

**EVİRİMSEL ALGORİTMALAR İLE ÜÇ AŞAMALI BİR KORUNMALI ALIM
OPSİYONU MODELİ ENİYİLEMESİ**

İLKNUR BAYRAM

**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 sağladığımı onaylarım.

Doç. Dr. Erdoğan DOĞDU
Anabilim Dalı Başkanı

İLKNUR BAYRAM tarafından hazırlanan EVRİMSEL ALGORİTMALAR İLE ÜÇ AŞAMALI BİR KORUNMALI ALIM OPSİYONU MODELİ ENİYİLEMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Ahmet Murat ÖZBAYOĞLU
Tez Danışmanı

Tez Jüri Üyeleri

Başkan : Doç. Dr. Bülent TAVLI

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ahmet Murat ÖZBAYOĞLU

Üye : Yrd. Doç. Dr. Buğra ÇAŞKURLU

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.

İlknur BAYRAM

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

İlknur BAYRAM

EVİRİMSEL ALGORİTMALAR İLE ÜÇ AŞAMALI BİR KORUNMALI ALIM OPSİYONU MODELİ ENİYİLEMESİ

ÖZET

Gelişimsel algoritmalar finans alanında çeşitli problemlerin çözümü için kullanılmaktadır. Opsiyon alım satım stratejileri de kaldıraçlı işlem özelliği göstermeleri ve güvenli olmaları açısından son zamanlarda tercih edilmektedir. Bu çalışmada Korunmalı Alım (Covered Call) adı verilen opsiyon alım stratejisinin genetik algoritma ve parçacık sürüsü eniyilemesi kullanılarak geliştirilen üç aşamalı model ile eniyilenmesi amaçlanmıştır. İlk aşamada trend belirlemesi yapılmış, ikinci aşamada trend bilgisi kullanılarak, Bağlı Güç Endeksi (RSI) ile al-sat sinyalleri oluşturulmuş ve son aşamada da Korunmalı Alım stratejisi için gerekli parametreler eniyilenmiştir. İlk aşamada arama uzayı küçük olduğu için bütün değerler denenerek sonuçlar elde edilirken, diğer iki aşamada genetik ve parçacık sürüsü algoritmaları eniyileme için kullanılmıştır. Geliştirilen üç aşamalı modeli test etmek için 4 farklı ETF kullanılmıştır; SPY, XLE, IWM ve XLF. Bu ETF'ler 2005-2008 yılları arasında eğitilmiş ve optimize edilmiş, 2009 yılında da test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Al ve Tut yöntemi ile ve daha önce geliştirilen 2 Aşamalı Model [4] ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Genetik Algoritma, Parçacık Sürüsü Eniyilemesi, Opsiyon Alım Satım Stratejileri, Korunmalı Alım Stratejisi.

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

İlknur BAYRAM

**THREE LEVEL COVERED CALL OPTIONS TRADING MODEL
OPTIMIZED WITH EVOLUTIONARY ALGORITHMS**

ABSTRACT

Evolutionary algorithms are used in solving various financial problems. Options trading strategies are preferred among traders lately, because they have leveraged and protective transaction characteristics. In this study, an option trading strategy, Covered Call, is optimized with Genetic Algorithm and Particle Swarm Optimization by using a developed Three Layer Trading model. In the first level, the trend is found. In the second level, buy-sell signals are produced with Relative Strength Indicator (RSI) by using the trend found in the first level. The final level optimizes the parameters for the Covered Call strategy. In the first level, the search space is small and the results are found by brute force. Other two levels use genetic algorithm and particle swarm optimization to optimize the appropriate parameters. To test the developed Three Layer Trading model, four ETFs are used, which are SPY, XLE, IWM and XLF. These ETFs are trained and optimized between 2005 and 2008 and tested during 2009. The results are compared with Buy & Hold strategy and previously developed Two Layer Trading Model [4].

Keywords: Genetic Algorithm, Particle Swarm Optimization, Option Trading Strategies, Covered Call Strategy.

TEŞEKKÜR

Bu alıőmada bana yol gösteren ve destek veren danıőman hocam Sayın Yrd. Do. Dr. A. Murat ZBAYOĐLU'na, yardımını ve desteğini hibir zaman eksik etmeyen Mustafa UAR'a, her zaman manevi destekleri ile yanımda olan aileme teşekkür ederim.

İçindekiler

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ	xi
TABLO LİSTESİ	xiv
KISALTMA LİSTESİ	xvii
1 GİRİŞ	1
2 FİNANSAL TANIMLAR	3

2.1	Borsa	3
2.2	ETF - Güniçi Alım Satım imkanı Fon	3
2.3	Teknik Analiz	4
2.3.1	Bağıl Güç Endeksi (Relative Strength Index)	4
2.3.2	Basit Hareketli Ortalama (Simple Moving Average)	5
2.3.3	Teknik Analiz ile İlgili Literatür Taraması	6
2.4	Temel Analiz	7
2.5	Opsiyon	7
2.5.1	Opsiyon Fiyatlaması	8
2.5.2	Opsiyon Alım Satım Stratejileri	9
2.5.2.1	Korunmalı Alım Stratejisi	9
2.5.3	Opsiyon Alım Satım Stratejileri ile İlgili Literatür Taraması	10
3	KULLANILAN ALGORİTMALAR	12
3.1	Genetik Algoritma	12
3.2	Parçacık Sürüsü Eniyileştirilmesi	15
3.2.1	Parçacıkların Uzayda Yerleştirilmesi	15
3.2.2	Uygunluk Fonksiyonu	17
3.2.3	Parçacıkların Hareket Ettirilmesi	17

3.2.4	Parçacık Sürüsü Algoritması Çalışma Şekli	18
3.3	Kullanılan Algoritmalar ile İlgili Finans Alanında Literatür Taraması .	19
4	GELİŞTİRİLEN MODEL	21
4.1	İki Aşamalı Model	21
4.2	Üç Aşamalı Model	22
4.2.1	Birinci Aşama - Trendin Belirlenmesi	23
4.2.2	İkinci Aşama - Sinyallerin Oluşturulması	26
4.2.3	Üçüncü Aşama - Opsiyon Parametrelerinin Optimize Edilmesi	29
5	GELİŞTİRİLEN YAZILIM	31
5.1	Opsiyon Gruplama Algoritması	31
5.1.1	İkili Arama Algoritması - Binary Search	32
5.2	Strateji Geliştirme Yazılımı	33
5.2.1	Parametrelerin ve Algoritmanın Belirlenmesi	33
5.2.2	Stratejinin Kodlanması	34
5.2.3	Sonuçların Elde Edilmesi	35
6	SONUÇLAR VE TARTIŞMA	37
6.1	Karşılaştırmalı Sonuçlar	37

6.2	Tartışma	43
6.3	Gelecek Çalışmalar	44
	KAYNAKLAR	46
	EKLER	51
	A Tablolar	52
	B Grafikler	57
	ÖZGEÇMİŞ	63

Şekil Listesi

2.1	RSI teknik analiz göstergesinin 14 günlük kullanımı	5
2.2	Korunmalı Alım stratejisi getiri grafiği	10
3.1	Kromozom yapısı	12
3.2	Kromozomlar arasında tek noktalı çaprazlama işlemi	13
3.3	Kromozomlar arasında çift noktalı çaprazlama işlemi	14
3.4	Kromozom üzerinde mutasyon işlemi	14
3.5	PSO çalışma şeması	16
3.6	Parçacıkların çözüm uzayına geri getirilmesi	18
4.1	Üç aşamalı model	22
4.2	SPY için iki aşamalı modelde test zamanında elde edilen SMA eğrileri ile trend belirlemesi	25
4.3	SPY için üç aşamalı modelde test zamanında elde edilen SMA eğrileri ile trend belirlemesi	26

4.4	Elde edilen alım satım noktalarının SPY için test zamanında gösterimi	28
5.1	Opsiyon gruplama modeli	32
5.2	Geliştirilen uygulamanın ekran görüntüsü	34
5.3	Yapılan işlemlerin listelendiği tablo	36
6.1	SPY için eğitim zamanında genetik algoritma ile paranın zamana göre değişim grafiği	39
6.2	SPY için eğitim zamanında PSO algoritması ile paranın zamana göre değişim grafiği	40
6.3	SPY için test zamanında genetik algoritma ile paranın zamana göre değişim grafiği	40
6.4	SPY için test zamanında PSO algoritması ile paranın zamana göre değişim grafiği	41
B.1	XLE için eğitim zamanında genetik algoritma ile paranın zamana göre değişim grafiği	57
B.2	XLE için test zamanında genetik algoritma ile paranın zamana göre değişim grafiği	57
B.3	XLE için eğitim zamanında PSO algoritması ile paranın zamana göre değişim grafiği	58
B.4	XLE için test zamanında PSO algoritması ile paranın zamana göre değişim grafiği	58

B.5	IWM için eğitim zamanında genetik algoritma ile paranın zamana göre değişim grafiği	59
B.6	IWM için test zamanında genetik algoritma ile paranın zamana göre değişim grafiği	59
B.7	IWM için eğitim zamanında PSO algoritması ile paranın zamana göre değişim grafiği	60
B.8	IWM için test zamanında PSO algoritması ile paranın zamana göre değişim grafiği	60
B.9	XLF için eğitim zamanında genetik algoritma ile paranın zamana göre değişim grafiği	61
B.10	XLF için test zamanında genetik algoritma ile paranın zamana göre değişim grafiği	61
B.11	XLF için eğitim zamanında PSO algoritması ile paranın zamana göre değişim grafiği	62
B.12	XLF için test zamanında PSO algoritması ile paranın zamana göre değişim grafiği	62

Tablo Listesi

4.1	Birinci aşama sonunda bulunan SMA değerleri	26
4.2	GA ve PSO ile bulunan RSI parametrelerinin SPY için karşılaştırmalı gösterimi	27
4.3	3. Aşama sonunda eniyilenen değerlerin sonuçları ile elde edilen yıllık kâr değerleri	29
5.1	ETF'lerin eğitim ve test zaman aralıklarında sahip oldukları opsiyon verisi sayısı	31
6.1	Al ve Tut yöntemi ile eğitim ve test zamanlarında ETF'lerin fiyatları ve değişimleri	38
6.2	Genetik algoritma ile elde edilen sonuçların diğer yöntemlerle karşılaştırılması	38
6.3	PSO ile elde edilen sonuçların diğer yöntemlerle karşılaştırılması	39
6.4	SPY için üç aşamalı model sonunda GA ve PSO ile elde edilen istatistiksel sonuçlar	42

6.5	SPY için GA ile test tarih aralığında yapılan işlemler ve elde edilen sonuçlar	42
6.6	SPY için PSO ile test tarih aralığında yapılan işlemler ve elde edilen sonuçlar	43
A.1	GA ve PSO ile bulunan RSI parametrelerinin XLE için karşılaştırmalı gösterimi	52
A.2	GA ve PSO ile bulunan RSI parametrelerinin IWM için karşılaştırmalı gösterimi	52
A.3	GA ve PSO ile bulunan RSI parametrelerinin XLF için karşılaştırmalı gösterimi	53
A.4	XLF için üç aşamalı model sonunda GA ve PSO ile elde edilen istatistiksel sonuçlar	53
A.5	IWM için üç aşamalı model sonunda GA ve PSO ile elde edilen istatistiksel sonuçlar	54
A.6	XLE için üç aşamalı model sonunda GA ve PSO ile elde edilen istatistiksel sonuçlar	54
A.7	XLE için GA ile test tarih aralığında yapılan işlemler ve elde edilen sonuçlar	55
A.8	XLE için PSO ile test tarih aralığında yapılan işlemler ve elde edilen sonuçlar	55
A.9	IWM için GA ile test tarih aralığında yapılan işlemler ve elde edilen sonuçlar	55

A.10 IWM için PSO ile test tarih aralığında yapılan işlemler ve elde edilen sonuçlar	56
A.11 XLF için GA ile test tarih aralığında yapılan işlemler ve elde edilen sonuçlar	56
A.12 XLF için PSO ile test tarih aralığında yapılan işlemler ve elde edilen sonuçlar	56

Kısaltma Listesi

Kısaltma	Açıklama
E.Y.K.	Eğitim Süresi Yıllık Kâr
T.Y.K.	Test Süresi Yıllık Kâr
T.İ.S.	Toplam İşlem Sayısı
Y.O.İ.S.	Yıllık Ortalama İşlem Sayısı
P.İ.O.	Pozitif İşlem Oranı
O.İ.K.	Ortalama İşlem Kârı
O.İ.S.	Ortalama İşlem Süresi
E.F.İ.Z.	En Fazla İşlem Zararı
E.F.İ.K.	En Fazla İşlem Kârı
P.E.D.D.	Portföyün En Düşük Değeri
P.E.Y.D.	Portföyün En Yüksek Değeri
E.T.	ETF Tutarı
E.G.	ETF Getirisi
O.T.	Opsiyon Tutarı
O.G.	Opsiyon Getirisi
ETF	Exchange Traded Fund (Güniçi Alım Satım imkanı Fon)
SPY	S&P 500 SPDR (Spider) ETF (S&P 500 Endeks Fonu)
XLE	Energy Select Sector SPDR ETF (Enerji Sektörü Fonu)
IWM	iShares Russell 2000 Fonu (Russell 2000 Küçük Ölçekli Firma Fonu)
XLF	Financial Select Sector SPDR ETF (Finans Sektörü Fonu)
SMA	Simple Moving Average (Basit Hareketli Ortalama)
RSI	Relative Strength Indicator (Bağıl Güç İndikatörü)
GA	Genetik Algoritma
PSO	Particle Swarm Optimization (Parçacık Sürüsü Eniyilemesi)

1. GİRİŞ

Borsa, içerisinde barındığı farklı türden araçlar ve bunlara bağlı işlemlerin çeşitliliği açısından farklı çalışmalarda konu olarak kullanılmaktadır. Zaman içerisinde sürekli bir veri sağladığı için bilimsel çalışmalarda da kullanılmaktadır. Borsa içerisindeki farklı araçların farklı kullanımları, analizleri, tahminleri ve stratejileri sağladıkları çok sayıda veri ve sürekliliği açısından bilimsel çalışmalar için kullanılabilir ve yararlı bir kaynak olmaktadır. Ayrıca, borsa kısa zamanda büyük kazanç elde etmek isteyen yatırımcıların da gözde aracıdır.

Borsada kullanılan hisse senedi ve değerli madenler gibi temel varlıkların yanında zamanla bunlardan türetilen araçlar ortaya çıkmıştır. Türev araçlar (derivatives), geridönüşü diğer finansal araçlardan türetilmiş olan finansal araçlardır. Performansları türetildiği araçlara bağlıdır. Bu yatırım araçları da piyasada farklı işlemlerin yapılmasına ve etkilerinin varlığın kendisini almaktan daha farklı oluşuna bağlı olarak yeni bir araştırma alanı oluşturmuşlardır. Türev araçların en önemli örneklerinden biri olan opsiyonlar, bu tez çalışmasında kullanılmış, ayrıntılı tanımı ve kullanımını ikinci bölümde anlatılmıştır.

Varlıklar alındığında ve satıldığında piyasada iki farklı durum oluşur. Alım yapıldığında *uzun pozisyon* oluşur, yani bir varlık önce alınır, sonra satılır. Satım yapıldığında ise *kısa pozisyon* oluşur. Bu durumda da varlık önce satılır, bir süre sonra geri alınır. Bu farklı durumlar kullanılarak borsada çeşitli stratejiler geliştirilmiştir. Bu pozisyonlar, hisse senedi ve opsiyonlarda bir arada kullanılarak Korunmalı Alım stratejisi geliştirilmiştir. Korunmalı Alım stratejisinin bu çalışmada geliştirilen model ile eniyilenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada farklı ETF ve bunların opsiyonları kullanılarak üç aşamalı bir model oluşturulmuştur. Öncesinde iki aşamalı bir model geliştirilmiş, daha sonra üçüncü

bir aşama eklenerek, model geliştirilmiştir. Bu aşamalarda istenen parametreleri Genetik Algoritma (GA) ve Parçacık Sürüsü Eniyilemesi (PSO) ile optimize ederek en yüksek kazancı getirecek opsiyonları bulmayı hedeflemektedir. Bu iki modelin sonuçlarının karşılaştırılması ve Al ve Tut yöntemiyle karşılaştırılmaları sonuçlar kısmında yapılmıştır.

Tezin finansal tanımlar başlığında, finans ile ilgili bu çalışmada kullanılan temel tanımlar ve kavramlar, kullanım şekilleri anlatılmıştır. Bu tez çalışmasında kullanılan opsiyon stratejisi ve özellikleri yine bu başlıkta açıklanmıştır. Kullanılan algoritmalar başlığında, tez çalışmasında kullanılan evrimsel algoritmaların çalışma prensipleri ve kullanım şekilleri açıklanmıştır. Geliştirilen model kısmında, bu tez çalışmasında geliştirilen model temel aşamaları ile anlatılmış, elde edilen sonuçlar verilmiştir. Son olarak sonuçlar başlığında, elde edilen sonuçların yapılan diğer çalışmalar ve temel kabul edilen Al ve Tut yöntemi ile karşılaştırmaları yapılmış, yorumlar eklenmiştir.

2. FİNANSAL TANIMLAR

2.1 Borsa

Borsa, çeşitli varlıkların alım satımının yapıldığı bir tür markettir. Bu varlıklar; hisse senetleri, değerli madenler, tarımsal ürünler gibi ticareti yapılabilen enstrümanlardır. Varlığı çok eskilere dayanan borsanın ilk türü mal ticaretinin yapıldığı borsalardır. Dünyanın en büyük borsası New York Menkul Kıymetler Borsası (NYSE)'dir. [1] Türkiye'de ise Borsa İstanbul (BİST) 1985 yılından beri hizmet vermektedir. [2] Finans alanında yaygınlaşan yeni bir enstrüman olan opsiyonlar da Türkiye'de Vadeli İşlem Opsiyon Piyasası (VOİP)'nda işlem görmektedir.

2.2 ETF - Güniçi Alım Satım imkanı Fon

ETF (Exchange Traded Fund)'ler borsada hisse senedi gibi işlem gören birleşik fonlardır. İçeriğinde hisse senedi, altın, döviz gibi araçlar bulundurabilir. Türkçesi Borsa Yatırım Fonu (BYT) olarak ifade edilir. ETF'ler markette işlem gören varlıklar ya da hisse senedi sepetinden oluşabilir. İlk olarak 1993 yılında ortaya çıkarılan, S&P 500 endeksinde işlem gören SPY kodlu ETF'tir. SPY'ın ortaya çıkmasından sonra çok sayıda ETF işlem görmeye başlamış ve giderek artmıştır. [3] ETF'ler içerisinde farklı finansal araçlar barındırdığından risk oranı daha düşüktür ve bu yüzden yatırımcılar için tercih sebebidir.

2.3 Teknik Analiz

Teknik analiz, bir varlığın geçmiş verilerinden yola çıkarak elde edilebilen bilgilerdir. Farklı araçlar ve analiz yöntemlerini kullanarak gelecek fiyat tahminleri yapılmaya çalışılır.

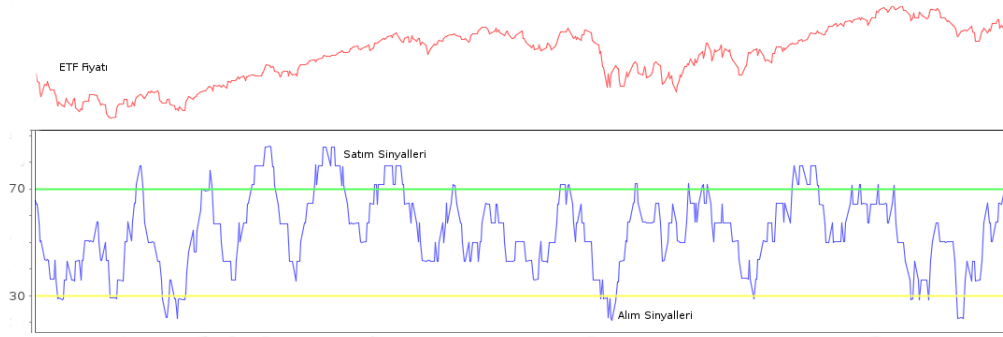
Teknik analiz ile varlıkların geçmiş verilerinden faydalanılarak, kar getiren işlemlerin bulunmasına yardımcı olan çalışmalar yapılmıştır. Bu teknik analiz çalışmalarında varlığın geçmiş verilerinden başka parametreleri kullanılmaz; çünkü marketteki arz - talebin diğer tüm faktörleri içinde bulundurarak fiyatları oluşturduğuna ve marketin dengeli olduğuna inanılır. [11]

Bu çalışmada Relative Strength Index (RSI) ve Simple Moving Average (SMA) teknik analiz yöntemleri olarak kullanılmıştır. RSI alım-satım sinyallerinin oluşturulmasında kullanılırken, SMA trend belirlemede kullanılmıştır.

2.3.1 Bağıl Güç Endeksi (Relative Strength Index)

Bağıl Güç Endeksi (RSI), bir varlığa ait fazla alım ve fazla satım noktalarını gösterebilen teknik bir indikatördür. İlk olarak Welles Wilder tarafından 1978 yılında tanıtılmıştır. [16]

Bağıl güç endeksi, belirli bir dönem için 0 - 100 aralığında değişen bir değer üretir. Fazla alım olması, bu varlığa ait alımların doyum seviyesine ulaştığını ve varlık fiyatlarının düşeceğini gösterirken; fazla satım olması da aynı şekilde, satımların uç seviyesine ulaştığını ve varlık fiyatının yükseleceğini gösterir. Genellikle 14 günlük dönem için 30 - 70 sınırlarına dayanarak hesaplanır. Gösterge değeri 30 değerinin altına indiğinde ETF değerinin fazla düştüğü ve yükseleceği yorumu yapılarak *Al Sinyali* oluşturulur. Aynı şekilde 70 değerinin üzerinde çıktığında da fazla yükseldiği yorumu yapılır ve *Sat Sinyali* oluşturulur.



Şekil 2.1: RSI teknik analiz göstergesinin 14 günlük kullanımı

RSI hesaplanırken pozitif değişimlerin, negatif değişimlere oranı bulunur. Pozitif değişim, varlığın kapanış fiyatının önceki kapanış fiyatının üzerinde olduğu durumlarda; negatif değişim ise varlığın kapanış fiyatının önceki kapanış fiyatının altında olduğu durumlarda oluşur.

$$RS = \frac{\text{Pozitif değişim ortalaması}}{\text{Negatif değişim ortalaması}} \quad (2.1)$$

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS} \quad (2.2)$$

2.3.2 Basit Hareketli Ortalama (Simple Moving Average)

Basit Hareketli Ortalama (SMA), bir varlığın belirli bir zaman dilimindeki kapanış fiyatlarının ortalamasıdır. Kısa dönem ve uzun dönem SMA grafikleri birlikte kullanılarak trend belirlenmesi yapılabilir. Bu belirleme kısa ve uzun dönem grafiklerinin kesiştiği noktalardan faydalanılarak yapılır.

SMA genellikle 5, 10, 50, 100, 200 günlük zaman dilimleri için hesaplanır. Zaman diliminin kısa olması SMA eğrisinin, varlık fiyatına daha çabuk tepki vermesine sebep olurken, zaman diliminin uzun olması daha yumuşak bir eğri oluşmasını sağlar.

$$SMA = \frac{\sum_{i=d-N}^d p_i}{N} \quad (2.3)$$

Formülde gösterilen p_i değeri varlığın i . gündeki kapanış fiyatını, d o zamanki günü, N ise SMA'nın kaç günlük hesaplandığını gösterir. Yani, o günden itibaren N gün öncesine kadarki kapanış fiyatlarının ortalaması bulunur.

2.3.3 Teknik Analiz ile İlgili Literatür Taraması

Teknik analiz, bir çok araştırmaya konu olmuş ve yüksek ve / veya risksiz kazançlar elde edebilmek için üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalardan bazıları bu başlık altında incelenmiştir.

F. Wang ve arkadaşları [17], 2014 yılında yayınlanan makalelerinde teknik analiz yöntemlerini performanslarına göre ödüllendirme yöntemi geliştirerek daha verimli kullanılmalarını sağlamışlardır. Performans değerlendirme için bulunan 145 parametrenin en iyi alt kümesini seçebilmek için ise parçacık sürüsü eniyileme algoritmasından faydalanmışlardır.

Y.K. Kwon ve arkadaşları ise [18], hisse senetlerinin fiyat tahmini yapay sinir ağları parametrelerini genetik algoritma ile eniyileştirerek geliştirdikleri bir model ile yapmışlardır. 75 farklı teknik analiz yöntemini girdi olarak kullanan yazarlar, sonuçta bir alım - satım modeli oluşturmuş ve başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. K. Kim ve I. Han [19] da yaptıkları çalışmada benzer bir yöntemle hisse senedi alım - satımı için teknik analiz ile oluşturulan özellikleri azaltarak iyi sonuçlar elde etmişlerdir.

2.4 Temel Analiz

Temel analiz, insanların düşüncelerine ve güncel olayların piyasa üzerindeki etkilerinin ölçülmesine dayanır. [12] Çıkan siyasi ve ekonomik haberler insanların alım - satım kararlarını etkilerken, kişilik ve deneyimleri de bu kararlarda önemli rol oynamaktadır. Arbitraj, marketteki varlık değerlerinin yanlış çevrilmesinden dolayı oluşan hesaplama hatasıdır. Ancak, bu hatalar anlık olduğu için yakalamak neredeyse imkansızdır ve çok kısa sürdüğü için büyük kâr elde etmek çok güçtür. [13]

Temel analiz, borsada fiyatların ne yönde gidebileceğine dair fikir verebilir ancak tamamen temel analiz bilgisine bağlı kalmak da doğru tahminler yapmaya yetmez. Bu yüzden son zamanlarda temel ve teknik analiz bilgilerini birleştirerek her iki yöntemin de olumlu yanlarını kullanan çalışmalar yapılmaktadır. [14, 15]

2.5 Opsiyon

Opsiyon, alıcıya bugün belirlenen bir fiyattan bir varlığı ya da türev ürünü alma ya da satma hakkı tanıyan, alıcı ile satıcı arasındaki anlaşmadır. Opsiyonların kullanımı zorunluluk değildir, sadece belirlenen zamanda belirlenen fiyattan alım/satım hakkı tanır. Varlık için ödenecek olan, önceden belirlenen fiyata *strike* fiyatı denir. Opsiyonlar için belirli bir miktar para ödenir (opsiyon primi) ve kullanılmadığı takdirde, opsiyonu alan ödenen bu para kadar zarar etmiş olur.

Opsiyonlar için tanımlanan en iyi satış (bid) ve en iyi alış (ask) fiyatları vardır. Bir satıcının sunduğu en düşük fiyat *en iyi satış*, alıcının sunduğu en yüksek fiyat ise *en iyi alış* olarak tanımlanır. Bu fiyatlar arasındaki fark (*spread*), opsiyonun işlem ücreti olarak değerlendirilebilir.

Opsiyonlar alım (call) ve satım (put) opsiyonları olmak üzere iki çeşittir. Alım opsiyonları, bir varlığı bugün belirlenen fiyattan alma hakkı, satım opsiyonları da bugün belirlenen bir fiyattan satma hakkı sağlar. Opsiyonların bir diğer önemli özelliği de son kullanma tarihleridir. Bu tarihten sonra opsiyonlar geçerliliklerini yitirirler. Avrupa ve Amerikan opsiyonları son kullanma tarihi açısından farklılık gösterirler. Amerikan opsiyonları, son kullanma tarihine kadar herhangi bir zamanda işlenebilirken, Avrupa opsiyonları sadece son kullanma tarihinde işlenebilirler. Bu açıdan Amerikan opsiyonlarının daha esnek olduğu söylenebilir.

2.5.1 Opsiyon Fiyatlaması

Opsiyonlar daha önce de belirtildiği üzere varlıkların türevi olarak oluşturulmuştur ve fiyatları da bu varlıklara bağlı olarak değişir.

Opsiyon fiyatlamada en çok kullanılan yöntem Black-Scholes yöntemidir. Bu yöntem ilk olarak 1973 yılında Fischer Black and Myron Scholes tarafından yazılan makalede tanıtılmıştır [21] ve yazarlar bu matematiksel opsiyon fiyatlama modeli ile 1997 yılında Nobel Ekonomi Ödülü almışlardır.

Opsiyon fiyatlarını etkileyen bir çok faktör bulunmaktadır. Opsiyonun dayanak varlığının fiyatı, sözleşme tutarındaki fiyat, opsiyonun vadesi, varlığın oynaklığı gibi faktörler opsiyon fiyatlarını olumlu ya da olumsuz etkileyebilmektedir. Alım ve satım opsiyonları bu faktörlerden farklı şekilde etkilenebilir. Örneğin; varlık fiyatı arttıkça alım opsiyonunun fiyatı da artmakta, ancak satım opsiyonunun fiyatı düşmektedir. Opsiyon vadesinin artması ise iki tür opsiyonun da fiyatının artmasına sebep olur, çünkü vade uzadıkça varlık fiyatının her iki yönde de değişme ihtimali artar.

2.5.2 Opsiyon Alım Satım Stratejileri

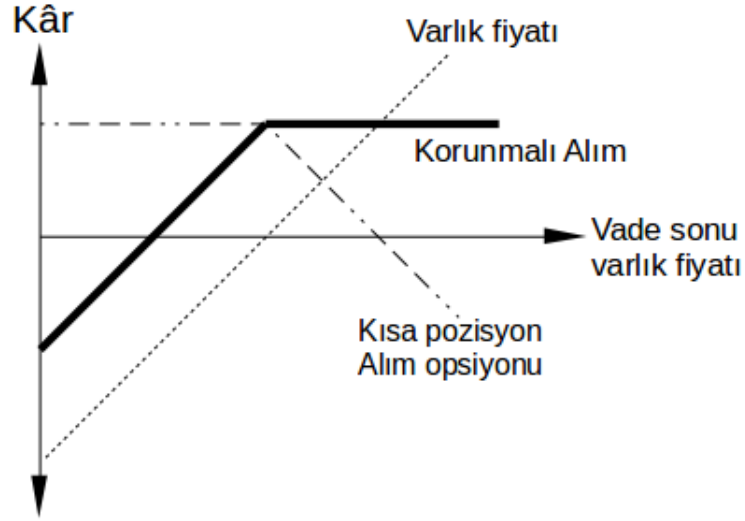
Opsiyon alım satımlarında yüksek kâr elde edebilmek veya riski düşük tutabilmek gibi amaçlarla çeşitli alım satım stratejileri geliştirilmiştir. Bunların bazıları farklı opsiyonları bir arada kullanırken bazıları da opsiyonları hisse senetleri ya da ETF'ler ile beraber kullanırlar. Opsiyonlar, farklı çeşitleriyle hem varlık fiyatı düşerken hem de yükselirken kazanç sağlayabilirler. Opsiyon stratejileri de bu özelliği kullanarak, varlık fiyatı değişimi yönüne göre kazanç getirmeye çalışırlar.

Opsiyon stratejilerinde amaç, en düşük risk ile en yüksek kazancı elde edebilmektir. Ancak, market buna izin verecek yapıda değildir. Kısa sürede yüksek kazanç elde edebilmek için, yüksek risk almak ya da düşük risk ile az kazanç elde etmek mümkündür. Bunun sebebi, düşük risk ile yüksek kazanç getirisi olan bir fırsat markette ortaya çıktığında, bu fırsattan yararlanmak isteyen bir çok kişinin ortaya çıkması ve fırsatın getirisi düşmesidir. Böylece market kendi içinde dengesini korumaya devam eder.

2.5.2.1 Korunmalı Alım Stratejisi

Bu çalışmada riski düşük tutmak için Korunmalı Alım adı verilen, hisse senedi ve opsiyonunun beraber kullanıldığı bir strateji kullanılmıştır. Risk düşük tutulduğu için bu stratejinin getirisi de sınırlıdır. Korunmalı Alım'da al sinyali geldiğinde hisse senedi alınırken, bu hisse senedine ait alım opsiyonu satılır, sat sinyali geldiğinde de hisse senedi satılır ve alım opsiyonu geri alınır. Hisse senedinin fiyatına göre elde edilebilecek kar Şekil 2.2'de grafiksel olarak gösterilmiştir. Bu grafikte hisse senedi fiyatının değişimine göre Korunmalı Alım stratejisinin getirisinin nasıl değiştiği görülebilir.

Korunmalı Alım stratejisini gerçekleştirmek için hisse senedinde uzun pozisyon, opsiyonda kısa pozisyon açılır. Hisse senedinin fiyatı düştüğünde; hisse senedinden zarar edilirken, opsiyon kullanılmaz ve kısa pozisyon olduğu için opsiyonun satıldığı



Şekil 2.2: Korunmalı Alım stratejisi getiri grafiği

fiyat kadar getirisi olur. Bu durumda opsiyon fiyatı kadar zarar azaltılmış olur. Hisse senedinin fiyatı arttığında ise; hisse senedinden kar elde edilirken, opsiyon anlaşılan fiyattan geri alınır. Bu durumda da opsiyonun anlaşılan fiyatı ile hisse senedi arasındaki fiyat farkı kadar kar elde edilir. Yani, elde edilebilecek kar sınırlandırılırken, zarar da azaltılmış olur.

Korunmalı Alım stratejisinin en iyi kullanım durumu, hisse senedi ya da varlık fiyatının sabit ve az yükselen seyirde olduğu durumlardır. Düşen trendde zarar getirirken, çok yükselen trendde ise karı sınırlıdır. Bu sebeple fiyatın sabit ya da yükselen trendde olduğu durumlar öngörüldüğünde kullanılması uygundur.

2.5.3 Opsiyon Alım Satım Stratejileri ile İlgili Literatür Taraması

Daha önce opsiyon alım satım stratejileri ile ilgili yapılan çalışmalar genelde hangi stratejinin ne zaman kullanılmasının daha iyi olduğu ya da bu stratejileri etkileyen faktörler üzerine yapılmıştır.

Sheu and Wei [23], 2011’de yayınlanan makalelerinde volatilité tahminini kullanarak opsiyon alım-satım stratejisi için bir algoritma geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri algoritmayı Tayvan borsası için test etmişler ve sonuç tablolarında elde ettikleri sonuçların iyi olduğunu göstermişlerdir.

řoltés [24], 2012’de yayınlanan bir çalışmasında var olan opsiyon stratejilerinden farklı olarak yeni bir strateji geliştirmiştir. Özellikle son zamanlarda çok değişken ve istikrarsız olan Avrupa borsası yatırımcılarının riskten korunmak istemeleriyle opsiyon stratejilerine yöneldiklerini belirten řoltés, bu yeni strateji ile riski düşük bir seçenek sunmuştur. řoltés [25], 2014’te yayınlanan bir başka çalışmasında da opsiyon stratejilerini kullanarak markette kar getirebilecek ya da en azından zarar ettirmeyecek şekilde iki strateji sunmuştur. Bu stratejilerinde farklı *strike* fiyatlarına sahip alım ve satım opsiyonlarını birlikte kullanarak zarar ettirmeyen modeller oluşturmayı başarmıştır.

Fahlenbrach ve Sandás [26], FTSE-100 indeksinde yaptıkları araştırmalarında yapılan opsiyon işlemlerinin yaklaşık %37’sinin opsiyon stratejileri kullanılarak yapıldığını ve oluşan hacmin de %75’inin bu işlemler sonucunda oluştuğunu tespit etmişlerdir. Buna bağlı olarak opsiyon stratejilerini karşılaştırmalı olarak inceleyen araştırmacılar, sadece opsiyon kullanan stratejilerin piyasa değişkenliğini de içinde bulundurduklarından, daha iyi sonuç verdiğini göstermişlerdir.

3. KULLANILAN ALGORİTMALAR

3.1 Genetik Algoritma

Genetik algoritma birçok alanda kullanılan en eski evrimsel algoritmalarındandır. Doğal seçilimin yapay zekaya uyarlanmış halidir ve çok çeşitli alanlarda arama algoritması olarak uzun yıllardır kullanılır. Evrim teorisinin özelliğini taşır, yani en iyi özellikler bir sonraki nesle seçim yoluyla aktarılır ve popülasyonun hep daha iyiye gitmesi amaçlanır.

Genetik algoritmanın en önemli özellikleri kromozom yapısı, kromozomu oluşturan genler, kromozom genleri arasında yapılan çaprazlama (cross-over) işlemi ve tek gen üzerinde yapılan mutasyon işlemidir.

Kromozom, aslında çözümü temsil eden bir vektördür. Kromozom içerisindeki her gen, ya da eleman, çözümdeki bir parametreye karşılık gelir ve her bir kromozom bir çözüm adaydır. Bu çözüm adayının ne kadar iyi bir çözüm olduğu ise uygunluk fonksiyonu ile belirlenir. Kromozom üzerinde çözümün her bir parametresini temsilen bir gen bulunur. İkili değerler (0 - 1) alan ve dört adet genden oluşan örnek bir kromozom Şekil 3.1 ile temsil edilmiştir. Bu genlere çeşitli değişim ve dönüşümler uygulanarak en uygun çözüm elde edilmeye çalışılır.

Uygunluk fonksiyonu, bir kromozomun ne kadar iyi bir çözüm olduğunu hesaplamaya yarayan fonksiyondur. Probleme göre farklılık gösterir.

Gen1 1	Gen2 0	Gen3 1	Gen4 1
-----------	-----------	-----------	-----------

Şekil 3.1: Kromozom yapısı

Çaprazlama işlemi iki farklı kromozom arasında yapılan gen değişim işlemidir. Kromozomda değişecek genler çeşitli yöntemlerle seçilebilir. Bu yöntemler tek noktali değişim ya da çift noktali değişim olabilir. Çaprazlama işleminin gerçekleşme sıklığının belirlenmesi için de çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Çaprazlama işleminin tek noktali değişiminde kromozomun bir noktası seçilerek o noktadan itibaren olan genler karşılıklı olarak değiştirilerek, yeni nesil bir kromozom oluşturulur. Bu tek noktali çaprazlama işlemi Şekil 3.2 ile temsil edilmiştir. İlk kromozomun ilk yarısı ile ikinci kromozomun son yarısı değiştirilerek yeni bir kromozom oluşturulmuş, böylece yeni bir çözüm adayı elde edilmiştir.

Gen1 1	Gen2 0	Gen3 1	Gen4 1
Gen1 0	Gen2 1	Gen3 0	Gen4 1
Gen1 1	Gen2 0	Gen3 0	Gen4 1
Gen1 0	Gen2 1	Gen3 1	Gen4 1

Şekil 3.2: Kromozomlar arasında tek noktali çaprazlama işlemi

Çift noktali çaprazlama işleminde ise kromozom üzerinde iki adet nokta seçilir ve üç parçaya ayrılan kromozomların karşılıklı iki parçası değiştirilir. İki noktali çaprazlama yapılabilmesi için kromozomun en az üç genden oluşması gerekmektedir. Şekil 3.3 ile gösterilen çaprazlama işleminde iki kromozom üzerinde seçilen noktalar gösterilmiş, ilk ve son genleri değiştirilerek yeni iki kromozom oluşturulmuştur.

Mutasyon işlemi kromozom üzerinde tek bir genin değişimi işlemidir. Gerçekleşme olasılığı çok düşüktür. Bu işlemin yapılma amacı, popülasyonun sabit değerler içinde sıkışmasını engelleyerek arada rastgele kromozomların oluşmasını sağlamak ve aramanın yerelde değil, daha geniş bir alanda yapılmasını sağlamaktır. Mutasyon işleminin

Gen1 1	Gen2 0	Gen3 1	Gen4 1
Gen1 0	Gen2 1	Gen3 0	Gen4 1
Gen1 0	Gen2 0	Gen3 1	Gen4 1
Gen1 1	Gen2 1	Gen3 0	Gen4 1

Şekil 3.3: Kromozomlar arasında çift noktalı çaprazlama işlemi

gerçekleşme olasılığı genel olarak %0,5 olarak seçilir. Şekil 3.4 ile örnek bir kromozom üzerinde gerçekleşen mutasyon işlemi gösterilmiştir. İlk gen değerleri [1-0-1-1] olan bir kromozom rastgele olarak 4. genin seçilmesiyle mutasyona uğramış ve yeni değeri [1-0-1-0] olmuştur. Böylece daha önce aramalarda elde edilmemiş olan yeni bir kromozom ya da çözüm adayı elde edilmiştir.

Gen1 1	Gen2 0	Gen3 1	Gen4 0
-----------	-----------	-----------	-----------

Şekil 3.4: Kromozom üzerinde mutasyon işlemi

Bir nesilde bulunan en iyi kromozomların, çaprazlama ile kaybedilmemesi ve gelecek nesillere bu iyi kromozomların aktarılması amacıyla *elitizm* genetik algoritmada kullanılabilir. Elitizm kullanıldığında belirlenen bir orandaki, uygunluk fonksiyonuna göre en iyi kromozomlar değişime uğramadan gelecek nesile aktarılır. Böylece iyi kromozomların korunması sağlanır; ancak elitizm oranının yüksek olması popülasyondaki çeşitliliği azaltır ve yeni bireylerin oluşma olasılığı düşer. Bu yüzden elitizm oranı düşük tutularak, hem en iyi bireylerin korunması hem de çeşitliliğin ve dolayısıyla aramanın da sürdürülebilmesi sağlanabilir.

3.2 Parçacık Sürüsü Eniyileştirmesi

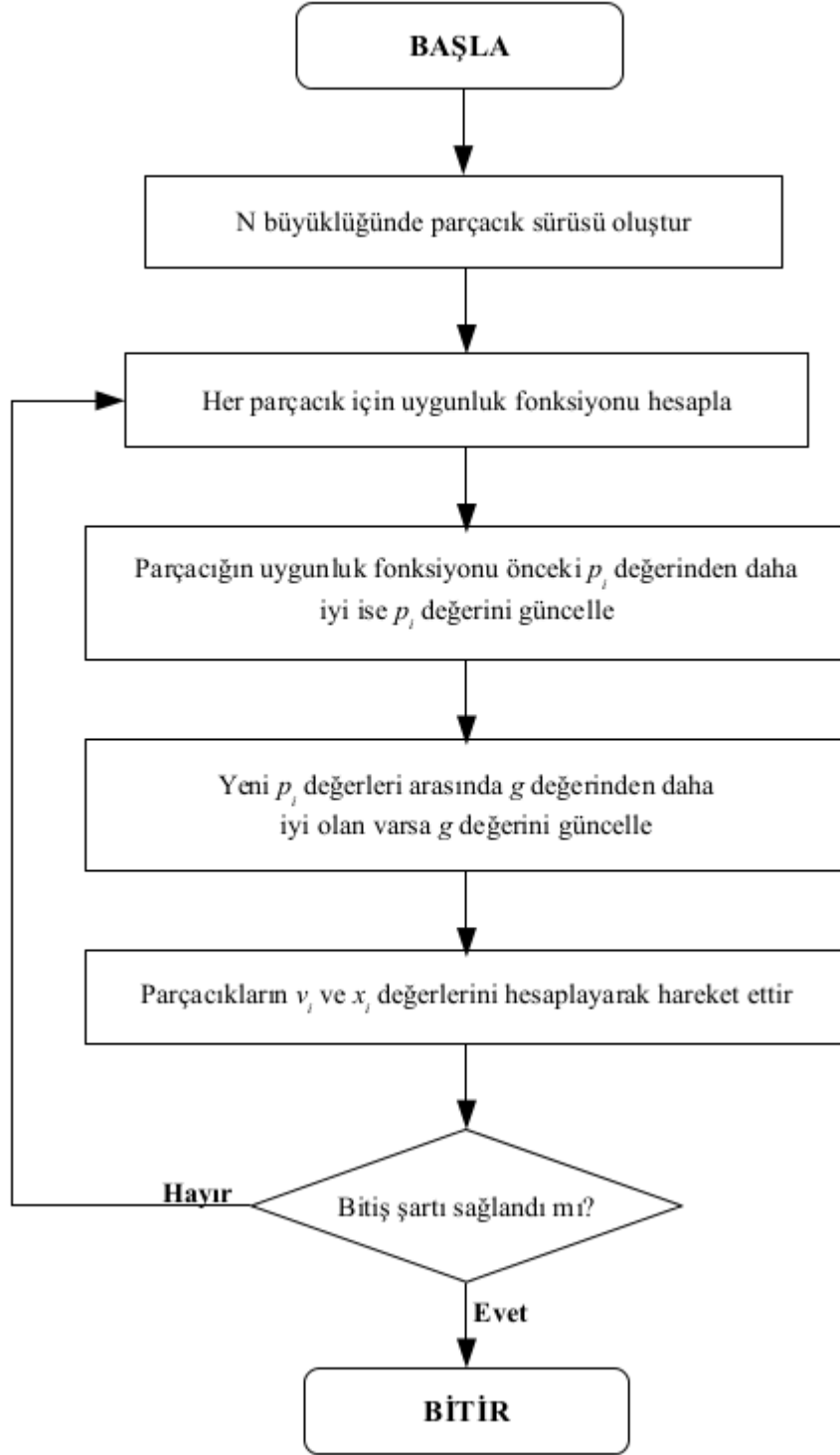
Parçacık Sürüsü Eniyileştirmesi (Particle Swarm Optimization), 1995 yılında Kennedy ve Eberhart tarafından tanıtılmış bir eniyileme algoritmasıdır [6]. Doğadan esinlenilerek oluşturulan evrimsel algoritmalarından biri olan bu algoritma da kuş sürülerinin hareketlerinden ilham alınarak oluşturulmuştur. Kuş sürülerinin yiyecek arayışı sırasında beraber hareket etmeleri ve yiyecek etrafında toplanmaları gözlemlenerek, yapay zeka algoritmasına çevrilmiştir.

Parçacık sürüsü eniyileştirmesi, PSE, parçacıkların çözüm uzayında hareket ederek en iyi sonuca ulaşmaları esasına dayanır. Her parçacığın pozisyon, hareket ve en iyi pozisyon bilgileri bulunur. Her parçacık çözüm uzayında hareket eder ve sonuca ne kadar yakın olduğu bilgisi sürü ile paylaşılır. Böylece sürü içindeki parçacıklar tamamen rastgele değil, en iyi sonuca yaklaşacak şekilde birlikte hareket ederler. [9] Bir parçacığın sonuca ne kadar yakın olduğu ya da ne kadar iyi bir çözüm olduğu uygunluk fonksiyonu ile tanımlanır. Uygunluk fonksiyonu problemin tanımına göre farklılık gösterir. Hareket etme formüllerinde ise hem şimdiye kadar buldukları kendi en iyi pozisyon bilgilerini hem de sürüde bulunan en iyi pozisyon bilgisini kullanarak yeni pozisyonlarını belirlerler.

3.2.1 Parçacıkların Uzayda Yerleştirilmesi

Parçacık sürüsü algoritmasının gerçekleştirimindeki ilk adım sürünün popülasyon büyüklüğünün belirlenmesi ve her parçacığın çözüm uzayında rastgele noktalara yerleştirilmesidir. Uzayda rastgele yerleştirilen parçalar aramaya bir çok noktadan aynı anda başlanmasını sağlarlar. İlk yerleştirme sonucunda parçacıkların en iyi konum bilgisi ilk konumları olur.

Bu ilk yerleştirmede en iyi uygunluk fonksiyonuna sahip parçacık en iyi parçacık olarak seçilir ve bu parçacığın pozisyonu sürünün en iyi pozisyonu olarak belirlenir.



Şekil 3.5: PSO çalışma şeması

Sonrasında belirli bir iterasyon sayısı kadar ya da belirli bir uygunluk değerine ulaşılan kadar parçacıklar çözüm uzayında hareket etmeye devam eder ve en iyi sonucu bulmaya çalışırlar.

3.2.2 Uygunluk Fonksiyonu

Uygunluk fonksiyonu kavramsal olarak bir parçacığın arama uzayı içerisinde hedefine ne kadar yakın olduğunu göstermeye yarayan fonksiyondur. Algoritmik olarak, çözüm adayının ne kadar iyi bir çözüm sunduğunu gösteren fonksiyondur denilebilir. Genetik algoritmada da aynı amaçla kullanılır ve farklı algoritmalarda aynı problem çözümü için aynı fonksiyon kullanılabilir.

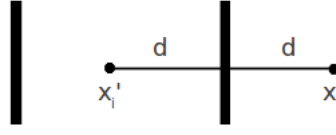
3.2.3 Parçacıkların Hareket Ettirilmesi

Sürüdeki her parçacık çözüme ulaşılan kadar ya da belirlenen bir süre boyunca hareket ederler. Böylece çözüm uzayında farklı noktalar deneyerek çözüm adayları içinde en iyi olanı bulmaya çalışırlar. Her parçacık ya da çözüm adayı, bir hız vektörü hesaplayarak bu hızla yeni konumuna gider ve yeni bir çözüm üretmiş olur.

Yeni pozisyon belirlemede kullanılan hız vektörünü hesaplamak için formül (3.1) kullanılır. v i . parçacığın hız vektörünü, x i . parçacığın konumunu gösterir. Parçacık kendisinin (p_i) ve sürünün (g) en iyi konumlarını kullanarak yeni hız formülünü oluşturur. Formüldeki w değeri parçacığın hareketsizliğini, a değeri ise hızını ifade eder. Hareketsizlik değeri (w) genel olarak 0.9 ile 1 arasında seçilirken, hız çarpımları (a) da 2 olarak seçilir. [8]

$$v_i = w.v_i + a.r(p_i - x_i) + a.r(g - x_i) \quad (3.1)$$

$$x_i = x_i + v_i \quad (3.2)$$



Şekil 3.6: Parçacıkların çözüm uzayına geri getirilmesi

Bu algoritmanın gerçekleştiriminde karşılaşılan en yaygın problem parçacıkların çözüm uzayının dışına gelecek şekilde hareket etmek istemeleridir. Bu sorunun çözümü için bir çok yöntem önerilmiştir. [20]

Bu çalışmada parçacıklarının çözüm uzayı dışına çıkması problemi için en kolay çözüm olan sınıra çekme çözümü kullanılmıştır. Ancak, bu yöntem parçacıkların sınırlarda yoğunlaşmasına ve dağılımın düzensiz olmasına yol açmıştır. Diğer bir çözüm yolu olan, dışarı çıkan parçacıkların çözüm uzayına sınırdan geri sektirilmesi olmuştur. Bu durumda parçacıkların çözüm uzayında dağılımı bozulmadan hareket etmesi sağlanmıştır. Şekil 3.6'de uzay sınırları dışına d mesafesi kadar çıkan bir x_i parçacığının, uzay sınırları içerisine tekrar d mesafesi kadar geri alınması gösterilmiştir. Parçacığın yeni pozisyonu x_i' olarak hesaplanır.

3.2.4 Parçacık Sürüsü Algoritması Çalışma Şekli

Parçacık sürüsü optimizasyonunun çalışması şu şekilde gerçekleşir [10]:

- 1. Adım:** Sürü büyüklüğü (N) ile durgunluk (w) ve hız çarpanları (a) belirlenmelidir.
- 2. Adım:** Uygunluk fonksiyonu belirlenmelidir.
- 3. Adım:** Parçacıkların çözüm uzayı içinde rasgele yerleştirilmesi yapılmalı ve en iyi uygunluk fonksiyonuna sahip olan parçacık belirlenmelidir.
- 4. Adım:** Parçacıkların çözüm uzayı içinde yeni hız ve hareket vektörlerine göre hareket etmesi sağlanmalıdır. (Formül 3.1 ve 3.2)

5. Adım: Eğer parçacığın yeni konumu tüm eski konumlarından daha iyiye p_i , sürünün en iyi konumundan da daha iyiye g güncellenmelidir.

6. Adım: Algoritmanın bitiş şartı sağlanmadığı sürece 2. Adım'a dönülmelidir.

3.3 Kullanılan Algoritmalar ile İlgili Finans Alanında Literatür Taraması

Gelişimsel algoritmalar günümüzde bir çok alanda problemlerin çözümü için kullanılmaktadır. Bu alanlara son zamanda finansal problemler de dahil olmuştur. En çok çalışılan alanların başında opsiyon fiyatlama gelirken, risk yönetimi ve sınıflandırma problemleri ile ilgili çalışmalara da sıklıkla rastlanmaktadır. Genetik algoritmalar, yapay sinir ağları, destek vektör makinaları gibi çok yaygın kullanılan algoritmalara son zamanlarda parçacık sürüsü eniyilemesi ve karınca kolonisi eniyilemesi gibi algoritmalar da eklemiştir.

H. Prasain [27], 2010'da yayınlanan makalesinde finansal opsiyon problemlerinde en çok uğraşılan konulardan olan opsiyon fiyatlama için Parçacık Sürüsü Eniyileme algoritmasını ve bu algoritmanın paralel olarak çalışabilecek bir çeşidini kullanmıştır. Yaptığı çalışmanın sonuçlarını Black-Scholes modeli ile karşılaştırmış ve çok yakın sonuçlar elde ettiğini göstermiştir. S. Lee ve arkadaşları [28] da opsiyon fiyatlama probleminde parçacık sürüsü eniyilemesinin bir varyasyonunu kullanmış ve Black - Scholes yöntemindeki oynaklık tahmininin daha iyi yapılmasının daha iyi sonuç vereceğini savunmuşlardır. Bu yüzden, önerdikleri yöntemde oynaklık tahminini daha iyi yapabilecek bir algoritma geliştirmişlerdir. Gelişimsel algoritmaların kullanıldığı, opsiyon fiyatlama konusunda yapılan başka çalışmalar da mevcuttur. [29–31]

Qi Huang [32], finans konusunda önemli bir çalışma konusu olan finansman risk yönetimini parçacık sürüsü eniyilemesini ve destek vektör makinelere kullanarak

gerçekleştirmiş ve bu çalışmasında risk konularını çeşitli parçalara ayırarak yapmıştır. Elde ettiği sonuçları ayrıca genetik algoritma ile karşılaştırmış ve PSO algoritmasının daha iyi sonuçlar ürettiğini gözlemlemiştir. Aynı konuda çalışmalarını test eden M. O'Neill [33], risk gruplaması için kendi kendini organize eden bir parçacık sürüsü eniyileme algoritması geliştirmiş ve elde ettiği sonuçların geleneksel yöntemlerden daha iyi olduğunu göstermiştir.

Chih-Hung Wu ve arkadaşları [36], iflas tahmini konusunda çalışmışlar ve destek vektör makineleri ile bu tahmini yapmışlardır. Destek vektör makineleri için gerekli olan parametreleri ise genetik algoritma ile optimize etmişlerdir.

Yannis Marinakis ve arkadaşları [34], finansal problemlerin çözümü için öncelikle iyi bir sınıflandırma yapılmalı tezini savunmuş ve bunun için de öznitelik seçiminin doğru yapılması gerektiğini savunmuşlardır. Öznitelik seçimi eniyilemesi için Karınca Kolonisi ve Parçacık Sürüsü Eniyileme algoritmalarını kullanan yazarlar, çalışmalarını risk yönetimi ve denetim yeterliliği alanlarında test ederek en uygun öznitelik seçimini yaptıklarını karşılaştırmalı tablolarda göstermişlerdir.

W. Hong ve arkadaşları [35], finansal tahmin modelleri üzerinde lineer olmayan modellerde destek vektör makinalarının düzgün çalıştığını ama daha doğru tahminler yapılabilmesi için destek vektör makinası parametrelerinin de doğru seçilmesi gerektiğini söylemişlerdir. Bu parametrelerin seçiminde daha önce kullanılan genetik algoritma ve türevlerinin yerel optimumda kaldığını belirten yazarlar, bu sorun için karınca kolonisi eniyileme yöntemini kullanmışlar, ve bu sorunu aştıklarını belirtmişlerdir.

4. GELİŞTİRİLEN MODEL

Bu çalışma öncelikle iki aşamalı olarak tasarlanmış, daha sonra geliştirilerek üçüncü bir aşama eklenmiştir. İki aşamalı modelin [4] ilk aşamasında RSI parametrelerinin optimize edilmesi ile alım - satım noktaları belirlenmiş, ikinci aşamasında ise işlem yapılacak olan opsiyonlar Korunmalı Alım stratejisine göre optimize edilmiştir. RSI parametrelerini optimize ederken, trend belirleme için ihtiyaç duyulan SMA vadeleri sabit olarak 50 ve 200 seçilmiştir.

Üç aşamalı modelde, iki aşamaya ek olarak öncesinde trend belirlemede kullanılan kısa ve uzun vade aralıkları her ETF için ayrı olarak hesaplanmış ve modelin ilerleyen aşamalarında bu değerler kullanılmıştır. İkinci ve üçüncü aşamalar iki aşamalı model ile çalışma prensibi olarak aynıdır.

Modellerin aşamaları, son geliştirilen üç aşamalı model için ayrıntılı olarak anlatılmış, iki aşamalı model ile benzerlik gösterdiği için iki aşamalı modelden kısaca bahsedilmiştir.

4.1 İki Aşamalı Model

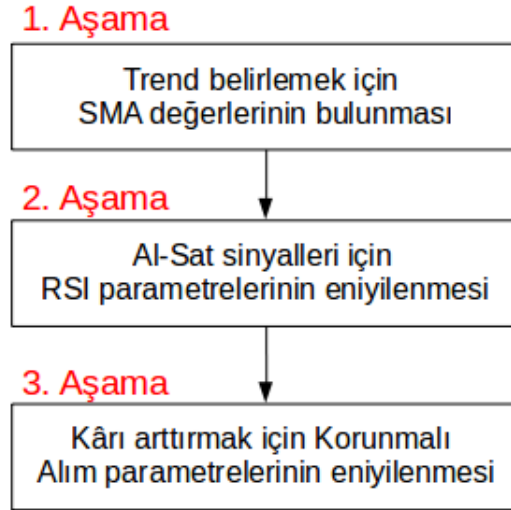
Bu model öncelikli olarak geliştirilmiştir ve trend belirlemek için kullanılan kısa ve uzun vade değerleri bütün ETF'ler için sabit 50 ve 200 olarak seçilmiştir. Bu durumda SMA50 değeri, SMA200 değerinin üzerine çıkarsa yükselen trend, altına inerse alçalan trend olarak belirlenmiştir. [4]

Sabit trendde göre RSI parametreleri optimize edilmiş ve alım-satım sinyalleri ilk aşamada oluşturulmuştur. İlk aşamada alım - satım noktalarını belirlemek için sadece ETF alım - satımı gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerler ile ikinci aşamada korunmalı

alım opsiyon staretjisi parametreleri eniyileştirilmiştir. Her iki aşama da hem genetik algoritma hem de parçacık sürüsü eniyilemesi ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar 6.2 ve 6.3 numaralı talolarda "2 Seviyeli 1. Aşama" ve "2 Seviyeli 2. Aşama" olarak gösterilmiştir.

4.2 Üç Aşamalı Model

Bu çalışmada opsiyon alım-satım stratejisinde kârı optimize etmek için 3 aşamalı bir model kullanılmıştır. ilk aşamada, trend belirlemesi yapılmış, ikinci aşamada al-sat sinyalleri oluşturabilmek için belirlenen RSI parametreleri optimize edilmiş ve son aşamada da Korunmalı Alım stratejisi kullanılarak kârı arttırmak amaçlanmıştır. Şekil 4.1'de üç aşamalı modelin akış çizelgesi görülebilir.



Şekil 4.1: Üç aşamalı model

4.2.1 Birinci Aşama - Trendin Belirlenmesi

Bu aşamanın amacı trendi belirleyebilmektir. Bunu yapabilmek için ETF'in zaman fiyat grafiğindeki yerel maksimum ve minimum noktalarını bulabilmek gerekir. Bu noktaları belirlemenin en kesin yöntemlerinden biri pencere kaydırma yöntemidir. Pencere kaydırma yöntemi; zaman - fiyat grafiği üzerinde 30 günlük aralıklar ilk günden son güne doğru sırayla seçilerek, bu aralıktaki maksimum ve minimum noktalarının yerel uç noktalar olarak seçilmesi işlemidir. Ancak bu yöntem var olan değerler üzerinde gerçekleştirilebildiğinden, yani 30 günlük aralıkların tamamının bilinmesi gerektiğinden test süresinde kullanılamaz. Çünkü test süresinde gelecek verilerin bilinmediği varsayılır.

Gelecek veriler bilinemediği için bu aşamada pencere kaydırma yöntemi ile birlikte SMA teknik analiz yönteminden yararlanılmıştır. SMA ile trend belirlemek için kısa dönem ve uzun dönem SMA değerleri hesaplanır ve bu değerlerin grafiklerinin kesiştikleri noktalar trend değişim noktaları olarak kabul edilir. Kısa dönem SMA'nın uzun dönem SMA grafiğini yukarı yönlü kestiği noktada trendin yükselen trend, tersi durumda yani uzun dönem SMA çizgisinin kısa dönem çizgisini yukarı yönlü kestiği durumda trendin alçalan trend olduğu kabul edilebilir.

SMA teknik analizi ve pencere yöntemi beraber kullanılarak, ikisinin açıklarını gidermeye yönelik ortak bir kullanım oluşturulmuştur. Eğitim süresinde pencere yöntemi ile yerel en büyük ve en küçük noktaları, SMA yöntemi ile de kısa ve uzun dönem kesişim noktaları bulunmuştur. Bu iki yöntemin benzerliği uygunluk fonksiyonu olarak hesaplanmıştır. Benzerlik fonksiyonu hesaplanırken, iki yöntemin oluşturduğu trend değişimi noktalarının sayısının benzerliği ve bu noktalardaki tarihlerin birbirine yakınlığı kullanılır. Bu iki değerın çarpımından elde edilen sonuç, iki yöntem arasındaki benzerlik değerini verir.

Formül 4.1'de nokta benzerliğinin nasıl hesaplandığı verilmiştir. NS, nokta sayısı terimi için, PNC, pencere yönteminin kısaltması olarak kullanılmıştır. Bu formüle

çıktı olarak 0 ile 1 arasında bir değer elde edilir, elde edilen değer 1'e ne kadar yakınsa o kadar benzer oldukları söylenebilir. SMA yönteminden elde edilen nokta sayısı (NS_{SMA}), pencere yönteminden elde edilen nokta sayısından (NS_{PNC}) küçükse ikisinin oranı alınarak bir değer bulunur. Eğer iki değer eşit ise 1 elde edilir. SMA nokta sayısının pencere yöntemi nokta sayısının 2 katından az olması durumunda sonuç 2'den çıkarılarak yine 0-1 arasında bir değer elde edilmiştir. Farkın 2 kattan fazla olması durumu, benzer olmadıkları varsayılmış ve 0 olarak belirlenmiştir.

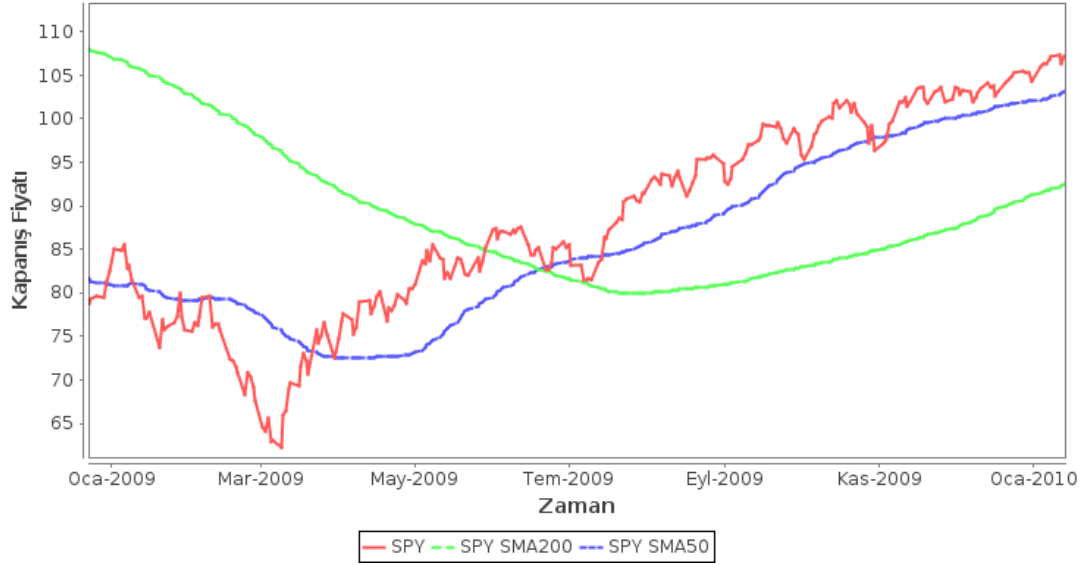
$$Nokta\ Benzerli\gi = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{NS_{SMA}}{NS_{PNC}} & ,e\geger\ NS_{SMA} \leq NS_{PNC} \\ 2 - \frac{NS_{SMA}}{NS_{PNC}} & ,e\geger\ NS_{PNC} < NS_{SMA} \leq 2 * NS_{PNC} \\ 0 & ,di\geger\ durumlar \end{array} \right\} \quad (4.1)$$

Tarih benzerliğini bulabilmek için, pencere yönteminin bulduğu trend değişim günleri ($Gün_{PNC}$) ile SMA yönteminin bulduğu trend değişim günleri ($Gün_{SMA}$) arasındaki farkın ortalaması alınır. Bu benzerliğin nasıl hesaplandığı Formül 4.2 ile gösterilmiştir.

$$Tarih\ Benzerli\gi = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{NS_{PNC}} (Gün_{PNC}_i - EnYakın(Gün_{SMA}, Gün_{PNC}_i))}{30 * NS_{PNC}} \quad (4.2)$$

Geliştirilen üç aşamalı modelde ilk aşama ile trend belirlemesi yapılması, iki aşamalı modele göre daha çok trend noktası elde edilmesini sağlamıştır. İki aşamalı ve üç aşamalı modeller ile elde edilen SMA eğrileri Şekil 4.2 ve Şekil 4.3 ile gösterilmiştir. İki aşamalı modelde kullanılan SMA 50 ve 200 değerleri eğrinin oynaklığı üzerinde çok etkili olmadığı için trend değişim noktaları da az sayıda çıkmaktadır. Şekil 4.2 ile gösterilen grafikte test zamanında SPY ETF'inin kapanış fiyatları ile bu fiyatlardan oluşturulmuş SMA 50 ve SMA 200 eğrileri gösterilmiştir. Bu grafiğe göre eğriler

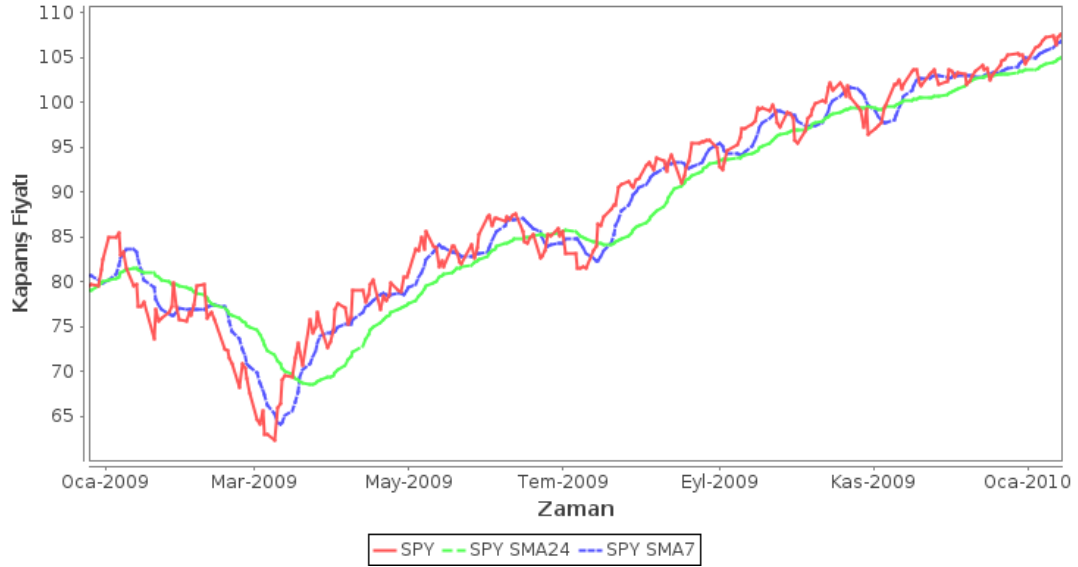
sadece bir noktada kesişmekte, yani trendin sadece bir defa değiştiğini göstermektedir. Bu grafikteki zaman aralığı çalışmanın test zamanı olan 2009 yılına aittir.



Şekil 4.2: SPY için iki aşamalı modelde test zamanında elde edilen SMA eğrileri ile trend belirlemesi

Şekil 4.3 ile gösterilen üç aşamalı modelde ETF'e göre en iyi SMA değerlerinin bulunması, trendin daha iyi tahmin edilmesini sağlayarak daha fazla trend değişim noktası oluşmasını sağlar, bu da Korunmalı Alım stratejisinde alım satımların yapılacağı noktaların daha iyi tahmin edilmesi demektir. Grafikte de görüleceği üzere, yeni SMA değerleri ETF'in değerlerine daha yakın seyretmekte ve daha fazla sayıda değişim noktası üretmektedir.

Bu aşamada optimizasyon algoritmaları yerine tüm değerlerin denenmesiyle sonuç bulunmuştur. Çünkü çözüm uzayı bu aşama için küçük bir ölçüde olduğundan, kısa zamanda sonuca ulaşılabilir. Ayrıca, optimizasyon algoritmaları her zaman en doğru sonucu değil, arama sonucunda bulabildiği uygunluğu en yüksek olan sonucu gösterir. Bu durumda, en doğru sonucun bulunabileceği tüm değerlerin denenmesi yöntemi seçilmiştir.



Şekil 4.3: SPY için üç aşamalı modelde test zamanında elde edilen SMA eğrileri ile trend belirlemesi

Birinci aşamada 4 farklı ETF için bulunan kısa ve uzun vadeli SMA değerleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Birinci aşama sonunda bulunan SMA değerleri

	SMA kısa	SMA uzun
SPY	7	24
XLE	14	25
IWM	8	21
XLF	9	17

4.2.2 İkinci Aşama - Sinyallerin Oluşturulması

Bu aşamada alım-satım sinyallerini oluşturabilmek için kullanılacak RSI teknik analizinin parametreleri genetik algoritma ve parçacık sürüsü optimizasyonu ile

karşılaştırmalı olarak belirlenmesi yapılmıştır. Trend belirlenmesi için ilk aşamada elde edilen sonuçlar kullanılmıştır.

Teknik analiz göstergelerinden yararlanarak trend belirleme yöntemi, U. Erkut'un 2010 yılındaki tezinde [5] önerilmiş, bu çalışmadaki RSI teknik analizi ile trende göre sinyallerin oluşturulmasında etkili olmuştur.

RSI teknik analizi çıktı olarak belirli bir zaman için, genellikle 14 olarak seçilir, 0 ile 100 arasında bir değer üretir. Çıkan değer düşük olması fazla satım yapıldığını ve değer çok düştüğünü gösterir. Bu durumda ETF değerinin yükseleceği tahmin edilir. Aksi durumda, yani yüksek olması da fazla alım yapıldığını ve değer çok yükseldiğini gösterir. Bu durumda da ETF değerinin düşeceği varsayılır. Çok yükseldiğini ya da düştüğünü anlamak için çıkan değer, alt ve üst eşik değerler ile karşılaştırılır. Bu eşik değerler de genel olarak 30 ve 70 olarak seçilir. Yani RSI değeri 30 eşik değerinin altına düşerse fazla satım, 70 eşik değerinin üzerine çıkarsa fazla alım yapıldığı söylenebilir.

Tablo 4.2: GA ve PSO ile bulunan RSI parametrelerinin SPY için karşılaştırmalı gösterimi

Parametre	GA değeri	PSO değeri
Alçalan Alım Zamanı	7	8
Alçalan Alım Eşiği	28.41	18.35
Alçalan Satım Zamanı	5	6
Alçalan Satım Eşiği	78.06	77.91
Yükselen Alım Zamanı	2	2
Yükselen Alım Eşiği	14.81	17.83
Yükselen Satım Zamanı	6	7
Yükselen Satım Eşiği	74.73	79.64

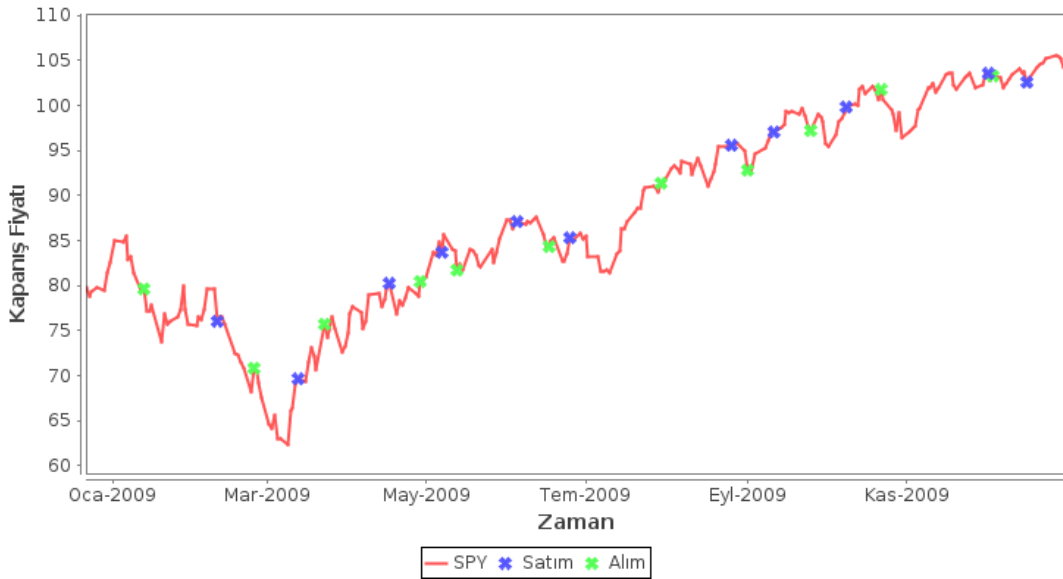
Çalışmanın bu aşamasında ilk aşamada bulunan kısa ve uzun vadeli SMA değerleriyle bulunan trend değişim noktaları kullanılarak, yükselen ve alçalan trend için varlıkların

alım - satım zamanı ve eşik değerleri optimize edilmiştir. SPY için elde edilen sonuçlar Tablo 4.2’de verilmiştir. Kullanılan diğer ETF’lerin RSI eniyileme sonuçları ekte verilmiştir.

Bir RSI değerinin hesaplanması için temelde iki parametreye ihtiyaç duyulur; kaç günlük süre için hesaplanacağı ve eşik değerleri. Bu çalışmada alım-satım için ve yükselen-alçalan trendler için ayrı ayrı toplam sekiz adet parametre oluşturulmuş ve eniyilemesi yapılmıştır. İki farklı evrimsel algoritma ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde sonuç olarak birbirine yakın değerler bulunduğu görülebilir.

Bu aşamada eniyileme algoritmalarında kullanılacak uygunluk fonksiyonu olarak yapılan işlemler sonucu elde edilen kâr kullanılmış ve uygunluk fonksiyonu en yüksek değerine ulaştırılmaya çalışılmıştır.

Bu aşamada RSI indikatörü ile alım satım sinyallerinin oluşması sağlanmıştır. Üretilen bu sinyaller Şekil 4.4’teki grafikte SPY fiyatı grafiği üzerinde örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.4: Elde edilen alım satım noktalarının SPY için test zamanında gösterimi

4.2.3 Üçüncü Aşama - Opsiyon Parametrelerinin Optimize Edilmesi

Son aşamada Korunmalı Alım stratejisi kullanılarak elde edilen kâr, genetik algoritma ve parçacık sürüsü yöntemi ile iki farklı şekilde eniyilenmiş, elde edilen değerler karşılaştırılmıştır. Optimize edilen değerler *fark* ve *sözleşme tutarı* değerleridir. Fark değeri opsiyonun vadesinin ne olması gerektiğini hesaplarken, sözleşme tutarı değeri de opsiyonun sözleşme değerinin ne olması gerektiğini hesaplar. Fark değeri 10 ile 370 arasında değişebilir, yani aradığımız opsiyonun son kullanma tarihi, işlem tarihinden 10 ile 370 gün arasında bir zamanda olması beklenir. Sözleşme tutarı değeri ise yüzde olarak ifade edilen bir değerdir ve değeri $-%25$ ile $%25$ arasında değişebilir. Bu da sözleşme tutarındaki değer, varlığın o günkü değerinin yüzde 25 altında ve ya üzerindeki değer aralığında olacak şekilde aranacağını ifade eder.

Tablo 4.3: 3. Aşama sonunda eniyilenen değerlerin sonuçları ile elde edilen yıllık kâr değerleri

		Fark	Sözleşme Tutarı	E.Y.K. (%)	T.Y.K. (%)
GA	SPY	10,75	-13,67	98,77	47,84
	XLE	13,12	-21,55	63,7	63,89
	IWM	12,40	-24,49	104,47	35,16
	XLF	10,97	-9,54	21,39	-0,76
	Ortalama			72,08	36,53
PSO	SPY	10,37	-10,82	97,87	77,97
	XLE	11,31	-24,49	61,09	66,97
	IWM	11,02	-18,49	59,14	5,3
	XLF	32,57	24,88	9,84	2,88
	Ortalama			56,985	38,28

Bu aşamada uygunluk fonksiyonu olarak yapılan işlemlerden elde edilen kâr kullanılmış, korunmalı alım stratejisi ile yapılacak işlemlerin en çok getiri sağlayanlarının seçilmesi sağlanmıştır.

Modelin bu son aşamasında eniyilenen değerler ve elde edilen yıllık kâr değerleri Tablo 4.3 ile gösterilmiştir. Bu tabloda genetik algoritma ve parçacık sürüsü eniyilemesi yöntemlerinin sonuçları ve kullanılan ETF'lerin ortalama değerleri görülebilir.

5. GELİŞTİRİLEN YAZILIM

5.1 Opsiyon Gruplama Algoritması

Opsiyon verileri çok sayıda kayıttan oluştuğu için herhangi bir opsiyonu arama işlemi çok uzun sürmektedir. Bu çalışmada kullanılan ETF'lerin çalışılan zaman aralıklarında sahip oldukları opsiyon verisi Tablo 5.1'de gösterilmiştir. Ayrıca, arama işlemi sonunda tam olarak istenen özelliklere uygun opsiyon bulunacağı da bilinemez. İstenen özelliklere tam olarak uyan opsiyonu arama işlemlerinin bir çoğu sonuç veremez. Bu yüzden istenene en yakın opsiyon bulunmaya çalışılır. Bu çalışmada opsiyon arama işlemi süresinin kısaltılması için bir gruplandırma ve arama yöntemi geliştirilmiştir.

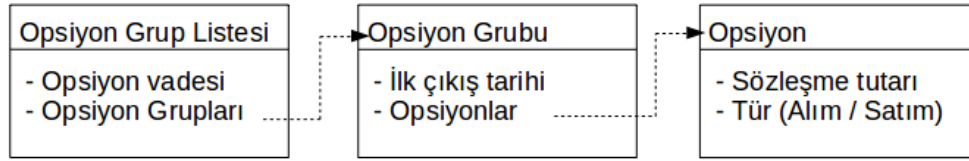
Tablo 5.1: ETF'lerin eğitim ve test zaman aralıklarında sahip oldukları opsiyon verisi sayısı

	Eğitim	Test
SPY	1431601	639969
XLE	542519	256291
IWM	733231	287259
XLFF	204724	66993

Opsiyonların özellikleri olan hangi ETF'e ait olduğu, ilk ortaya çıkma tarihi, son kullanma tarihi ve strike fiyatı gruplandırmada kullanılır. Aynı anda sadece bir ETF ile çalışıldığından başlangıçta sadece o ETF'e ait olan opsiyonlar sisteme yüklenir ve gruplandırma daha sonra başlar. Bir ETF'in opsiyonları öncelikle opsiyonların son kullanma tarihine göre sıralanır. Aranılan opsiyonun vadesi ile eşit olan opsiyonlar *Opsiyon Grup Listesi* isimli listelerde tutulurlar. Daha sonra alım/satım yapmak istediğimiz tarihte bu opsiyonun gerçekte var olup olmadığına bakılması gerekir. Çünkü bir opsiyon o tarihte henüz ortaya çıkmamış olabilir. İlk ortaya çıkma tarihine göre Opsiyon Grup Listelerinde oluşturulan bu listelere de *Opsiyon Grubu* adı verilir.

Son olarak opsiyonlar Option Grupları içinde türlerine göre (alım ve satım) ve sözleşme fiyatlarına göre gruplanır. Bu gruplar sözleşme fiyatlarına göre sıralanır ve istenen opsiyonun sözleşme fiyatına eşit ya da en yakın olan opsiyon bu gruplar içinde aranır. Sözleşme fiyatına göre sıralama yapılmasının nedeni burada hızı artırmaktır. Bu yüzden *İkili Arama* algoritması kullanılarak en yakın sözleşme değerine sahip opsiyon $\log_2 n$ zamanda bulunur.

Opsiyonların nasıl gruplandığını gösteren şema Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



Şekil 5.1: Opsiyon gruplama modeli

5.1.1 İkili Arama Algoritması - Binary Search

Binary Search algoritması ya da İkili Arama algoritması, sıralı diziler üzerinde $\log_2(n)$ zamanda arama yapılabilmesine olanak sağlar. Çalışma prensibi, aranan elemanın seçilen elemandan büyük ya da küçük olmasına göre arama uzayının yarıya indirilmesidir. [7] Elimizdeki dizi sıralı olduğu için, karşılaştırma yapıldıktan sonra hangi tarafa gidileceği bellidir.

Küçükten büyüğe sıralı bir dizide algoritma çalıştığında, ilk olarak ortadaki eleman seçilir. Aranan eleman ile karşılaştırma sonucunda daha büyük bir eleman aranıyorsa sağdaki dizinin ortasındaki eleman, daha küçük bir eleman aranıyorsa soldaki dizinin ortasındaki eleman seçilir. Sonraki karşılaştırmalarda da aynı yöntem izlenir ve böylece dizi her karşılaştırma sonucunda öncekinin yarısına iner, en fazla $\log(n)$ karşılaştırma ile arama sonuçlanır.

Üzerinde çalışılan opsiyon verileri çok büyük olduğu için bir algortima olmadan arama işlemi yapmak da uzun zaman almaktadır. Bu süreyi kısaltabilmek için bu çalışmada ikili arama algoritmasından faydalanılmıştır.

5.2 Strateji Geliştirme Yazılımı

Bu çalışma kapsamında finansal modellerin ihtiyaç duyduğu parametrelerin genetik algortima ve parçacık sürüsü optimizasyonu ile bulunmasına yardımcı olacak bir uygulama Java ile geliştirilmiştir. Bu uygulama sayesinde optimize edilecek parametreler, optimizasyon algoritması ve strateji kodu arayüzden girilerek test edilebilir, sonuçları tablolar ve grafikler şeklinde çıkarılabilir. Uygulamanın örnek bir görüntüsü Şekil 5.2'da verilmiştir.

5.2.1 Parametrelerin ve Algortimanın Belirlenmesi

Öncelikle optimize edilmesi istenen parametreler isimleri, türü, minimum ve maksimum değerleri ile belirlenerek uygulamadaki tablo alanları doldurulur. Bu değerler strateji kodu içerisinde isimleri ile kullanılabilir ve test edilirken maksimum ve minimum değer aralıklarına göre optimize değerleri bulunur.

Optimizasyon algoritması için, daha önce de bahsedilen iki algortima gerçekleştirilmiştir, genetik algortima ve parçacık sürüsü eniyilemesi. Bu algoritmalardan biri seçilerek, ihtiyaç duyulan parametreler de ona göre belirlenebilir. Örneğin, genetik algortima popülasyon, çaprazlama oranı, mutasyon oranı gibi parametrelere ihtiyaç duyar ve uygulamada bu alanlar doldurulurken; PSO'da da yine popülasyon ortak alanı dışında hareketsizlik ve hız çarpanları belirlenir. Bitiş şartı da iki algortimada ortak özelliktir ve belirli bir uygunluk değeri ya da iterasyon sayısı olarak belirlenebilir.

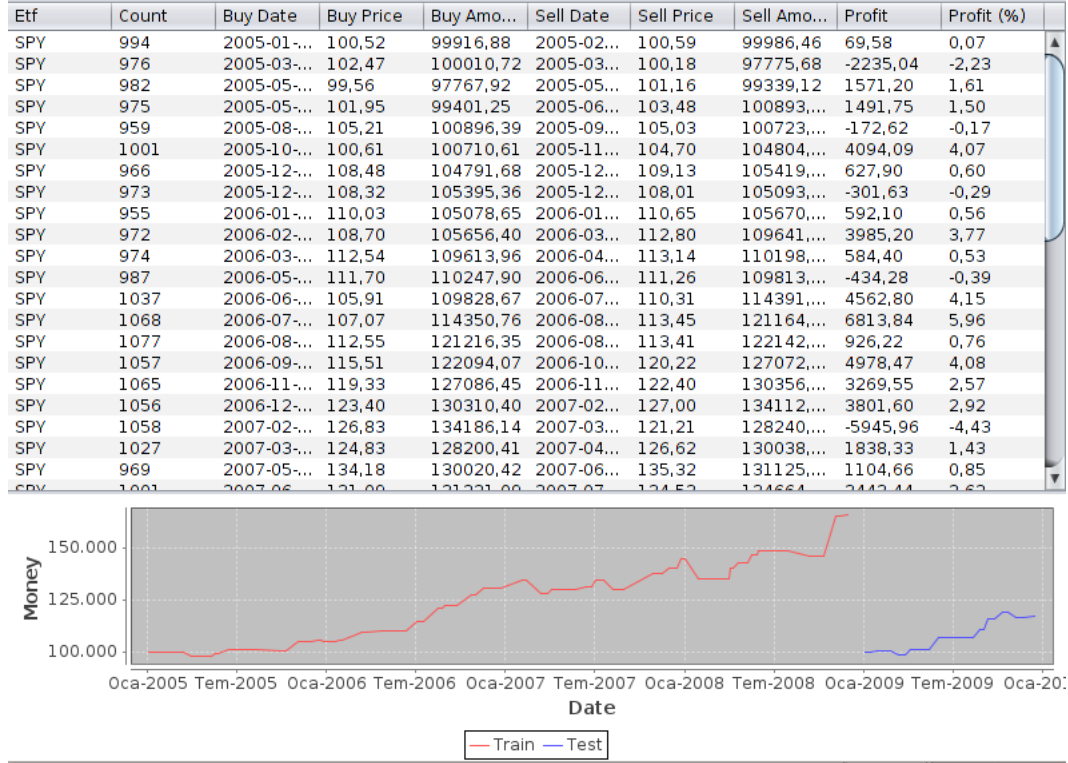
- *sell*: herhangi bir ETF ya da opsiyonu satmak için kullanılan metottur. Alım metoduna benzer şekilde iki adet parametreye ihtiyaç duyar; varlık ve adet.
- *sma*: bir varlığın basit hareketli ortalama (SMA) değerini hesaplamak için kullanılan metottur. İki parametre ile çalışır. İlki, SMA değerinin hesaplanacağı varlık, ikincisi ise kaç günlük ortalamanın hesaplanacağı bilgisidir.
- *rsi*: bir varlığın bağıl güç endeksini (RSI) hesaplamada kullanılan metottur. SMA metoduna benzer şekilde iki adet parametre ile çalışır; varlık ve gün sayısı.
- *findNearestOption*: verilen değerlere göre en yakın opsiyonu bulmakta kullanılan metottur. İstenen değerlere tam olarak uyan bir opsiyon verisi arandığında sonuç çoğu zaman bulunamamaktadır. Bu yüzden en yakın opsiyonun seçilmesi yöntemi denenmiş ve başarılı olunmuştur. Opsiyon aramada, opsiyon gruplama algoritmasının kullanılması, çalışma zamanından kazanmaya yardımcı olmuştur.

5.2.3 Sonuçların Elde Edilmesi

Proje çalışırken her iterasyon sonucunda GA için bulunan en iyi kromozom, PSO için bulunan en iyi parçacık sonuç tablosunda gösterilir. Bu tabloda optimize edilen değişkenlerin değerleri, eğitim ve test süresinde elde edilen toplam ve yıllık kar, Sharpe oranı değerleri görülebilir. Her satır için o iterasyonun eğitim ve test sürelerinde yapılan tüm işlemlerin görülebildiği bir ayrıntılı tablo bulunmaktadır. Şekil 5.3'de bu tablonun örnek görüntüsü ve işlemler sonucu anaparanın değişimi alttaki grafikte görülebilmektedir. Bu tablodan hangi varlığın kaç adet olarak ne zaman alınıp ne zaman satıldığı, bu işlemde ne kadar kâr ya da zarar edildiği bilgileri görülebilir. Alttaki grafik ise eğitim ve test zamanının tümünü içermekte olup, anapara grafiğini eğitim ve test için iki farklı çizgi ile ifade etmektedir.

Elde edilen tüm veriler çalışma sonunda ya da istenen bir zamanda Microsoft Office Excel belgesine dönüştürülebilir. Bu oluşturulan belgede hem özet kısmı hem de her

iterasyonda yapılan işlemlerin ayrıntıları görülebilir. Böylece program kapandığında da elde edilen verilerin kaybı önlenmiş olur.



Şekil 5.3: Yapılan işlemlerin listelendiği tablo

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

6.1 Karşılaştırmalı Sonuçlar

Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen sonuçlar bu başlıkta açıklanmıştır. Üç aşamalı model ile elde edilen sonuçlar, finansal alım satımlarda temel kabul edilen Al ve Tut yöntemi ile ve 2 seviyeli yöntem ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalarda dört adet ETF'ten oluşan sepet fonu temel alınmış, sonuçlar bu sepet fonuna göre yorumlanmıştır. Sepet fonunda SPY, XLE, IWM ve XLF kodlu ETF'ler bulunmaktadır.

Yapılan çalışmalar 2005 Ocak ayından 2008 Aralık ayına kadar eğitilmiş ve eniyilenmiş, 2009 yılı boyunca ise test edilmiştir. Bu tarih aralıklarının seçilme nedeni ETF'lerin opsiyon verilerinin bu tarihler için ortak olarak bulunmasıdır. Böylece farklı ETF'leri aynı tarih aralığında eğitip test etme olanağı sağlanmıştır.

Sonuç tablolarında bazı kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmalar ve açıklamaları Kısaltma Listesi başlığında verilmiştir.

Al ve Tut yöntemi en basit finansal işlem yöntemidir. Bu yöntemde belirlenen tarih aralığının başlangıcında varlık alınır ve son tarihte satılır. Bu zaman aralığında varlıkla ilgili alım satım işlemleri yapılmaz. ETF'in değişimi elde edilen kârı ya da zararı gösterir.

Bu çalışmada kullanılan ETF'lerin Al ve Tut yöntemi ile alım satım tarihleri, bu tarihlerdeki fiyatları ve kâr-zarar oranları Tablo 6.1 ile gösterilmiştir. Başlangıç tarihlerinde ETF alınmış, Bitiş tarihlerinde ise satılmıştır, değişimden elde edilen kâr eğitim ve test zamanları için yüzde olarak gösterilmiştir.

Tablo 6.1: Al ve Tut yöntemi ile eğitim ve test zamanlarında ETF'lerin fiyatları ve değişimleri

	Eğitim		Test		Değişim	
	Başlangıç (\$)	Bitiş (\$)	Başlangıç (\$)	Bitiş (\$)	Eğitim (%)	Test (%)
SPY	100,19	82,52	85,01	104,26	-17,64	22,64
XLE	31,18	44,26	46,47	53,89	41,95	15,97
IWM	54,73	46,23	47,15	59,4	-15,53	25,98
XLF	25,12	11,65	11,78	13,7	-53,62	16,30

Çalışma sonucunda her ETF için elde edilen sonuçlar eşit ağırlıklı bir sepet portföyünde toplanmış, her aşama için sonuçlar bu sepete göre değerlendirilmiştir. Genetik algoritma ile elde edilen sonuçlar eğitim ve test zamanları için ayrı ayrı Tablo 6.2'de gösterilmiştir. Tablo 6.3'de ise aynı veriler parçacık sürüsü eniyilemesi ile elde edilmiş ve karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bu tablolarda finansal işlemler için temel kabul edilen Al ve Tut yöntemi ve 2 Seviyeli olan çalışma ile karşılaştırılmıştır. Tabloda belirtilen **2 Seviyeli 1. Aşama**, 2 seviyeli çalışmanın sadece ETF alım - satımı yapılarak RSI parametrelerinin eniyilendiği aşamayı; **2 Seviyeli 2. Aşama**, 2 seviyeli çalışmanın Korunmalı Alım stratejisinin kullanıldığı son aşamasını ifade etmektedir. Son olarak **3 Seviyeli 3. Aşama** ise bu çalışmada geliştirilen 3 seviyeli modelin son aşamasında elde edilen sonuçları göstermektedir. Her aşamada elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış, sepet fonunda her aşamada gelişme gösterdiği görülmüştür.

Tablo 6.2: Genetik algoritma ile elde edilen sonuçların diğer yöntemlerle karşılaştırılması

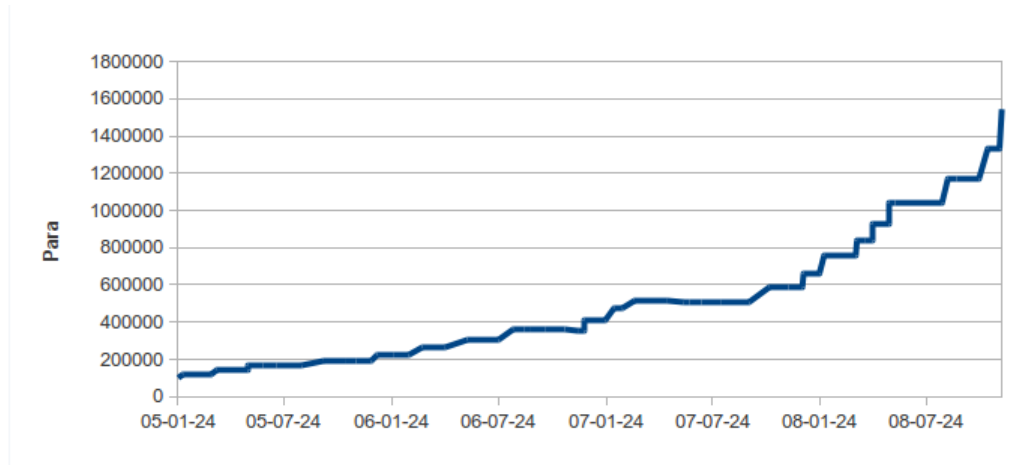
	Al ve Tut		2 Sev. 1.Aş.		2 Sev. 2.Aş.		3 Sev. 3.Aş.	
	Eğitim	Test	Eğitim	Test	Eğitim	Test	Eğitim	Test
SPY	-17,64	22,64	15,91	31,43	53,49	23,82	98,77	47,84
XLE	41,95	15,97	35,30	9,60	75,38	21,38	63,70	63,89
IWM	-15,53	25,98	16,11	32,93	99,05	26,34	104,47	35,16
XLF	-53,62	16,30	28,72	17,60	21,25	13,62	21,39	-0,76
Sepet	-11,21	20,22	24,01	22,89	62,29	21,29	72,08	36,53

Tablo 6.3: PSO ile elde edilen sonuçların diğer yöntemlerle karşılaştırılması

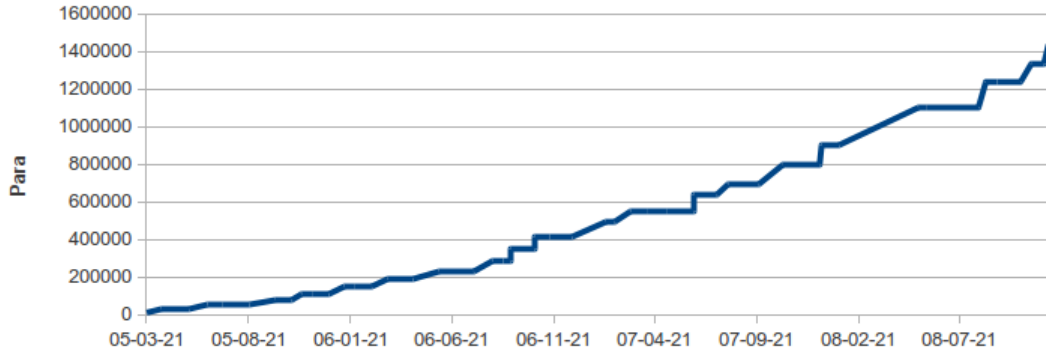
	AI ve Tut		2 Sev. 1.Aş.		2 Sev. 2.Aş.		3 Sev. 3.Aş.	
	Eğitim	Test	Eğitim	Test	Eğitim	Test	Eğitim	Test
SPY	-17,64	22,64	15,63	26,23	56.49	13.23	97.87	77.97
XLE	41.95	15.97	36.04	13.11	98.47	34.25	61.09	66.97
IWM	-15.53	25.98	16.59	23.64	59.53	3.3	59.14	5.3
XLF	-53.62	16.30	28.67	7.41	15.72	17.94	9.84	2.88
Sepet	-11.21	20.22	24.23	17.60	57.55	17.18	56.99	38.28

Tablo 6.2 ve Tablo 6.3 karşılaştırmalı tablolarından da görülebileceği üzere trend belirlemesinin yapıldığı 3 Seviyeli modelin 3. aşamasında elde edilen sepet fonu sonucu, trend belirlemesinin yapılmadığı 2 Seviyeli modelin 2. Aşamasının sonuçlarından her iki yöntemde de yüksek çıkmaktadır. Bu da trend belirlemenin elde edilen kar üzerinde pozitif etkisini göstermektedir.

Üç aşamalı model ile yapılan işlemler sonucunda eldeki paranın zamana göre değişimi eğitim zamanı için Şekil 6.1 ve Şekil 6.2’de iki farklı algoritma ile gösterilmiştir. Bu grafikler eğitim zamanı olan 2005 Ocak ayından, 2008 Aralık ayına kadar olan zamanı içermekte ve bu zaman aralığında anaparanın değişimlerini göstermektedir.

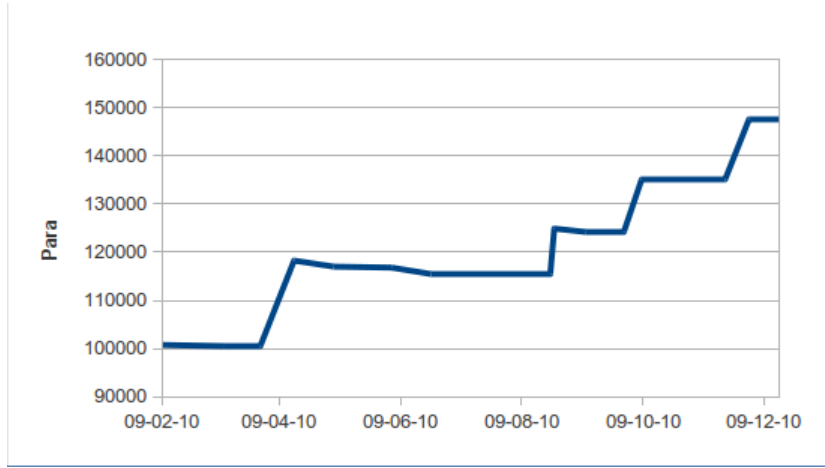


Şekil 6.1: SPY için eğitim zamanında genetik algoritma ile paranın zamana göre değişim grafiği



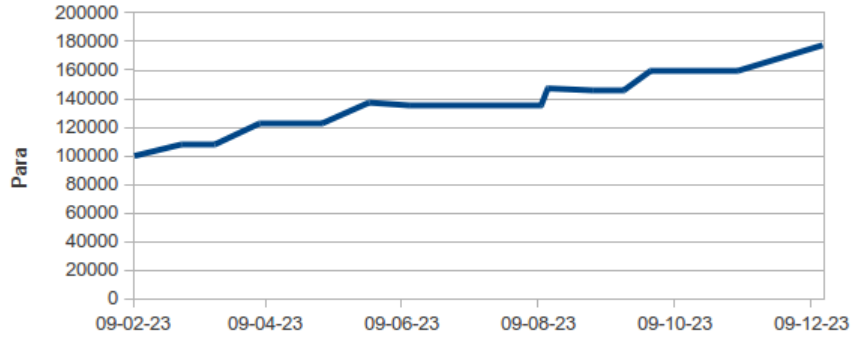
Şekil 6.2: SPY için eğitim zamanında PSO algoritması ile paranın zamana göre değişim grafiği

Üç aşamalı modelin test zamanı olan 2009 yılında yapılan işlemlerle anaparanın değişimi de Şekil 6.3 ve Şekil 6.4 ile grafiklerde gösterilmiştir.



Şekil 6.3: SPY için test zamanında genetik algoritma ile paranın zamana göre değişim grafiği

Bu grafiklerde elimizdeki paranın genel olarak artma eğiliminde olduğu, düşen işlemlerin genel göre az sayıda olduğu görülebilir. Çalışmada kullanılan diğer ETF'lerin para-zaman grafikleri her iki algoritma için eğitim ve test zamanlarını ayrı ayrı göstererek ekler kısmında verilmiştir.



Şekil 6.4: SPY için test zamanında PSO algoritması ile paranın zamana göre değişim grafiği

Çalışmanın son aşamasında SPY için yapılan alım - satım işlemlerinden elde edilen istatistiksel veriler genetik algoritma ve PSO ile karşılaştırmalı olarak Tablo 6.4'te verilmiştir. Bu tabloda bazı veriler yüzde olarak ifade edilmiş, bunlar alan bilgilerinin yanında belirtilmiştir. Bu tabloda üç aşamalı model kullanıldığında, iki farklı gelişimsel algoritma ile eğitim ve test sürelerinde elde edilen toplam ve yıllık kâr oranları, işlem sayıları, portföyün en yüksek ve en düşük değeri gibi bilgiler bulunmaktadır.

Çalışmada kullanılan diğer ETF'ler için olan istatistiksel bilgiler Ekler kısmında verilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda genetik algoritma ile elde edilen verilerin, hangi işlemler sonucunda oluştuğu Tablo 6.5'de verilmiştir. Bu tabloda "Başlangıç" alanında verilen veriler Korunmalı Alım stratejisinde alım işlemine ait başlangıç tarihi, ETF almak için harcanan para (\$ cinsinden) ve opsiyonun satışından elde edilen gelir (\$ cinsinden) olarak verilmiştir. Tablonun "Bitiş" alanındaki veriler ise Korunmalı Alım'da satım işlemine ait satışın tarihi, ETF satışından elde edilen gelir ve opsiyon alımından yapılan zarar gösterilmiştir. Son kısımda ise yapılan işlemde elde edilen gelir dolar (\$) ve yüzde (%) olarak gösterilmiştir. Tablodaki veriler SPY ETF'inin test zamanında yapılan işlemleri göstermektedir. Eğitim zamanı çok uzun olduğu için yapılan işlemler tek tek verilmemiş, Tablo 6.4'te istatistiksel olarak gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan

Tablo 6.4: SPY için üç aşamalı model sonunda GA ve PSO ile elde edilen istatistiksel sonuçlar

	GA		PSO	
	<i>Eğitim</i>	<i>Test</i>	<i>Eğitim</i>	<i>Test</i>
Toplam Kâr (%)	%1443,44	%47,53	%1427,22	%77,40
Yıllık Kâr (%)	%98,77	%47,84	%97,87	%77,97
T.İ.S.	41	11	29	8
Y.O.İ.S.	10,25	11	7,25	8
P.İ.O. (%)	%56,10	%45,45	%72,41	%75,00
O.İ.K. (%)	%6,30	%3,32	%9,09	%6,85
O.İ.S. (gün)	21,41	19,45	34,21	33,25
E.F.İ.Z. (%)	%-0,53	%-0,94	%-0,56	%-0,94
E.F.İ.K. (%)	%18,19	%16,01	%20,15	%12,30
P.E.D.D.	100000	100427,8	10000	100000
P.E.Y.D.	1543443,68	147625,6	1437224,3	177404,94

diğer ETF'ler için test zamanlarında yapılan işlemleri ve elde edilen kar oranlarını gösteren diğer tablolar ekte verilmiştir.

Tablo 6.5: SPY için GA ile test tarih aralığında yapılan işlemler ve elde edilen sonuçlar

Başlangıç			Bitiş			Sonuç	
Tarih	E.T. (\$)	O.G. (\$)	Tarih	E.G. (\$)	O.T. (\$)	Kar (\$)	Kar (%)
13-01-2009	99.973	24,723	10-02-2009	95,380	19,390	740	0,74
24-02-2009	100.678	23,304	13-03-2009	98,873	21,812	-313	-0,31
23-03-2009	100.405	22,807	17-04-2009	106,345	10,926	17,821	17,75
29-04-2009	118.225	26,883	07-05-2009	122,926	32,832	-1,249	-1,06
13-05-2009	116.951	27,351	05-06-2009	124,699	35,299	-200	-0,17
17-06-2009	116,769	25,276	25-06-2009	118,113	27,977	-1,357	-1,16
30-07-2009	115,426	26,144	26-08-2009	120,680	21,926	9,473	8,21
01-09-2009	124,909	26,920	11-09-2009	130,616	33,448	-821	-0,66
25-09-2009	124,027	27,243	09-10-2009	127,358	19,472	11,101	8,95
22-10-2009	135,111	29,747	02-12-2009	137,488	19,694	12,430	9,20
04-12-2009	147,616	31,581	17-12-2009	146,515	30,518	-100	-0,07

Parçacık sürüsü eniyilemesi ile elde edilen verilerin yapıldığı işlemler ise Tablo 6.6'de verilmiştir. PSO ile daha az sayıda işlem yapsa da yaptığı işlemlerin kâr oranlarının daha yüksek olduğu gözlemlenebilir.

Tablo 6.6: SPY için PSO ile test tarih aralığında yapılan işlemler ve elde edilen sonuçlar

Başlangıç			Bitiş			Sonuç	
Tarih	E.T. (\$)	O.G. (\$)	Tarih	E.G. (\$)	O.T. (\$)	Kar (\$)	Kar (%)
13-01-2009	99973	21210	16-03-2009	87059	0	8296	8,30
23-03-2009	108280	21736	20-04-2009	109881	8923	14414	13,31
29-04-2009	122652	24917	08-06-2009	132161	19842	14585	11,89
17-06-2009	137257	24827	26-06-2009	138478	27595	-1547	-1,13
2009-07-30	135714	26285	2009-08-27	142218	120894	11464	8,45
2009-09-01	147181	28627	2009-09-16	157648	40284	-1189	-0,81
2009-09-25	145994	27562	2009-10-12	150515	18415	13668	9,36
2009-10-22	159630	30439	2009-12-28	165467	18561	17714	11,10

6.2 Tartışma

Gelişimsel algoritmalar finans alanındaki problemlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu problemlerin başında ise trend ve fiyat tahmini, risk analizi, teknik analiz öznitelik seçimi konuları gelmektedir. Hisse senedi ve ETF'lere göre daha yeni bir araç olan opsiyonların ortaya çıkmasıyla, yeni araştırma konuları da oluşmuş, opsiyonların fiyatlanması, kullanım stratejileri ile ilgili araştırmalar yapılmıştır.

Çalışmada hisse senedi yerine ETF kullanılması, portföy şeklinde olduğu için tek bir firmanın özel etkilerinden kurtulmayı ve riski daha aza indirmeyi sağlamıştır. Ayrıca, tek bir hisse senedine göre varyansı daha düşüktür. Bu özellikleri ile çalışma için uygun bir araç olarak görülmüştür.

Bu çalışma ile trend tahminin doğru yapılmasının alım - satım kararlarında pozitif etki gösterdiği, geçmiş çalışmalar ile kıyaslandığında görülebilmektedir. Trend analizinin yapılmadığı 2 Aşamalı Modele [4] göre elde edilen kâr, test süresi için Genetik Algoritma ile %15, Parçacık Sürüsü Eniyilemesi ile %21 artmıştır. Bu da trend tahminin yapılan alım - satımlarda elde edilen sonucu nasıl değiştirdiğini göstermektedir.

İki evrimsel algoritma, bu çalışmadaki 2. ve 3. aşamalarda çalışmaktadır ve 2. aşama sonuçları 3. aşamaya aktararak model gerçekleştirilmektedir. Tablo 4.2’de iki algoritmanın bulunduğu değerlere bakıldığında birbirine yakın değerler bulunduğu görülebilir. Bu da farklı kromozom ya da parçacık değerleri ile aynı sonuca ulaşılabildiğini göstermektedir. 2. aşamadaki bu küçük fark, 3. aşamaya aktarıldığı için farklı değerler ile arama yapan algoritmaların bulunduğu değerlerde farkın artması normal karşılanmaktadır.

Gerçek hayatta borsada yapılan işlemler için bir *işlem ücreti* ödenmektedir. Bu çalışmada ise işlemlerin ücretsiz olarak gerçekleştirilebildiği varsayılmıştır. Çünkü opsiyonların en iyi alım ve satım fiyatları arasındaki fark, işlem ücreti yerine düşümlenebilir. Ancak ETF alım - satımında böyle bir fark yoktur.

Kullanılan ETF’ler, opsiyon işlem hacmi yüksek olanlardan seçilmiştir. Ancak sadece 5 yıllık bir zaman aralığında tüm ETF’ler için ortak bir zaman aralığı bulunabilmiştir. Bu yüzden 4 yıl eğitim, 1 yıl test olarak seçilmiştir. Daha geniş bir zaman aralığında veri bulunduğu sonuçların daha tutarlı olduğu test edilebilir.

Bu çalışmada üç aşamalı bir korunmalı alım opsiyonu modelinin iki çeşit evrimsel algoritma ile eniyilemesi yöntemi sunulmuş ve elde edilen sonuçlar gösterilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, bu çalışmada yapılan trend belirlemesi ile, daha önce yapılan çalışmalardan daha iyi sonuçlar alındığı görülmüştür.

6.3 Gelecek Çalışmalar

Opsiyonlar, sürekli oluşturdukları yüksek hacimli veri ile çeşitli alanlarda kullanılmaya uygun araçlardır. Bu çalışmada, opsiyon stratejilerinden sadece birinden yararlanılmış, geliştirilen modelde ise iki çeşit evrimsel algoritma kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasında geliştirilen uygulama, farklı stratejileri ve farklı evrimsel algoritmaları denemeye uygun bir halde hazırlanmıştır. Yani farklı opsiyon ya da ETF içeren

stratejiler kolayca kullanılabilir, yeni gelişimsel algoritmalar ek olarak eklenebilir. Bu uygulama, şu anda sadece ETF ve opsiyon verisini desteklemektedir. Gelecek çalışmalarda farklı türden varlıkları da desteklemesi ile farklı stratejiler geliştirilebilir.

Bu çalışmada uygunluk fonksiyonu olarak elde edilen kâr kullanılmıştır. Ancak bu durum, stratejinin eğitimde yüksek riskli işlemlerle yüksek kâr elde ederek eğitilmesine, dolayısıyla test verisinde aldığı yüksek risk nedeniyle daha düşük kâr, bazen de zarar etmesine yol açmaktadır. Bu yüzden uygunluk fonksiyonunun ETF hareketlerine göre hesaplandığı, yüksek risk almadan kâr getirebileceği bir uygunluk fonksiyonu olan Sharpe oranı gelecek çalışmalarda kullanılacaktır.

İşlem ücretinin olmadığı varsayılması, gerçek ortamdan uzaklaşılmasına sebep olmaktadır. Gelecek çalışmalarda işlemler için belirlenen bir ücret ile çalışmalar test edilecek, böylece gerçek ortama daha yakın bir çalışma elde edilecektir.

Bu çalışmada kullanılan tarih aralığının yetersiz olduğu düşünülmektedir. Bu yüzden daha geniş bir tarih aralığında, daha uzun sürelerde test imkanı olan veriler ile çalışılacaktır.

Türkiye piyasasında da yeni işlem görmeye başlayan opsiyonlar, yeterli veri toplandığında bu çalışmanın test verisi olarak ve gelecek çalışmalarda kullanılması planlanmaktadır.

Kaynakça

- [1] "Borsa" erişim adresi: <http://tr.wikipedia.org/wiki/Borsa>, erişim tarihi: 23 Temmuz 2014
- [2] "Borsa İstanbul" erişim adresi: http://tr.wikipedia.org/wiki/Borsa_İstanbul, erişim tarihi: 23 Temmuz 2014
- [3] "Exchange - Traded Fund - ETF" erişim adresi: www.investopedia.com/terms/e/etf.asp, erişim tarihi: 23 Temmuz 2014
- [4] Mustafa Ucar, Ilknur Bayram, A. Murat Ozbayoglu, A Two-level Cascade Evolutionary Computation based Covered Call Trading Model, *Procedia Computer Science*, Volume 20, 2013, Pages 472-477, ISSN 1877-0509.
- [5] Erkut, U., 2010, Genetik Algoritmalar ile Portföy Performans Eniyilemesi için Teknik Analiz Göstergesi Seçimi, *Yüksek Lisans Tezi, TOBB ETÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- [6] Kennedy, J.; Eberhart, R.; , "Particle swarm optimization," *Neural Networks, 1995. Proceedings., IEEE International Conference on* , vol.4, no., pp.1942-1948 vol.4, Nov/Dec 1995
- [7] Cormen, Thomas H., et al. *Introduction to algorithms. Vol. 2.* Cambridge: MIT press, 2001.

- [8] Poli, R., Kennedy, J., Blackwell, T. (2007). Particle swarm optimization. *Swarm intelligence*, 1(1), 33-57.
- [9] Poli R, Kennedy J, Blackwell T (2007) Particle swarm optimization. *Swarm Intell* 1(1):33-57. doi:10.1007/s11721-007-0002-0
- [10] Eberhart, Russell C., and Yuhui Shi. "Particle swarm optimization: developments, applications and resources." *Evolutionary Computation*, 2001. Proceedings of the 2001 Congress on. Vol. 1. IEEE, 2001
- [11] Kirkpatrick and Dahlquist. *Technical Analysis: The Complete Resource for Financial Market Technicians*. Financial Times Press, 2006
- [12] Nicholas Barberis, Richard Thaler, Chapter 18 A survey of behavioral finance, In: G.M. Constantinides, M. Harris and R.M. Stulz, Editor(s), *Handbook of the Economics of Finance*, Elsevier, 2003, Volume 1, Part B, Pages 1053-1128, ISSN 1574-0102
- [13] Jay R Ritter, *Behavioral finance*, *Pacific-Basin Finance Journal*, Volume 11, Issue 4, September 2003, Pages 429-437, ISSN 0927-538X
- [14] Kaihui Zhang; Lei Li; Peng Li; Wenda Teng, "Stock trend forecasting method based on sentiment analysis and system similarity model," *Strategic Technology (IFOST)*, 2011 6th International Forum on , vol.2, no., pp.890,894, 22-24 Aug. 2011
- [15] Mi Yang; Chao-Qun Ma; Lin Zou, "Asset Pricing under Evolution of Agent's Behavioral Heterogeneity in an Artificial Financial Market," *Information Engineering and Computer Science (ICIECS)*, 2010 2nd International Conference on , vol., no., pp.1,5, 25-26 Dec. 2010 doi: 10.1109/ICIECS.2010.5678353
- [16] Welles Wilder, *New Concepts in Technical Trading Systems*, ISBN 0-89459-027-8

- [17] Wang, F., Yu, P. L., Cheung, D. W. (2014). Combining technical trading rules using particle swarm optimization. *Expert Systems with Applications*, 41(6), 3016-3026.
- [18] Kwon, Y. K., Moon, B. R. (2007). A hybrid neurogenetic approach for stock forecasting. *Neural Networks, IEEE Transactions on*, 18(3), 851-864.
- [19] Kim, K. J., Han, I. (2000). Genetic algorithms approach to feature discretization in artificial neural networks for the prediction of stock price index. *Expert systems with Applications*, 19(2), 125-132.
- [20] Padhye, N., Deb, K., Mittal, P. (2013, January). Boundary handling approaches in particle swarm optimization. In *Proceedings of Seventh International Conference on Bio-Inspired Computing: Theories and Applications (BIC-TA 2012)* (pp. 287-298). Springer India.
- [21] Black Fischer, and Myron Scholes. "The pricing of options and corporate liabilities." *The journal of political economy* (1973): 637-654.
- [22] "Opsiyonlarda Fiyatlama" erişim adresi: <http://borsaistanbul.com/urunler-ve-piyasalar/urunler/opsiyon-sozlesmeleri/opsiyonlarda-fiyatlama>, erişim tarihi: 25 Temmuz 2014
- [23] Her-Jiun Sheu, Yu-Chen Wei, Effective options trading strategies based on volatility forecasting recruiting investor sentiment, *Expert Systems with Applications*, Volume 38, Issue 1, January 2011, Pages 585-596, ISSN 0957-4174
- [24] Michal Šoltés, New Option Strategy and Its Using for Investment Certificate Issuing, *Procedia Economics and Finance*, Volume 3, 2012, Pages 199-203, ISSN 2212-5671
- [25] Michal Šoltés, Using Option Strategies in Trading, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 110, 24 January 2014, Pages 979-985, ISSN 1877-0428

- [26] Rüdiger Fahlenbrach, Patrik Sandås, Does information drive trading in option strategies?, *Journal of Banking & Finance*, Volume 34, Issue 10, October 2010, Pages 2370-2385, ISSN 0378-4266
- [27] Prasain, H.; Jha, G.K.; Thulasiraman, P.; Thulasiram, R., "A parallel Particle swarm optimization algorithm for option pricing," *Parallel & Distributed Processing, Workshops and Phd Forum (IPDPSW)*, 2010 IEEE International Symposium, April 2010
- [28] Lee, Sangwook, et al. "Binary particle swarm optimization for black-scholes option pricing." *Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems*. Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- [29] Wang, Y. H. (2009). Nonlinear neural network forecasting model for stock index option price: Hybrid GJR–GARCH approach. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 564-570.
- [30] He, G., Huang, N., Ma, H., Lu, J., Wu, M. (2014, January). An Improved Particle Swarm Optimization Algorithm for Option Pricing. In *Proceedings of the Eighth International Conference on Management Science and Engineering Management* (pp. 861-869). Springer Berlin Heidelberg.
- [31] Jha, G. K., Kumar, S., Prasain, H., Thulasiraman, P., Thulasiraman, R. K. (2009, May). Option pricing using particle swarm optimization. In *Proceedings of the 2nd Canadian Conference on Computer Science and Software Engineering* (pp. 267-272). ACM.
- [32] Qi Huang, "Fuzzy Support Vector Machine Using Particle Swarm Optimization for High-Tech Enterprises Financing Risk Assessment," *Computational and Information Sciences (ICCIS)*, 2013 Fifth International Conference, June 2013
- [33] O'Neill, M.; Brabazon, A, "Self-organizing swarm (SOSwarm) for financial credit-risk assessment," *Evolutionary Computation*, 2008. CEC 2008. (IEEE

World Congress on Computational Intelligence). IEEE Congress on , vol., no., pp.3087,3093, 1-6 June 2008

- [34] Yannis Marinakis, Magdalene Marinaki, Michael Doumpos, Constantin Zopounidis, Ant colony and particle swarm optimization for financial classification problems, *Expert Systems with Applications*, Volume 36, Issue 7, September 2009, Pages 10604-10611, ISSN 0957-4174
- [35] Hong, W. C., Chen, Y. F., Chen, P. W., Yeh, Y. H. (2007, August). Continuous ant colony optimization algorithms in a support vector regression based financial forecasting model. In *Natural Computation, 2007. ICNC 2007. Third International Conference on* (Vol. 1, pp. 548-552). IEEE.
- [36] Chih-Hung Wu, Gwo-Hshiung Tzeng, Yeong-Jia Goo, Wen-Chang Fang, A real-valued genetic algorithm to optimize the parameters of support vector machine for predicting bankruptcy, *Expert Systems with Applications*, Volume 32, Issue 2, February 2007, Pages 397-408, ISSN 0957-4174

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : BAYRAM, İlknur
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 28.02.1988 Eflani
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0530 205 8969
E-posta : ibayram@etu.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Y. 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. Lisans Öğrencisi

Yabancı Dil

İngilizce (Çok iyi)
İspanyolca (Başlangıç)

Yayımlar

Mustafa Ucar, İlknur Bayram, A. Murat Ozbayoglu, A Two-level Cascade Evolutionary Computation based Covered Call Trading Model, Procedia Computer Science, Volume 20, 2013, Pages 472-477, ISSN 1877-0509