

EVİRİSEL ALGORİTMALAR İLE YAYILMA STRATEJİSİ
OPSİYON ÇİFTLERİNİN ENİYİLEMESİNE BAĞLI İKİ
AŞAMALI BİR ALIM SATIM MODELİ GELİŞTİRİLMESİ

MUSTAFA UÇAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ

TOBB EKONOMİ VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AĞUSTOS 2014
ANKARA

Fen Bilimleri Enstitü onayı

Prof. Dr. Osman EROĞUL
Müdür

Bu tezin Yüksek Lisans derecesinin tüm gereksinimlerini sağladığını onaylarım.

Doç. Dr. Erdoğan DOĞDU
Anabilim Dalı Başkanı

MUSTAFA UÇAR tarafından hazırlanan EVRİMSEL ALGORİTMALAR İLE YAYILMA STRATEJİSİ OPSİYON ÇİFTLERİNİN ENİYİLEMESİNE BAĞLI İKİ AŞAMALI BİR ALIM SATIM MODELİ GELİŞTİRİLMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Ahmet Murat ÖZBAYOĞLU
Tez Danışmanı

Tez Jüri Üyeleri

Başkan : Doç. Dr. Coşku KASNAKOĞLU _____

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ahmet Murat ÖZBAYOĞLU _____

Üye : Yrd. Doç. Dr. Tansel ÖZYER _____

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mustafa UÇAR

Üniversitesi : TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi
Enstitüsü : Fen Bilimleri
Anabilim Dalı : Bilgisayar Mühendisliği
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Ahmet Murat ÖZBAYOĞLU
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans – Ağustos 2014

Mustafa UÇAR

EVRİMSEL ALGORİTMALAR İLE YAYILMA STRATEJİSİ OPSİYON ÇİFTLERİNİN ENİYİLEMESİNE BAĞLI İKİ AŞAMALI BİR ALIM SATIM MODELİ GELİŞTİRİLMESİ

ÖZET

Yapay zeka, portföy optimizasyonu ve fiyatlandırma problemlerinde uzun süredir kullanılmaktadır. Bu çalışmada iki aşamalı bir opsiyon stratejisi modellenmiş, Genetik Algoritma ve Parçacık Sürüsü Eniyilemesi algoritmalarıyla eniyilenmesi amaçlanmıştır. Finansal stratejiler eniyileneceklerinde fiyatların yükselme ve düşme eğiliminde olanlar olmak üzere ikiye ayrılarak eniyilenmeleri başarımlı arttırmaktadır[29]. Bu nedenle ilk aşamada, eğilim tespit yönteminin eniyilenmesi amaçlanmıştır. Eğilim tespiti için finansal varlığın yakın geçmiş ve uzak geçmişteki fiyat ortalamaları alınmıştır. Yakın geçmiş ortalaması uzak geçmiş ortalamasından fazla olduğunda fiyatın yükselme, tersi durumda ise düşme eğiliminde olduğu kabul edilmiştir. 1. aşamada yakın geçmişin ve uzak geçmişin kaç günden oluşacağı parametreleri eniyilenmiştir. 2. aşamada, 1. aşamada bulunan değerler kullanılarak eğilim tespiti yapılmış, fiyatın yükselme eğilimi göstermesi durumunda Alım Opsiyonlu Yayılım Stratejisi, düşme eğilimi göstermesi durumunda da Satım Opsiyonlu Yayılım Stratejisi kullanılmıştır. Alınacak/satılacak opsiyonların kullanım fiyatları ve vadeleri eniyilenmiştir. Geliştirilen model 5 ETF üzerinde denenmiş, sonuçlar 3 farklı stratejiyle karşılaştırılmış ve en yüksek kârı bu çalışmada önerilen modelin getirdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Teknik Analiz, Opsiyon, Alım Satım Stratejisi, Genetik Algoritma, Parçacık Sürüsü Eniyilemesi.

University : TOBB University of Economics and Technology
Institute : Institute of Natural and Applied Sciences
Science Programme : Computer Engineering
Supervisor : Asst. Prof. Ahmet Murat ÖZBAYOĞLU
Degree Awarded and Date : M.Sc. – AUGUST 2014

Mustafa UÇAR

**DEVELOPING A TWO LEVEL OPTION TRADING STRATEGY
BASED ON OPTION PAIR OPTIMIZATION OF SPREAD
STRATEGIES WITH EVOLUTIONARY ALGORITHMS**

ABSTRACT

Artificial intelligence methods are being used for a long time for portfolio optimization and asset pricing. In this study, a two level option trading strategy has been modeled and optimized by Genetic Algorithm and Particle Swarm Optimization. It is known that performance of financial strategies go up when prices are grouped by trend[29]. Therefore, trending strategy is optimized in the first level. Short-term and long-term average prices are calculated for trending strategy. When short-term average is greater than long-term average, it is accepted as a sign of upward trend; and when short-term average is less than long-term average, it is accepted as a sign of downward trend. Length of short-term and long-term ranges are optimized in the first level. In the second level, trend is identified by results of the first level. Then, The Bull Call Spread strategy is used in upward trend days and The Bear Call Spread is used in downward trend days. Strike prices and expiration dates of the options to be traded are optimized. This model is tested on 5 different ETF's, results are compared with 3 different strategies in the literature and it is observed that this model makes highest profit among these strategies.

Keywords: Technical Analysis, Option, Option Trading, Genetic Algorithm, Particle Swarm Optimization.

TEŞEKKÜR

Bu alıőmada bana yol gösteren ve her zaman yardımcı olan danıőmanım Yrd. Doç. Dr. Ahmet Murat ÖZBAYOĞLU'na, yardımını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen İlknur BAYRAM'a, eğitim hayatımda önemli yeri olan ablam Sibel UÇAR'a ve aileme teşekkür ederim.

İçindekiler

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ	xiv
TABLO LİSTESİ	xvii
SEMBOLLER	xxi
1 GİRİŞ	1
2 PROBLEM TANIMI	2

3 FİNANSAL KAVRAMLAR	3
3.1 Temel Finansal Kavramlar	3
3.2 Opsiyon	3
3.2.1 Opsiyon Nedir?	3
3.2.2 Opsiyonun Alış ve Satış Fiyatı	5
3.2.3 Opsiyonların Kullanım Amaçları	6
3.2.4 Çalışmada Modellenen ve Karşılaştırılan Opsiyon Stratejileri	7
3.2.4.1 Korunmalı Alım Opsiyonu Stratejisi	7
3.2.4.2 Alım Opsiyonlu Yayılım Stratejisi	8
3.2.4.3 Satım Opsiyonlu Yayılım Stratejisi	9
3.3 Teknik Analiz	10
3.3.1 Göstergeler	11
3.3.1.1 Basit Hareketli Ortalama (BHO)	11
3.3.1.2 Sharpe Oranı	11
3.3.1.3 Göreceli Güç Endeksi (RSI)	13
3.3.2 Eğilim Tespiti	14
3.3.2.1 Basit Hareketli Ortalama ile Eğilim Tespiti . . .	14
3.3.2.2 Pencere Gezdirme ile Eğilim Tespiti	15
3.3.3 Literatür Taraması	16

4	KULLANILAN ALGORİTMALAR	17
4.1	Genetik Algoritma	17
4.1.1	Çaprazlanacak Kromozomların Seçilmesi	18
4.1.2	Çaprazlama Oranı	18
4.1.3	Çaprazlama Yöntemi	19
4.1.4	Mutasyon ve mutasyon oranı	19
4.1.5	Elitizm	20
4.1.6	Algoritmanın sonlandırılması	20
4.1.7	Literatür Taraması	20
4.2	Paçacık Sürüsü Eniyilemesi	22
4.2.1	PSE Algoritmasının İhtiyaç Duyduğu Parametreler	22
4.2.2	Parçacık Yapısı	23
4.2.3	Parçacıkların Hareket Ettirilmesi	23
4.2.4	Algoritmanın Sonlandırılması	24
4.2.5	Literatür Taraması	24
5	PROTOTİP GELİŞTİRME YAZILIMI	26
5.1	Kullanıcı Arayüzü	26
5.1.1	Eniyilenecek Parametreler	26

5.1.2	Algoritma ve Parametreleri	27
5.1.3	Alım-Satım Stratejisi	28
5.1.4	Sonuçlar	30
5.2	Veri Yükleme ve Sonuçların Kaydedilmesi	31
6	GELİŞTİRİLEN VE KARŞILAŞTIRILAN MODELLER	34
6.1	2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisi	34
6.1.1	1. Aşama - Alım Satım Sinyallerinin Oluşturulması	34
6.1.1.1	Kromozom Yapısı	35
6.1.1.2	Uygunluk Fonksiyonu	35
6.1.2	2. Aşama - Opsiyon ile Kârın Arttırılması	37
6.1.2.1	Kromozom Yapısı	37
6.1.2.2	Uygunluk Fonksiyonu	38
6.2	3 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisi	39
6.2.1	1. Aşama - Eğilim Tespitinin Eniyilenmesi	39
6.2.1.1	Kromozom Yapısı	39
6.2.1.2	Uygunluk Fonksiyonu	40
6.2.1.3	BHO Parametrelerinin Tespit Edilmesi	41
6.2.2	2. Aşama - Alım Satım Sinyallerinin Oluşturulması	42

6.2.3	3. Aşama - Opsiyon ile Kârın Arttırılması	42
6.3	2 Seviyeli Opsiyon Çifti Stratejisi	42
6.3.1	1. Aşama - Eğilim Tespiti	42
6.3.2	2. Aşama - Alım Satım Stratejisi	43
6.3.2.1	Kromozom Yapısı	43
6.3.2.2	Uygunluk Fonksiyonu	44
7	SONUÇLAR	47
7.1	Stratejilerin GA ve PSE ile Elde Edilmiş Sonuçları	48
7.1.1	2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin Sonuçları	48
7.1.1.1	1. Aşama Sonuçları	48
7.1.1.2	2. Aşama Sonuçları	49
7.1.2	3 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisi Sonuçları	50
7.1.2.1	1. Aşama Sonuçları	50
7.1.2.2	2. Aşama Sonuçları	51
7.1.2.3	3. Aşama Sonuçları	52
7.1.3	2 Seviyeli Opsiyon Çifti Stratejisi Sonuçları	53
7.1.3.1	1. Aşama Sonuçları	53
7.1.3.2	2. Aşama Sonuçları	53

7.2	Stratejilerin Karşılaştırılması	54
7.3	Örnek İşlem Listeleri ve İstatistikler	54
7.3.1	Yapılan İşlemlerin Listesi	54
7.3.2	Para - Zaman Grafikleri	58
7.3.3	İstatistikler	62
8	YORUMLAR VE TARTIŞMA	64
8.1	Stratejilerin Karşılaştırılması	64
8.2	Eniyileme Yöntemlerinin Karşılaştırılması	64
8.3	İstatistiklerle İlgili Yorumlar	65
8.4	Eksiklikler ve Çözüm Önerileri	66
8.4.1	ETF Seçimi	66
8.4.2	Strateji Seçimi	66
8.4.3	Parametre Değerlerinin Hesaplanması	67
8.4.4	Eğilim Tespiti	67
8.4.5	Fiyatların Eğiliminden Arındırılması	68
8.4.6	Komisyonlar ve Faiz Getirisi ile Karşılaştırma	68
	KAYNAKLAR	69

EKLER	73
A Veriler	74
A.1 İşlem Listeleri	74
A.2 Portföy Değeri - Zaman Grafikleri	82
A.3 İşlem İstatistikleri	91
ÖZGEÇMİŞ	93

Şekil Listesi

3.1	Alım Opsiyonunun Gelir Grafiği	4
3.2	Satım Opsiyonunun Gelir Grafiği	5
3.3	Korunmalı Alım Stratejisinin Gelir Grafiği	7
3.4	Alım Opsiyonlu Yayılım Stratejisinin Gelir Grafiği	8
3.5	Satım Opsiyonlu Yayılım Stratejisinin Gelir Grafiği	9
3.6	IWM'nin fiyatı, 20 günlük ve 50 günlük BHO değerleri	12
3.7	IWM'nin fiyatı (üstte) ve 7 günlük RSI değeri (altta)	14
5.1	Eniyilenecek Parametrelerin Sisteme Girilmesi	27
5.2	Eniyilemede Kullanılacak Yöntem ve Parametreleri	28
5.3	Stratejinin Kodlanması	30
5.4	Sonuçlar (Her İterasyonun En İyi Çözüm Adayının Detayları) . . .	32
5.5	Çözüm Adayının Oluşturduğu İşlem Listesi ve Portföy Grafiği . . .	33

7.1	GA Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	58
7.2	GA Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	59
7.3	PSE Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	60
7.4	PSE Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	61
A.1	GA Kullanılarak DIA Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	82
A.2	GA Kullanılarak DIA Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	83
A.3	PSE Kullanılarak DIA Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	83
A.4	PSE Kullanılarak DIA Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	84
A.5	GA Kullanılarak SPY Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	84
A.6	GA Kullanılarak SPY Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	85
A.7	PSE Kullanılarak SPY Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	85

A.8	PSE Kullanılarak SPY Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	86
A.9	GA Kullanılarak XLE Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	86
A.10	GA Kullanılarak XLE Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	87
A.11	PSE Kullanılarak XLE Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	87
A.12	PSE Kullanılarak XLE Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	88
A.13	GA Kullanılarak XLF Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	88
A.14	GA Kullanılarak XLF Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	89
A.15	PSE Kullanılarak XLF Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	89
A.16	PSE Kullanılarak XLF Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği	90

Tablo Listesi

5.1	Portföy İşlemlerinde Kullanılabilecek Metotlar	29
5.2	Teknik Analiz İçin Kullanılabilecek Metotlar	29
6.1	2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin 1. Aşamasında Kullanılan Kromozom Yapısı	36
6.2	2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin 2. Aşamasında Kullanılan Kromozom Yapısı	38
6.3	Eğilim Tespiti Stratejisinin Eniyilenmesinde Kullanılan Kromozom Yapısı	40
6.4	Opsiyon Çifti Stratejisinin Son Aşamasında Kullanılan Kromozom Yapısı	43
7.1	Eğitim ve Test Tarih Aralıkları	47
7.2	2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin İlk Aşamasının GA ile Eniyilenmesinin Sonuçları	49
7.3	2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin İlk Aşamasının PSE ile Eniyilenmesinin Sonuçları	49

7.4	2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin İkinci Aşamasının GA ile Eniyilenmesinin Sonuçları	50
7.5	2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin İkinci Aşamasının PSE ile Eniyilenmesinin Sonuçları	50
7.6	ETF'lerin Eğilim Tespitinde Kullanılacak Uzun Aralık ve Kısa Aralık Değerleri	51
7.7	3 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin İkinci Aşamasının GA ile Eniyilenmesinin Sonuçları	51
7.8	3 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin İkinci Aşamasının PSE ile Eniyilenmesinin Sonuçları	51
7.9	3 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin Son Aşamasının GA ile Eniyilenmesinin Sonuçları	52
7.10	3 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin Son Aşamasının PSE ile Eniyilenmesinin Sonuçları	52
7.11	Opsiyon Çifti Stratejisinin GA ile Eniyilenmesinin Sonuçları . . .	53
7.12	Opsiyon Çifti Stratejisinin PSE ile Eniyilenmesinin Sonuçları . . .	53
7.13	GA ile Eniyilenmiş Stratejilerin Sonuçlarının Karşılaştırılması . .	54
7.14	PSE ile Eniyilenmiş Stratejilerin Sonuçlarının Karşılaştırılması . .	54
7.15	GA Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	56
7.16	GA Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	56

7.17 PSE Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	57
7.18 PSE Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	57
7.19 IWM Opsiyonlarıyla Yapılan İşlemlerin İstatistikleri	63
A.1 GA Kullanılarak DIA Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	74
A.2 GA Kullanılarak DIA Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	74
A.3 PSE Kullanılarak DIA Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	75
A.4 PSE Kullanılarak DIA Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	75
A.5 GA Kullanılarak SPY Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	76
A.6 GA Kullanılarak SPY Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	76
A.7 PSE Kullanılarak SPY Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	77
A.8 PSE Kullanılarak SPY Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	77
A.9 GA Kullanılarak XLE Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	78

A.10 GA Kullanılarak XLE Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	78
A.11 PSE Kullanılarak XLE Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	79
A.12 PSE Kullanılarak XLE Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	79
A.13 GA Kullanılarak XLF Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	80
A.14 GA Kullanılarak XLF Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	80
A.15 PSE Kullanılarak XLF Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	81
A.16 PSE Kullanılarak XLF Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi	81
A.17 DIA Opsiyonlarıyla Yapılan İşlemlerin İstatistikleri	91
A.18 SPY Opsiyonlarıyla Yapılan İşlemlerin İstatistikleri	92
A.19 XLE Opsiyonlarıyla Yapılan İşlemlerin İstatistikleri	92
A.20 XLF Opsiyonlarıyla Yapılan İşlemlerin İstatistikleri	93

SEMBOLLER

ETF: Exchange Traded Fund

IWM: iShares Russell 2000. Russell 2000 endeksini takip eden ETF.

SPY: SPDR S&P 500. S&P 500 endeksini takip eden ETF.

DIA: SPDR Dow Jones Industrial Average. Dow Jones Industrial Average'ı takip eden ETF.

XLE: Energy Select Sector SPDR. S&P Energy Select Sector endeksini takip eden ETF.

XLF: Financial Select Sector SPDR. S&P Financials Select Sector endeksini takip eden ETF.

RSI: Relative Strength Index (Göreceli Güç Endeksi)

BHO: Basit Hareketli Ortalama

GA: Genetik Algoritma

PSE: Parçacık Sürüsü Eniyileme

KA: Korunmalı Alım

1. GİRİŞ

Genetik Algoritma çok uzun süredir çeşitli eniyileme problemlerinde kullanılmaktadır. Parçacık Sürüsü Eniyilemesi ise özellikle finans alanında yeni yaygınlaşmaya başlayan, varlık fiyatlama ve portföy yönetiminde yaygınlaşsa da strateji eniyilemede çok sık başvurulmayan bir yöntemdir.

Son yıllarda finansal marketlerde bilgisayarlar tarafından verilen emirlerin oranı kişilerin elle verdikleri emirlerin oranını geçmiştir. Bu hem teknik analizin geçerliliği hakkındaki soru işaretlerini azaltmış hem de kendi kendini beslemesiyle doğruluğunu arttırmıştır.

Bu çalışmada Alım Opsiyonlu Yayılım Stratejisi ve Satım Opsiyonlu Yayılım Stratejisi, Genetik Algoritma ve Parçacık Sürüsü Eniyilemesi algoritmalarıyla eniyilenebilecek şekilde modellenmiş, teknik analiz yöntemleriyle stratejinin başarımının arttırılması hedeflenmiştir.

2. PROBLEM TANIMI

Finansal marketin bulunduğu duruma göre uygulanabilecek pek çok opsiyon alım-satım stratejisi bulunmaktadır. Bu stratejilerden hangisinin uygulanacağının bulunması ve seçilen strateji sonucunda hangi opsiyonun alınacağının/satılacağının bulunması çeşitli parametrelere bağlıdır. Bu alışmada Alım Opsiyonlu Yayılma Stratejisi ve Satım Opsiyonlu Yayılma Stratejisinin birleştirilmesiyle oluşturulmuş stratejinin ihtiyaç duyduğu parametrelerin ve başarımı arttırmada kullanılan teknik analiz yöntemlerinin parametrelerinin Genetik Algoritma ve Parçacık Sürüsü Eniyilemesi yöntemleriyle bulunması amaçlanmıştır.

3. FİNANSAL KAVRAMLAR

Bu bölümde çalışma sırasında kullanılan finansal kavramlar açıklanmıştır.

3.1 Temel Finansal Kavramlar

Hisse senedi: Bir şirket üzerindeki hak sahipliğini belirten, şirketin mal varlığı ve kârına ortak olduğunu gösteren belgedir.[1]

Market: Alıcı ve satıcıların birbirleriyle buluşarak alışveriş yaptığı ortamdır.[2]

Exchange-Traded Fund (ETF): Finansal marketlerde hisse senetleri gibi gerçek zamanlı olarak alım-satımı yapılabilen fonlardır. Bu çalışmada tek bir hisse senedine bağlı kalıp sert hareketlerinden etkilenmekten kaçınmak için, hisse senedi sepeti yerine kullanılmıştır.

Eğilim: Varlığın fiyatındaki beklenen değişimin yönünü ifade eder. Bir varlığın yükselme eğiliminde olması fiyatının uzun vadede yükseleceğini, düşme eğiliminde olması fiyatının uzun vadede düşeceğini belirtir.

3.2 Opsiyon

3.2.1 Opsiyon Nedir?

Finansal bir varlığı önceden belli bir tarihte ve fiyattan alma-satma hakkı veren kontrattır[3]. Opsiyonlarla ilgili temel kavramlar şunlardır:

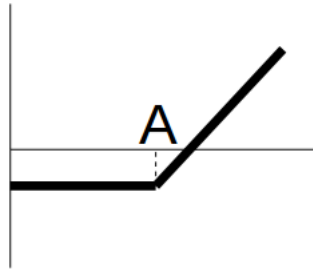
Vade kontratın kullanılabileceği son gün.

Kullanım Fiyatı kontratın alma ya da satma hakkı verdiği fiyat seviyesi.

Prim opsiyon alınırken ya da satılırken ödenen/alınan paradır.

Opsiyonlar Alım ve Satım olmak üzere ikiye ayrılır. Alım opsiyonları satın alma hakkı; Satım opsiyonları satma hakkı sağlar. Örneğin A kişisi B kişisinden belli bir ücret karşılığında 1 Ocak 2015 tarihinde 90TL'den 1 gram altın satın alma hakkı satın almış olsun. 1 Ocak 2015 tarihi geldiğinde eğer altının gram fiyatı 90TL'den fazla olursa B kişisi A kişisine 90TL karşılığında 1 gram altın satmak zorunda kalacaktır. A kişisi, "altının 1 Ocak 2015 fiyatı" - 90TL - *prim* kadar kâr ederken, B kişisi de tam olarak bu kadar zarar edecektir. Altının 90TL'den düşük olması durumunda ise opsiyon kullanılmayacak, A kişisi ödediği prim kadar zarar ederken B kişisi aynı miktarda kâr elde edecektir.

3.1 numaralı grafikte Alma opsiyonları için "opsiyonun vadesindeki ETF fiyatı" - "opsiyon getirisi" ilişkisi görünmektedir. A noktası kullanım fiyatını göstermektedir. ETF'in değeri A'nın altında kalırsa prim kadar zarar oluşacağını, A'yı geçtiği miktarda zararın azalacağını veya sonsuz kâr oluşabileceğini göstermektedir.



Şekil 3.1: Alım Opsiyonunun Gelir Grafiği

Bu kez A kişisi B kişisinden 1 Ocak 2015 tarihinde 90TL'den altın Satma opsiyonu satın almış olsun. Eğer 1 Ocak 2015 tarihinde altın fiyatı 90TL'den düşük olursa B kişisi A kişisine 90TL vererek 1 gram altın almak zorundadır. Bu durumda A

Bu iki fiyat arasında her zaman bir fark bulunur ve *ask* her zaman *bid* değerinden yüksektir. Aksi durumda zaten teklifler karşılıklı olarak kabul edilip gerçekleştirilecek ve ortadan kalkacaklardır. Bu iki fiyat arasındaki fark *makas*(*spread*) olarak adlandırılır. Bu çalışma kapsamında yapılan alım-satım işlemlerinde *makas*'ın değeri işlem masrafı olarak kabul edilmiş, ayrıca bir komisyon gideri hesaba katılmamıştır.

3.2.3 Opsiyonların Kullanım Amaçları

Opsiyonlar risk sabitlemek için satın alınabilir. Satın alınmak istenen bir evin fiyatı 200.000TL olsun. 1 yıl sonra bu evin fiyatı 210.000TL'yi geçmezse alabileceğimizi düşünelim. Evi 1 yıl sonra 210.000TL'ye satın alma opsiyonu satın alınması durumunda fiyatların yükselme riski giderilmiş olur.

Aynı şekilde Put opsiyonları da riski sabitlemek için satın alınabilir. Örneğin bir ürünün kilogram fiyatı 7TL olsun ve bir çiftçinin 6 ay sonra hasat toplayacağını, fiyatının da 6TL'nin altına inmesi riskini önlemek istediğini düşünelim. 6TL'lik Put opsiyonu alarak bu riski tamamen önleyebilir.

Opsiyonlar fiyat hareketlerinden misliyle faydalanılmasını da sağlayabilir. Örneğin altının gram fiyatının 100TL olduğunu, 1 ay sonra 105TL olmasını beklediğimizi ve elimizde 1000TL olduğunu varsayalım. 10 gram altın alıp 1 ay beklememiz durumunda elde ettiğimiz kâr %5 olacaktır. Aynı sürecin başlangıcında, *1 ay sonra 1 gram altını 100TL'den alma opsiyonunun* 1TL olduğunu varsayalım. Bütün para ile 1000 adet opsiyon alınabilir. Bu durumda 1 ay sonunda altın beklendiği gibi 105TL olursa elimizde değeri 5TL olan 1000 adet opsiyon olacak, kârımız %4000 olacaktır. Fakat altının fiyatı 100TL'yi aşmaması durumunda tüm para kaybedilecek ve zarar %100 olacaktır. Bu şekilde aynı miktarda para kullanılarak varlığın fiyat değişiminden çok daha fazla faydalanılabilir (ya da zarar görülebilir). Bu tür işlemlere **kaldıraçlı işlemler** denmektedir.

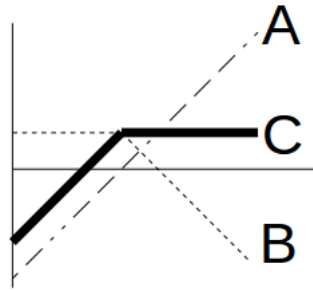
Bu çalışmada opsiyonlar kaldıraçlı işlem yaparak kârın arttırılması için kullanılmıştır.

3.2.4 Çalışmada Modellenen ve Karşılaştırılan Opsiyon Stratejileri

3.2.4.1 Korunmalı Alım Opsiyonu Stratejisi

Korunmalı Alım Opsiyonu Stratejisi, bir varlığın alınıp aynı varlığın Alım opsiyonunu satılması işlemidir. Bu işlem yapıldıktan sonra eğer varlığın fiyatı düşerse opsiyon geçersiz olacaktır. Bu durumda varlığın fiyatının düşmesi nedeniyle oluşan zararın bir kısmı, geçersiz olan opsiyon için alınan ücret ile karşılanacaktır. Varlığın fiyatının yükselmesi durumunda ise varlık fiyatı ile sözleşmede bulunan varlık fiyatı arasındaki fark kadar kâr elde edilecektir. Kısacası bu strateji uygulandığında kâr sınırlandırılmakta, karşılığında ise zarar riski azaltılmaktadır.

3.3 numaralı grafikte A alınan ETF'yi, B satılan Alım opsiyonunu, C ise bu ikisinin birleşiminden oluşan Korunmalı Alım Opsiyonu stratejisini temsil etmektedir. Bu grafikte kârın sınırlandırılarak riskin azaltıldığı görülmektedir.



Şekil 3.3: Korunmalı Alım Stratejisinin Gelir Grafiği

Bu strateji düşme eğilimi durumunda kullanılmaz, çünkü bu durumda zarar azaltılsa da kesindir. Fazla yükselme eğiliminde yine kullanılmamalıdır çünkü kârı

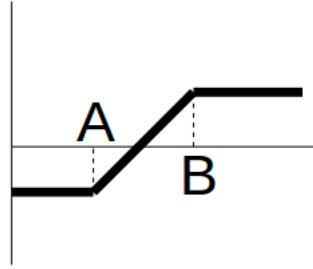
sınırlandırmaktadır. En uygun kullanım durumu fiyatın sabit ya da az yükseleceği düşünülürken düşme riskinin az da olsa bulunması durumudur. Riski ve geliri düşük bir stratejidir.

Bu strateji Genetik Algoritma ve Parçacık Sürüsü Eniyilemesi algoritmalarıyla modellenerek eniyilenmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir[28].

Korunmalı Alım ve diğer stratejiler hakkında detaylı bilgilere ulaşmak için [9] numaralı referans takip edilebilir.

3.2.4.2 Alım Opsiyonlu Yayılım Stratejisi

Bu strateji kullanılırken bir Alım opsiyonu alınır ve daha yüksek kullanım fiyatlı bir Alım opsiyonu satılır. 3.4 numaralı grafikte A alınan opsiyonun kullanım fiyatını, B ise satılan opsiyonun kullanım fiyatını göstermektedir.



Şekil 3.4: Alım Opsiyonlu Yayılım Stratejisinin Gelir Grafiği

Düşük kullanım fiyatlı Alım opsiyonları daha pahalı olacağı için başlangıçta iki opsiyonun primlerinin farkı kadar para harcanacaktır. Opsiyonlar kullanılacağıında varlık fiyatı iki kullanım fiyatını da geçerse her iki opsiyon da kullanılacak, ikisinin kullanım fiyatları arasındaki fark kadar gelir elde edilecektir.

Varlık fiyatı iki kullanım fiyatı arasında kalırsa, satın alınan opsiyon geçerli olurken satılmış olan opsiyon geçersiz olacaktır. Opsiyonun kullanıldığı tarihte

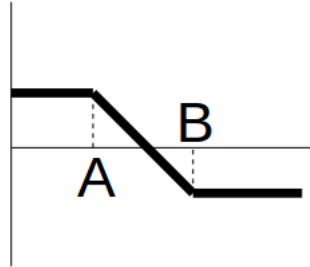
varlık fiyatı ile alınmış olan opsiyonun kullanım fiyatı arasındaki fark kadar gelir elde edilecektir. Bu gelir ilk aşamadaki masrafı karşılayabilir ya da altında kalabilir, varlığın hangi kullanım fiyatına daha yakın olduğuna bağlıdır.

Varlık fiyatı iki kullanım fiyatının da altında kaldığında ise iki opsiyon da geçersiz olacağından tüm para kaybedilecektir.

3 duruma bakıldığında bu stratejinin varlığın yükselme eğiliminde olması durumunda kullanılabilir olduğu görülecektir. Tüm paranın kaybedilme ihtimali olması nedeniyle riski yüksektir. Elde edilebilecek en fazla kâr ise opsiyonların kullanım fiyatları arasındaki farktan prim masrafın çıkartılmasıyla hesaplanabilir ve sabittir.

3.2.4.3 Satım Opsiyonlu Yayılım Stratejisi

Bu strateji kullanılırken bir Satım opsiyonu satılır ve daha yüksek kullanım fiyatlı bir Satım opsiyonu alınır. 3.5 numaralı grafikte A satılan opsiyonun kullanım fiyatını, B ise alınan opsiyonun kullanım fiyatını göstermektedir.



Şekil 3.5: Satım Opsiyonlu Yayılım Stratejisinin Gelir Grafiği

Yüksek kullanım fiyatlı Satım opsiyonu daha pahalı olacağı için bu stratejinin başlangıcında da iki opsiyonun primlerinin farkı kadar para harcanmaktadır. Opsiyonlar kullanılacağında varlık fiyatı her iki kullanım fiyatının da altında kalırsa iki opsiyon da kullanılacak, ikisi arasındaki fark kadar gelir elde edilecektir.

Varlık fiyatı iki kullanım fiyatı arasında kalırsa, satın alınan opsiyon geçerli olurken satılmış olan opsiyon geçersiz olacaktır. Opsiyonun kullanıldığı tarihte varlık fiyatı ile alınmış olan opsiyonun kullanım fiyatı arasındaki fark kadar gelir elde edilecektir. Bu gelir ilk aşamadaki masrafı karşılayabilir ya da altında kalabilir, varlığın hangi kullanım fiyatına daha yakın olduğuna bağlıdır.

Varlık fiyatı her iki kullanım fiyatının da üstünde kalırsa iki opsiyon da geçersiz olacak ve tüm para kaybedilecektir.

Sonuç olarak bu strateji varlık fiyatının düşme eğiliminde olması durumunda kullanılabilir. Bir önceki stratejide olduğu gibi paranın tamamını kaybetme ihtimali vardır ve elde edilebilecek kâr başlangıçta hesaplanabilir.

3.3 Teknik Analiz

Finansal varlıkların fiyatlarının hangi yöne gideceği 2 analiz yöntemiyle tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Bunlardan ilki temel analizdir ve gelecekteki hareketi tahmin edilmeye çalışılan varlıkla ilgili mümkün olduğunca fazla bilgi değerlendirilerek tahmin yapılmaya çalışılır. Şirketin ne kadar büyüdüğü, yaptığı alımlar, ülkedeki işsizlik, endeks değerleri, faiz oranları gibi hisse senedi fiyatını etkileyebilecek her şey göz önünde bulundurulur.

Teknik analiz yöntemlerinde ise varlığın fiyat ve işlem hacmi gibi bilgilerinin geçmiş dönemdeki hareketleri göz önünde bulundurulur tahmin yapılmaya

çalışılır. Temel analiz, sonuçlarını uzun vadede vereceği için uzun süreli yatırımlarda kullanılır. Teknik analiz ise daha hızlı hareket etmek için kullanılır. Bu tez çalışması kapsamında temel analiz kullanılmamış, teknik analiz yöntemleri kullanılmıştır.

Teknik analizle ilgili detaylı bilgilere ve teknik analiz metotlarına [5] numaralı referans takip edilerek ulaşılabilir.

3.3.1 Göstergeler

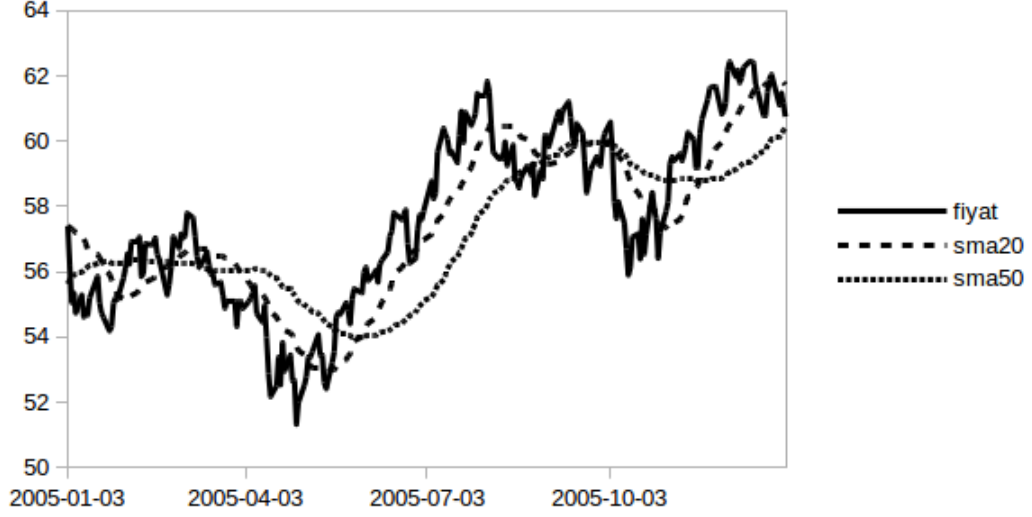
Varlıkların fiyat ve işlem hacmi geçmişleri değerlendirilerek çeşitli göstergeler tanımlanmıştır. Bu çalışma kapsamında Basit Hareketli Ortalama (BHO) ve Göreceli Güç Endeksi (Relative Strength Index, RSI) isimli indikatörler tanımlanmıştır.

3.3.1.1 Basit Hareketli Ortalama (BHO)

Parametre olarak yalnızca uzunluk alır. İlgili varlığın verilen aralıktaki fiyatının ortalaması BHO değerini verir. IWM'nin kendi fiyatı, 20 ve 50 günlük BHO değerleri 3.6 numaralı grafikte incelenebilir.

3.3.1.2 Sharpe Oranı

Sharpe oranı, William F. Sharpe tarafından geliştirilmiş, riski göz önünde bulunduran performans ölçüm yöntemidir. İlk kez 1966 yılında önerilmiş[11], bu çalışmada da kullanılan güncel halini 1994 yılında almıştır[12]. RSI, Portföyün beklenen getirisi, risksiz faiz oranı ve portföyün standart sapması üzerinden şu şekilde hesaplanır:



Şekil 3.6: IWM'nin fiyatı, 20 günlük ve 50 günlük BHO değerleri

$$SO = \frac{bg - rfo}{\sigma_p} \quad (3.1)$$

SO Sharpe Oranı

bg Beklenen Getiri

rfo Risksiz Faiz Oranı (Örneğin mevduat faizi)

σ_p Portföyün standart sapması

Yüksek kâr getiren stratejilerin riski de yüksektir. Bu nedenle strateji eniyilemesinde uygunluk fonksiyonu olarak kârın kullanılması durumunda strateji riski yüksek olacak şekilde eniyilenmektedir. Bu durum özellikle (bu tez çalışmasında önerilen strateji gibi) yalnızca opsiyonların kullanıldığı stratejilerde problem yaratmaktadır. Eğitim verisinde yüksek riskle yüksek getiri sağlayan çözüm

adayı, test verisi üzerinde yine yüksek riskle hareket etmekte fakat yüksek getiri sağlayamayabilmektedir.

Bu nedenle bu çalışmada önerilen modelde ve karşılaştırılan modellerde uygunluk fonksiyonu olarak riski de göz önünde bulunduran bir yöntemin seçilmesi gerektiği görülmüş ve Sharpe oranının kullanılmasına karar verilmiştir. Beklenen getiri yerine yapılan alım satım sonucunda oluşan toplam kâr oranı, risksiz faiz oranı olarak 0, portföyün standart sapması yerine ise oluşan kârların standart sapması kullanılmıştır.

3.3.1.3 Göreceli Güç Endeksi (RSI)

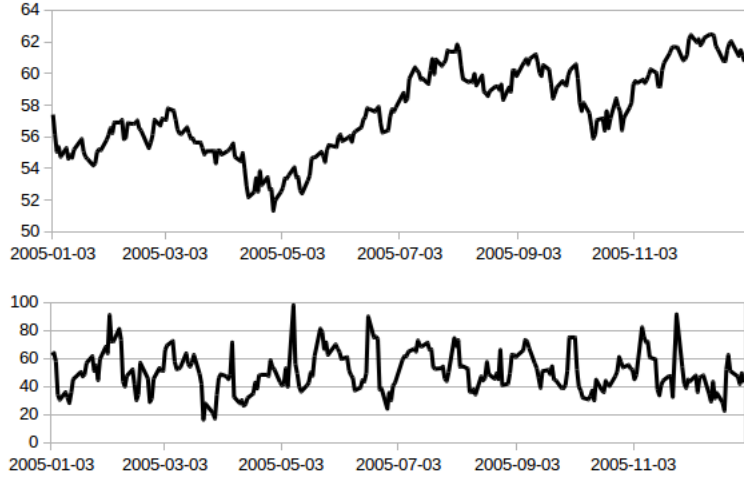
RSI J. Welles Wilder tarafından 1978 yılında kendi kitabında tanıtılmıştır[10].RSI parametre olarak sadece aralık alır. Verilen aralıkta fiyatın yükseldiği günleri ve düştüğü günleri gruplandırır. Elde edilen toplam kârın toplam zarar oranı üzerinden hesaplanır ve 0 ile 100 arasında bir değer oluşturur. Bu değer 100'e ne kadar yakın olursa o kadar fazladan alım olmuştur ve fiyatın kısa süre içinde düşüşe geçeceğine işaret eder. 0'a yakın olması durumunda ise fazladan satış olduğunu ve kısa süre içinde yükselişe geçeceğine işaret eder. RSI'm nasıl hesaplandığı 3.2 numaralı formülden incelenebilir.

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + \frac{K}{Z}} \quad (3.2)$$

K: Aralık İçindeki Kârların Ortalaması

Z: Aralık İçindeki Zararların Ortalaması

IWM için çizilen 7 günlük RSI değerleri 3.7 numaralı grafikte incelenebilir.



Şekil 3.7: IWM'nin fiyatı (üstte) ve 7 günlük RSI değeri (altta)

3.3.2 Eğilim Tespiti

Varlık fiyatları uzun süre aralıkları içinde düşme eğilimi ya da yükselme eğilimi gösterir. Bu aralıklarda kısa süreler için düşüşler ve yükselişler görünse de uzun vadede net bir yükseliş ya da düşüş görülmektedir.

Geliştirilen stratejiler optimize edilirken yükseliş ve düşüş trendleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde başarımları artmaktadır[29]. Bu nedenle eğilim analizi yöntemi ve bu yöntemin de eniyelenmesi bu çalışmanın önemli bir parçasıdır.

3.3.2.1 Basit Hareketli Ortalama ile Eğilim Tespiti

Stratejilerde sık kullanılan bir yöntem BHO ile eğilim analizidir. Bu yöntemde ilgili ETF'in farklı zamanlarda başlayıp aynı gün biten 2 farklı zaman aralığındaki ortalama fiyatları hesaplanır. Eğer kısa olan aralığın ortalaması uzun olan aralığın ortalamasından yüksekse ETF'in yükselme eğiliminde olduğu, yükselmeye devam edeceği kabul edilir. Kısa olan aralığın ortalaması uzun olan aralığın ortalamasının

altına indiğinde ise ETF fiyatının düşme eğiliminde olduğu kabul edilmektedir.

Bu eğilim tespit yöntemi 2 parametreye ihtiyaç duymaktadır: kısa aralık uzunluğu ve uzun aralık uzunluğu. Bu parametreler genel olarak 50-250, 50-200 gibi sabit değerler seçilmekte; stratejinin fiyat hareketlerine göre hassas olması istendiğinde aralıklar kısaltılmakta, daha az hassas olması istendiğinde ise aralıklar arttırılmaktadır.

3.6 numaralı grafikte 20 ve 50 günlük BHO değerleri karşılaştırılarak bu yöntemin vereceği sonuç incelenebilir.

3.3.2.2 Pencere Gezdirme ile Eğilim Tespiti

Eğilim tespitinde kullanılan bir başka yöntem de Pencere Gezdirme yöntemidir. Bu yöntemde sabit bir pencere genişliği belirlenir. ETF'in fiyatı bulunan her bir gün için orta noktası o gün olan bir pencere oluşturulur. ETF'in o günkü fiyatının pencere içindeki diğer tüm fiyatlardan yüksek olması durumunda yerel tepe noktası, diğer tüm günlerden düşük fiyatı olması durumunda ise yerel çukur noktası olarak kabul edilir. Arka arkaya gelen yerel tepe noktalarından sonuncu olanlar düşüş eğilimine geçilen noktalar olarak, yine arka arkaya gelen yerel çukur noktalarından sonuncu olanlar da yükseliş eğilimine geçilen noktalar olarak kabul edilir.

Bu yöntem, içinde bulunulan günde ETF'in yükselme eğiliminde mi yoksa düşme eğiliminde mi olduğunun bulunmasında kullanılamamaktadır, çünkü bir gündeki eğilimin tespiti için kendisinden sonraki yerel noktaların bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle yapılan çalışmalarda bu yöntem kullanılmamış, anlık olarak eğilim verebilen BHO yönteminin ihtiyaç duyduğu parametrelerinin uygunluğunun hesaplanmasında kullanılmıştır.

3.3.3 Literatür Taraması

Mark P. Taylor ve ekibi döviz ticareti uzmanlarına uyguladıkları teknik analiz anketinin sonuçlarını paylaşmıştır[6]. Katılımcıların %90'ı geleceğe dair tahmin yaparken -az ya da çok- teknik analiz yöntemlerinden faydalandıklarını belirtmişlerdir. Uzmanların önemli bir kısmı teknik analiz ve temel analizin birbirlerinin tamamlayıcısı olduğunu belirtilirken, yine önemli bir kısmı teknik analizin kendi kendini besleyen bir yöntem olduğunu ifade etmiştir¹.

Teknik analiz yöntemlerinin bir kısmı, çeşitli grafikler üzerinde oluşan geometrik şekillerin anlamlandırılması sonucu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle güvenilirlikleri sorgulanmaktadır. Andrew W. Lo ve ekibi ise sistematik ve otomatik olarak çalışan bir yöntem önermiştir[7]. Çekirdek regresyonu kullanılan bir örüntü tanıma problemine çevirdikleri finans problemini çeşitli A.B.D hisse sentlerinin 1962-1996 yılları arasındaki fiyatları üzerinde denemiş, elde ettikleri teknik analiz göstergelerinin önemli bilgiler verdiğini ve kullanılabilir bir yöntem olduğunu ifade etmişlerdir.

Christopher Neely ve ekibi ise teknik analiz yöntemlerini Genetik Programlama içinde kullanarak teknik analiz göstergesinin bilgisayar tarafından modellenmesini sağlamıştır[8]. Elde ettikleri sonuçlardan Genetik Programlamanın oluşturduğu modellerin örüntü tanımada başarılı olduğunu ve standart istatistiksel modellerden daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

¹Teknik analiz parametreleri bir varlığın fiyatının yükseleceğini söylediğinde yatırımcılar doğru kabul edip satın almaya yönelirse fiyat normalde artmayacak olsa bile artacaktır, kendi kendini beslemesi ile anlatılmak istenen budur.

4. KULLANILAN ALGORİTMALAR

Eniyileme problemlerinde evrimsel algoritmalar sıklıkla kullanılır. Bu algoritmalar rastlantısal değerlerden oluşan bir popülasyonla başlar, belirlenen bir uygunluk fonksiyonuna göre iyi durumda olan çözüm adaylarını birbirleriyle etkileşime sokarak adayların daha iyiye gitmesini ve en iyi çözüme yakın çözümlerin bulunmasını sağlar.

Bu tez çalışması kapsamında Genetik Algoritma ve Parçacık Sürüsü Eniyilemesi yöntemleri kullanılmıştır. Karşılaştırma yapılan stratejiler de her iki yöntemle denenmiş, birbirleriyle karşılaştırılması sağlanmıştır.

4.1 Genetik Algoritma

Bu algoritma canlıların genetik miras yoluyla gelişmesini örnek almıştır. Bir çözüm adayı kromozom olarak adlandırılır. Çözümün ihtiyaç duyduğu her parametre gendeki bir kromozoma denk gelir. Başlangıçta rastgele değerlerden oluşan kromozomlar oluşturulur. Her bir kromozomun uygunluk değeri hesaplanır. Popülasyondan kromozom çiftleri seçilir ve kromozom çiftinin genleri karşılıklı olarak değiştirilerek çaprazlama işlemi yapılır. Çaprazlamanın arkasından rastgele seçilen bazı kromozomların rastgele genlerine yeni rastgele değerler atanarak mutasyon işlemi yapılır ve bir iterasyon bitirilmiş olur.

4.1.1 Çaprazlanacak Kromozomların Seçilmesi

Çaprazlanacak kromozom çifti popülasyondan rastgele seçilebilir. Uygunluk değerleri yüksek kromozomlar çaprazlandığında yine uygunluk değeri yüksek yeni bir kromozom oluşacağı düşünüldüğü için bu yöntemle yapılan çaprazlama popülasyonu daha iyiye gtrmeyebilmektedir.

Kromozomlar uygunluk değerine göre sıralanıp o sıraya göre seçilebilir (1. ile 2. aprazlanır, 3. ile 4. aprazlanır, ...).Bu yöntemde ise sıralama değişmediğinde her seferinde aynı kromozomlar birbirleriyle aprazlanacağından gelişim durmaktadır, bu nedenle bu yöntem de genellikle tercih edilmemektedir.

Son yöntem ise rulet yöntemidir. Popülasyondan seçim yapılacağında bir kromozomun seçilme ihtimali uygunluk değeri ile doğru orantılıdır. Bu nedenle ilk seçimlerde yüksek uygunluk değerlerine sahip kromozomların seçilmesi, sonlarda ise düşük uygunluk değerlerine sahip kromozomların seçilmesi daha muhtemeldir. Sonuç olarak yüksek uygunluk değerlerine sahip kromozomların birbirleriyle çaprazlanması sağlanırken, düşük uygunluk değerine sahip kromozomlarla çaprazlanması da hala mümkün kalmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında bu yöntem kullanılmıştır.

4.1.2 Çaprazlama Oranı

İterasyonlar arasında bazı kromozomların çaprazlamaya uğramadan sabit kalması istenir. Bu nedenle bir kromozom çifti seçildiğinde $[0, 1]$ aralığında rastgele bir değer oluşturulur, bu değer çaprazlama oranından düşük olduğunda çaprazlama yapılır. Bu tez çalışmasında çaprazlama oranı 0,9 olarak belirlenmiştir.

4.1.3 Çaprazlama Yöntemi

2 kromozom farklı şekillerde aprazlanabilir. Bunların ilki "tek nokta" yöntemidir. Bu yöntemde seçilen 2 kromozom rastgele bir noktadan ikiye ayrılır. 2 kromozomun karşılıklı parçaları yer değiştirilir.

İkinci yöntem "iki nokta" yöntemidir. Bu yöntemde 2 nokta seçilerek her iki kromozom da 3 parçaya ayrılır. İki kromozomun ortadaki parçaları karşılıklı değiştirilir.

Son yöntem ise "karıştırma" yöntemidir. 2 kromozomun her biri için rastgele "değiştirilsin" ya da "değiştirilmesin" sinyali oluşturulur. Genlerin bazıları karşılıklı değiştirilirken bazıları aynı kromozomda kalır.

Bu tez çalışması kapsamında "iki nokta" yöntemi kullanılmıştır.

4.1.4 Mutasyon ve mutasyon oranı

Bir gen için kullanılacak en uygun değer popülasyonun ilk oluşturulması anında hiçbir gene yerleştirilmemiş olabilir. Bu nedenle bazı genlerin değeri rastlantısal olarak yeniden oluşturulmaktadır.

Bir iterasyon bittiğinde çaprazlamanın ardından her kromozom için $[0, 1]$ aralığında rastgele bir değer oluşturulur, bu değer mutasyon oranından düşük olduğunda rastgele bir geni seçilerek değiştirilir.

Bu tez çalışması kapsamında mutasyon oranı %5 olarak belirlenmiştir.

4.1.5 Elitizm

Çaprazlama ve mutasyonlar sonucunda en iyi kromozomun uygunluk değeri düşebilir. Bunun önlenmesi için en iyi kromozomların bir kısmı çaprazlama ve mutasyon işlemlerinden muaf tutulur.

Bu tez çalışması kapsamında elitizm oranı %10 olarak belirlenmiştir.

4.1.6 Algoritmanın sonlandırılması

Genetik algoritmanın sonlandırılmasında en sık kullanılan 2 yöntem uygunluk değeri sınırı ve iterasyon sınırıdır. Uygunluk değeri sınırı kullanıldığında en iyi kromozomun uygunluk değeri takip edilir, sınır değerine çıkana kadar beklenir. Bu yöntem uygunluk değeri için istenen bir değer bulunması durumunda kullanışlıdır. Diğer yöntemde ise belli sayıda iterasyon sonucunda bitirilir.

Bu tez çalışması kapsamında iterasyon sınırı uygulanmış ve 100 iterasyon sonucunda bitirilmiştir.

4.1.7 Literatür Taraması

Opsiyon fiyatlandırması 1973 yılında ortaya çıkan Black-Scholes modeli ile yapılmaktadır[13]. Shu-Heng Chen ve ekibi bu formül üzerinde matematiksel çıkarımlar yaparak değiştirmiş, formülün yeni halinde eniyilenmesi gereken katsayıların değerlerini de GA ile bulmuşlardır[14]. Sonuç olarak Black-Scholes modelinin verdiği sonuçlara yakın değerler elde etmişlerdir.

Genetik algoritma popülasyonu daha iyiye götürmek için rastgele değişiklikler yapar fakat daha kötüye de gidebilir. Jie Du ve ekibi yaptığı çalışmada[15] finans bilgisi kullanılarak yapılacak değişikliklerle popülasyonun daha iyiye gitme

ihtimalini arttırmayı önermiştir. Önerilen modelde çaprazlama yapılmamış, mutasyon oranı yüksek tutulmuş ve rastgele değil popülasyonu daha iyiye götürecektir şekilde yapılmıştır. Test sonuçlarında, finans bilgisi ile yapılan mutasyonun rastgele yapılan mutasyona göre daha başarılı olduğu görülmektedir.

İyi bir portföy, değerli varlıkların ağırlıklarının eniyilenmesiyle oluşturulur. Belirlenen riske göre geliri maksimize etmesi beklenir. Lavi Rizki Zuhail ve ekibinin yaptığı çalışmada[16] değerli olduğu bilinen varlıklardan oluşan portföydeki ağırlıkların genetik algoritma ile bulunması amaçlanmıştır. Uygunluk fonksiyonu olarak "beklenen gelir/risk" formülü kullanılmış, 2 farklı veri kümesi üzerinde yapılan çalışmalarda iterasyon sayısı arttıkça algoritmanın riski minimize edip geliri yükselttiği görülmüştür.

İflas tahmini, finans alanında uzun süredir çalışılan bir konudur. Tahmin yöntemleri genellikle uzmanlar tarafından istatistiksel yöntemlerin birleştirilmesiyle ya da yenilerinin oluşturulmasıyla yapılmaktadır. Kyung-Shik Shin ve ekibi ise iflas tahmini modelini Genetik Algoritma ile gerçekleştirmiş, sonuçların umut verici olduğunu belirtmişlerdir[17].

Teknik analiz daha önce de belirtildiği gibi alım-satım stratejilerinde önemli yer tutmaktadır. Onlarca parametre arasından yapılan seçim başarımları ciddi şekilde etkilemektedir. Li Lin ve ekibi, yaptıkları iki aşamalı çalışmanın[18] ilk aşamasında teknik analiz göstergeleri arasında seçim yapmış, ikinci aşamasında ise göstergelerin değerleri eniyilemişlerdir.

Piyasalardaki yüksek oynaklık, durağan olmama ve gürültü problemleri nedeniyle tahminler genellikle gün sonu fiyatları üzerinden günlük, haftalık ya da aylık yapılırken gün içinde fiyat tahmini yapma üzerine pek çalışılmamıştır. Cain Evans ve ekibi ise geliştirdikleri Yapay Sinir Ağı - Genetik Algoritma karışımı modelle gün içinde fiyat tahmini yapmayı hedeflemiş ve yüksek başarımlar elde ettiklerini belirtmişlerdir[19]. Geliştirdikleri modelin doğru tahmin etme oranının %72,5, yıllık net kârının ise %23,3 olduğu belirtilmektedir.

4.2 Paçacık Sürüsü Eniyilemesi

Paçacık Sürüsü Eniyilemesi (Particle Swarm Optimization) Kennedy, J., Eberhart, R. tarafından 1995 yılında önerilmiştir[21]. Rastgele oluşturulmuş çözüm adaylarını belli bir uygunluk fonksiyonuna göre sürekli daha iyiye götürmeyi amaçlar. Her bir paçacık¹ için o paçacığın arama uzayında bulunduğu en iyi nokta ve bunların da en iyisi olan "sürünün en iyi olduğu nokta" tutulur. Paçacıklar rastgele hareket ettirilirken bu 2 noktaya doğru hareket etme ihtimalleri arttırılır. Bu şekilde her paçacığın kendi en iyi noktasına ve sürünün en iyi noktasına doğru hareket ederek sürekli daha iyiye gitmesi beklenmektedir.

4.2.1 PSE Algoritmasının İhtiyaç Duyduğu Parametreler

Genetik algoritmanın çaprazlama oranı, mutasyon oranı gibi parametrelerine benzer olarak bu algoritmanın da eniyilenmesi istenen değerlerin kısıtlarından (değer sayısı, sınırlar vb) bağımsız olarak ihtiyaç duyduğu parametreler bulunmaktadır. Bu parametreler paçacıklar hareket ettirilirken kullanılmaktadır.

Durgunluk Katsayısı Paçacığın kendi hızının ne kadar etkili olacağını ifade eder. Bu değer ne kadar yüksek olursa paçacığın kendi en iyi konumuna ve sürünün en iyi konumuna yaklaşma eğilimi azalacak, daha bağımsız hareket edecektir.

Hız1 Paçacığın kendi en iyi konumuna hangi hızla hareket edeceğini ifade eder. Ne kadar yüksek olursa paçacıkların hareket alanları o kadar küçülecektir.

Hız2 Paçacığın sürünün en iyi konumuna hangi hızla hareket edeceğini ifade eder. Ne kadar yüksek olursa paçacıklar o kadar birbirlerine yaklaşacaktır.

¹PSE algoritmasında çözüm adayları paçacık olarak adlandırılrsa da yapılarının GA kromozomlarıyla aynı olması nedeniyle bu çalışma sırasında kromozom olarak adlandırılmışlardır.

Bu tez çalışması kapsamında durgunluk katsayısı 1, Hız1 ve Hız2 parametreleri 2 olarak sabitlenmiştir.

4.2.2 Parçacık Yapısı

Bir parçacık eniyilenecek parametrelerle birlikte yardımcı başka değerler de tutar. Bunlar konum, en iyi konum, uygunluk değeri, en iyi uygunluk değeri ve hızdır.

Konum Eniyilenecek parametreler için parçacığın önerdiği değerler dizisidir. Parçacık ilk oluşturulduğunda sınırlar dahilinde rastgele değerler atanır.

Uygunluk Değeri Konumdaki değerlere göre uygunluk fonksiyonunun oluşturduğu değerdir.

En İyi Uygunluk Değeri Parçacığın yaptığı hareketler sonucunda bulunduğu konumlarda elde edilen uygunluk değerlerinden en yükseğidir.

En İyi Konum En İyi Uygunluk Değeri'nin elde edildiği konumdur. Parçacık ilk oluşturulduğunda konum ile aynıdır.

Hız Her bir parametre için rastgele bir değer tutar ve sonraki harekette ne kadar değişeceğini belirtir. Parçacık ilk oluşturulduğunda rastgele değer atanır.

4.2.3 Parçacıkların Hareket Ettirilmesi

Parçacık hareket ettirilmeden önce hız vektöründeki her bir değer güncellenir. Bu güncelleme için $[0, 1]$ aralığında 2 rastgele değer (p ve g) oluşturulur. Eski hız değeri durgunluk katsayısı ile, parçacığın en iyi konumu p katsayısı ve Hız1 değeri ile, sürünün en iyi konumu ise g katsayısı ve Hız2 değeri ile çarpılır. Bu 3 çarpımın toplamı parçacığın o değer için yeni hızını verir.

Parçacığın konum vektörüne hız vektörü eklenerek yeni konumu hesaplanır. Uygunluk değeri yeni konum için tekrar hesaplanır. Uygunluk değeri, en iyi uygunluk değeri ile karşılaştırılır ve eğer daha yüksek çıkarsa en iyi uygunluk değeri ve en iyi konum bilgileri güncel bilgilerle değiştirilir. En iyi uygunluk değeri değişirse bu değer sürünün en iyi uygunluk değeriyle de karşılaştırılır ve daha yüksekse sürünün en iyi uygunluk değeri ve en iyi konumu güncellenir.

Algoritma sonlandırıldığında sürünün en iyi konumu eniyilenmiş çözüm adayı olarak kabul edilir.

4.2.4 Algoritmanın Sonlandırılması

Bu algoritma da Genetik Algoritma'da olduğu gibi en iyi çözüm adayının uygunluk değeri belli bir değeri aşana kadar çalıştırılabilir ya da belli sayıda iterasyon yapıldıktan sonra durdurulabilir.

Bu tez çalışması kapsamında iterasyon sınırı uygulanmış ve 100 iterasyon sonucunda algoritma sonlandırılmıştır.

4.2.5 Literatür Taraması

PSE, görece yeni bir yöntem olmasına rağmen finans alanında uygulamaları bulunmaktadır. Örneğin Sharma, B. ve ekibi, PSE ile opsiyon fiyatlandırma ve portföy yönetimi üzerine çalışmış, GPU kullanımının da etkisiyle sonuçları hızlı bir şekilde almayı başarmıştır[22].

Zhao, X ve ekibi ise opsiyon fiyatı belirlemede kullanılan Black-Scholes formülünün ihtiyaç duyduğu parametreleri PSE ile bulacak bir model geliştirmiş ve bu modelin yüksek hızla çalıştığını belirtmiştir [23].

Finansal kararların alınmasında bilgisayar desteği kullanılırken genellikle problemler sınıflandırma problemlerine dönüştürülür. Sınıflandırma problemi çözümlerinin bir aşaması olan öznitelik seçimi ise finans alanında uzman kişiler tarafından yapılmaktadır. Yannis Marinakis ve ekibi ise öznitelik seçiminin Parçacık Sürüsü Eniyilemesi ve Karınca Kolonisi yöntemleriyle yapılmasını sağlayacak bir model geliştirmiştir[24]. Yapılan çalışma sonucunda özniteliklerin hızlı bir şekilde seçilebildiği ve PSE yönteminin Karınca Kolonisi ve en yakın komşu yöntemine göre daha başarılı sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Opsiyon fiyatlandırma zor ve popüler bir konudur. Hari Prasain ve ekibi yaptıkları çalışmada PSE'nin paralel programlama kullanan bir versiyonuyla fiyatlandırma yapmaya çalışmış, Black-Scholes modelinin verdiği sonuçlara yakın değerler elde etmeyi başarmışlardır [25].

Portföy yönetimi yapılırken eniyilenebilecek pek çok değer bulunmaktadır. En çok kullanılan beklenen getiri olmakla birlikte risk, anaparanın korunması gibi başka kriterler de bulunmaktadır. Birden fazla değer eniyilenmesi olarak genelleştirilebilecek bu problem türü, bilgisayar bilimlerinde "çok hedefli eniyileme problemi" olarak isimlendirilmiştir. Antonio C. Briza ve ekibi PSE kullanarak çok hedefli eniyileme problemini modellemiştir[26]. Sharpe oranı ve getirinin eniyilenecek değerler olarak seçildiği çalışmada hem eğitim hem de test verileri üzerinde başarılı sonuçlar aldıklarını belirtmişlerdir.

Parçacık Sürüsü Eniyileme yöntemi, diğer yapay zeka yöntemleriyle birleştirilerek de finans alanında kullanılmaktadır. Örneğin Jovita Nenortaite ve ekibi Yapay Sinir Ağı - Parçacık Sürüsü Eniyileme yöntemlerini birleştirerek bir karar verme mekanizması geliştirmiş, elde edilen sonuçların market ortalamasından yüksek olduğunu ifade etmişlerdir[27].

5. PROTOTİP GELİŞTİRME YAZILIMI

Bu tez çalışması kapsamında bir çok finansal stratejinin GA ve PSE ile eniyilenmesine çalışılmıştır. Farklı stratejilerin kolayca denenmesi, GA ve PSE algoritmalarının uyarlanması, sonuçların incelenmesi, raporlanması işlemleri için Java ile bir yazılım geliştirilmiştir.

5.1 Kullanıcı Arayüzü

Kullanıcı arayüzü 4 ana bölümden oluşmaktadır:

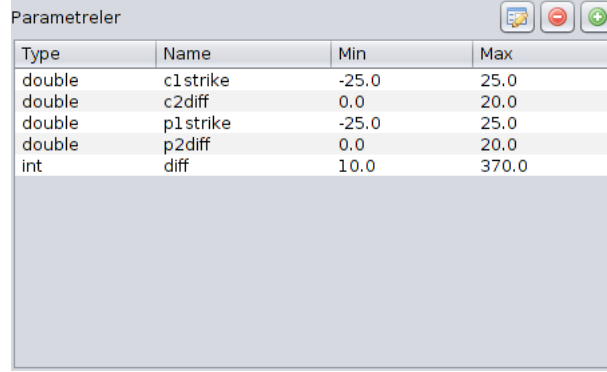
1. Eniyilenecek parametreler
2. Kullanılacak algoritma ve algoritma parametreleri
3. Alım-satım stratejisi
4. Sonuçlar

5.1.1 Eniyilenecek Parametreler

Stratejinin ihtiyaç duyduğu parametreler burada tanımlanır. Her parametrenin bir ismi, türü (tamsayı ya da ondalıklı sayı), alt sınır değeri ve üst sınır değeri tanımlanır.

GA ve PSE algoritmaları buradaki sınır değerlere göre ilk popülasyonu rastgele oluşturur. GA mutasyon yapacağında yine buradaki sınır değerlerine göre rastgele

değer oluşturur. PSE algoritması da bir parçacığı değiştirdikten sonra değerlerin burada belirlenen sınır değerlerin içinde kalmasını sağlar.



Type	Name	Min	Max
double	c1strike	-25.0	25.0
double	c2diff	0.0	20.0
double	p1strike	-25.0	25.0
double	p2diff	0.0	20.0
int	diff	10.0	370.0

Şekil 5.1: Eniyilenecek Parametrelerin Sisteme Girilmesi

5.1.2 Algoritma ve Parametreleri

Bu kısımdan eniyileme algoritması (Genetik Algoritma ya da Parçacık Sürüsü Eniyilemesi) ve popülasyon büyüklüğü girilir. Bunların altında seçilen algoritmanın parametreleri yer alır.

Eğer genetik algoritma seçilirse; çaprazlama oranı, mutasyon oranı, elitizm oranı, çaprazlanacak kromozomun seçim yöntemi (rastgele, rulet, uygunluk sırası) ve çaprazlama yöntemi (tek nokta, iki nokta, karışım) parametrelerinin değerleri girilir.

PSE seçildiğinde ise durgunluk katsayısı, hız1 ve hız2 parametrelerinin değeri girilir.

Algoritmaya özel parametrelerin arkasından da bitirme yöntemi ve sınırı girilir. Yöntem "sayı" ya da "uygunluk değeri" seçilebilir. "Sayı" seçildiğinde girilen sınır değer kez popülasyonun üzerinden geçilir ve algoritma çalışmayı bitirir. "Uygunluk değeri" seçildiğinde ise popülasyonun en iyi kromozomun uygunluk

değeri girilen sınırdan küçük olduğu sürece popülasyonun üzerinden tekrar tekrar geçilir.

Bu alanda son olarak da uygunluk fonksiyonu seçilir. Bu fonksiyon "kâr" ya da "Sharpe oranı" olabilir. Kâr seçildiğinde uygunluk değeri olarak portföyün elde ettiği kâr kullanılır. Bu, hem insanlar için kolay anlaşılır hem de ETF'ler için kullanılabilir bir değerdir. Fakat opsiyonların kullanılması durumunda çok fazla zarar, az sayıda çok yüksek kâr oluşabilmektedir. Bu durumda eğitim verisinde çok yüksek kârlar oluşurken test verisi üzerinde zarar oluşmaktadır. Bu nedenle uygunluk fonksiyonu olarak Sharpe oranı eklenmiştir.

Sharpe oranı bu çalışmada kârın standart sapmaya oranı olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle bahsedilen özel durumlarda standart sapmanın yüksek çıkması nedeniyle uygunluk değeri düşmektedir. ETF kullanılan stratejilerde bu yöntem kârı düşürse de opsiyon stratejilerinin sağlıklı bir şekilde eniyenmesini sağlamaktadır.

Algorithm	Genetic Algorithm
Population	10
Crossover Rate	0.9
Mutation Rate	0.05
Elitism Rate	0.1
Selector Type	WeightedRandomSelector
Crossover Type	DoublePoint
Finalizer Type	Counter
Fitness Type	Profit
Finalizer Limit	100

Şekil 5.2: Eniyilemede Kullanılacak Yöntem ve Parametreleri

5.1.3 Alım-Satım Stratejisi

Bu alan 3 kısımdan oluşmakta ve denenecek stratejinin kodlanmasını sağlamaktadır. İlk kısımda eğitim ve test tarih aralıkları belirlenir. İkinci kısımda her kromozom için 1 kez çalışması istenen kod yazılır. Örneğin burada sabitler

tanımlanabilir, en son yapılan işlemin türü tutulabilir. Üçüncü kısma yazılan kod ise 1. kısımda seçilen tarih aralığında ETF fiyatı bulunan her gün için tekrar tekrar çalıştırılır.

Kod yazılan kısımda 5.1 numaralı tablodaki metotlar alım-satım yapmak için, 5.2 numaralı tablodaki metotlar da teknik analiz araçları için kullanılabilir.

Tablo 5.1: Portföy İşlemlerinde Kullanılabilecek Metotlar

Metot	Açıklama
buy(Asset, int): void	İlk parametre olarak verilen varlıktan 2. parametre olarak verilen miktarda alım yapar.
buy(Asset, double) : void	İlk parametre olarak verilen varlıktan 2. parametre olarak verilen paranın alabileceği kadar alım yapar.
sell(Asset, int): void	İlk parametre olarak verilen varlıktan 2. parametre olarak verilen miktarda satar.
sellAll(): void	Portföyde bulunan tüm varlıkları satar.
close(): void	Portföyde bulunan tüm varlıkları satar, açığa satılmış olan varlıkları geri alır.
isPortfoyEmpty() : boolean	Portföyde bir varlık varsa ya da açığa satılmış bir varlık varsa HAYIR, yoksa EVET döndürür.
getCurrentBudget() : double	Portföyde bulunan harcanabilecek para miktarını döndürür.

Tablo 5.2: Teknik Analiz İçin Kullanılabilecek Metotlar

Metot	Açıklama
sma(ETF, int): double	1. parametre olarak verilen ETF'in 2. parametre olarak verilen günlük fiyat ortalamasını hesaplar.
rsi(ETF, int): double	1. parametre olarak verilen ETF'in 2. parametre olarak verilen günlük RSI değerini hesaplar.
williamsR(ETF, int) : double	1. parametre olarak verilen ETF'in 2. parametre olarak verilen günlük William's %R göstergesi değerini hesaplar
mfi(ETF, int): double	1. parametre olarak verilen ETF'in 2. parametre olarak verilen günlük MFI değerini hesaplar.

```
2005-01-07 2008-12-31 2009-01-02 2009-12-31 TransactionCost:
int rsiAlimDonem;
double rsiAlimEsik;
int rsiSatinDonem;
double rsiSatinEsik;
Etf etf = DIA;
double risk = 0.14;

if (isPortfoyEmpty()) {
    double budget = getCurrentBudget() * risk;
    double currentPrice = etf.getPrice(today).getAsk();
    Option optionToBuy = null, optionToSell = null;

    if (sma(etf, 7) > sma(etf, 24)) { //yükselen trend
        double lowerStrike = ((100d + c1strike) / 100d) * currentPrice;
        optionToBuy = findNearestOption(etf, diff, -5, 60, lowerStrike, 'C', 1);
        if (optionToBuy != null) {
            double higherStrike = ((100d + c2diff) / 100d) * optionToBuy.getStrike();
            optionToSell = findNearestOption(etf, diff, -5, 60, higherStrike, 'C', 1);
        }
    } else { //dusen trend
        double lowerStrike = ((100d + p1strike) / 100d) * currentPrice;
        optionToSell = findNearestOption(etf, diff, -5, 60, lowerStrike, 'P', 1);
        if (optionToSell != null) {
            double higherStrike = ((100d + p2diff) / 100d) * optionToSell.getStrike();
            optionToBuy = findNearestOption(etf, diff, -5, 60, higherStrike, 'P', 1);
        }
    }
}

if (optionToBuy != null && optionToSell != null && optionToBuy != optionToSell) {
```

Şekil 5.3: Stratejinin Kodlanması

5.1.4 Sonuçlar

Ana ekranda bu bölüm 2 kısımdan oluşur. Üst kısımda sırasıyla her bir iterasyonun en iyi kromozomu ile ilgili bilgiler bulunmaktadır. Bu bilgiler, ilgili kromozomun gen değerleri ile birlikte şu bilgilerden oluşur: eğitim dönemi kârı (%), eğitim dönemi yıllık kârı (%), eğitim dönemi Sharpe oranı değeri, test dönemi kârı (%), test dönemi yıllık kârı (%), test dönemi Sharpe oranı değeri.

Bu tablonun altına ise popülasyonun gelişiminin görülmesi için bir grafik yerleştirilmiştir. Buradan "iterasyon numarası" - "en iyi kromozomun eğitim verisi üzerindeki uygunluk değeri" grafiği ile "iterasyon numarası" - "en iyi kromozomun test verisinin üzerindeki uygunluk değeri" grafiği incelenebilir.

En iyi kromozomlar listesindeki bir satıra çift tıklandığında da o kromozomun oluşturduğu işlemler incelenebilir. Açılan ekranın üstündeki tabloda işlem grupları görünür. Bunun her satırında işlem grubunun başlangıç ve bitiş tarihleri, masrafı, geliri, kârı, kâr oranı bulunur. Burdan bir işlem grubu seçildiğinde altındaki tabloda grubun detayları listelenir.

Bu detayların her bir satırında grubu oluşturan varlık hareketleri bulunur. Bu hareket hangi varlığın ne zaman hangi fiyattan alındığını, ne zaman hangi fiyattan satıldığını, oluşan kâr ve kâr oranını gösterir.

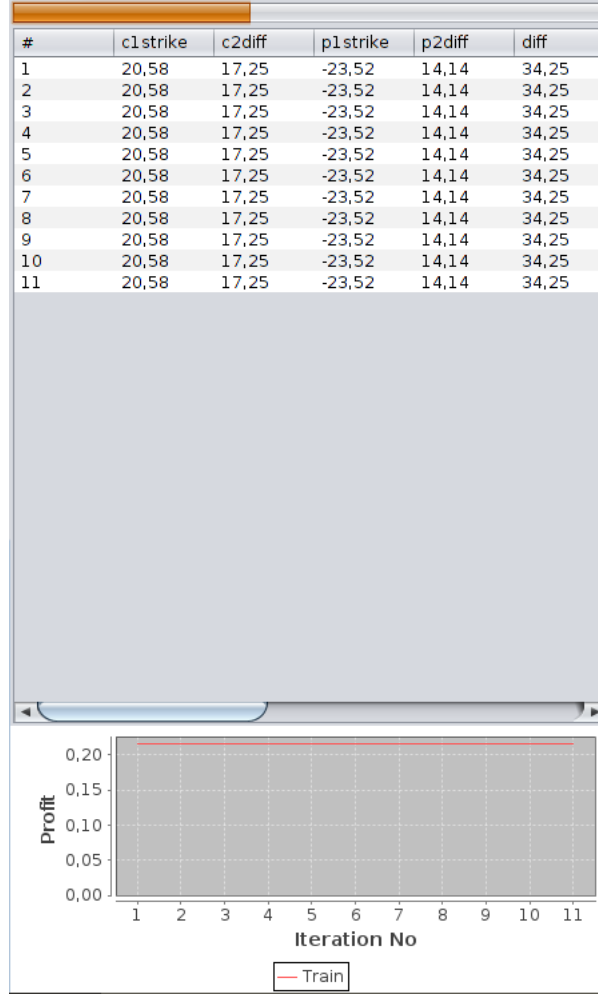
Bu iki tablonun altında da yapılan işlemler sonucunda oluşan "zaman" - "portföydeki para miktarı" grafiği incelenebilir.

5.2 Veri Yükleme ve Sonuçların Kaydedilmesi

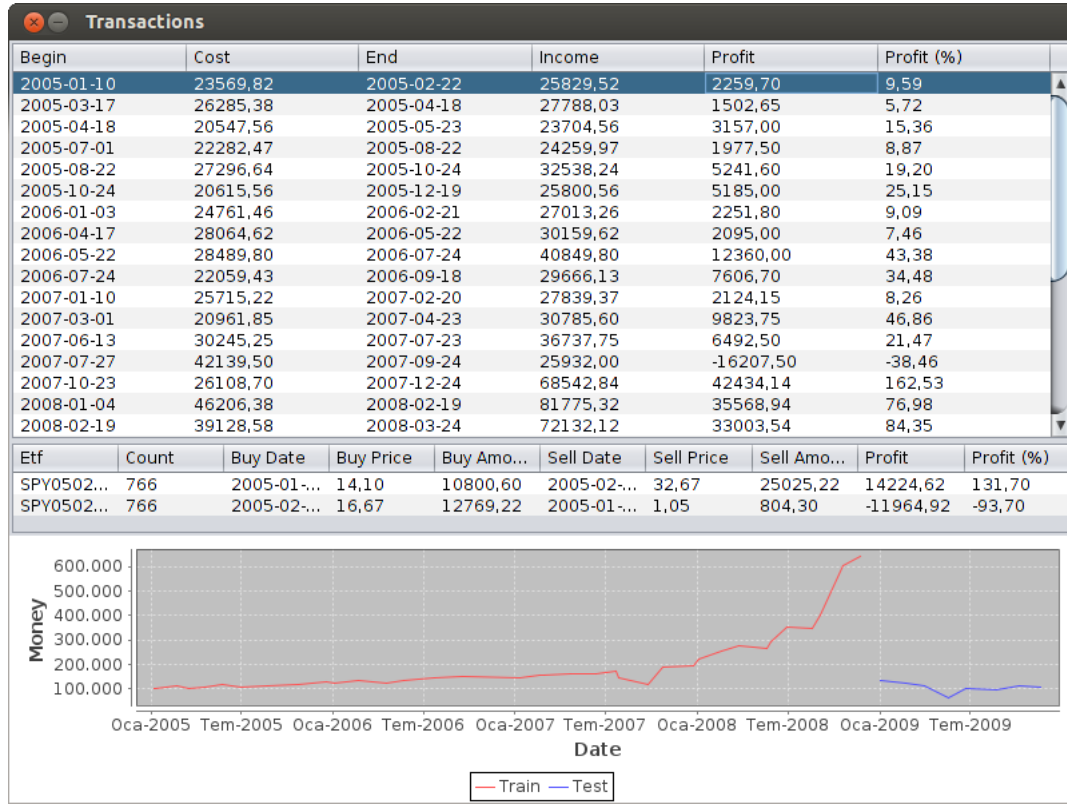
Yazılım MySql veritabanı sistemi ile çalışmaktadır. Virgülle ayrılmış formatta (csv) ya da MS Excel (xls) formatındaki ETF fiyatı ve Opsiyon fiyatı verileri arayüz ile içeri aktarılabilir.

Elde edilen sonuçlar MS Excel formatında kaydedilebilir. Oluşan dosyanın ilk çalışma sayfasında özet bilgiler bulunur. Bu sayfanın ilk satırında eniyilemede kullanılan algoritma, algoritmanın parametre değerleri, sonlandırma yöntemi ve sınırı bulunur. Sonraki 4 satırda eniyilenecek parametrelerin isimleri, türleri, alt sınır ve üst sınır değerleri bulunur. Sonraki satırlarda ise her bir iterasyon sonucundaki en iyi kromozomun genleri, eğitim ve test verisi üzerindeki sonuçları bulunur.

Özetteki her bir iterasyon için bir çalışma sayfası bulunur. Bu çalışma sayfasında o iterasyondaki en iyi kromozomun genleri ile eğitim ve test verisi üzerinde yapılan alım-satım işlemlerinin listesi bulunur. Her bir işlem varlık, alım fiyatı, satış fiyatı, kâr ve kâr oranı bulunur.



Şekil 5.4: Sonuçlar (Her İterasyonun En İyi Çözüm Adayının Detayları)



Şekil 5.5: Çözüm Adayının Oluşturduğu İşlem Listesi ve Portföy Grafiği

6. GELİŞTİRİLEN VE KARŞILAŞTIRILAN MODELLER

Bu bölümde tez çalışması kapsamında geliştirilen model ile karşılaştırmada kullanılan modeller açıklanmış, GA ve PSE algoritmalarına nasıl uyarlandıkları açıklanmıştır.

6.1 2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisi

"A Two-Level Cascade Evolutionary Computation Based Covered Call Trading Model"[28] isimli çalışmada önerilen bu stratejinin ilk aşamasında opsiyonlar göz ardı edilmiş, RSI göstergesi ile alım-satım sinyallerinin oluşturulmasının eniyilenmesi hedeflenmiştir. İkinci aşamada ise Korunmalı Alım stratejisi ile opsiyonlar kullanılarak elde edilen kârın arttırılması amaçlanmıştır.

6.1.1 1. Aşama - Alım Satım Sinyallerinin Oluşturulması

ETF'lerin günlük kapanış fiyatları ve işlem hacimleri üzerinden göstergeler oluşturulmuştur. Bunlardan biri, belli bir ETF üzerinde çok fazla alım ya da satım olduğunu gösteren RSI göstergesidir. Bu gösterge Finansal Tanımlar başlığında anlatıldığı gibi 0-100 arasında bir değer üretmekte, 0'a ne kadar yakınsa o kadar fazladan satış olduğunu, 100'e ne kadar yakınsa da o kadar fazladan alım yapıldığını göstermektedir.

RSI'in değeri hangi sınırı geçtiğinde satışa geçilmesi gerektiği ve hangi sınırın altına indiğinde alım yapılması gerektiği finans uzmanları tarafından belirlenmekte ve buna göre alım-satım sinyalleri oluşturulmaktadır. Erkut U.'nun tez çalışmasında [29] ve A.M. Özbayoğlu ve ekibinin çalışmasında[20] önerildiği gibi bu noktalar sabitlenmeyip eniyilenmesi amaçlanmıştır.

6.1.1.1 Kromozom Yapısı

Bir ETF'in RSI değeri hesaplanacağında kaç günlük aralıktaki hesaplanacağının verilmesi gerekmektedir. Eniyilenen diğer parametreler de alım-satım sinyallerini oluşturacak sınır RSI değerleridir. RSI değeri hesaplanırken alım sinyali ve satım sinyali için ayrı aralıkların kullanılmasının daha sağlıklı sonuçlar vereceği düşünülerek tek bir aralık yerine alt sınır ve st sınır için ayrı aralık değerleri gene yerleştirilmiştir.

Erkut U.'nun çalışmasında [29] da önerildiği gibi, stratejilerin ihtiyaç duyduğu parametrelerin yükselme eğiliminde olunan zamanlar ve düşüş eğiliminde olunan zamanlar için ayrı ayrı eniyilenmesi daha iyi sonuçlar elde edilmesini sağlayabilmektedir. Bu nedenle bu 4 parametre yükseliş ve düşüş eğilimlerine göre ayrılmış, sonuçta 8 genden oluşan bir kromozom oluşturulmuştur.

6.1.1.2 Uygunluk Fonksiyonu

Uygunluk fonksiyonu, her gün aşağıda belirtilen adımlara göre yapılan alım-satım işlemleri sonucu oluşan Sharpe oranı değerine eşittir:

1. ETF'in 50 ve 200 günlük BHO değerleri hesaplanır.
2. 50 günlük BHO değeri daha büyükse fiyatın yükselme eğiliminde olduğu, değilse düşme eğiliminde olduğu kabul edilir

Tablo 6.1: 2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin 1. Aşamasında Kullanılan Kromozom Yapısı

Gen	Alt Sınır	Üst Sınır	Açıklama
aRsiAlimDonem	2	15	Düşme eğiliminde alım sinyali için kullanılacak dönem uzunluğu
aRsiAlimEsik	0	30	Düşme eğiliminde alım sinyali için kullanılacak sınır değer
aRsiSatimDonem	2	15	Düşme eğiliminde satış sinyali için kullanılacak dönem uzunluğu
aRsiSatimEsik	70	100	Düşme eğiliminde satış sinyali için kullanılacak sınır değer
yRsiAlimDonem	2	15	Yükselme eğiliminde alım sinyali için kullanılacak dönem uzunluğu
yRsiAlimEsik	0	30	Yükselme eğiliminde alım sinyali için kullanılacak sınır değer
yRsiSatimDonem	2	15	Yükselme eğiliminde satış sinyali için kullanılacak dönem uzunluğu
yRsiSatimEsik	70	100	Yükselme eğiliminde satış sinyali için kullanılacak sınır değer

3. Düşme eğiliminde kromozomun ilk 4 değeri, yükselme eğiliminde son 4 değeri kullanılır.
4. Eğer portföy boşsa (elde ETF yoksa) ve ETF'in *rsiAlimDonem* günlük RSI değeri *rsiAlimEsik* değerinden küçükse eldeki paranın tamamıyla ETF alınır ve sonraki gün için 1. adıma dönülür.
5. Eğer portföy boş değilse (elde ETF varsa) ve ETF'in *rsiSatimDonem* günlük RSI değeri *rsiSatimEsik* değerinden büyükse eldeki tüm ETF'ler satılır ve sonraki gün için 1. adıma dönülür.

6.1.2 2. Aşama - Opsiyon ile Kârın Arttırılması

1. Aşamada yalnızca ETF'ler kullanılmıştır. Bu aşamada ise 1. aşamada optimize edilen RSI parametreleri ile yine alım-satım sinyalleri oluşturulmuş, alım sinyali geldiğinde Korunmalı Alım stratejisi ile ETF satın alınıp aynı ETF'in bir opsiyonu satılmıştır. Böylece kaldıraçlı işlem yapılarak kâr arttırılmıştır.

6.1.2.1 Kromozom Yapısı

Bir opsiyon 4 parametreden oluşmaktadır. Bu nedenle bir opsiyon alınacağına ya da satılacağına arama yapılırken 4 parametre verilmelidir. İlk parametre opsiyonun ETF'i dir. Her çalıştırmada yalnız bir ETF kullanıldığı için bu parametre sabittir. İkinci parametre opsiyonun türü yani Alım ya da Satım olmasıdır. Bu çalışmada her zaman Alım opsiyonları kullanılmaktadır.

3. parametre opsiyonun vadesidir. Bu parametre eniyileme algoritmaları tarafından bulunmakta ve kromozomlarındaki *diff* isimli gen ile ifade edilmektedir. *diff* değeri 10 ile 370 arasında bir değerdir ve opsiyonun vadesinin bugünden kaç gün sonra olması gerektiğini göstermektedir.

4. ve son parametre ise opsiyonun kullanım fiyatıdır. Kromozomdaki *strike* isimli gen, ETF'in güncel değerinden % kaç fazla ya da eksik kullanım fiyatlı opsiyonun alınacağı belirtir.

Tablo 6.2: 2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin 2. Aşamasında Kullanılan Kromozom Yapısı

Gen	Alt Sınır	Üst Sınır	Açıklama
diff	10	370	Son kullanma tarihine kaç gün kalmış olan opsiyon satılacak
strike	-25	25	Opsiyonun kullanım fiyatı ETF ücretinden % kaç fazla olacak

6.1.2.2 Uygunluk Fonksiyonu

Uygunluk fonksiyonu, her gün aşağıda belirtilen adımlara göre yapılan alım-satım işlemleri sonucu oluşan Sharpe oranı değerine eşittir:

1. ETF'in 50 ve 200 günlük BHO değerleri hesaplanır.
2. 50 günlük BHO değeri daha büyükse fiyatın yükselme eğiliminde olduğu, değilse düşme eğiliminde olduğu kabul edilir
3. Eğer fiyat düşme eğilimindeyse 1. aşamada elde edilen çözüm adayının ilk 4 değeri, değilse son 4 değeri kullanılır.
4. Eğer portföy boşsa (elde ETF yoksa) ve ETF'in *rsiAlimDonem* günlük RSI değeri *rsiAlimEsik* değerinden küçükse Korunmalı Alım stratejisi şu şekilde uygulanır:
 - (a) Eldeki para ETF'in güncel fiyatı bölünerek *miktar* hesaplanır.
 - (b) Vadesi *diff* gün olan, kullanım fiyatı ETF'in güncel fiyatından %*diff* kadar fazla olan Alım opsiyonu aranır.

- (c) Eğer arama sonucunda opsiyon bulunamazsa sonraki g¼n için 1. adıma d¼n¼l¼r.
 - (d) *miktar* kadar ETF satın alınırken bulunan opsiyondan satılır.
5. Eğer portf¼y boş değilse (elde ETF varsa) ve ETF'in *rsiSatimDonem* g¼nl¼k RSI değeri *rsiSatimEsik* değerinden b¼y¼kse eldeki t¼m ETF'ler satılır, opsiyonun vadesi dolmamışsa geri alınır, sonraki g¼n için 1. adıma d¼n¼l¼r.

6.2 3 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisi

2 seviyeli Korunmalı Alım stratejisinde BHO ile eğilim tespiti yapılırken bu y¼ntemin ihtiyaç duyduğu parametrelere 50-200 gibi sık kullanılan sabit değerler verilmiştir. Bayram İ. tarafından hazırlanan tez çalışmasında[30] 2 seviyeli modelin başına 1 seviye daha eklenerek bu parametrelerin eniyilenmesi ve dolayısıyla daha doğru eğilim tespiti yapılarak diğer seviyelerin daha verimli çalışması hedeflenmiştir. Yapılan çalışmada 2 seviyeli Korunmalı Alım stratjisinden daha y¼ksek başarım elde edilmiştir.

6.2.1 1. Aşama - Eğilim Tespitinin Eniyilenmesi

Bu aşamada BHO y¼nteminin ihtiyaç duyduğu kısa BHO uzunluğu ve uzun BHO uzunluğu parametrelerinin eniyilenmesi amaçlanmıştır.

6.2.1.1 Kromozom Yapısı

Her iki algoritma (PSO, GA) için de kromozom yapısı aynı şekilde tasarlanmıştır. Kromozom 2 genden oluşmakta, bir gen kısa aralığın uzunluğunu tutarken diğeri

uzun aralığın uzunluğunu temsil etmektedir. Uygunluk fonksiyonu olarak da bir başka eğilim tespit metodu kullanılmıştır.

Tablo 6.3: Eğilim Tespiti Stratejisinin Eniyilenmesinde Kullanılan Kromozom Yapısı

Gen	Alt Sınır	Üst Sınır	Açıklama
kısa	5	100	Kısa süreli ortalamanın alınacağı aralık
uzun	10	200	Uzun süreli ortalamanın alınacağı aralık

6.2.1.2 Uygunluk Fonksiyonu

Kromozomların uygunluk değerlerinin hesaplanması için GA ve PSE algoritmaları çalıştırılmadan önce 1 kez pencere gezdirme yöntemi ile eğilim değişim tarihleri belirlenmiştir. Bir kromozomun uygunluk değeri hesaplanırken de genlerindeki değer kullanılarak BHO yöntemi çalıştırılmış, bu yöntemin verdiği tarihler ile pencere gezdirme yönteminin verdiği tarihlerin benzerliği o kromozomun uygunluk değeri olarak değerlendirilmiştir.

Bu iki tarih listesinin benzerliği de 2 parametrenin çarpımı ile formülleştirilmiştir. İlk parametre nokta sayısının benzerliğini, ikinci parametre de noktaların yakınlığını temsil etmektedir.

$$\begin{aligned}
uygunluk &= SB \times \frac{1 - OF}{30} & (6.1) \\
SB &= \begin{cases} \frac{|BHO|}{|P|} & , \text{ eğer } |BHO| < |P| \text{ ise} \\ 1 - \frac{|BHO| - |P|}{|P|} & , \text{ eğer } |P| < |BHO| \leq 2 \times |P| \text{ ise} \\ 0 & , \text{ diğer durumlar} \end{cases} \\
OF &= \sum_{g \in P} \frac{g - EnYakin(BHO, g)}{|P|}
\end{aligned}$$

SB Nokta sayısı benzerliği

OF BHO yöntemi ve Pencere yöntemiyle bulunan noktalar arasındaki ortalama fark

BHO BHO yöntemiyle bulunan noktalar

|BHO| BHO yöntemiyle bulunan nokta sayısı

P Pencere yöntemiyle bulunan noktalar

|P| Pencere yöntemiyle bulunan nokta sayısı

EnYakin(BHO, g) BHO yöntemiyle bulunan tarihlerden, g'ye en yakın olan tarih

6.2.1.3 BHO Parametrelerinin Tespit Edilmesi

BHO ile eğilim tespitinin ihtiyaç duyduğu parametreler eniyilenmemiş, olabilecek tüm çiftler denenerek en yüksek uygunluğu veren değerler 1. aşamanın sonucu olarak kabul edilmiştir. Eniyileme yapılmamasının ilk nedeni, uygunluk fonksiyonunun hızlıca çalıştırılabilmesi ve parametrelerinin alabileceği değerlerin sınırlı olması nedeniyle tüm değerlerin kısa süre içinde denenerek sonuca varılabilmesidir. Diğer neden ise GA ve PSE algoritmalarının bu probleme uygun olmamasıdır. Bir kromozomun geçerli olabilmesi için ilk genin değerinin ikinci genin değerinden daha küçük olması gerekmektedir. GA ve PSE algoritmaları popülasyon üzerinde değişiklikler yaptığında kromozomlar kolayca geçersiz olmaktadır. Geçersiz kromozomların değerleri rastgele tekrar oluşturulduğunda her iki algoritmanın da evrimsel gelişme yapmayıp rastgele değerler denediği görülmüştür. Geçersiz kromozomların oluşması engellendiğinde ise genlerin uç değerlere yaklaşmadığı, en iyi değerlerin uç noktalara yakın olması nedeniyle de eniyileme algoritmalarının bu değerleri bulamadığı görülmüş; sonuç olarak da GA veya PSE kullanmak yerine tüm değerlerin denenerek en uygun değerlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

6.2.2 2. Aşama - Alım Satım Sinyallerinin Oluşturulması

Bu aşama 2 seviyeli Korunmalı Alım stratejisinin 1. aşaması ile aynı şekilde gerçekleştirilmiş, yalnızca eğilim tespiti sırasında 50-200 gibi sabit değerler yerine 1. aşamada eniyelenmiş olan aralıklar kullanılmıştır.

6.2.3 3. Aşama - Opsiyon ile Kârın Arttırılması

Bu aşama 2 seviyeli Korunmalı Alım stratejisinin 2. aşaması ile aynı şekilde gerçekleştirilmiştir.

6.3 2 Seviyeli Opsiyon Çifti Stratejisi

Açıklanan ilk 2 strateji satış sinyali oluşması durumunda portföydeki varlıkların tamamının satılıp beklenmesini önerdiği için düşme eğilimi durumunda daha az işlem yapmaktadır. Fakat opsiyonlar doğaları gereği düşme eğiliminde de kâr elde edilmesini sağlayabilmektedir. Bu tez çalışmasının kapsamında hem düşme hem de yükselme eğiliminde düzenli bir şekilde kâr getirebilecek bir strateji sunulmuş ve ihtiyaç duyabileceği parametrelerin eniyelenmesi sağlanmıştır.

6.3.1 1. Aşama - Eğilim Tespiti

Bu aşama 3 seviyeli Korunmalı Alım stratejisinin 1. aşaması ile aynı şekilde gerçekleştirilmiştir.

6.3.2 2. Aşama - Alım Satım Stratejisi

Bu aşamada ETF fiyatının yükseleceği durumlarda Alım Opsiyonlu Yayılım Stratejisi, düşeceği durumlarda ise Satım Opsiyonlu Yayılım Stratejisi kullanılmıştır. Her iki durumda da opsiyonlar hiçbir zaman satılmamış ve son ana kadar beklenmiştir. Opsiyonların vadeleri geldiğinde de aynı algoritma tekrarlanarak bir opsiyon çifti daha alınıp satılmıştır. Eğilimin tespit edilmesinde BHO yöntemi kullanılmış, ihtiyaç duyduğu parametreler de 1. aşamada bulunmuştur.

6.3.2.1 Kromozom Yapısı

Bir kromozom 6.4 numaralı tabloda görüldüğü gibi 5 genden oluşmaktadır.

Tablo 6.4: Opsiyon Çifti Stratejisinin Son Aşamasında Kullanılan Kromozom Yapısı

Gen	Alt Sınır	Üst Sınır	Açıklama
diff	10	370	Kaç gün vadeli opsiyonlar kullanılacak
c1strike	-25	25	Alınacak Alım opsiyonunun kullanım fiyatı ETF fiyatının % kaç fazlası olacak
c2diff	0	20	Satılacak Alım opsiyonunun kullanım fiyatı, alınan kullanım fiyatından % kaç fazla olacak
p1strike	-25	25	Satılacak Satım opsiyonunun kullanım fiyatı ETF fiyatının % kaç fazlası olacak
p2diff	0	20	Alınacak Satım opsiyonunun kullanım fiyatı, satılan kullanım fiyatından % kaç fazla olacak

Bir opsiyon alınacağına ya da satılacağına arama yapılırken 4 parametre verilmelidir. İlk parametre opsiyonun ETF'i dir. Bu çalışmada tek seferde yalnız bir ETF kullanıldığı için bu parametre hem alınacak hem de satılacak opsiyon için aynı ve sabittir. İkinci parametre opsiyonun türü yani Alım ya da Satım olmasıdır. Bu parametre de ETF fiyatının eğilimine göre belirlenmektedir;

yükselme eğiliminde Alma, düşme eğiliminde Satma opsiyonları kullanılmaktadır ve yine hem alınan hem satılan opsiyon aynı türdedir.

3. parametre opsiyonun vadesidir. Bu parametre eniyileme algoritmaları tarafından bulunmakta ve kromozomlarındaki *diff* isimli gen ile ifade edilmektedir. *diff* değeri 10 ile 370 arasında bir değerdir ve opsiyonun son kullanma tarihinin bugünden kaç gün sonra olması istendiğini göstermektedir. Hem alınacak hem satılacak opsiyon için bu değer aynıdır.

4. ve son parametre ise opsiyonun *strike* değeridir. Bu değer ETF'in eğilimine göre alınacak ve satılacak opsiyon için ETF'in o günkü değeri üzerinden kromozomlarda bulunan *c1strike*, *c2diff*, *p1strike* ve *p2diff* isimli genler yardımı ile hesaplanmaktadır.

6.3.2.2 Uygunluk Fonksiyonu

Uygunluk fonksiyonu, her gün aşağıda belirtilen adımlara göre yapılan alım-satım işlemleri sonucu oluşan Sharpe oranı değerine eşittir:

1. Eğer portföyde vadesi dolmamış opsiyon bulunuyorsa sonraki gün için 1. adımdan tekrar başlanır.
2. ETF'in güncel fiyatı bulunur (*price*).
3. ETF'in 1. aşamada bulunan aralıklardaki BHO değerleri hesaplanır.
4. Kısa aralıklı BHO değeri daha büyükse fiyatın yükselme eğiliminde olduğu, değilse düşme eğiliminde olduğu kabul edilir
5. Eğer fiyat yükselme eğilimindeyse Alım Opsiyonlu Yayılım Stratejisi'ne şu şekilde başlanır:

(a) Alınacak olan opsiyonun kullanım fiyatı şu şekilde hesaplanır:

$$lowerStrike = \frac{price \times (100 + c1strike)}{100}$$

(b) Vadesi $diff$ gün olan, kullanım fiyatı $lowerStrike$ olan ve primi en az 1\$ olan¹ bir opsiyon aranır ve alınacak opsiyon ($optionToBuy$) olarak atanır.

(c) Eğer opsiyon bulunamazsa sonraki gün için 1. adıma dönülür.

(d) Satılacak opsiyonun kullanım fiyatı ($higherStrike$), alınacak olanın kullanım fiyatı ($optionToBuy.strike$) üzerinden şu şekilde hesaplanır:

$$higherStrike = \frac{optionToBuy.strike \times (100 + c2diff)}{100}$$

(e) Vadesi $diff$ gün olan, kullanım fiyatı $higherStrike$ olan ve primi en az 1\$ olan bir opsiyon aranır ve satılacak opsiyon ($optionToSell$) olarak atanır.

6. Eğer fiyat düşme eğilimindeyse Satım Opsiyonlu Yayılım Stratejisi'ne şu şekilde başlanır:

(a) Satılacak opsiyonun kullanım fiyatı şu şekilde hesaplanır:

$$lowerStrike = \frac{price \times (100 + p1strike)}{100}$$

(b) Vadesi $diff$ gün olan, kullanım fiyatı $lowerStrike$ olan ve primi en az 1\$ olan bir opsiyon aranır ve satılacak opsiyon ($optionToSell$) olarak atanır.

(c) Eğer opsiyon bulunamazsa sonraki gün için 1. adıma dönülür.

¹0.01\$ prim ödenerek alınmış bir opsiyonun fiyatının 5\$'a çıkması imkansız değildir. Çok fazla zarara yol açan bir çözüm adayı bu şekilde birkaç işlem yaptığında en iyi çözüm adayı olarak ortaya çıkabilir. Fakat test verisi üzerinde aynı işlemi yapamayabileceği için kötü sonuçlar çıkartacaktır. Bu nedenle 1\$'dan ucuz primli opsiyonların alınması engellenmiştir.

- (d) Alınacak opsiyonun kullanım fiyatı (*higherStrike*), satılacak olanın kullanım fiyatı (*optionToSell.strike*) üzerinden şu şekilde hesaplanır:

$$higherStrike = \frac{optionToSell.strike \times (100 + p2diff)}{100}$$

- (e) Vadesi *diff* gün olan, kullanım fiyatı *higherStrike* olan ve primi en az 1\$ olan bir opsiyon aranır ve alınacak opsiyon (*optionToBuy*) olarak atanır.

7. Eğer satılacak opsiyon ya da alınacak opsiyon bulunamamışsa sonraki gün için 1. adıma dönülür.
8. Alınacak opsiyonun priminden satılacak opsiyonun primi çıkartılarak 1 birim işlemin maliyeti hesaplanır.
9. Portföyde bulunan paranın %10'u², 1 birim işlemin maliyetine bölünerek kaç birimlik iş yapılacağı hesaplanır.
10. Bir önceki adımda bulunan değer kadar *optionToSell* satılır, aynı miktarda *optionToBuy* alınır.
11. Sonraki gün için 1. adıma dönülür.³

²Yayımla Stratejilerinde yatırılan paranın tamamının kaybedilme ihtimali bulunmaktadır. Bu nedenle eldeki paranın tamamıyla işlem yapılmamış, her seferinde paranın %10'u riske edilmiştir.

³Alınan opsiyonların vadeleri dolana kadar beklenmektedir. Vadeleri dolduklarında eğer kullanılabilir durumdalarsa (alınan opsiyon kârdaysa, satılan opsiyon zarardaysa) otomatik olarak kullanıldıkları, değillerse silindikleri için algoritma adımlarında bahsedilmemiştir.

7. SONUÇLAR

Bu bölümde, tez çalışması kapsamında Alım Opsiyonlu Yayılma Stratejisi ve Satım Opsiyonlu Yayılma Stratejisi'nin birleştirilmesiyle oluşturulan yeni stratejiyle ilgili olan tüm sonuçların detayları; karşılaştırma amacıyla kullanılan 2 seviyeli ve 3 seviyeli Korunmalı Alım stratejilerinin ise yalnızca sonuçları gösterilmiştir.

Önerilen stratejinin sonuçları al-ve-tut yöntemiyle ve Korunmalı Alım stratejileriyle karşılaştırılmıştır. GA ve PSE algoritmalarıyla elde edilen sonuçlar da birbirleriyle karşılaştırılmıştır. 5 ETF'in sonuçlarının ortalaması alınarak stratejinin nihai sonucunun gösterilmesi amaçlanmıştır.

GA ve PSE algoritmaları 5'er kez 100 iterasyonu bitirecek şekilde çalıştırılmış, eğitim verisi üzerinde en iyi Sharpe oranı değerini veren çözümler seçilerek tablolarda gösterilmiştir.

Her ETF için kullanılan eğitim verisinin tarih aralığı ve test verisinin tarih aralığı 7.1 numaralı tabloda görülebilir.

Tablo 7.1: Eğitim ve Test Tarih Aralıkları

ETF	Eğitim Başlangıç	Eğitim Bitiş	Test Başlangıç	Test Bitiş
DIA	2002-05-24	2006-12-29	2007-01-03	2009-12-31
IWM	2002-02-08	2006-12-29	2007-01-03	2009-12-31
SPY	2005-01-07	2008-12-31	2009-01-02	2009-12-31
XLE	2002-02-08	2006-12-29	2007-01-03	2009-12-31
XLF	2002-02-08	2006-12-29	2007-01-03	2009-12-31

7.1 Stratejilerin GA ve PSE ile Elde Edilmiş Sonuçları

7.1.1 2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin Sonuçları

7.1.1.1 1. Aşama Sonuçları

Bu başlıkta daha önce detaylarıyla açıklandığı gibi RSI göstergesinin ihtiyaç duyduğu parametrelerin, uygunluk fonksiyonu olarak Sharpe oranı değerinin kullanılmasıyla elde edilen sonuçları gösterilmiştir. GA sonuçları 7.2 numaralı, PSE sonuçları da 7.3 numaralı tablodan incelenebilir.

Tablolarda kullanılan kısaltmalar şu şekildedir:

ETF İşlemler sırasında kullanılan ETF.

DAU, DAE, DSU, DSE, YAU, YAE, YSU, YSE için;

İlk harf (D/Y) Düşen/ Yükselen Eğilimde.

İkinci harf(A/S) Alım Satım İşleminde.

Üçüncü Harf(U/E) Dönem Uzunluğu/Eşik Değer.

Örneğin DAU: Düşme eğiliminde alım sinyali için RSI hesaplanırken kullanılacak olan dönem uzunluğu.

ESR Eğitim verisinde oluşan Sharpe oranı.

EYK Eğitim verisinde oluşan yıllık ortalama kâr.

TSR Test verisinde oluşan Sharpe oranı.

TYK Test verisinde oluşan yıllık ortalama kâr.

Tablo 7.2: 2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin İlk Aşamasının GA ile Eniyilenmesinin Sonuçları

ETF	DAU	DAE	DSU	DSE	YAU	YAE	YSU	YSE	ESR	EYK	TSR	TYK
DIA	7	25,55	9	83,09	6	25,91	2	89,99	0,81	4,88	-0,41	-10,14
IWM	10	0,18	10	83,51	2	24,83	10	77,19	0,87	18,76	-0,15	-4,54
SPY	12	5,50	13	89,49	2	12,07	12	72,67	1,35	8,02	1,31	34,14
XLE	5	21,33	4	74,48	5	17,20	6	81,24	0,95	12,59	-0,24	-8,63
XLF	3	2,74	12	98,82	8	25,14	3	88,51	0,75	7,23	-0,58	-24,72

Tablo 7.3: 2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin İlk Aşamasının PSE ile Eniyilenmesinin Sonuçları

ETF	DAU	DAE	DSU	DSE	YAU	YAE	YSU	YSE	ESR	EYK	TSR	TYK
DIA	2	12,19	12	74,40	7	21,27	2	83,10	0,92	4,66	-0,27	-7,15
IWM	2	19,23	6	88,70	4	25,87	9	77,82	1,09	18,16	-0,06	-2,28
SPY	3	6,05	9	83,39	2	28,77	12	72,67	1,35	8,02	1,04	42,92
XLE	5	26,72	2	86,43	6	2,87	4	94,00	1,04	11,35	-0,28	-9,63
XLF	12	28,24	12	92,36	5	29,15	5	80,26	1,00	8,82	-0,55	-25,54

7.1.1.2 2. Aşama Sonuçları

1. Aşamada elde edilen RSI parametreleriyle alım satım sinyalleri oluşturularak Korunmalı Alım stratejisi uygulanarak bu stratejinin ihtiyaç duyduğu parametreler de eniyilenmiştir. GA ile yapılan eniyileme sonuçları 7.4 numaralı, PSE ile yapılan eniyileme sonuçları ise 7.5 numaralı tabloda görülebilir.

Tablolarda kullanılan kısaltmalar şu şekildedir:

ETF İşlemler sırasında kullanılan ETF.

diff Kaç gün vadeli opsiyon alınacak?

strike Opsiyonun kullanım fiyatı ETF'in o günkü değerinden % kaç fazla olacak?

ESR Eğitim verisinde oluşan Sharpe oranı.

EYK Eğitim verisinde oluşan yıllık ortalama kâr.

TSR Test verisinde oluşan Sharpe oranı.

TYK Test verisinde oluşan yıllık ortalama kâr.

Tablo 7.4: 2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin İkinci Aşamasının GA ile Eniyilenmesinin Sonuçları

ETF	diff	strike	ESR	EYK	TSR	TYK
DIA	13	24,99	0,36	6,26	-0,23	-8,25
IWM	15	-2,35	0,42	111,04	0,05	2,67
SPY	91	23,47	0,71	6,53	0,68	14,66
XLE	15	23,31	0,37	9,43	-0,18	-9,27
XLF	197	11,53	0,63	17,76	-0,36	-19,50

Tablo 7.5: 2 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin İkinci Aşamasının PSE ile Eniyilenmesinin Sonuçları

ETF	diff	strike	ESR	EYK	TSR	TYK
DIA	10	24,89	0,50	12,20	-0,18	-6,99
IWM	72	2,59	0,41	53,99	0,14	9,83
SPY	91	23,50	0,71	6,56	0,70	40,57
XLE	199	24,96	0,26	6,34	-0,26	-9,36
XLF	12	11,91	0,68	24,53	-0,32	-19,82

7.1.2 3 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisi Sonuçları

2 seviyeli Korunmalı Alım stratejisinde eğilim tespiti için 50 günlük BHO ile 200 günlük BHO karşılaştırılmaktadır. Bu çalışmanın 1. seviyesinde bu parametrelerin alabileceği tüm değerler denenerek en iyi sonucu veren çift seçilmiş, diğer aşamalarda kullanılmıştır.

7.1.2.1 1. Aşama Sonuçları

Her ETF için eğilim tespitinde kullanılacak en iyi değer çifti 7.6 numaralı tablodaki gibi bulunmuştur.

Tablo 7.6: ETF'lerin Eğilim Tespitinde Kullanılacak Uzun Aralık ve Kısa Aralık Değerleri

ETF	Kısa Aralık	Uzun Aralık
DIA	8	22
IWM	8	21
SPY	7	24
XLE	14	25
XLFF	9	17

7.1.2.2 2. Aşama Sonuçları

1. Aşamada bulunan değerlerin eğilim tespitinde kullanılarak RSI parameterlerinin GA ile eniyilenmesi sonucunda oluşan değerler 7.7 numaralı tabloda, PSE ile elde edilen değerler ise 7.8 numaralı tabloda listelenmiştir.

Tablo 7.7: 3 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin İkinci Aşamasının GA ile Eniyilenmesinin Sonuçları

ETF	DAU	DAE	DSU	DSE	YAU	YAE	YSU	YSE	ESR	EYK	TSR	TYK
DIA	8	23,12	6	74,53	6	25,21	4	71,29	0,97	6,76	-0,05	-1,27
IWM	8	3,35	7	71,27	3	29,38	3	89,66	0,92	16,53	0,48	10,20
SPY	7	25,25	7	72,61	7	29,39	5	74,25	0,86	10,98	0,69	8,09
XLE	8	12,00	7	78,09	7	29,84	4	71,35	0,95	9,11	-0,10	-4,78
XLFF	4	6,54	10	98,78	7	28,64	4	74,26	0,94	9,97	-0,05	-1,58

Tablo 7.8: 3 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin İkinci Aşamasının PSE ile Eniyilenmesinin Sonuçları

ETF	DAU	DAE	DSU	DSE	YAU	YAE	YSU	YSE	ESR	EYK	TSR	TYK
DIA	8	24,46	14	81,94	6	17,34	2	75,90	1,13	6,25	0,05	0,99
IWM	13	14,20	7	70,37	3	8,09	7	73,96	1,04	15,14	0,58	11,41
SPY	4	24,55	13	73,54	2	7,05	6	72,49	0,58	9,29	0,86	34,08
XLE	13	18,06	8	96,02	7	29,67	8	72,50	1,31	16,03	-0,03	-1,91
XLFF	5	9,27	10	70,26	2	24,09	5	96,48	1,03	15,02	-0,50	-25,98

7.1.2.3 3. Aşama Sonuçları

2. Aşamada elde edilen RSI parametreleriyle alım satım sinyalleri oluşturularak Korunmalı Alım stratejisi uygulanarak bu stratejinin ihtiyaç duyduğu parametreler de eniyilenmiştir. GA ile yapılan eniyileme sonuçları 7.9 numaralı, PSE ile yapılan eniyileme sonuçları ise 7.10 numaralı tabloda görülebilir.

Tablo 7.9: 3 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin Son Aşamasının GA ile Eniyilenmesinin Sonuçları

ETF	diff	strike	ESR	EYK	TSR	TYK
DIA	10	24,62	0,40	9,84	-0,00	-0,00
IWM	12	19,49	0,30	70,06	0,16	4,79
SPY	94	24,02	0,58	6,64	0,37	5,75
XLE	10	22,00	0,48	8,39	-0,06	-4,15
XLF	13	9,08	0,49	24,76	0,21	15,04

Tablo 7.10: 3 Seviyeli Korunmalı Alım Stratejisinin Son Aşamasının PSE ile Eniyilenmesinin Sonuçları

ETF	diff	strike	ESR	EYK	TSR	TYK
DIA	10	24,55	0,50	10,51	0,09	2,29
IWM	10	-2,77	0,39	86,93	0,29	14,97
SPY	13	6,74	0,66	43,21	0,66	57,28
XLE	10	7,99	0,77	36,62	0,06	4,94
XLF	10	13,70	0,98	42,19	-0,26	-20,75

7.1.3 2 Seviyeli Opsiyon Çifti Stratejisi Sonuçları

7.1.3.1 1. Aşama Sonuçları

Bu aşama 3 Seviyeli Korunmalı Alım stratejisinin ilk aşamasıyla aynıdır.

7.1.3.2 2. Aşama Sonuçları

1. Aşamada elde edilen parametreler eğilim tespitinde kullanılmış, yükselme eğiliminde Alım Opsiyonlu Yayılma Stratejisi, düşme eğiliminde ise Satım Opsiyonlu Yayılma Stratejisi uygulanmıştır. Uygunluk fonksiyonu olarak da Sharpe oranı kullanılmıştır.

Tablo 7.11: Opsiyon Çifti Stratejisinin GA ile Eniyilenmesinin Sonuçları

ETF	c1strike	c2diff	p1strike	p2diff	diff	ESR	EYK	TSR	TYK
DIA	-2,04	0,42	-7,05	18,93	104	0,39	31,86	0,18	36,74
IWM	24,82	1,11	-15,51	19,43	68	0,13	55,04	0,16	44,22
SPY	23,25	18,49	-11,98	17,73	36	0,26	49,75	0,06	10,51
XLE	-5,59	19,49	0,94	11,80	102	0,23	8,44	-0,07	-6,64
XLF	-20,10	2,84	13,05	12,39	115	0,18	11,76	0,04	6,68

Tablo 7.12: Opsiyon Çifti Stratejisinin PSE ile Eniyilenmesinin Sonuçları

ETF	c1strike	c2diff	p1strike	p2diff	diff	ESR	EYK	TSR	TYK
DIA	11,75	0,38	9,43	19,40	115	0,43	31,48	0,20	16,48
SPY	-4,47	0,20	-18,47	19,70	33	0,35	50,19	0,11	18,57
IWM	9,97	0,64	-15,64	19,68	74	0,13	56,09	0,09	26,44
XLE	-5,33	18,11	-23,26	18,75	102	0,26	7,91	-0,04	-3,03
XLF	-3,40	3,20	2,12	12,00	115	0,18	11,76	0,08	15,23

7.2 Stratejilerin Karşılaştırılması

Bu bölümde 3 farklı strateji ile elde edilen 5 ETF'in sonuçlarının ortalamaları birbirleriyle ve al-ve-tut yönteminin ortalamasıyla karşılaştırılmıştır. Tablolar GA ve PSE için ayrı ayrı oluşturulmuştur.

Tablo 7.13: GA ile Eniyelenmiş Stratejilerin Sonuçlarının Karşılaştırılması

Yöntem	ESR	EYK	TSR	TYK
Al-ve-tut	0	9,09	0	-1,98
2 seviyeli KA	0,50	30,20	-0,01	-3,94
3 seviyeli KA	0,45	23,94	0,14	4,29
Opsiyon Çifti	0,24	31,37	0,07	18,30

Tablo 7.14: PSE ile Eniyelenmiş Stratejilerin Sonuçlarının Karşılaştırılması

Yöntem	ESR	EYK	TSR	TYK
Al-ve-tut	0	9,09	0	-1,98
2 seviyeli KA	0,51	20,72	0,02	2,85
3 seviyeli KA	0,66	43,89	0,17	11,75
Opsiyon Çifti	0,27	31,49	0,09	14,74

7.3 Örnek İşlem Listeleri ve İstatistikler

Bu başlıkta IWM opsiyonlarıyla yapılan işlemler listelenmiş, portföy değeri grafiklerle gösterilmiş ve istatistikler açıklanmıştır. Veriler kullanılan eniyileme algoritmasına göre (GA/PSE) ve veri türlerine göre (eğitim/test) ayrılmıştır. Diğer 4 ETF'in (DIA, SPY, XLE, XLF) sonuçları Ekler bölümünde incelenebilir.

7.3.1 Yapılan İşlemlerin Listesi

7.15, 7.16, 7.17 ve 7.18 numaralı tablolarda Genetik Algoritma ve Parçacık Sürüsü Eniyilemesi yöntemleri kullanılarak eğitim ve test verileri üzerinde yapılan

işlemlerin listeleri bulunmaktadır. Bu tablolardaki başlıklar ve açıklamaları şu şekildedir:

Başlangıç Tarihi Opsiyonlardan birinin alınıp diğerinin satıldığı yani işlemin başladığı tarih.

Başlangıç Gideri Başlangıçta alınan opsiyon için harcanan para miktarı (ödenen prim).

Başlangıç Geliri Başlangıçta satılan opsiyon karşılığında alınan para miktarı (alınan prim).

Bitiş Tarihi Alınan opsiyonların vadesi. Opsiyonlardan kullanılabilir durumda olan(lar)ın kullanılarak işlemin sonlandırıldığı tarih.

Bitiş Geliri Başlangıçta alınan opsiyonun son durumda kullanılmasıyla elde edilen para miktarı.

Bitiş Gideri Başlangıçta satılan opsiyonun alıcı tarafından kullanılması nedeniyle kaybedilen para miktarı.

Kâr İşlem içindeki tüm gelirlerin toplamının giderlerin toplamından farkı.

Kâr Oranı Kâr'ın başlangıçta gereken miktara (alınan opsiyonun maliyetinin satılan opsiyonun gelirinden farkı) oranı.

Tablo 7.15: GA Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi

Başlangıç			Bitiş			Kâr	Kâr Oranı
Tarih	Gider	Gelir	Tarih	Gelir	Gider		
2002-02-08	12533	2536	2002-05-20	84268	61888	12384	124
2002-05-20	13503	2272	2002-08-19	94789	75859	7698	69
2002-09-06	16843	4834	2002-11-18	145595	114405	19182	160
2002-12-17	16052	2127	2003-02-24	103875	74865	15085	108
2003-02-24	20341	4910	2003-05-19	136948	101878	19639	127
2003-08-07	20807	3411	2003-11-24	158202	107037	33769	194
2003-11-24	24120	3350	2004-02-23	205690	145390	39530	190
2004-02-25	29403	4678	2004-05-24	306994	222349	59920	242
2004-05-24	38209	7492	2004-08-23	453191	325827	96647	315
2004-08-23	47723	7342	2004-11-22	407701	275545	91775	227
2005-01-13	58739	9178	2005-05-23	623737	440177	133999	270
2005-08-11	74008	11046	2005-11-21	123826	0	60863	97
2006-02-16	80910	11867	2006-05-22	163007	33551	60413	88
2006-05-22	90108	15018	2006-08-21	177963	0	102873	137

Tablo 7.16: GA Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi

Başlangıç			Bitiş			Kâr	Kâr Oranı
Tarih	Gider	Gelir	Tarih	Gelir	Gider		
2007-01-03	11882	1886	2007-03-19	22557	0	12561	126
2007-03-19	13325	2071	2007-06-18	12997	0	1743	15
2007-06-18	14107	2679	2007-09-24	34925	4102	19395	170
2007-10-23	17404	4036	2008-01-22	77578	29439	34771	260
2008-01-22	22032	5190	2008-03-31	28176	0	11334	67
2008-06-16	23261	5282	2008-09-30	56407	0	38429	214
2008-09-30	40550	18728	2008-12-22	268703	170993	75888	348
2009-01-16	52446	23035	2009-03-31	49155	0	19744	67
2009-05-22	48463	17077	2009-08-24	0	0	-31385	-100
2009-09-10	36000	7754	2009-11-23	45138	0	16892	60

Tablo 7.17: PSE Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi

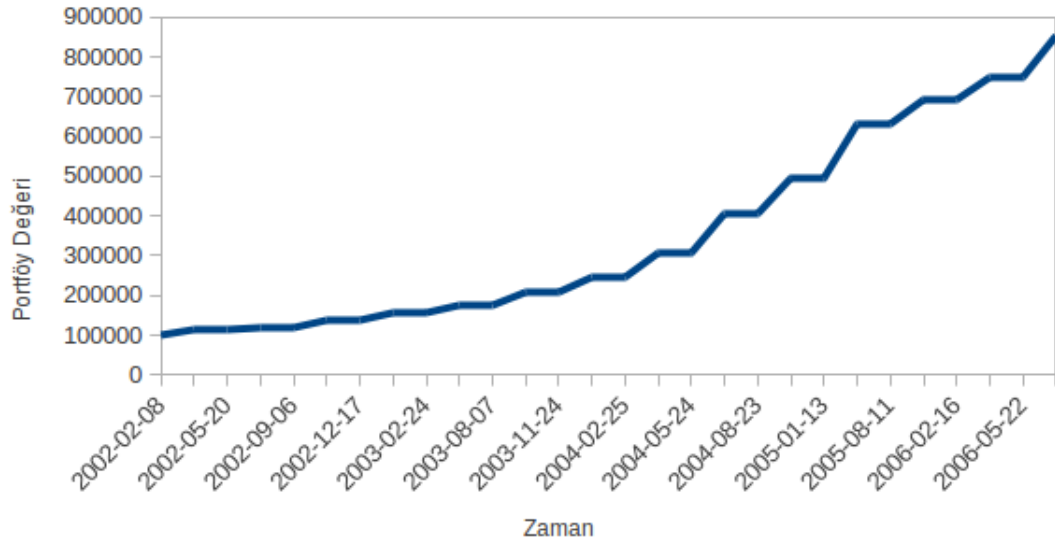
Başlangıç			Bitiş			Kâr	Kâr Oranı
Tarih	Gider	Gelir	Tarih	Gelir	Gider		
2002-02-08	12533	2536	2002-05-20	84268	61888	12384	124
2002-05-20	13503	2272	2002-08-19	94789	75859	7698	69
2002-09-06	16843	4834	2002-11-18	145595	114405	19182	160
2003-01-03	19894	5968	2003-05-19	221960	165120	42914	308
2003-08-07	21413	3196	2003-11-24	151426	100290	32919	181
2003-11-24	24977	3469	2004-02-23	212997	150555	40934	190
2004-02-25	30446	4844	2004-05-24	317882	230235	62045	242
2004-05-24	38874	7068	2004-08-23	434611	307387	95418	300
2004-08-23	48867	7518	2004-11-22	417475	282151	93975	227
2005-01-07	60704	9959	2005-05-23	644601	454901	138955	274
2005-08-11	75978	11340	2005-11-21	127121	0	62483	97
2006-01-06	84565	13680	2006-05-22	138164	0	67279	95
2006-05-22	93138	15523	2006-08-21	183948	0	106333	137

Tablo 7.18: PSE Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerin Listesi

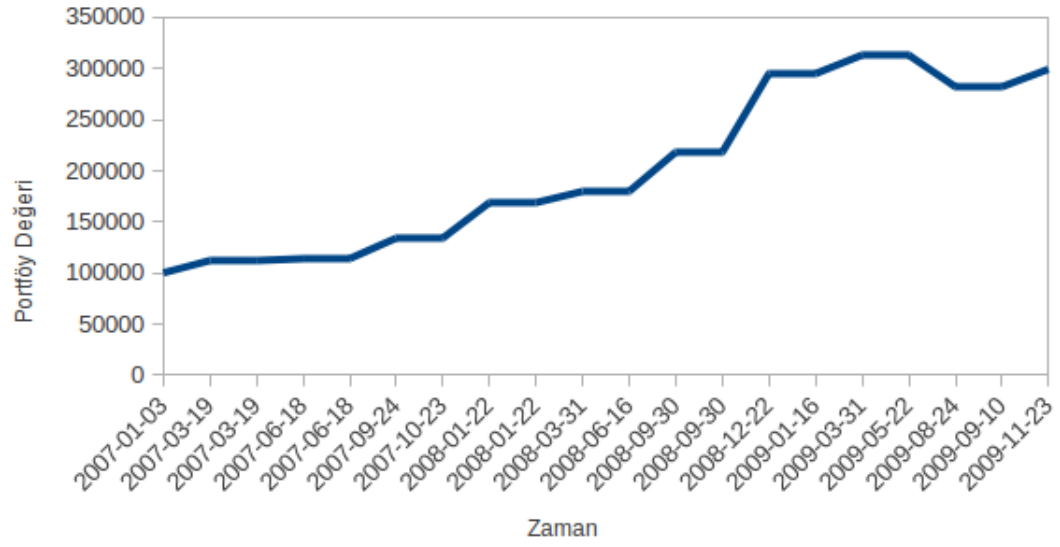
Başlangıç			Bitiş			Kâr	Kâr Oranı
Tarih	Gider	Gelir	Tarih	Gelir	Gider		
2007-01-03	11882	1886	2007-03-19	22557	0	12561	126
2007-03-19	13325	2071	2007-06-18	12997	0	1743	15
2007-06-18	14107	2679	2007-09-24	34925	4102	19395	170
2007-10-01	66617	53248	2007-12-24	0	0	-13370	-100
2007-12-24	15550	3519	2008-03-31	50495	15031	23434	195
2008-06-16	18595	4223	2008-09-30	45093	0	30721	214
2008-09-30	32422	14974	2008-12-22	214847	136721	60678	348
2009-01-16	43377	19862	2009-05-15	0	0	-23515	-100
2009-05-22	32678	11515	2009-08-24	0	0	-21163	-100
2009-09-10	24274	5228	2009-11-23	30435	0	11390	60

7.3.2 Para - Zaman Grafikleri

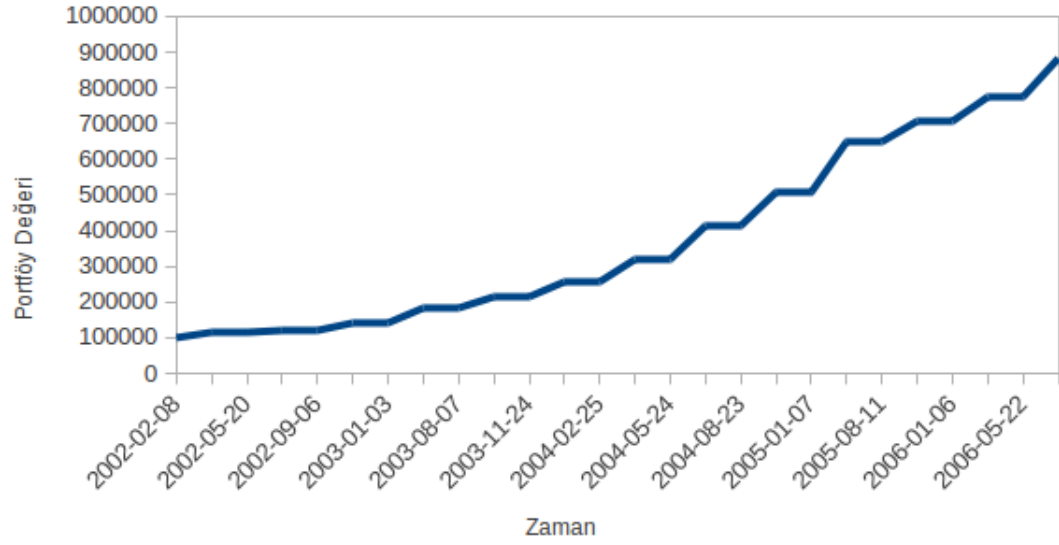
Bu bölümde GA ve PSE algoritmalarıyla Eğitim ve Test verisi üzerinde IWM opsiyonlarıyla yapılan işlemler sırasında portföyde bulunan para miktarının zamana bağlı değişimi ayrı ayrı gösterilmiştir.



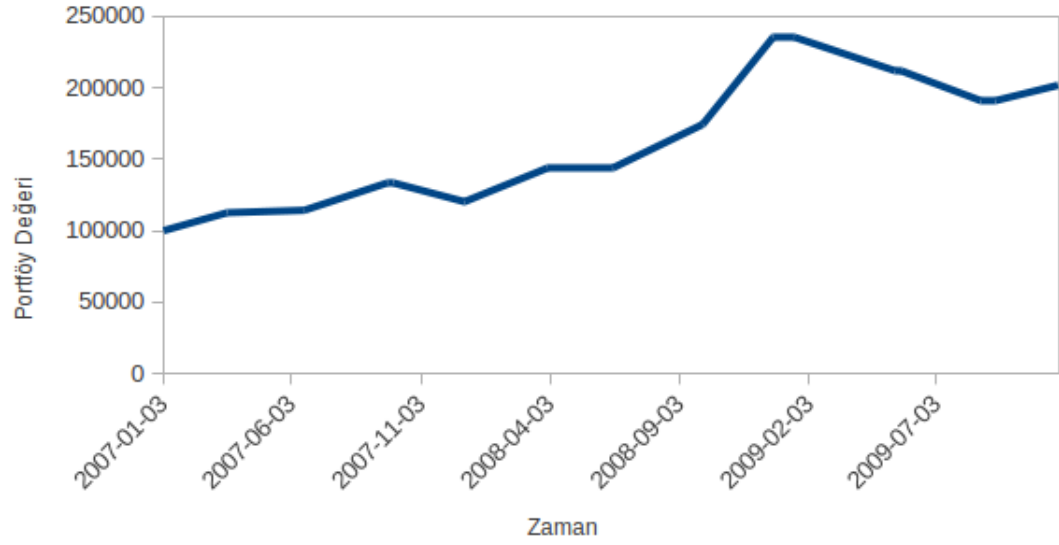
Şekil 7.1: GA Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği



Şekil 7.2: GA Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği



Şekil 7.3: PSE Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Eğitim Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği



Şekil 7.4: PSE Kullanılarak IWM Opsiyonlarıyla Test Verilerinde Yapılan İşlemlerde Oluşan Portföy Grafiği

7.3.3 İstatistikler

Yapılan işlemler sonucunda ortaya çıkan istatistikler 7.19 numaralı tabloda gösterilmiştir. İstatistiklerin açıklamaları şu şekildedir:

Toplam Kâr (%) Veri aralığının başından sonuna kadar geçen süreçte elde edilen toplam kârdır.

Yıllık Ort. Kâr (%) 1 senede ortalama olarak elde edilen kârdır. Toplam Kâr üzerinden faiz hesabı ile çevrilmiştir. Stratejinin farklı uzunluklardaki veri aralıklarında çalıştırılması durumunda Toplam Kârın karşılaştırılması uygun olmadığı için hesaplanmıştır.

İşlem Sayısı Veri aralığında toplamda yapılan işlem sayısıdır. Bir opsiyon çiftinin alınıp beklenmesi 1 işlem olarak kabul edilmiştir.

Yıllık Ort. İşlem Sayısı 1 yılda yapılan ortalama işlem sayısıdır. Farklı uzunluktaki veri aralıklarında yapılan işlemlerin karşılaştırılabilmesi için işlem sayısının veri aralığının yıl cinsinden uzunluğuna bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Pozitif İşlem Oranı (%) Yapılan işlemlerin % kaçının gelir getirdiğini göstermektedir.

Ortalama İşlem Kârı (%) 1 işlemde ortalama olarak elde edilen kârdır. Tüm işlemlerin ortalama kârlarının aritmetik ortalamasına eşittir.

Ortalama İşlem Süresi 1 işlemin ortalama kaç gün sürdüğünü göstermektedir.

Maks. İşlem Kârı (%) İşlemler arasında en yüksek kârı getiren işlemin kâr oranıdır.

Maks. İşlem Zararı (%) İşlemler arasında en yüksek zarara sebep olan işlemin zarar oranıdır. Yüksek olması riskin de yüksek olduğunu gösterir. İşlemlerden hiçbirinin zarar oluşturmaması durumu "-" ile ifade edilmiştir.

Min. Portföy Değeri Opsiyon işlemleri arasında eldeki paranın ulaştığı en düşük değeri gösterir.

Maks. Portföy Değeri Opsiyon işlemleri arasında eldeki paranın ulaştığı en büyük değeri gösterir.

Tablo 7.19: IWM Opsiyonlarıyla Yapılan İşlemlerin İstatistikleri

	Genetik Algoritma		Parçacık Sürüsü Eniyileme	
	Eğitim	Test	Eğitim	Test
Toplam Kâr (%)	753,78	199,37	782,52	101,87
Yıllık Ort. Kâr (%)	55,04	44,22	56,09	26,44
İşlem Sayısı	14	10	13	10
Yıllık Ort. İşlem Sayısı	2,86	3,34	2,66	3,34
Pozitif İşlem Oranı (%)	100	90	100	70
Ortalama İşlem Kârı (%)	167,71	122,67	184,87	82,69
Ortalama İşlem Süresi	93	86	103	92
Maks. İşlem Kârı (%)	314,63	347,76	308,16	347,76
Maks. İşlem Zararı (%)	-	100	-	100
Min. Portföy Değeri (\$)	100000	100000	100000	100000
Maks. Portföy Değeri (\$)	853776,86	313864,65	882518,66	235160,66

8. YORUMLAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde elde edilen sonuçlar yorumlanmış, eksiklikler ve gelecekte yapılabilecek çalışmalar açıklanmıştır.

8.1 Stratejilerin Karşılaştırılması

7.13 ve 7.14 numaralı tablolardan görülebileceği gibi test verisinde en yüksek kârı bu çalışmada önerilen strateji getirmektedir. Sharpe oranı değerleri ise Korunmalı Alım stratejisinden düşük çıkmaktadır. Önerilen metot sadece opsiyonlarla işlem yaptığı için daha riskli olmaktadır. Bu nedenle Sharpe oranı değeri diğer stratejilere göre daha düşük çıkmaktadır. Korunmalı Alım stratejisinde ETF ve opsiyon birlikte kullanıldığı için hareketler daha risksiz olmakta, keskinlik oranı değeri daha iyi (yüksek) çıkmaktadır.

8.2 Eniyileme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Tablo 7.11 ve Tablo 7.12 incelendiğinde bu iki algoritmanın parametreler için genellikle farklı değerler verse de eğitim verisi üzerinde çok yakın kâr değerleri oluşturduğu görülmektedir. Bu, aynı sonucun farklı parametrelerle oluşturulabileceğini ve iki algoritmanın bu sonuca ulaşabildiğini göstermektedir. Test verisi sonuçları incelendiğindeyse elde edilen sonuçların farklı olduğu görülmektedir. Eğitim verisi üzerinde bulunan parametrelerin farklı olması nedeniyle bu beklenen bir durumdur.

Tablo 7.13 ve Tablo 7.14 incelendiğindeyse opsiyon çifti stratejisinin ortalama sonuçlarının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre bu problemin her iki algoritma için de uygun şekilde modellenilebildiği ve başarılı sonuçlar elde ettiği söylenebilir.

8.3 İstatistiklerle İlgili Yorumlar

7.19 numaralı tabloda görülebileceği üzere GA ve PSE eğitim verisi üzerinde benzer istatistikler oluşturmaktadır. Bu, yaklaşık aynı sonucu veren 1'den fazla çözüm adayı olduğunu, GA ve PSE'nin aynı sonucu oluşturmaya da yakın sonuçlar oluşturan çözüm adaylarını bulabildiklerini göstermektedir. Parametreler için farklı değerler bulmaları, iki algoritmanın test verisi üzerinde farklı sonuçlar oluşturmaya sebep olmuştur.

Test verisinde daha kötü sonuçlar gösteren PSE algoritmasında bile yıllık ortalama %26 kâr getirdiği görülmektedir. İşlemlerin %70'inin kâr getirmesi, tutarlı olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Diğer taraftan en yüksek zarar oranı %100 çıkmaktadır. Yayılma Stratejilerinde yatırılan paranın tamamının kaybedilme ihtimali bulunmaktadır. Bu sonuç, her seferinde riske edilecek miktarın seçiminin önemini göstermektedir. Oranın yüksek olması durumunda tek işlemde kaybedilecek para miktarı da çok yükselecektir.

Tek işlemde elde edilmiş maksimum kâr ise her iki algoritma sonuçlarında da test verisinde eğitim verisinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun, test verisindeki oynaklığın farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yıllık ortalama işlem sayısının yüksek olması da bu düşüncüyü desteklemektedir.

Portföyün minimum değerinin başlangıç değeri olan 100000\$'ın altına hiç inmediği görülmektedir. Bu da stratejinin zarara geçirmedeğini, arka arkaya zarar oluşturmadığını, tutarlı olduğunu göstermektedir. Aynı sonuç ilgili grafiklerde de açıkça görünmektedir.

8.4 Eksiklikler ve Çözüm Önerileri

Bu başlık altında, çalışma kapsamında geliştirilen modelin eksiklikleri ve bu eksikliklerin gelecek çalışmalarda nasıl giderilebileceğine dair fikirler paylaşılmıştır.

8.4.1 ETF Seçimi

Yapılan eniyilemeler sırasında model her ETF için ayrı ayrı çalıştırılmıştır. Bunun yerine hangi durumda hangi ETF'lerin kullanılacağı da eniyilenebilir. Tek bir ETF yerine birden fazla ETF'in kullanılması ETF'lere özel durumların etkisini de azaltacaktır. ETF'lerin nasıl seçilecekleri, iyi getiri sağladıkları anlardaki teknik analiz göstergeleri incelenerek uzman yardımıyla modellenenebilir, ya da Yapay Sinir Ağları, Genetik Programlama gibi yöntemlerle bulunabilir.

8.4.2 Strateji Seçimi

Bu çalışmada ve karşılaştırılan stratejilerde yalnızca Korunmalı Alım, Alım Opsiyonlu Yayılma Stratejisi ve Satım Opsiyonlu Yayılma Stratejisi kullanılmıştır. Oynaklık, eğilim, eğilimin derecesi gibi bilgilere göre kullanılabilir pek çok opsiyon stratejisi bulunmaktadır. Farklı göstergelere göre daha fazla strateji arasından seçim yapılabilir, ya da strateji seçiminin de eniyilenmesi üzerine çalışılabilir.

8.4.3 Parametre Değerlerinin Hesaplanması

Bu çalışmada eniyilenen parametrelerin tümü için sabit değerler bulunmaktadır. Fakat farklı dönemler için farklı değerlerin kullanılması daha iyi olabilir. Örneğin eğilime göre RSI için farklı dönem aralıkları ve eşik değerler kullanmak başarıyı arttırmıştır. Bu daha da ileriye götürülerek tüm parametrelerin Genetik Programlama ile ya da Yapay Sinir Ağları ile formülleri çıkartılabilir, her an en uygun parametre değeri hesaplanıp kullanılabilir.

8.4.4 Eğilim Tespiti

Geliştirilen modelde yalnızca 2 eğilim kullanılmaktadır: düşme ve yükselme. Fiyatın sabit gitme eğilimi göz ardı edilmiştir. Bu durumda kullanılacak opsiyon stratejileri de bulunmaktadır. Ayrıca eğilimin derecesi de (çok düşecek, az yükselecek vb) ölçülmemektedir. Sabit fiyat eğiliminde olduğu gibi, eğilimin derecesine göre de farklı stratejiler bulunmaktadır. Eğilim tespiti geliştirilmesi sonucunda daha fazla strateji modele eklenerek başarımlar daha da arttırılabilir.

Eğilim derecesinin tespiti için son eğilim değişim noktasından güncel güne çizilecek doğrunun eğimi kullanılabilir. Günlük sert hareketlerden etkilenmemesi için son değişim noktası yerine yakın bir aralığın ortalama değerine çizilecek doğrunun eğimi daha iyi sonuçlar alınmasını sağlayabilir.

8.4.5 Fiyatların Eğiliminden Arındırılması

RSI gibi teknik analiz göstergeleri, eğilimden arındırılmış fiyatlar¹ üzerinden hesaplandığında daha doğru sonuçlar vermektedir. Bir önceki maddede anlatıldığı gibi eğilimin derecesi günlük olarak bulunabilirse fiyat eğilimden bağımsız hale getirilebilir ve başarımlar artırılabilir.

8.4.6 Komisyonlar ve Faiz Getirisi ile Karşılaştırma

ETF ve opsiyonlar alınıp satılırken herhangi bir komisyon kesintisi yapılmamıştır. Opsiyonların alış-satış fiyatları arasındaki fark işlem masrafı olarak kabul edilmiş, komisyonlar çok düşük oldukları için göz ardı edilmişlerdir.

Sharpe oranı formülünde "risksiz faiz getirisi" de bulunmaktadır. Bu oran paranın hiç riske atılmadan mevduat hesabına yatırılmasıyla elde edilebilecek kârı ifade etmektedir. Gerçek kârın hesaplanması için elde edilen kârdan bu getirinin çıkartılması gerekmektedir. Yapılan çalışmada risksiz faiz getirisi 0 kabul edilmiştir.

Gelecek çalışmalarda bu giderlerin de hesaba katılması gerçek hayata daha yakın bir ortamda eğitim ve test yapılmasını sağlayacaktır.

¹ETF fiyatının günlük %0.4 artma eğiliminde olduğu bilinirken, fiyatı 100\$ olan bir ETF ertesi gün 101\$ olursa teknik analiz göstergeleri formüllerinde fark 1\$ değil 0.6\$ kullanıldığında göstergeler daha iyi yönlendirmektedir. Bu işleme fiyatın eğilimden arındırılması denmektedir.

Kaynakça

- [1] "Investopedia - Stock" Erişim adresi: <http://www.investopedia.com/terms/s/stock.asp> , erişim tarihi: 20 Temmuz 2014
- [2] "Investopedia - Market" Erişim adresi: <http://www.investopedia.com/terms/m/market.asp> , erişim tarihi: 20 Temmuz 2014
- [3] "Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Terimler Sözlüğü" Erişim Adresi: <http://www.tcmb.gov.tr/yeni/iletisimgm/sozluk.htm> , erişim tarihi: 20 Temmuz 2014
- [4] "VOB - Sözlük" Erişim adresi: <http://www.vob.org.tr/VOBPortalTur/detailsPage.aspx?tabid=627> , erişim tarihi: 20 Temmuz 2014
- [5] Darrell R. Jobman, Handbook of Technical Analysis: A Comprehensive Guide to Analytical Methods, Trading Systems and Technical Indicators, McGraw-Hill, Nov 1994.
- [6] Taylor, M.P., Allen, H., The use of technical analysis in the foreign exchange market, Journal of International Money and Finance, 304-314, 1992.
- [7] Lo, A.W., Mamaysky, H., Wang, J., Foundations of Technical Analysis: Computational Algorithms, Statistical Inference, and Empirical Implementation, The Journal of Finance, 1705–1770, 2000.

- [8] Neelya, C., Wellera, P., and Dittmar, R., Is Technical Analysis in the Foreign Exchange Market Profitable? A Genetic Programming Approach, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 405-426, 1997.
- [9] Don M. Chance, *An introduction to derivatives and risk management*, 5th ed, Thomson/South-Western, Mason, OH, 2001.
- [10] J. Welles Wilder, *New Concepts in Technical Trading Systems*, 1978
- [11] Sharpe, W.F., Mutual Fund Performance, *The Journal of Business*, Vol. 39, No. 1, Part 2: Supplement on Security Prices, 119-138, 1966.
- [12] Sharpe, W.F., The Sharpe Ratio, *The Journal of Portfolio Management*, Vol. 21, No. 1, 49-58, 1994.
- [13] Black F., Scholes M., The Pricing of Options and Corporate Liabilities, *The Journal of Political Economy*, 637-654, 1973.
- [14] Chen, S.-H., Lee, W.-C., Option Pricing with Genetic Algorithms: Separating Out-of-the-Money from In-the-Money, *IEEE International Conference on Intelligent Processing Systems*, 110-115, 1997.
- [15] Du J., Rada R., Knowledge-guided Genetic Algorithm for Financial Forecasting, *IEEE Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering & Economics*, 2012.
- [16] Hoklie, Zuhail, L.R., Resolving Multi Objective Stock Portfolio Optimization Problem Using Genetic Algorithm, *International Conference on Computer and Automation Engineering*, 2010.
- [17] Shin, K.-S., Lee, Y.-J., A genetic algorithm application in bankruptcy prediction modeling, *Expert Systems with Applications*, 321-328, 2002.
- [18] Lin, L., Cao, L., Wang, J., Zhang, C., The Applications of Genetic Algorithms in Stock Market Data Mining Optimisation, *Proceedings of Fifth*

International Conference on Data Mining, Text Mining and their Business Applications, 273-280, 2004.

- [19] Evans, C., Pappas, K., Xhafa, F., Utilizing artificial neural networks and genetic algorithms to build an algo-trading model for intra-day foreign exchange speculation, *Mathematical and Computer Modelling*, 1249–1266, 2013.
- [20] Ozbayoglu, A.M., Erkut, U., Stock Market Technical Indicator Optimization by Genetic Algorithms, *Intelligent Engineering Systems through Artificial Neural Networks*, 589-596, 2010.
- [21] Kennedy, J., Eberhart, R., Particle Swarm Optimization, *Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks IV*, 1942–1948, 1995.
- [22] Sharma, B., Ruppia K.T., and Parimala T., Portfolio management using particle swarm optimization on GPU, *Parallel and Distributed Processing with Applications (ISPA)*, 2012 IEEE 10th International Symposium on. IEEE, 103-110, 2012.
- [23] Zhao, X., Sun, J., Xu W., Application of quantum-behaved particle swarm optimization in parameter estimation of option pricing, *Distributed Computing and Applications to Business Engineering and Science (DCABES)*, 2010 Ninth International Symposium on (pp. 10-12). IEEE, 2010.
- [24] Marinakis, Y., Marinaki, M., Doumpos, M., Zopounidis, C., Ant Colony and Particle Swarm Optimization for Financial Classification Problems, *Expert Systems with Applications*, 10604-10611, 2009.
- [25] Prasain, H., Jha, G.K., Thulasiraman, P., Thulasiram, R., A Parallel Particle Swarm Optimization Algorithm for Option Pricing, *IEEE International Symposium on Parallel & Distributed Processing, Workshops and Phd Forum*, 2010.

- [26] Briza, A.C., Naval P.C., Stock trading system based on the multi-objective particle swarm optimization of technical indicators on end-of-day market data, *Applied Soft Computing*, 1191-1201, 2011.
- [27] Nenortaite, J., Simutis, R., Stocks' Trading System Based on the Particle Swarm Optimization Algorithm, *Computational Science*, 843-850, 2004.
- [28] Uçar, M., Bayram İ., and Özbayoğlu A.M., A Two-Level Cascade Evolutionary Computation Based Covered Call Trading Model, *Procedia Computer Science*, 20, 472-477, 2013.
- [29] Erkut U., 2010, Genetik Algoritmalar ile Portföy Performans Eniyilemesi için Teknik Analiz Göstergesi Seçimi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [30] Bayram İ., 2014, Evrimsel Algoritmalar ile Üç Aşamalı Bir Korunmalı Alım Opsiyonu Modeli Eniyilemesi, Yüksek Lisans Tezi, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : UÇAR, Mustafa
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 15 Temmuz 1989 Üsküdar
Medeni hali : Bekâr
Telefon : +90 530 951 16 78
E-posta : mucar@etu.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	2014
Lisans	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	2011

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2011-2014	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	Burslu Y.L. Öğrencisi

Yabancı Dil

İngilizce (İyi)
Rusça (Başlangıç)

Yayımlar

Mustafa Ucar, Ilknur Bayram, and A. Murat Ozbayoglu. "A Two-Level Cascade Evolutionary Computation Based Covered Call Trading Model." *Procedia Computer Science* 20 (2013): 472-477.