48	4,81	0,81	125,6	4,66	1,37
2 Ağu 17	10,55	10,39	7,85	11,6	108	69,29	8,66	16,42	10,66	7,39	14,58	3,14	6,15	24,06	6,93	30,52	4,45	25,56	4,45	20,58	11,32	7,12	1,96	33,28	24	5,48	0,89	123,7	4,65	1,36
3 Ağu 17	10,48	10,37	8,06	11,81	114	68,29	8,67	16,86	10,66	7,35	14,75	3,17	6,36	24,06	6,93	30,46	4,44	25,34	4,49	20,76	11,63	7,03	1,94	33,3	24,4	5,43	0,87	122,2	4,73	1,35
4 Ağu 17	10,63	10,56	8,19	11,82	114,1	69,38	8,87	17,17	10,81	7,53	15,06	3,22	6,37	24,44	7,08	31,38	4,54	25,3	4,55	20,9	11,97	7,03	2,02	34,5	24,32	5,78	0,89	123	4,77	1,35
7 Ağu 17	10,82	10,63	8,24	11,84	114	69,93	9,07	17,27	10,84	7,69	15,15	3,24	6,45	25,76	7,16	32,42	4,55	25,54	4,59	21,76	11,88	7,06	2,06	35,24	25,04	6,28	0,9	124,5	4,94	1,36
8 Ağu 17	10,94	10,61	8,14	11,89	117	68,14	9,05	17,21	10,8	7,69	15,14	3,18	6,44	25,88	7,13	32,18	4,51	25,42	4,57	21,58	12,02	7,07	2	34,62	24,76	6,3	0,89	122,7	4,83	1,36
9 Ağu 17	10,79	10,42	8,03	11,87	117,3	67,99	8,92	17,21	10,68	7,7	14,97	3,1	6,37	26,14	7,06	31,66	4,47	24,86	4,5	21,4	11,95	7,14	1,96	35,12	24,6	6,57	0,87	119,2	4,81	1,38
10 Ağu 17	10,61	10,33	7,8	11,91	117	67,8	8,84	17,11	10,59	7,54	14,79	3,09	6,33	26,61	6,95	31,64	4,39	24,36	4,47	21,16	12	7,18	1,97	35,36	24,68	6,74	0,87	117,5	4,75	1,36
11 Ağu 17	10,48	10,17	7,77	11,95	115	67,4	9	16,8	10,4	7,47	14,77	3,06	6,19	26,34	6,85	32,14	4,31	24,44	4,37	20,74	12,2	7,06	2	35,62	24,5	6,83	0,87	115,9	4,58	1,34
14 Ağu 17	10,8	10,47	8	12,11	116,9	67,25	9,5	17,35	10,74	7,75	14,99	3,11	6,33	27,13	7,18	32,52	4,36	25,04	4,46	21,52	12,28	7,12	2,15	36,4	25,96	7,46	0,92	117,3	4,7	1,36
15 Ağu 17	10,58	10,22	7,65	11,92	115,3	70,18	9,28	17,08	10,42	7,57	14,36	2,96	6,06	26,89	7,07	31,2	4,26	24,38	4,37	21,1	12,05	7,05	2,14	30,12	25,2	5,97	0,84	113,3	4,52	1,32
16 Ağu 17	10,55	10,22	7,84	12	113	69,63	9,3	17	10,41	7,63	14,44	2,94	6,12	26,59	7,12	31,52	4,21	24,6	4,35	20,9	11,97	7,03	2,17	31,5	25,72	6,19	0,82	113	4,44	1,31
17 Ağu 17	10,62	10,15	7,76	11,98	113,9	69,98	9,3	17,02	10,31	7,47	14,61	2,95	6,14	26,32	7,01	31,82	4,19	24,56	4,32	20,38	12,37	7,08	2,26	30,5	26,46	5,72	0,81	112,7	4,54	1,29
18 Ağu 17	10,55	10,11	7,81	11,87	115	73,55	9,26	17,09	10,28	7,38	14,63	2,94	6,13	26,46	6,99	31,86	4,33	24,32	4,3	20,48	12,42	7,02	2,3	32	26,24	5,58	0,83	112,9	4,48	1,3
21 Ağu 17	10,8	10,2	8,08	12,04	115,3	73,5	9,39	17,52	10,44	7,56	14,75	2,96	6,31	26,49	7,12	32,28	4,41	24	4,41	20,94	12,42	7,07	2,31	31,2	26,82	5,66	0,83	113	4,53	1,31
22 Ağu 17	10,72	10,2	8,17	12,17	115,2	73,55	9,56	17,76	10,37	7,52	14,52	2,93	6,27	26,16	7,07	31,72	4,36	23,88	4,39	20,74	12,46	7,08	2,3	32,14	27,28	6,7	0,82	113,3	4,47	1,32
23 Ağu 17	10,65	10,25	8,18	12,45	115,6	74,45	9,46	17,73	10,46	7,51	14,71	2,92	6,29	26,71	7,12	31,6	4,41	24,04	4,45	20,76	12,67	7,04	2,28	31,1	27,86	7,01	0,81	116,5	4,44	1,32
24 Ağu 17	10,74	10,34	8,04	12,35	115,8	73,5	9,52	17,55	10,52	7,66	14,96	2,95	6,26	26,71	7,19	31,56	4,37	24,3	4,58	21,06	12,57	7,09	2,28	30,86	27,68	6,84	0,82	115,1	4,49	1,29
25 Ağu 17	10,95	10,45	8,02	12,23	116,5	75,24	9,66	17,57	10,52	7,64	15,04	2,94	6,31	26,55	7,15	32	4,38	24,5	4,71	21,2	12,62	7,03	2,29	31,26	28,24	6,92	0,81	114,9	4,51	1,32
28 Ağu 17	10,94	10,5	8,1	12,4	117	75,29	9,88	17,7	10,66	7,59	15	2,95	6,23	26,46	7,29	31,72	4,44	24,62	4,93	21,38	12,41	7,3	2,36	31,4	28,44	6,98	0,84	114,7	4,6	1,37
29 Ağu 17	10,79	10,46	8,12	12,46	117,7	75,89	9,77	18,14	10,63	7,55	15,01	2,93	6,21	26,65	7,25	31,96	4,43	24,52	4,9	21,18	12,77	7,32	2,38	32,54	28,5	7,03	0,94	115,6	4,6	1,56
30 Ağu 17	10,74	10,34	8,22	12,37	117,3	75,94	9,76	18,04	10,6	7,49	14,82	2,94	6,24	26,95	7,2	31,6	4,44	24	4,86	21,22	12,81	7,18	2,38	32,14	28,04	6,93	0,92	115,5	4,55	1,52
Aylık Ortaları	10,69318	10,3505	7,995	12,0332	114,9	71,135	9,2436	17,267	10,568	7,55091	14,80773	3,035	6,26	26,0591	7,082273	31,637	4,3936	24,6755	4,521818	21,0209	12,171	7,100455	2,155909	32,84364	26,01	6,327727	0,857727	117,3682	4,617727	1,355455

Çizelge Ek.1(devamı)

Tarih	Garanti	Akbank	eğliDen	Turkcell	Tüpraş	Bim	THY	Koç	Sabancı	şBankas	ialkBanka	nlakKonut	Petkim	Aselsan	/akıfBanks	Tofaş	T.Sise	Arçelik	YapıKredi	AVHavá	Tekfen	ürkTelekor	KardemirL	KozaAltın	Pegasus	KozaMade	DoğanHol	Otokar	EczacıBaş	Şekerbank
5 Eyl 17	10,54	10,34	8,12	12,27	116,9	75,39	9,71	17,69	10,5	7,4	14,2	2,88	6,1	26,65	6,96	32,1	4,29	24,1	4,65	21,08	12,17	7,11	2,35	33,06	27,74	7,29	0,89	114,8	4,51	1,53
6 Eyl 17	10,59	10,26	8,15	12,25	123,5	76,83	9,83	17,82	10,46	7,39	14,29	2,88	6,21	26,85	6,93	32,16	4,27	23,66	4,71	20,86	12,23	7,15	2,47	33,14	28,24	7,54	0,93	115,4	4,54	1,55
7 Eyl 17	10,67	10,15	8,15	12,16	123,9	77,47	10,04	17,86	10,38	7,33	13,59	2,87	6,23	26,79	6,84	32,96	4,29	23,6	4,68	20,98	12,24	7,15	2,51	34,4	28,6	7,84	1,01	116,9	4,6	1,59
8 Eyl 17	10,44	10,03	8,05	12,13	124,9	75,39	9,89	17,63	10,32	7,24	13,01	2,81	6,23	26,71	6,72	32,92	4,24	23,5	4,56	20,72	11,89	6,98	2,49	32,92	28,92	7,56	1,02	116	4,7	1,59
11 Eyl 17	10,47	10,14	8,1	12,35	124,5	75,24	10,23	17,59	10,51	7,36	13,14	2,85	6,36	27,03	6,84	32,72	4,26	23,4	4,68	20,92	12,13	7,03	2,62	32,5	30,48	7,7	1,04	115,9	4,82	1,6
12 Eyl 17	10,46	10,19	8,02	12,53	123	74,7	10,47	17,37	10,51	7,32	13,12	2,88	6,37	27,05	6,79	32,3	4,22	23,12	4,63	19,95	11,77	6,98	2,62	32,06	30,3	7,55	1,07	115,4	4,79	1,66
13 Eyl 17	10,43	10,08	7,81	12,22	122	74,7	10,03	17,34	10,68	7,31	12,91	2,87	6,21	27,43	6,69	31,72	4,2	23,18	4,54	19,74	11,62	6,92	2,49	31,7	29,24	7,44	1,05	112,8	4,7	1,62
14 Eyl 17	10,55	10,2	7,98	12,08	122,5	73,85	9,92	17,34	10,9	7,28	12,88	2,85	6,19	27,4	6,76	31,52	4,18	23,04	4,52	19,35	11,62	6,78	2,49	31,14	27,6	7,67	1,02	113,8	4,63	1,6
15 Eyl 17	10,56	10,23	7,85	11,93	122,2	73,45	9,81	17,45	10,76	7,32	12,76	2,84	6,24	27,32	6,71	31,8	4,19	23,3	4,48	19,04	11,85	6,56	2,5	31,06	28,02	7,48	0,98	113,8	4,66	1,59
18 Eyl 17	10,57	10,17	7,73	11,75	122,2	74,84	9,27	17,36	10,79	7,19	12,54	2,75	6,09	26,88	6,7	31,26	4,13	23,16	4,43	18,28	11,61	6,64	2,31	30,32	26,26	7,29	0,93	110,4	4,51	1,52
19 Eyl 17	10,33	9,91	7,48	11,83	121,6	74,79	9,21	16,82	10,36	7,11	12,57	2,76	6,07	26,38	6,65	30,32	4,15	22,68	4,37	18,16	11,46	6,58	2,25	29,58	26,06	7,14	0,89	106,1	4,36	1,52
20 Eyl 17	10,44	9,85	7,58	11,88	119,7	75,44	9,32	16,86	10,39	7,25	12,56	2,76	6,07	26,76	6,64	30,74	4,17	22,54	4,35	18,49	11,83	6,61	2,32	30,96	26,68	7,27	0,91	104,7	4,36	1,54
21 Eyl 17	10,14	9,71	7,52	11,73	118,7	74,94	9,24	16,66	10,38	7,06	12,43	2,69	5,96	26,34	6,56	31,16	4,17	22,92	4,34	18,31	11,44	6,62	2,28	30,08	26,1	7	0,9	104,3	4,27	1,52
22 Eyl 17	10,23	9,93	7,41	11,73	118	76,04	9,38	16,61	10,44	7,07	12,43	2,68	5,94	26,18	6,53	30,74	4,13	22,76	4,35	18,28	11,15	6,57	2,24	29,38	26,22	6,76	0,89	103,4	4,28	1,51
25 Eyl 17	9,99	9,8	7,5	11,75	119,6	75,24	8,77	16,37	10,15	6,93	12,08	2,62	5,81	24,42	6,44	30,32	4,07	22,28	4,23	18,12	10,97	6,41	2,14	28,4	24,58	6,68	0,83	102	4,14	1,45
26 Eyl 17	10,21	9,91	7,86	11,73	121,5	73,8	9	16,52	10,24	7,02	12,38	2,72	6	25,02	6,5	30,62	4,1	22,94	4,36	18,78	10,97	6,49	2,31	29,8	25,72	6,88	0,86	102,4	4,29	1,49
27 Eyl 17	9,61	9,34	7,8	11,75	118,8	72,71	8,6	16,19	10,08	6,81	11,93	2,63	5,83	25,1	6,19	30,18	4,02	22,58	4,15	18,16	11,42	6,42	2,22	28,92	24,8	6,72	0,84	100,2	4,16	1,43
28 Eyl 17	9,83	9,45	7,68	12,11	119	73,31	8,91	16,35	10,09	6,86	12,36	2,66	5,9	26,32	6,36	30,02	4,08	22,62	4,33	17,76	11,74	6,66	2,25	30,9	25,28	6,89	0,85	101,8	4,22	1,45
29 Eyl 17	9,68	9,4	7,73	12,32	121,6	73,7	8,75	16,35	10,02	6,78	12,12	2,68	5,98	26,28	6,27	30,88	4,1	22,72	4,32	17,65	11,71	6,79	2,27	31,2	24,92	7,06	0,87	101	4,3	1,45
Aylık Ortaları	10,30211	9,95211	7,817	12,0263	121,27	74,833	9,4937	17,062	10,419	7,15947	12,80526	2,772632	6,0942	26,4689	6,635789	31,392	4,1716	23,0579	4,456842	19,1911	11,675	6,760526	2,375263	31,13263	27,14526	7,250526	0,935789	109,0053	4,465263	1,537368
2 Eki 17	9,77	9,46	7,92	12,13	122,6	74,1	9,06	16,41	10,12	6,86	12,31	2,7	6,04	26,68	6,34	31,02	4,15	22,88	4,34	17,7	11,9	6,66	2,3	32,4	25,52	7,33	0,89	102,9	4,39	1,52
3 Eki 17	9,74	9,45	8,2	11,97	123,3	73,6	8,94	16,56	10,11	6,78	12,16	2,71	6,15	26,56	6,23	30,86	4,16	22,66	4,37	17,42	11,87	6,63	2,32	31,78	26,08	7,15	0,93	103,5	4,37	1,53
4 Eki 17	9,99	9,62	8,05	11,98	123,1	73,5	9,18	16,47	10,14	6,88	12,22	2,69	6,11	26,64	6,27	30,82	4,15	22,66	4,41	17,9	11,91	6,6	2,47	32,38	26,48	7,24	0,95	103,5	4,4	1,55
5 Eki 17	9,9	9,52	8,14	12,37	121,6	73,06	9,14	16,4	10,05	6,82	12,1	2,67	6,25	26,36	6,21	30,44	4,14	22,76	4,39	17,57	11,95	6,86	2,51	31,9	26	7,22	0,97	102,7	4,38	1,53
6 Eki 17	9,88	9,46	8,11	12,48	123,3	72,71	9,29	16,2	9,96	6,89	12,03	2,64	6,24	26,5	6,19	30,58	4,11	22,64	4,35	17,29	11,8	6,72	2,46	31,42	26	7	0,97	101,7	4,33	1,52
9 Eki 17	9,6	9,19	8,05	12,36	120,8	71,17	8,43	15,61	9,88	6,75	11,5	2,53	6,09	25,86	5,98	29,84	3,99	21,76	4,17	16,5	11,51	6,47	2,38	30	24,38	6,63	0,9	98,5	4,11	1,44
10 Eki 17	9,81	9,47	8,17	12,47	122,7	71,52	8,66	15,96	10,17	6,85	11,84	2,62	6,24	26,5	6,17	30,24	4,08	22,04	4,27	16,77	11,95	6,57	2,49	30,7	25,26	6,79	0,92	101,1	4,22	1,48
11 Eki 17	9,9	9,43	8,08	12,79	122,5	73,85	8,85	16,12	10,02	6,81	11,77	2,64	6,25	26,42	6,15	30,42	4,09	21,96	4,25	17,41	12,27	6,62	2,47	31,12	26,44	6,75	0,93	103	4,23	1,5
12 Eki 17	10,02	9,69	8,46	13,14	127,5	74,84	9,13	16,34	10,18	6,88	11,85	2,62	6,39	27	6,27	30,54	4,17	22,6	4,36	17,6	12,64	6,89	2,54	31,2	27,04	6,75	0,95	103,4	4,28	1,52
13 Eki 17	10,15	9,7	8,49	13,1	127,9	75,39	9,15	16,33	10,17	6,96	11,72	2,62	6,37	27,54	6,25	30,36	4,14	22,74	4,42	17,6	12,65	6,81	2,55	31,5	26,9	6,62	0,92	108	4,33	1,5
16 Eki 17	10,23	9,63	8,47	13,19	128,7	75,19	9,35	16,35	10,16	6,91	11,78	2,6	6,31	28,28	6,24	30,4	4,15	22,58	4,4	17,57	12,83	6,68	2,74	31,5	28,06	6,51	0,93	109	4,32	1,52
17 Eki 17	10,27	9,61	8,44	13,7	128,1	75,64	9,49	16,45	10,18	6,89	11,71	2,59	6,29	28,68	6,27	30,42	4,14	22,62	4,43	17,78	12,82	6,81	2,64	31,8	28,82	6,76	0,92	109,8	4,37	1,52
18 Eki 17	10,2	9,59	8,36	13,77	128,7	76,73	9,6	16,3	10,14	6,82	11,79	2,65	6,28	28,68	6,2	30,14	4,16	22,46	4,4	17,86	12,64	6,73	2,63	31,06	29,1	6,57	0,92	107,8	4,42	1,52
19 Eki 17	10,42	9,84	8,46	13,69	130,3	75,34	9,94	16,65	10,37	7,04	12,02	2,69	6,33	28,9	6,43	30,4	4,29	23,1	4,51	18,37	12,91	6,78	2,64	31,42	29,84	6,61	0,92	108,8	4,46	1,54
20 Eki 17	10,38	9,79	8,48	13,65	130,7	76,53	9,88	16,67	10,36	7,01	11,95	2,73	6,32	29,74	6,45	30,24	4,28	23,36	4,47	18,42	12,84	6,77	2,6	33,24	29,64	6,68	0,93	106,8	4,41	1,57
23 Eki 17	9,98	9,52	8,41	13,59	133	76,53	9,88	16,61	10,22	6,85	11,48	2,68	6,31	30,92	6,26	30,12	4,29	21,8	4,39	18,25	12,8	6,72	2,53	33,8	29,28	6,79	0,92	106,9	4,34	1,54
24 Eki 17	9,9	9,51	8,62	13,77	132,5	75,04	9,88	16,67	10,21	6,94	11,28	2,68	6,32	31,48	6,19	30,18	4,35	21,08	4,37	17,74	12,82	6,64	2,59	33,42	28,88	6,55	0,91	107,8	4,31	1,52
25 Eki 17	10,11	9,81	8,73	13,62	131,8	75,74	10,04	16,61	10,24	7,13	11,44	2,74	6,43	31,52	6,43	30,08	4,46	20,64	4,46	18,33	12,5	6,37	2,65	33,7	30,12	6,54	0,91	109,7	4,39	1,52
26 Eki 17	9,84	9,63	8,57	13,56	131,9	76,08	9,87	16,5	10,29	6,91	11,2	2,66	6,37	32,19	6,28	29,88	4,47	20,54	4,42	18,45	12,75	6,38	2,64	34,5	29,88	6,61	0,9	108,4	4,39	1,5
27 Eki 17	10,1	9,59	8,51	13,92	134,3	76,28	10,1	16,41	10,32	6,88	11,07	2,7	6,42	32,13	6,15	30,14	4,47	20,48	4,4	18,73	12,96	6,28	2,48	33,6	30	6,32	0,89	107,8	4,44	1,49
30 Eki 17	10,11	9,7	8,56	13,76	135,2	76,93	10,21	16,43	10,3	7	11,08	2,71	6,6	32,59	6,2	30,16	4,43	20,62	4,54	18,7	12,69	6,25	2,46	33,14	29,88	6,36	0,91	108,4	4,51	1,48
31 Eki 17	10,43	10,01	8,9	13,75	136,5	76,78	10,38	16,96	10,54	7,14	11,06	2,64	6,64	33,91	6,33	30,88	4,45	20,72	4,6	18,87	12,81	6,45	2,42	32,88	29,94	6,13	0,92	110,2	4,61	1,53
Aylık Ortaları	10,03318	9,60091	8,372	13,1255	128,05	74,843	9,475	16,41	10,188	6,90909	11,69818	2,659545	6,3068	28,8673	6,249545	30,371	4,2327	22,0318	4,396364	17,8559	12,446	6,622273	2,523182	32,20273	27,88818	6,723182	0,923182	105,8955	4,364091	1,515455
1 Kas 17	10,84	10,4	9,22	14,47	137,1	79,31	10,51	17,57	10,78	7,41	11,25	2,69	6,69	33,25	6,55	31,36	4,51	21,26	4,72	19,42	13,46	6,57	2,69	33,94	30,84	6,16	0,94	111	4,72	1,54
2 Kas 17	10,85	10,36	9,23	13,79	140,7	79,21	10,46	17,85	10,92	7,46	11,1	2,75	6,69	33,93	6,5	31,56	4,6	21,24	4,85	19,94	13,43	6,51	2,63	32,98	31	5,99	0,94	112,7	4,64	1,5
3 Kas 17	10,58	9,98	9,17	13,59	139,8	78,96	10,43	17,37	10,53	7,16	10,56	2,79	6,69	35,35	6,17	31,42	4,55	20,9	4,66	19,7	13,76	6,32	2,53	31,3	30,5	5,88	0,91	115	4,64	1,46
6 Kas 17	10,83	10,31	9,52	14,01	143,6	79,36	11,05	17,77	10,85	7,35	10,98	2,81	6,95	38,47	6,28	32,64	4,68	21,2	4,75	19,88	13,95	6,4	2,59	31,7	31,62	6,1	0,94	124	4,84	1,49
7 Kas 17	10,47	10,05	9,6	13,96	140,5	80,75	10,58	17,29	10,48	7,07	10,37	2,73	6,75	38,83	6	32,7	4,64	20,78	4,54	19,85	14,12	6,37	2,51	31,04	30,4	5,9	0,93	132	4,78	1,43
8 Kas 17	10,38	9,83	9,51	13,6	140	81,25	10,55	17,44	10,61	6,95	10,32	2,71	6,82	39,37	5,99	33,92	4,75	20,8	4,46	19,92	14,54	6,29	2,48	30,68	29,98	5,82	0,94	125,9	4,7	1,42
9 Kas 17	10,15	9,64	9,82	13,67	126,5	79,55	10,51	16,78	10,71	6,82	10,11	2,66	6,62	39,27	5,91	34,02	4,68	20,56	4,47	19,88	14,37	6,15	2,47	31,7	29,38	6,06	0,91	118,6	4,67	1,37
10 Kas 17	10,08	9,64	9,66	13,44	124,1	78,75	10,01	16,7	10,53	6,69	9,89	2,62	6,65	39,73	5,74	33,78	4,71	20,34	4,48	19,67	14,7	5,97	2,4	31,66	27,5	6,13	0,91	123,5	4,64	1,39
13 Kas 17	10,22	9,79	9,44	13,5	127,2	78,55	9,79	16,77	10,51	6,74	9,77	2,59	6,57	42,07	5,77	33,32	4,66	20,2	4,42	18,41	13,83	5,93	2,32	30,6	26,28	5,79	0,91	120,4	4,59	1,41
14 Kas 17	10,56	9,9	9,36	13,74	125,6	78,15	10,44	16,88	10,67	6,9	9,83	2,67	6,51	45,22	6,02	32,78	4,6	20,28	4,54	18,74	14,37	5,97	2,43	30,64	27,72	5,64	0,93	119,7	4,76	1,4
15 Kas 17	10,32	9,63	8,94	13,83	122,4	77	10,1	16,72	11	6,67	10,05	2,6	6,37	40,09	5,83	32,62	4,44	20,6	4,42	17,82	14,26	5,76	2,25	30,04	25,94	5,38	0,93	116	4,64	1,35
16 Kas 17	10,22	9,6	8,84	13,82	121,5	77,05	10,1	16,9	11,02	6,55	10,64	2,6	6,41	32,33	5,77	32,92	4,46	20,38	4,5	18,12	13,69	5,84	2,24	29,82	25,64	5,28	0,93	119,4	4,59	1,32
17 Kas 17	9,97	9,56	8,8	13,86	124,8	77,25	10,46	16,86	11,09	6,35	9,98	2,55	6,46	33,59	5,69	32,56	4,41	19,62	4,39	17,82	14,6	5,77	2,18	30	26	5,05	0,89	121,3	4,42	1,3
20 Kas 17	9,66	9,09	8,76	13,75	122,9	75,75	10,27	16,58	10,68	6,12	9,64	2,47	6,39	33,23	5,47	32,58	4,35	19,57	4,13	17,92	14,21	5,68	2,13	29,6	24,82	4,87	0,84	117,1	4,29	1,27
21 Kas 17	9,66	9,06	8,97	13,98	127,1	75,5	10,8	16,74	10,75	6,18	9,5	2,53	6,48	33,25	5,62	32,88	4,44	19,64	4,12	18,4	14,92	5,67	2,17	29,74	26,16	4,94	0,83	117,5	4,35	1,28
22 Kas 17	9,85	9,29	9	13,83	127	74,55	11,1	16,8	10,74	6,34	9,57	2,51	6,57	32,75	5,72	32,82	4,48	19,4	4,16	18,98	15,25	5,67	2,19	30	26,98	4,94	0,82	123,5	4,34	1,28
23 Kas 17	9,57	8,99	9,15	13,98	126,1	74,65	11,25	16,7	10,55	6,13	9,37	2,48	6,54	32,13	5,62	32,74	4,45	19,4	4,08	18,61	15,01	5,68	2,25	30,14	26,64	5,11	0,83	117	4,34	1,29
24 Kas 17	9,48	8,87	9,34	13,98	124,1	73,7	11,39	16,52	10,48	6,17	9,35	2,5	6,51	32,21	5,67	33	4,43	19,28	4,08	18,7	14,76	5,55	2,21	30,04	26,64	4,96	0,83	115,7	4,32	1,31
27 Kas 17	9,54	8,9	9,09	13,74	124,6	73	11,84	16,5	10,59	6,18	9,39	2,52	6,61	32,21	5,79	32,78	4,42	19,71	4,15	18,95	14,31	5,64	2,23	31,32	27,62	4,97	0,84	115	4,34	1,31
28 Kas 17	9,21	8,75	8,63	13,74	122,8	73,2	11,18	16,5	10,5	6,03	8,65	2,44	6,38	30,02	5,47	32,3	4,29	19,36	4,03	19,01	14,45	5,33	2,13	29,68	26	4,49	0,81	108,9	4,17	1,29
29 Kas 17	9,33	8,91	8,58	14,24	120,5	72,25	11,9	16,13	10,34	6,08	8,8	2,4	6,31	29,98	5,53	31,6	4,21	19,29	4,05	19,03	14,61	5,3	2,09	29,98	26,16	4,64	0,79	105	4,14	1,27
30 Kas 17	9,61	8,99	8,61	14,76	121,2	72,35	12,26	16,49	10,17	6,17	8,88	2,46	6,52	33,27	5,79	31,2	4,19	19,81	4,15	19,52	14,16	5,69	2,16	30,18	26,52	4,63	0,8	107	4,19	1,34
Aylık Ortaları	10,06273	9,52455	9,147	13,8764	128,64	76,822	10,772	16,903	10,659	6,61455	9,909091	2,594545	6,5677	35,4795	5,859091	32,614	4,4977	20,1645	4,370455	19,0132	14,307	5,911818	2,330909	30,76273	27,74273	5,396818	0,881818	117,5545	4,505	1,364545

Çizelge Ek.1(devamı)

Tarih	Garanti	Akbank	eğliDer	Turkcell	Tüpraş	Bim	THY	Koç	Sabancı	şBankası	talkBankası	nlakKonutl	Petkim	Aselsan	'alıfBanks	Tofaş	T.Sise	Arçelik	YapıKredi	AVHava	Tekfen	türkTeleko	KardemirD	KozaAltın	Pegasus	ÇozaMadei	DoğanHol	Otokar	ŞeczacıBaş	Şekerbank
1 Ara 17	9,48	8,82	8,4	14,62	118	73,65	12,5	16,54	10,23	6,25	8,8	2,43	6,55	32,97	5,58	30,96	4,15	20,28	4,06	19,95	14,61	5,76	2,13	29,8	26,3	4,77	0,8	110,6	4,14	1,35
4 Ara 17	9,7	8,99	8,86	14,46	118,7	72,85	12,72	17,11	10,3	6,51	8,88	2,47	6,81	32,63	5,7	31,02	4,22	20,36	4,14	20,14	15,06	5,63	2,26	30,6	28	5,01	0,8	113,1	4,17	1,36
5 Ara 17	9,93	9,08	8,88	14,62	120,5	72,8	12,8	17,31	10,54	6,51	9,46	2,48	6,81	32,21	5,89	31,54	4,23	20,36	4,2	20,5	15,47	5,81	2,35	30,42	29,08	4,94	0,81	113,2	4,23	1,36
6 Ara 17	9,77	8,89	8,68	14,5	117,1	73,2	12,73	17,18	10,34	6,47	9,33	2,5	6,83	31,62	5,76	31,5	4,14	20,32	4,14	20,6	15,53	5,94	2,35	31,04	29,08	4,82	0,82	119,6	4,18	1,36
7 Ara 17	9,84	8,92	8,96	14,5	117,3	72,6	13,31	17,65	10,39	6,63	9,27	2,58	6,94	31,78	5,81	32,32	4,24	20,3	4,14	21,2	15,58	6,14	2,37	30,98	30,76	4,77	0,82	118	4,25	1,38
8 Ara 17	10,05	9,14	8,94	14,58	118	73,7	13,59	17,58	10,56	6,71	9,92	2,61	6,9	33,49	6,05	32,5	4,34	20,5	4,22	21,1	16,12	6,12	2,38	31,04	31,12	4,81	0,85	120,5	4,28	1,4
11 Ara 17	10,1	9,35	9,31	14,87	117,6	72,95	13,42	17,81	10,74	6,68	10,71	2,65	6,95	33,39	6,2	32,04	4,43	20,74	4,27	20,56	16,03	6,23	2,56	31,4	30,56	4,91	0,85	124	4,29	1,41
12 Ara 17	10,06	9,35	9,05	14,86	117,7	74,7	13,9	17,84	10,57	6,59	10,55	2,63	6,88	32,73	6,23	32,72	4,37	20,5	4,23	20,88	15,85	6,17	2,52	32,52	30,6	5,83	0,84	123,3	4,23	1,42
13 Ara 17	9,9	9,29	9,03	15,05	118,4	74,4	13,65	17,55	10,32	6,4	10,27	2,59	7,08	32,17	6,14	32,96	4,31	20,4	4,21	20,84	15,81	6,12	2,53	31,38	30,8	5,44	0,83	122,2	4,19	1,38
14 Ara 17	10,17	9,46	9,26	15,05	115,6	75,55	14,41	17,8	10,47	6,52	10,4	2,67	7,14	32,62	6,22	33,22	4,36	20,58	4,29	21,1	16,55	6,17	2,65	31,3	31,76	5,46	0,84	122,1	4,23	1,43
15 Ara 17	10,03	9,35	9,33	14,84	114,8	75,25	14,26	17,51	10,47	6,52	10,78	2,67	7,25	33,02	6,3	32,74	4,25	20,62	4,22	21,76	16,24	6,32	2,77	32,44	32,56	5,58	0,84	121,3	4,28	1,48
18 Ara 17	10,19	9,44	9,46	15,15	112,4	74,9	14,63	17,59	10,59	6,55	10,65	2,81	7,23	32,74	6,27	32,26	4,31	20,62	4,25	21,56	15,9	6,26	2,78	33,7	32,82	6,18	0,85	121,5	4,31	1,5
19 Ara 17	10,07	9,37	9,39	15,03	116	74,9	14,89	17,42	10,56	6,56	10,59	2,73	7,25	32,42	6,3	31,66	4,25	20,5	4,21	22,08	15,81	6,39	2,9	33,22	32,8	6,29	0,85	121,5	4,34	1,8
20 Ara 17	10,03	9,37	9,62	14,7	122,2	73,9	15,15	17,24	10,73	6,53	10,62	2,72	7,21	32,44	6,29	31,38	4,38	20,5	4,21	21,96	15,26	6,32	2,96	33,04	32,88	6,25	0,87	120,1	4,32	1,83
21 Ara 17	10,12	9,4	9,47	15,04	120,4	77,1	15,44	17,53	10,81	6,67	10,39	2,71	7,22	32,24	6,51	31,84	4,47	20,58	4,2	21,74	16,57	6,32	2,93	33,24	32,98	6,22	0,85	119,8	4,35	1,72
22 Ara 17	10,11	9,35	9,64	15,01	119,5	76,25	15,15	17,4	10,78	6,71	10,24	2,73	7,45	32,14	6,34	31,28	4,48	20,48	4,21	21,48	16,06	6,31	3,07	33,38	32,2	6,34	0,86	118,3	4,4	1,67
25 Ara 17	10,17	9,39	9,77	14,82	120,4	77,3	15	17,58	10,75	6,72	10,24	2,75	7,5	32,42	6,46	31,62	4,58	20,54	4,23	21,4	16,18	6,33	3,12	34,9	31,92	6,56	0,86	120,2	4,51	1,69
26 Ara 17	10,24	9,41	9,63	15,16	119,8	78,15	15,12	17,49	10,75	6,76	10,16	2,77	7,53	32,42	6,41	31,44	4,54	20,54	4,24	21,72	16,21	6,31	2,99	38	32	6,69	0,86	119,4	4,44	1,76
27 Ara 17	10,32	9,4	9,69	14,95	119	77,05	15,38	17,67	10,86	6,86	10,33	2,76	7,41	30,58	6,47	32,16	4,51	20,48	4,23	22	16,6	6,29	3,13	37	33,06	6,5	0,87	119,7	4,43	1,74
28 Ara 17	10,67	9,73	9,88	15,31	122,1	77,8	15,72	18,25	10,97	6,98	10,66	2,84	7,66	30,54	6,74	32,36	4,69	21,06	4,32	22	16,92	6,43	3,26	37,02	33,74	6,43	0,88	121,4	4,48	1,77
29 Ara 17	10,72	9,85	10,02	15,48	121,5	78,1	15,69	18,48	11,12	6,97	10,78	2,81	7,77	31,8	6,77	33,02	4,7	21,52	4,34	22,46	17	6,44	3,21	38,2	33,8	6,44	0,87	123,8	4,41	1,83
Aylık Ortalam	10,07952	9,30238	9,299	14,8857	118,43	75,1	14,26	17,549	10,612	6,62381	10,14429	2,662381	7,1605	32,3033	6,211429	32,026	4,3786	20,561	4,217143	21,2871	15,97	6,181429	2,724762	33,07714	31,37238	5,725714	0,84381	119,6952	4,307619	1,554286

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	BERAT YILDIZ
Uyruğu	**:**	T.C
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	İZMİR 02.04.1988
Telefon	**:**	-
Faks	**:**	-
e-mail	**:**	beratyildiz3535@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Namık Kemal Lisesi, İzmir	**2007**
Üniversite (Önlisans)	:	Süleyman Demirel Üniversitesi/Uluborlu Selahattin Karasoy Meslek Yüksekokulu (Bilgisayar Programcılığı)	**2011**
Üniversite (Lisans)	:	Selçuk Üniversitesi, İstatistik	**2016**
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi, İstatistik Ana Bilim Dalı	**-**

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2011	Süleyman Demirel Üniversitesi	Teknik Servis
2014	LCW	Satış Danışmanı

UZMANLIK ALANI

İstatistik
Yöneylem Araştırması

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Yıldız, B., Yapıcı Pehlivan, N., Şahin A., 2019, Application of Metaheuristic Methods For Portfolio Optimization Problem, *International Conference on Mathematics and Mathematics Education (ICMME 2019), Selçuk University, Konya, July 11-13, 2019), Abstract Book,225.*