

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Mustafa Koray ÇETİN

HİSSE SENEDİ YATIRIM KARARLARINDA GENETİK ALGORİTMALARIN
KULLANIMI

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Hakan ER

İşletme Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Antalya, 2006

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından İşletme Anabilim Dalı Programı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Öğrenci: Mustafa Koray ÇETİN

Başkan: Doç. Dr. Mehmet ŞEN

Üye (Danışman): Yrd. Doç. Dr. Hakan ER

Üye: Doç. Dr. Şeref KALAYCI

Üye: Yrd. Doç. Dr. Aslıhan ERSOY BOZCUK

Üye: Yrd. Doç. Dr. Adil KORKMAZ

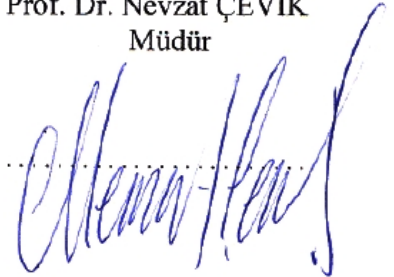
Onay: Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Konusu: Hisse Senedi Yatırım Kararlarında Genetik Algoritmaların Kullanımı

Savunma Tarihi: 15/05/2006

Mezuniyet Tarihi: 26/05/2006

Prof. Dr. Nevzat ÇEVİK
Müdür



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
TABLolar LİSTESİ	v
KISALTMALAR LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
ÖNSÖZ	x
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM PİYASA ETKİNLİĞİ

1.1. Dow Teorisi	6
1.1.1. Birincil Eğilimler	7
1.1.2. İkincil Eğilimler	8
1.1.3. Küçük Eğilimler	9
1.1.4. Dow Teorisi'ne Eleştiriler	9
1.2. Etkin Pazar Hipotezi	10
1.2.1. Piyasa Etkinliğinin Seviyeleri	11
1.2.2. Piyasa Etkinliğinin Sınanması	12
1.2.2.1. Getiri Tahmin Edilebilirlik Testleri	13
1.2.2.2. Süratli Fiyat Düzeltmesi Testleri	15
1.2.2.3. Özel Bilgi Testleri	16
1.2.2.4. Rasyonel Temel Değerleme Testleri	17
1.2.3. Türkiye'de Piyasa Etkinliği Üzerine Çalışmalar	18
1.3. Rassal Yürüyüş Teorisi	21
1.4. Rasyonel Beklentiler Teorisi	24
1.5. Tümevarım Düşünce Temeli	25
1.6. Yapay Hisse Senedi Piyasaları	27

İKİNCİ BÖLÜM

GENETİK ALGORİTMALAR VE FİNANS UYGULAMALARI

2.1. Genetik Algoritmalar	33
2.1.1. Genetik Algoritmaların Gelişimi	35
2.1.2. Genetik Algoritmaların Yapısı	35
2.1.3. Genetik Algoritmaların Çalışma Prensibi	36
2.1.3.1. Başlangıç Popülasyonunun Oluşturulması	37
2.1.3.2. Uygunluk Fonksiyonu	38
2.1.3.3. Genetik Algoritma Operatörleri	38
2.1.3.3.1. Seçim	39
2.1.3.3.1.1. Rulet çemberi Yöntemi	39
2.1.3.3.1.2. Turnuva Yöntemi	39
2.1.3.3.1.3. Elitist Seçim Yöntemi	40
2.1.3.3.2. Çaprazlama	40
2.1.3.3.2.1. Tek Noktalı Çaprazlama	41
2.1.3.3.2.2. İki Noktalı Çaprazlama	41
2.1.3.3.2.3. Çok Noktalı Çaprazlama	41
2.1.3.3.2.4. Üiform Çaprazlama	41
2.1.3.3.3. Mutasyon	42
2.1.4. Genetik Algoritmanın Optimizasyon Fonksiyonunda Elde Çözülmesine Bir Örnek	42
2.2. Genetik Algoritmaların Finans Alanındaki Uygulamaları	45
2.2.1. İşletme Finansı Üzerine Çalışmalar	46
2.2.2. Finansal Piyasa Sistemleri ve Finansal Ekonomi Çalışmaları	47
2.2.2.1. Döviz Kuru İle İlgili Çalışmalar	47
2.2.2.2. Hisse Senedi Piyasaları İle İlgili Çalışmalar	49
2.2.2.3. Portföy Seçimi İle İlgili Çalışmalar	53
2.3. Türkiye’de Yapay Zeka’nın Finansal Piyasalarda Uygulamalarına Örnekler	54

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN VERİLERİ VE YÖNTEMİ

3.1. Araştırmanın Verileri	56
3.1.1. IMKB Ulusal 100 Endeksi Kapanış Değeri Tanımlayıcı İstatistikleri	57
3.3.2. IMKB Ulusal 100 Endeksi Normal Dağılım ve Otokorelasyon İncelemesi	61
3.2. Araştırmada Kullanılan Teknik Analizler	67
3.2.1. Hareketli Ortalama	69
3.2.2. Fiyat Kanal Kırılması	71
3.2.3. Stokastik	71
3.2.4. Göreceli Güç Endeksi	72
3.3. Uygulamada Varsayılan Yatırımcı Tipi ve İşlem Stratejisi	74
3.4. Teknik Analiz Göstergelerinin Önerileri ile Hedef Stratejinin İlişkisi İncelemesi	77
3.5. Finansal Genetik Programlama	80

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

IMKB ULUSAL 100 ENDEKSİ VE SEÇİLMİŞ HİSSE SENETLERİ FİYATLARI ÜZERİNE UYGULAMA

4.1. IMKB Ulusal 100 Endeksi Değerleri Üzerine Uygulama	87
4.2. Seçilmiş Firmaların Fiyatları Üzerine Uygulama	106
4.2.1. Alarko Holding	110
4.2.2. Çimsa	113
4.2.3. Eczacıbaşı İlaç	116
4.2.4. Pınar Süt	118
4.2.5. Vestel	121
4.2.6. İş Bankası	123
4.2.7. Şişecam	126
4.2.8. Ford Otosan	128
SONUÇ VE ÖNERİLER	132
KAYNAKÇA	138
EKLER	147
ÖZGEÇMİŞ	159

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Dow Teorisinde Birincil ve İkincil Eğilimler	8
Şekil 2.1. Yapay zeka teknikleri	34
Şekil 2.2. Genetik algoritma süreci	36
Şekil 2.3. İkili sistem üzerinde basit bir çaprazlama	40
Şekil 2.4. Çaprazlama Yöntemleri	42
Şekil 3.1. 1988-2004 Yılları arası İMKB Ulusal 100 Endeks (TL) verileri	58
Şekil 3.2. 1988-2004 Yılları arası İMKB Ulusal 100 Endeks (US-Dolar) verileri	59
Şekil 3.3. İMKB 100 Endeksi ABD Doları En Yüksek, En Düşük ve Medyan Değerleri	59
Şekil 3.4. İMKB 100 Endeksi ABD Doları Yıllık Getiri Oranı	60
Şekil 3.5. Dağılımlarda Çarpıklık Örneği	63
Şekil 3.6. Dağılımlarda Basıklık Örneği	64
Şekil 3.7. Finansal Tahmin ve Karar Verme Aracı Olarak EDDIE'nin Rolü	81
Şekil 3.8. FGP Programı Karar Ağacı Sonucu Örneği	82
Şekil 3.9. Örnek Karar Ağacı'nın Basit Şekli	83
Şekil 4.1. Sınama Döneminde Modellerin Performanslarının Ortalama Değerleri	91
Şekil 4.2. Göstergelerin Yıllara Göre Getiri Tahmin Değerleri	91
Şekil 4.3. 1988-2004 Yılları Getiri Oranları Dağılımı	92
Şekil 4.4. En İyi Yıllık Ortalama Getiri Veren Genetik Karar Ağacı (GDT)	104
Şekil 4.5. En iyi Genetik Karar Ağacının Sadeleştirilmiş Şekli	105
Şekil 4.6. Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı -Alarko Holding	111
Şekil 4.7. $\mathfrak{R} = [30, 35]$ aralığında Modellerin Getiri Dağılımları –Alarko Holding	112
Şekil 4.8. Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı –Çimsa	114
Şekil 4.9. $\mathfrak{R} = [50, 55]$ aralığında Modellerin Getiri Dağılımları –Çimsa	115
Şekil 4.10. Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı - Eczacıbaşı İlaç	117
Şekil 4.11. $\mathfrak{R} = [20, 25]$ aralığında Modellerin Getiri Dağılımları – Eczacıbaşı İlaç	117
Şekil 4.12. Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı – Pınar Süt	119
Şekil 4.13. $\mathfrak{R} = [50, 55]$ aralığında Modellerin Getiri Dağılımları – Pınar Süt	120
Şekil 4.14. Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı – Vestel	122
Şekil 4.15. $\mathfrak{R} = [50, 55]$ aralığında Modellerin Getiri Dağılımları – Vestel	122
Şekil 4.16. Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı – İş Bankası	124
Şekil 4.17. $\mathfrak{R} = [35, 40]$ aralığında Modellerin Getiri Dağılımları – İş Bankası	125
Şekil 4.18. Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı – Şişecam	127
Şekil 4.19. $\mathfrak{R} = [50, 55]$ aralığında Modellerin Getiri Dağılımları – Şişecam	127
Şekil 4.20. Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı – Ford Otosan	129
Şekil 4.21. $\mathfrak{R} = [30, 35]$ aralığında Modellerin Getiri Dağılımları – Ford Otosan	130

TABLOLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1. Lucas Ajanı ve Genetik Algoritmalar	28
Tablo 2.1. Genetik Algoritmaların Elde Çözülmesine Örnek	43
Tablo 2.2. Çaprazlama ve Yeni Popülasyonun Değerlendirilmesi	44
Tablo 2.3. Mutasyon ve Yeni Popülasyonun Değerlendirilmesi	45
Tablo 3.1. 1988-2004 Yılları Arası İMKB Ulusal 100 Endeks (TL) Verilerinin Yıllık Özellikleri	57
Tablo 3.2. 1988-2004 Yılları Arası İMKB Ulusal 100 Endeks (US-Dolar) Verilerinin Yıllık Özellikleri	60
Tablo 3.3. Getirilerin Tanımlayıcı İstatistikleri	62
Tablo 3.4. Augmented Dickey –Fuller Testi Sonuçları	65
Tablo 3.5. RUNS Testi Sonuçları	66
Tablo 3.6. Örnek Veri Kümesi	75
Tablo 3.7. Teknik Analiz Göstergeleri Önerileri ve Hedefin Korelasyon Tablosu	78
Tablo 3.8. Göstergelerin Lojistik Regresyon Sonuçları	79
Tablo 3.9. Durum Tablosu	83
Tablo 4.1. Eğitim Döneminde Programın ve Göstergelerin Performans Ölçütleri	89
Tablo 4.2. Sınama Döneminde Programın ve Göstergelerin Performans Ölçütleri	90
Tablo 4.3. Sınama Döneminde Ortalama Olarak Yapılan ve Kullanılan Öneriler	96
Tablo 4.4. Önerilen Modellerin ve Teknik Analiz Göstergelerinin Piyasada Kaldıkları Gün Sayıları İstatistikleri	97
Tablo 4.5. En iyi Tahmine Sahip GDT Modelleri ile Hedefin ve Göstergelerle Hedefin Korelasyon Değerleri	98
Tablo 4.6. En iyi GDT ile Seçilmiş Göstergelerin İşlem Getirileri Ortalamaları Karşılaştırması	98
Tablo 4.7. Aylık Kümülatif Getiri Tanımlayıcı İstatistikleri	100
Tablo 4.8. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları	103
Tablo 4.9. Seçilmiş Firmalar Veri Kümesi	106
Tablo 4.10. Firmaların Sermaye Artırımı ve/veya Hisse Bölünmesi Bilgileri	107
Tablo 4.11. Seçilmiş Firma Piyasa Fiyatı Yıllık Değişim Oranları	109
Tablo 4.12. Seçilmiş Firma Piyasa Fiyatı Günlük Getirilerin Yıllık Volatilitesi	110
Tablo 4.13. Alarko Holding Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri	111
Tablo 4.14. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları –Alarko Holding	112
Tablo 4.15. Çimsa Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri	114
Tablo 4.16. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları –Çimsa	115

Tablo 4.17. Eczacıbaşı İlaç Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri	116
Tablo 4.18. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları – Eczacıbaşı İlaç	118
Tablo 4.19. Pınar Süt Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri	119
Tablo 4.20. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin yıllık Getiri Ortalamaları -Pınar Süt	120
Tablo 4.21. Vestel Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri	121
Tablo 4.22. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları –Vestel	123
Tablo 4.23. İş Bankası Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri	124
Tablo 4.24. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları - İş Bankası	125
Tablo 4.25. Şişecam Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri	126
Tablo 4.26. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları – Şişecam	128
Tablo 4.27. Ford Otosan Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri	129
Tablo 4.28. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları - Ford Otosan	130

KISALTMALAR LİSTESİ

AMA	Adaptif Hareketli Ortalama (Adaptive Moving Avarage)
DJIA	Dow Jones Endüstriyel Ortalama Endeksi
DJTA	Dow Jones Taşımıcılık Ortalaması Endeksi
EDDIE	Evrimsel Dinamik Veri Yatırım Değerlendiricisi (Evolutionary Dynamic Data Investment Evaluator)
FGP	Finansal Genetik Programlama
GA	Genetik Algoritmalar
GDT	Genetik Karar Ağacı (Genetic Decision Tree)
IMKB	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
PCB	Fiyat Kanal Kırılması (Price Channel Breakout)
RC	Doğruluk Oranının (Rate of Correctness)
RF	Yanlış Tahminler Oranı (Rate of Failure)
RMC	Kaçırılan Fırsatlar Oranı (Rate of Missed Chances)
RSI	Göreceli Güç Endeksi (Relative Srength Index)
SMA	Basit Hareketli Ortalama (Simple Moving Avarage)
TEFE	Toptan Eşya Fiyat Endeksi
YZ	Yapay Zeka

ÖZET

Yapılan literatür taramasıyla genetik algoritmaları da içinde barındıran yapay zeka tekniklerinin finans alanındaki kullanımının arttığı görülmüştür. Bu tekniklerle geliştirilen tahmin sistemine bağlı yatırım stratejilerinin performansı, bu çalışmada kullanılan verilerin benzeri verilerle birçok ülkede denemiştir. Her ne kadar, yapay sinir ağları, bulanık mantık ve genetik algoritmaları içeren yapay zeka yöntemleri finans sektöründe ve finans yazınında büyük ilgi görsede bu yöntemlerin Türkiye'deki finansal verilere uygulamasının, literatürde sınırlı sayıda olduğu fark edilmiştir.

Literatürdeki bu açığın kapatılması amacıyla, bu tez çalışmasında, genetik algoritmalar İMKB hisse senedi verilerine uygulanmıştır. Yurtdışında yapılmış çalışmaların yöntemleri dikkate alınarak, hem İMKB Ulusal 100 Endeksi kapanış değerleri üzerinden hem de bu endeks içinden seçilmiş bazı firmalara ait kapanış fiyatlarından hareketle, değişen koşullar altındaki piyasalara uygun bir modelin sürekli arayışı içinde olan yatırımcıların, genetik algoritmaları kullanarak teknik analiz göstergelerinin üzerinde başarı gösteren modeller geliştirebileceği gösterilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada yatırımcıların teknik analize dayalı değerlendirme stratejileri tercih ettiği varsayılmış, teknik analiz göstergelerini bir arada doğrusal olmayan bir ilişki içinde ele alan karar sistemleri ve verilerdeki fırsatları yakalama gücüne sahip modeller araştırılmıştır. Daha çok, bu tür bir sistemde bazı fırsatları daha önce fark eden, fiyatlardaki karmaşık ilişkileri ortaya koyan bir modelin sürekli güncellenerek elde edilebilir olduğu ve bunu uzmanların, sistemi analiz etmede bir araç olarak kullanabileceği gösterilmek istenmektedir.

Piyasalarda uygulamacılar tarafından yoğun olarak kullanılan teknik analiz göstergelerinin, doğrusal olmayan şekilde bir karar ağacı sistematiğinde modellenmesi ile teknik analiz göstergelerine göre daha iyi sonuçlar verip vermeyeceği sorusunun cevabının aranması ile zayıf formda piyasa etkinliği de sorgulanmaktadır. Bu tez çalışmasının sonuçları, genetik algoritmaların kullanımı ile Türkiye piyasasında kar fırsatlarını yakalamanın mümkün olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, Türkiye Hisse Senedi Piyasasının Etkinliği konusunda şüphe uyandırmaktadır.

SUMMARY

STOCK INVESTMENT DECISIONS BY USING GENETIC ALGORITHMS

A comprehensive review of the literature on financial research has shown that the use of artificial intelligence techniques has been steadily increasing in this field. The performance of the trading strategies, forecasting rules generated by these techniques has been evaluated on the data on many financial markets around the world. Although, the past decade has witnessed a flurry of interest within the financial industry and financial literature regarding artificial intelligence technologies, including neural networks, fuzzy logic and genetic algorithms, applications of these techniques to Turkish financial data have received minimal coverage in the literature.

In an attempt to fill this gap in the literature, this thesis presents an application of genetic algorithms on the Istanbul Stock Exchange (ISE) data. Using ISE National 100 Index data and the data on the selected stocks traded on ISE and utilizing the methodology of previous research on well established financial markets, I attempt to show that investors (agents) who are constantly in search of models which are suitable for the markets that continuously change can design trading strategies generated by genetic algorithms and these strategies are more successful than individual technical indicators. In this thesis, based on the assumption that investors prefer strategies based on technical analysis indicators, I investigate decision systems which are capable of discovering profit opportunities in the market by analyzing the nonlinear relationships between the technical analysis indicators. The main objective of this thesis is to show that in this decision system a model that can anticipate profit opportunities by investigating the complex relationships between the prices can only be successful if it is continuously updated. Moreover, investors can use this model to analyze the system itself.

The analysis of the performance of genetic decision trees based on the complex relationships between the technical analysis indicators can also be regarded as a test of weak form of market efficiency. The results of this study show that it is possible to predict profitable opportunities in the Turkish market using genetic algorithms. This finding casts doubt on the weak-form efficiency of Turkish Stock Market.

ÖNSÖZ

Lisans eğitimim sonrasında İşletme alanında Yüksek Lisans programını kazanmamla başlayan bu süreçte birçok kişinin yol göstericiliğinin ve katkısının olduğunu belirtmem gerekir. Akademik alanda ilerlerken ilk yol göstericim sayın hocam Prof.Dr. Orhan Kuruüzüm olmuştur. Halen çalışma alanımız ayrılrsa da akademik olan ve olmayan birçok konuda görüş ve değerlendirmelerini almak benim için önemlidir. Bu yüzden kendisine teşekkür ediyorum.

Doktora öğrenimim aşamasında beni yönlendirmesi ile bu alanda çalışmaya sevk eden Prof.Dr. Ayten Ersoy'a ve bilgilerini ve görüşlerini her zaman benimle paylaşmaya açık olan Doç.Dr. Mehmet Şen'e teşekkür ederim.

Bu programın ilk öğrencilerinden biri olarak her zaman açık kapıları ve her zaman açık yüreklilikle beni sahiplenen Akdeniz Üniversitesi İ.İ.B.F. İşletme Bölümü'nün tüm öğretim üyelerine teşekkür ederim.

Çalışmamda her türlü desteğini benden esirgemeyen, elindeki kaynakları ve olanakları benim için seferber eden ve tıkanığım noktalarda bana çıkış yolunu gösteren danışmanım Yrd.Doç.Dr. Hakan Er'e teşekkürü bir borç biliyorum.

Koşulsuz destek veren, yargılamadan bana güvenen, her zaman arkamda olduklarını bildiğim anneme, babama ve ablalarımaya sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Her konuda desteği ile yanımda olan, zor anlarımda tek dayanağım sevgili eşime ne kadar teşekkür etsem azdır. Hayatımıza yeni katılan, varlığı ile neşe kaynağımız oğlum Ozan'a sevgilerimle.

GİRİŞ

Sermaye piyasasındaki hareketleri izleyerek belirli bir yönelimin keşfi, buna bağlı olarak gelecekteki fiyatların ve kar fırsatlarının tahmini konusu hem teorisyenlerin hem de uygulamacıların başlıca çalışma konularından biri olmuştur. Bu konuda ilk çalışmalar, Charles Dow tarafından 1901-1902 yıllarında Wall Street Journal adlı gazetede yazılarıyla gerçekleştirilmiştir. Onun ölümünden sonra, William P. Hamilton, Dow'un fikirlerini geliştirmiş ve Dow Teorisinin oluşumunu sağlamıştır.

Dow teorisinde, hisse senedi fiyat hareketlerinin belirgin eğilimler içerdiği, ekonomik durum ile bağlantılı olarak belirgin yükseliş ve düşüşlerin yanı sıra tekrar eden dalgalanmaların varlığı ileri sürülmektedir. Birincil eğilimlerin, ekonomik durumla ilişkili olarak uzun dönemli bir eğilim olduğu belirtilmiştir. Bu eğilimlerden daha kısa dönemli, belli bir fiyat aralığındaki dalgalanmalardan oluşan harekete ise ikincil eğilimler adı verilmiştir. Bu iki fiyat hareketi formasyonunun dışında kalan en küçük ve en kısa dönemli hareketlere ise minör hareketler adı verilmiştir. Sermaye piyasalarında fiyat hareketlerinin, bu üç tür eğilimin bileşkesi şeklinde olduğu ileri sürülmüştür. Bu eğilimlerden birincil ve ikincil eğilimlerin kullanımı ile piyasada, tamamen rassal işlem stratejilerine göre daha yüksek getiri elde etmenin mümkün olduğu belirtilerek teknik analiz yaklaşımının temelleri atılmıştır.

Dow teorisine ilk eleştiri Alfred Cowles tarafından yapılmıştır. Cowles çalışmasında, fiyatların tahmini şeklinde ilan edilen bilgilerin sağlayacağı getiriyi, geleneksel al-tut stratejisi ile elde edilecek getiri ile karşılaştırmıştır. Karşılaştırma sonucunda, tahminlerin getirilerinin, al-tut stratejisi getirilerinden anlamlı bir farkının olmadığını belirtmiştir. Daha sonra Fama, piyasalardaki fiyatların, elde bulunan tüm bilgiyi yansıttığını ileri sürmüştür ve bu durumu piyasanın etkinliği kavramı ile açıklamıştır.

Piyasa etkinliği, bilginin içeriği, elde edilebilirliği ve zamanı dikkate alarak üç seviyeye ayrılmıştır. Zayıf formda etkinlik olarak adlandırılan birinci seviyede, piyasadaki fiyatların tüm geçmiş dönem fiyat bilgisini içerdiği, bu sebeple geçmiş dönemlere ait fiyat bilgilerinden yararlanılarak gelecekteki fiyat seviyesi hakkında bir kestirimde bulunamayacağı belirtilmiştir. İkinci seviye olan yarı-güçlü formda etkinlikte, fiyatların kamuya açık tüm bilgileri içerdiği belirtilmektedir. Güçlü formda etkinlik olarak adlandırılan üçüncü seviyede ise, özel bilgi de dahil olmak üzere tüm bilgilerin fiyatlara yansıdığı belirtilmiştir.

Eğer fiyatlar tüm geçmiş dönem bilgisini içinde barındırıyorsa, yeni bilgiler dışında fiyatları etkileyecek hiçbir etki olmayacak, fiyatlar tahmin edilemez şekilde hareket edecektir. Fiyatların bu rassal değişim özelliği, rassal yürüyüş modeli ile açıklanmıştır.

Piyasa etkinliği sınaması çalışmaları literatürde oldukça geniş çaplı olarak yer almıştır ve almaya devam etmektedir. Bu çalışmaların bir kısmı etkinlik kavramının bir yansıması olarak fiyatların ve getirilerin rassal yürüyüş takip ettiği hipotezini sınamaktadır. Fiyatlarda geçmişle tahmin edilebilir bir bağıntı bulunması, rassal yürüyüş hipotezini zayıflatacaktır. Piyasa getirisinin üzerinde, işlem maliyetlerini aşan bir anormal getiri fırsatını, geçmiş fiyat bilgilerinden faydalanarak yakalamak zaman serisi analizleri yöntemleri ile mümkün görünmemektedir. Buna karşın halen teknik analiz yöntemleri, özellikle uygulamacılar tarafından aktif olarak kullanılmaktadır. Teorisyenler ise, eğer bu tür bir bağıntı, bir fırsat yakalama yöntemi bulunsa dahi piyasaların bunu arbitraj yolu ile yok edeceğini ve yöntemin bir süre sonra geçerli olmayacağını ileri sürmektedirler.

Teknik analiz yöntemleriyle piyasadaki getiri fırsatlarını yakalamaya çalışan piyasa oyuncuları, genel geçer bir yöntemin olmadığını, değişen koşullar altında her piyasa oyuncusunun (diğer bir tanımlamasıyla ajanın) kendine özgü tahmin yöntemlerini geliştirmesi gerektiğini savunmaktadır. Bu noktada piyasa etkinliği farklı bir yaklaşımla sorgulanmaktadır. Bu sorgulama; tüm piyasa oyuncularının, aynı seviyede bilgiye, aynı seviyede bilgi değerlendirme becerisine ve aynı beklentilere sahip olduğu görüşünün eleştirisidir. Bu koşullar sağlansaydı piyasada bir dengeden, bir etkinlikten bahsedilebilirdi.

Tüm ajanların, piyasa hakkında tam bilgiye sahip olduğu, problemleri mükemmel bir rasyonellikte çözme becerisine sahip olduğu, diğer tüm ajanların aynı bilgi ve beceriye sahip olduğunu varsaydığı ve ortak beklentiye sahip olduklarının düşünüldüğü sisteme, rasyonel beklentiler teorisi ile açıklama getirilmiştir. Bu teori, bilginin tüm ajanlara eşit olarak dağıldığı, tüm ajanların bilgiyi değerlendirmede aynı beceriye sahip olduğu ve aynı beklentilere sahip oldukları şeklindeki varsayımları açısından oldukça eleştiri almıştır. Bu varsayımların geçerli olması durumunda piyasalar tam bir denge içinde bulunacak, piyasada işlem hacmi ilk piyasaya giriş dışında düşük olacak ve anomaliler gerçekleşmeyecektir. Fakat tüm bunlar piyasalarda gözlemlenmektedir ve bunları açıklamak için denge durumunu teorik olarak açıklayan tümdengelim yöntemleri yetersiz kalmaktadır.

Ekonomide, tümdengelim düşünce sistematigi, teorik problemlere cm tmede fazlasıyla kullanışlıdır. Buna karşın finansal piyasalarda insan faktörünün etkisi ile problemler karmaşık bir hal almaktadır. Rasyonel beklentiler teorisinin, ajanların karmaşık problemlere cm öğütme becerisinin olduğu varsayımının geçerli olmadığı, bireylerin bu konuda rasyonelliğinin sınırlı olduğu bazı akademisyenler tarafından ileri sürülmüştür. Bireylerin, gözlemedikleri olaylardan sonuç cıkarmada, belirli neden sonuç ilişkilerini fark edip onları genelleştirmede ve bazı yönelimleri fark etmede daha iyi oldukları belirtilmiştir. Bu deneyimlerinden yola cıkarak kendi öznel karar sistemlerini geliştirmektedirler.

Finansal piyasalar, tabanındaki değişimlere karşı sürekli bir denge arayışı içinde olan bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Bu koşul altında piyasa oyuncularını ise belirli karar kuralları geliştirerek piyasada başarı sağlamaya calışırlar. Bu karar kuralları sistemi, değişen koşullarla birlikte başarısız kuralların sistemden cıkarıldığı ve yerlerine yenilerinin konduğu, sürekli bir güncelleme içerisinde, her ajanın kendine özel sistemidir. Genetik algoritmalar, yaklaşımı gereği, bireylerin karar sistemlerini yeni koşullara sürekli adapte olma yaklaşımına uygun düşmektedir. Genetik algoritmalar ile evrimin ceşitlendirme, en iyileri tutup kötüleri eleme ve mutasyon operatörleri ile en iyinin hayatta kalma yaklaşımı gerçek yaşam problemlerine uygulanabilmektedir.

Piyasaların birbirlerinden bağımsız, heterojen adaptif ajarlardan oluştuğu görüşü son dönemde oldukça tartışılan bir konudur. Her ajan kendi yatırım stratejisi ile piyasada işlem görür. Birbirinden bağımsız ajanlar arasındaki etkileşim ile piyasada bir denge noktasının oluşması beklenemez. Bu sebeple piyasa sistemlerinin, piyasada işlem yapan ajanların (bunlar bireyler, kurumlar hatta ülkeler bile olabilir) farklı davranışlarını ve birbirleri ile piyasa üzerinden dolaylı etkileşimlerini modelleyerek simülasyonunun yapılması yeni bir yaklaşım olarak karşımıza cıkmıştır. Bu yeni bir kavram olan yapay piyasaları (artificial market) ortaya cıkarılmıştır. Heterojen yatırımcıların davranışlarını modelleyen, evrimsel algoritmalar içinde yer alan genetik algoritmaları da kapsayan bilgisayar programları ile piyasanın yapısını czmeye yönelik olarak calışılmaktadır.

Bu calışmada, yatırımcıların teknik analize dayalı değerlendirme stratejileri kullandığı varsayılmıştır. Bu teknik analiz göstergelerini ayrı ayrı kullanmak yerine, aralarındaki doğrusal olmayan ilişkileri ortaya koyan bir karar modeli arayışına, genetik algoritmalar yöntemiyle cm aranılmıştır. Burada hemen belirtilmelidir ki genel geçer ve tüm

zamanlara uygulanabilir bir modelin varlığından bahsedilmemektedir. Daha çok bu tür bir sistemde bazı fırsatları daha önce fark eden, fiyatlardaki karmaşık ilişkileri ortaya koyan bir modelin sürekli güncellenerek elde edilebilir olduğu ve bunu uzmanların sistemi analiz etmede bir araç olarak kullanabileceği belirtilmelidir.

Hisse senedi piyasasında, kısa dönem yatırımcıları, bazı kar fırsatlarının varlığında pozisyon alıp diğer zamanlarda risksiz yatırım araçlarına yönelmektedirler. Bu tür yatırımcıların hisse senedi piyasasındaki kar fırsatlarını belli bir seviyenin üstünde yakalamaları, piyasada tahmin edilebilirlik kavramını ve dolayısıyla etkinlik kavramının sorgulanmasını getirecektir. Bu çalışmada, doğrusal olmayan modeller ile, piyasada genel geçer çoğu teknik analize dayalı yatırım yöntemlerinden daha başarılı ve istikrarlı sonuçların elde edilip edilmeyeceği incelenmiştir. Bu konuda daha önce yapılan çalışmalar, bazı teknik analiz ve piyasa bilgilerini kullanarak genetik algoritmalar ile al-tut stratejisine yada geleneksel yöntemlere göre başarı sağladıklarını belirtmişler, genetik algoritmaların bu konularda umut vaat eden yeni bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (Chen ve Yeh, 1997; Fyfe vd., 1999; Tsang vd., 2000; Korczak ve Roger, 2002; Latemendia, 2002; Potvin vd., 2004)

Bu tez çalışması dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, piyasa etkinliği kavramı ele alınmıştır. Bunun için Dow Teorisinden başlanarak etkin pazar hipotezi, pazarın etkinliğini sınavan testler ve Türkiye’de piyasa etkinliği üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir. Ayrıca rassal yürüyüş hipotezi, rasyonel beklentiler teorisi ve tümevarım düşünce temeli ele alınarak yapay hisse senedi piyasaları üzerinde durulmuştur.

Genetik Algoritmaların ve finansal uygulamalarının anlatıldığı ikinci bölümde, öncelikle genetik algoritmaların yapısı ve çalışma prensibi ele alınmış daha sonra genetik algoritma operatörlerine değinilerek bu yöntemin elde çözülmesi bir örnek üzerinde anlatılmıştır. Özellikle mühendislik ve fen bilimleri alanında sıklıkla kullanılan bu yöntemin finansal alanda nasıl kullanılabileceği hangi parametrelerle ne gibi sonuçlar verebileceği yapılan literatür taramasındaki uygulamalar dikkate alınarak incelenmiştir. Ülkemizde yapay zeka tekniklerini kullanarak yapılan kısıtlı finans çalışmalarında daha çok yapay sinir ağlarının kullanıldığı görülmüştür. Genetik algoritma yöntemini kullanan finans alanındaki çalışmaların ülkemizdeki eksikliği bu tez çalışmasında genetik algoritmaların kullanımının seçilmesi konusunda etkili olmuştur.

Üçüncü bölümde araştırmada kullanılan veriler ve yöntem incelenmiş, uygulamada kullanılacak teknik analiz göstergeleri ve finansal genetik programlama kavramlarına değinilmiştir. Bu bölümde İMKB Ulusal 100 endeks değeri verileri ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, ilk olarak genetik algoritmaların bir türevi olan genetik programlama yöntemiyle, İMKB Ulusal 100 endeksi değeri üzerinden belli bir seviyedeki getiri fırsatlarını yakalayacak, seçilmiş teknik analiz göstergelerine dayanan model araştırmasına yer verilmiştir. Daha sonra benzer bir model araştırması, İMKB-100 içerisinde seçilen bazı firmalar için de gerçekleştirilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

PIYASA ETKİNLİĞİ

1.1. Dow Teorisi

Dow teorisinin dayandığı fikirler, 1901-1902 yıllarında Charles Dow'un editörlüğünü yaptığı Wall Street Journal adlı gazetedeki kendi yazılarıyla başlamıştır. Dow'un editörlüğü, hisse senedi piyasasında yatırım stratejileri konusunda olup, Dow bu stratejileri, hisse senedi fiyat hareketlerinin 20 yıllık kendi kişisel gözlemine dayandırmıştır. Dow, hisse senetleri fiyatlarının rassal bir yapıdan çok gözlenebilir bir yol izlediğine inanmaktaydı. Onun editörlüğünde oluşturulan fikirlerin Dow teorisi adını alması, Charles Dow'un 1902 yılında ölümünden sonra, arkadaşı Samuel Nelson'ın yazdığı "Hisse Senedi Spekülasyonunun ABC'si" (The ABCs of Stock Speculation) adlı eserinde gerçekleşmiştir. Dow'un ölümünden sonra editörlüğe geçen William P. Hamilton, Dow teorisinin dayandığı fikirleri geliştirmeye devam etmiş ve 1922 yılında "Hisse Senedi Pazarı Barometresi" (The Stock Market Barometer) adlı çalışmasını yayımlamıştır. Dow teorisi konusunda gelişme sağlayan bir diğer önemli eser, Robert Rhea tarafından 1932 yılında yazılan, "Dow Teorisi: Onun Gelişiminin İzahı ve Spekülasyonlara Araç Olarak Kullanışlılığının Tanımlanma Çabası" (The Dow Theory: An Explanation of Its Development and An Attempt to Define Its Usefulness as an Aid in Speculation)' adlı eserdir (Romeu ve Serajuddin, 2001, s.96).

Dow'un fikirleri, genel pazar eğilimleri ile ilgilidir ve inancına göre, büyük ve itibarlı şirketlerin hisse senedi fiyatları aynı yönde hareket etmektedir. Boğa pazarında tüm fiyatların yükseliş eğilimi göstereceği ve bazı hisse senetleri fiyatlarının diğerlerine göre daha fazla yükseleceğini, ayı pazarında ise tüm fiyatların düşüş eğiliminde olacağı ve bazı hisse senedi fiyatlarının daha fazla düşeceği belirtilmektedir. Bazı hisse senetlerinin takibi ile pazarın genel gidişatı hakkında bilgi edinilebilir. Yatırımcılar, bu konuda gösterge olabilecek hisse senetlerini takip etmektedirler. Bu fikirden yola çıkarak Dow, gösterge olabilecek hisse senetlerinden oluşacak bir endeks fikrini geliştirmiştir: 1896 yılında Dow Jones Endüstriyel Ortalama (DJIA) endeksini ve Dow Jones Demiryolu Ortalaması endeksini oluşturmuştur. Dow Jones Demiryolu ortalaması diğer taşımacılık yollarını da kapsayarak 1970 yılında Dow Jones Taşımacılık Ortalaması (DJTA) endeksi olarak

genişletilmiştir. Dow, bir hisse senedinin fiyatının, hakkında çıkan finansal raporlar, yatırımcı haberleri, televizyon haberleri veya gazete haberlerini yansıttığını düşünmüştür. Bu bağlamda piyasa ortalamalarının da yatırımcıların farkında olduğu tüm haberleri yansıttığını ileri sürmüştür. Dow, endekslerin ekonominin genel sağlığı hakkında gösterge olduğunu belirtmektedir (Romeu ve Serajuddin, 2001, s.97).

Romeu ve Serajuddin (2001, s.100), Dow teorisinin temel kavramlarını şu şekilde belirtmiştir:

- 1.Hisse senedi fiyatları ve pazar ortalamaları, pazarda elde edilebilir tüm bilgilerin sonucu göz önünde bulundurularak oluşmaktadır. Aynı zamanda, genel olarak hisse senetleri aynı yönde hareket etme eğilimindedir.
- 2.Pazarda üç eğilim vardır: birincil, ikincil ve küçük (minor) eğilimler.
- 3.Dow Jones Endüstriyel Ortalaması ve Dow Jones Taşımacılık Ortalaması birbirini teyit etmektedir.
- 4.Pazardaki işlem hacmi, pazarın birincil eğiliminin yönünü işaretler.

Pazardaki hisse senedi fiyatları bir aşağı, bir yukarı birlikte hareket etmektedir. İş dünyasının ve ekonominin durumuna bağlı olarak fiyatlar belli bir sınırlandırılmış hatta hareket etme eğilimindedirler. Dow teorisine göre bir hisse senedinde gözlemlenecek üç eğilim birincil, ikincil ve küçük eğilimlerdir.

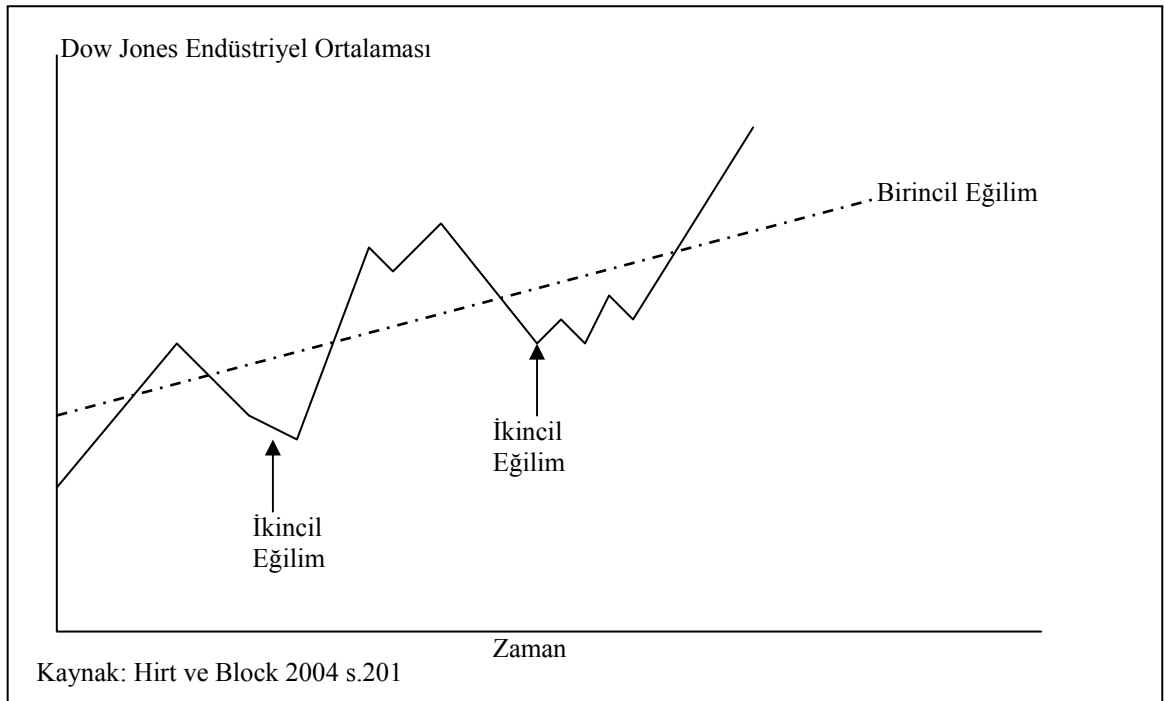
1.1.1. Birincil Eğilimler

Birincil eğilimler baskın olan uzun dönemli eğilimlerdir. Dow, uzun dönemli birincil eğilimlerin bir yıl ya da daha uzun dönemlerde devam ettiğine inanmıştır. Bu eğilimler boğa ve ayı pazarları olarak simgelenmiştir. Boğa pazarlarda yükselen bir eğilim varken ayı pazarlarda düşüş vardır. Dow teorisine inananlar için, yatırımcının dikkate alması gereken en önemli eğilim birincil eğilimdir. Diğer yandan Dow teorisini günümüze taşıdığımızda boğa ya da ayı pazarlarının süresi yıllar seviyesinden aylık dönemlere kadar inmiştir. Hisse senedini boğa pazarının başında satın alıp sonunda satarak ya da ayı pazarının başında satıp sonuna gelindiğinde düşük fiyattan satın alarak kazanç sağlanabilir. Fakat boğa ya da ayı pazarı durumunun başını ve sonunu kestirmek kolay bir süreç değildir. Boğa ya da ayı pazarı olsa da, ikincil eğilimlerin etkisi ile geçici ters yönlü hareketlerin yanlış anlaşılması sorunu vardır. Diğer bir deyişle, piyasa boğa pazarı durumunda iken kısa dönemli bir düşüş hareketi göstermesi durumunda bunun boğa

pazarının sonu şeklinde algılanması veya ayı pazarı durumunda iken kısa dönemli bir yükselişin ayı pazarının sonu olarak algılanması mümkün olabilmektedir (Romeu ve Serajuddin, 2001, s.101)

1.1.2. İkincil Eğilimler

İkincil eğilimler, birincil eğilimler çevresinde birkaç gün ile birkaç haftaya kadar uzanabilen fiyat eğilimleridir. Birincil eğilimlerin arkasında ekonomik ve iş dünyasının genel gidişatına ilişkin görüşler varken ikincil eğilimlerde fiyat düzenlemeleri, kar gerçekleştirmeleri ve pazarda büyük oranlı satışların etkileri olabilmektedir. İyimser beklentilerin kötüye dönmesi gibi ekonomideki değişimler, birincil eğilimin yön veya derece değiştirmesine sebep olabilmektedir. İkincil eğilimler olarak yorumlanan eğilimler, birincil eğilimin baskısı altında geri dönüşler oluşturmaktadır. Birincil ve ikincil eğilimleri birbirinden ayırt etmek özellikle boğa ya da ayı pazarının başlarında ve sonlarında oldukça zordur (Romeu ve Serajuddin, 2001, s.107). Birincil ve ikincil trendlerin temsili aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 1.1. Dow Teorisinde Birincil ve İkincil Eğilimler

1.1.3. Küçük Eğilimler

Birincil ve İkincil eğilimler dışında, gün içinde ya da birkaç güne kadar süren eğilimlere küçük (minor) eğilimler adı verilmektedir. Dow, bu eğilimlere aldatici sinyallerin sebep olduğunu düşünmektedir. Günümüz teknolojileri ile bu tür eğilimler birkaç saatlik süreye kadar inmiştir. Dow teorisinin ilk çıkış döneminden bugüne, bilgi işleme hızındaki gelişmelerle, bilginin pazara yansımaya hızı oldukça artmıştır. Bu durumda bazı haberlerin yansımaları ikincil eğilimlere kadar uzanabilse de habere aşırı tepki küçük eğilimlerin sebebi olabilir (Romeu ve Serajuddin, 2001, s.109).

Dow teorisi teknik analiz yönteminin ilk ele alınış biçimidir. İlk olarak pazar ortalamalarının, iş dünyasının ekonomi içindeki genel gidişatını tahmin etmekte kullanımı için öne sürülmüştür. Bunu takiben, pazar ve fiyat hareketlerinin tahmini için halen kullanılmakta olan teknik araçlar geliştirilmiştir. Dow teorisi tek bir fiyat hareketi yerine pazarın bütünüyle ilişkilidir. Bu anlamda, DJIA yerine daha kapsamlı olan S&P500 gibi endeksler kullanılarak, Dow teorisi temelinde pazarın gidişatı konusunda fikir edinilebilir (Romeu ve Serajuddin, 2001, s.117).

1.1.4. Dow Teorisi'ne Eleştiriler

Dow'un ölümünden sonra Wall Street Journal'da editörlüğe geçen William Peter Hamilton, Dow teorisini geliştirmiş ve buna bağlı olarak tahmin teknikleri önermiştir. Hamilton, kendi yazılarında tahmin tekniklerinin başarısını yazarken, 1933 yılında Cowles, Hamilton'un Dow teorisine dayalı tahmin tekniklerinin bir başarı sağlamadığını ileri sürmüştür. Cowles (1933) yazısında Hamilton'un incelediği 1902-1929 yılları arasını kapsayan 26 yıllık dönemi tekrar ele almıştır. Cowles çalışmasında, Hamilton'un Dow teorisine dayalı stratejisi ile Dow Jones Endüstriyel Ortalamasına yatırım yapıldığında, karpayı ödemeleri ve faizler dahil yıllık ortalama getirinin %12 olduğunu ileri sürmüştür. Buna karşın, Dow Jones Endüstriyel Ortalama'da yer alan hisse senetlerine yatırım yapıp hiçbir işlem yapılmadan elde tutulması durumunda zaten yıllık ortalama olarak %15.5 getiri sağlandığını belirtmiştir. Benzer şekilde Hamilton'un öne sürdüğü strateji ile Dow Jones Demiryolu Ortalaması'nda %5.7 getiri sağlanırken bu endeksin getirisinin %7.7 olduğu belirtmiştir. Cowles yazısında ayrıca getiri fırsatlarını yakalama oranı açısından da Hamilton'un stratejisini eleştirmiştir.

Cowles (1933) çalışmasında, 45 aracı kurumun tahmin çalışmalarını da ayrıca analiz etmiştir. Çalışmada, ilk olarak, kurumların en karlı hisse senedi konusunda yapılan önerilerini, daha sonra yine bu kurumların, hisse senedi piyasalarının geleceği yönündeki öngörülerini incelemiştir. Bunun için kurumların yayımladığı günlük ya da haftalık yayınları dikkate almış ve bu yayınların ele geçirildiği an önerilerin uygulamaya koyulduğunu varsaymıştır. Çalışmada, önerilerin getirilerinin başarısı, istatistiksel anlamda araştırılmış ve tamamen rassal bir sürece göre bir fark bulunamamıştır. Buna karşın Cowles, dört yıl sonra Jones ile birlikte yaptığı çalışmada, günlük, haftalık, aylık ve yıllık bazda bir yükseliş ya da düşüş hareketinin sürekliliğini istatistiksel olarak incelemiş ve bazı durumlarda anlamlı sayılabilecek derecede sürekliliğin söz konusu olduğunu ileri sürmüştür (Cowles ve Jones, 1937). Cowles ve Jones, Ortalama değerler üzerinden gerçekleştirdikleri çalışmalarını, Profesör Holbrook Working'in ortalama değerler kullanımıyla otokorelasyon çıkmasının istatistiksel bir hata olacağı yönündeki eleştirisi sebebiyle yeniden ele alarak fiyat serilerinin daha çok rassal bir süreç izlediği sonucuna varmışlardır (Cowles, 1960).

Dow teorisi, sermaye piyasasında fiyatların zaman serileri analizi yöntemleriyle incelenerek, gelecekteki yönelimleri hakkında bilgi edinilebileceğini savunmaktadır. Bu görüşe karşı yapılan çalışmalarda, fiyat serilerinin, geçmiş dönemler bilgisinden bağımsız olduğu fikri desteklenmiştir. Bu görüş geliştirilerek, fiyatların geçmiş dönem değerlerinden ve bilgisinden bağımsızlığı görüşü üzerine kurulmuş “etkin pazar hipotezi” ileri sürülmüştür.

1.2. Etkin Pazar Hipotezi

Etkin pazar hipotezi ile ilgili çalışmalar Fama tarafından geliştirilmiştir. Fama (1965a) yazdığı ilk makalede gerek akademik çevrelerde, gerek iş dünyasında, menkul kıymetlerin geçmiş davranışlarının gelecekteki davranışlarının tahmini konusunda zengin bir bilgi içerdiği yönünde inaniştan söz etmiştir. Fiyat hareket grafiklerinin dikkatli analizi sonucunda birilerinin, fiyatların gelecekteki davranışlarını tahmin edebileceği düşüncesine değinmiştir. Bu görüşe karşı olarak, aynı yazısında, Rassal Yürüyüş teoremine dayanan fiyatların tahmin edilemez biçimde rassal sayılar serisi şeklinde bir davranış gösterdiği görüşünü savunmuştur. İstatistiksel anlamda teori, ardışık fiyat değişimlerinin bağımsız, özdeşçe dağılmış rassal değişkenler olduğunu ileri sürmektedir. Basit şekliyle fiyat değişimleri serisinin bir hafızasının olmadığını, geçmişin geleceğin tahmininde hiçbir

anlamalı yolun bulunmadığını belirtmiştir. Bu görüşleri test etmek üzere, rassal yürüyüş modelleri çerçevesinde istatistiksel anlamda fiyat değişimlerinin birbirlerinden bağımsızlığı üzerine seçilmiş hisse senetleri ile testler yapmıştır. Çalışmasında, fiyat değişimlerinin birbirlerinden bağımsızlığını, pazarın etkinliği ilişkilendirmiştir. Şöyle ki, bir fiyatın değeri, fiyatı etkileyen içsel değerlerin tamamını barındırmaktadır. Bu bağlamda içsel değerlerde bir değişim olması durumunda fiyat, hemen yeni duruma göre yeniden değerlendirilecektir.

Fama (1970), yaptığı başka bir çalışma da Etkin Sermaye Piyasası görüşü hakkında yapılan teorik ve ampirik çalışmaları incelemiştir. Bu çalışmada etkin bir piyasadaki söz edilmeden önce, piyasa üzerine şu varsayımlar belirlenmiştir: (1) İşlem gören varlıklar için hiçbir işlem maliyeti yoktur, (2) elde bulunan bilgi tüm piyasa katılımcılarınca ücretsiz elde edilebilir, (3) fiyatların şimdiki ve gelecekteki seviyelerinin dağılımının, elde bulunan tüm bilgiyi içerdiği konusunda herkes fikir birliğindedir. Böyle bir piyasada, varlıkların fiyatları elde bulunan tüm bilgiyi tam anlamıyla yansıtacaktır.

Fama'ya (1965b) göre etkin pazar şu şekilde tanımlanmaktadır:

“Bir ‘etkin’ pazar, çok sayıda rasyonel, kar-maksimizasyonunu hedeflemiş, her biri her bir varlığın gelecekteki pazar değerini tahmin etmeye çalışarak faal şekilde rekabet eden kişilerin olduğu, hali hazırda bulunan önemli tüm bilgilerin büyük oranda tüm katılımcılarca ücretsiz elde edilebilir olduğu bir pazardır. Bir etkin pazarda, birçok akıllı katılımcı arasındaki rekabet, herhangi bir anda, her bir varlığın cari fiyatının, halihazırda meydana gelmiş olaylara ve pazarın ileri bir tarihte meydana gelmesini beklediği olaylara dayanan bilgilerin etkilerini yansıttığı bir ortam sağlayacaktır. Diğer bir deyişle, bir etkin pazarda herhangi bir anda bir varlığın cari fiyatı, varlığın içsel değerinin iyi bir tahmini göstergesi olacaktır.”

1.2.1. Piyasa Etkinliğinin Seviyeleri

Fama piyasa etkinliğini üç seviyeye ayırmıştır. Megginson (1997, s.131) bu üç tip seviyeyi şu şekilde açıklamıştır:

1. Zayıf formda etkinlik: Piyasada zayıf formda bir etkinliğin varlığından söz edildiğinde varlık fiyatlarının tüm tarihi fiyat bilgilerini içerdiği düşünülür. Bu formda etkinlikte, geçmiş verilerin fiyat eğilimlerinin analiziyle yapılacak işlem stratejileriyle

yatırımcıların, istikrarlı bir şekilde piyasa getirisinden fazla bir getiri sağlamalarının mümkün olmadığı belirtilmektedir. Nitekim fiyatlar hafızasız olduklarından tahmin edilemezler ve değişimleri sadece yeni bir bilginin ortaya çıkması durumunda tepki olarak gerçekleşmektedir. Bu durumda varlık fiyatlarının rassal yürüyüş takip ettiği ileri sürülür.

2. Yarı güçlü formda etkinlik: Bu formda etkinliğin ileri sürüldüğü durumda varlık fiyatlarının, kamuya açık tüm elde edilebilir bilgiyi yansıttığı belirtilmektedir. Burada varlık fiyatlarının içerdiği bilgiler, kamuya açık olması koşulu ile (gazeteler, basılı yayın, bilgisayar veritabanları gibi ortamlarda açıklanmış bilgiler gibi) geçmiş tarihli, şimdiki zaman ya da gelecekte olması tahmin edilen olaylara ait tüm bilgidir. Bu formda etkinlik için belirtilen ikinci nokta ise, varlıkla ilgili bir bilginin ortaya çıkması durumunda, anında ve gerçek anlamda fiyata yansıtacağıdır.

3. Güçlü formda etkinlik: Bu formda etkinlikte fiyatların kamuya açık ve özel tüm bilgileri içerdiği belirtilmektedir. Bu formdaki etkinlik, pazar etkinliğinin en uç noktasını oluşturmaktadır. Burada firmaya özel bilgilerin bile ilk oluşmasından (yayımlanmadan bile önce) itibaren fiyatlara yansıtacağı belirtilmektedir. Bu durumda içerden öğrenenlerin çoğunun ticareti bile karsız olacaktır ve halka açık işlem gören firmaların bilgilerinin yayımlanmasının bir faydası olmayacaktır.

1.2.2. Piyasa Etkinliğinin Sınanması

Finansal uzmanlar tarafından büyük bir ilgi ile karşılanan etkin pazar hipotezi, daha sonra eleştirel çalışmalara konu olmuştur. Fama (1991) çalışmasında, pazar etkinliğinin test edilmesine yönelik çalışmaları incelemiştir. Bu çalışmaları her bir formdaki etkinliğin sınanması altında sınıflandırırken, çalışmaların sınaama yaklaşımları doğrultusunda yeniden isimlendirmiştir. Fama'nın ortaya koyduğu üç tip etkinlik sınaaması şunlardır: (1) Zayıf formda etkinliğin sınanmasına yönelik çalışmalar, ki bunları getiri tahmin edilebilirlik testleri olarak isimlendirmiştir, (2) Yarı güçlü formda etkinliğin sınaamasına yönelik olarak halka ilan edilen bilgilere fiyatların tepkisinin incelendiği çalışmaları olay analizi çalışmaları olarak isimlendirmiştir ve süratli fiyat düzeltmesi testleri başlığında ele alınmıştır, (3) Güçlü formda etkinliğin sınanmasına yönelik olarak, belirli yatırımcıların fiyatlara yansımamış bilgiye sahip olma durumunun incelendiği çalışmaları özel bilgi testleri olarak adlandırmıştır ve özel bilgi testleri başlığında yer almıştır. Fama'nın bu çalışmasına karşın Megginson (1997, s.132), dördüncü bir grup çalışmadan bahsetmektedir. Bu çalışma grubunu Megginson rasyonel temel değerlendirme testleri olarak adlandırmıştır.

1.2.2.1. Getiri Tahmin Edilebilirlik Testleri

1970'lerden bu zamana kadar zayıf formda etkinliği test etmeye yönelik birçok çalışma varlık fiyatlarının geçmiş dönem bilgisini tam anlamı ile yansıtmayı yansıtmadığını araştırmıştır. Bu çalışmaların çoğunda, geçmiş dönem ya da o anda herkes tarafından ulaşılabilen güncel bilgilerin varlık fiyatlarının tahmininde kullanımı incelenmiştir. Fama'nın ayrımı ile getiri tahmin edilebilirlik testleri üç sınıfa ayrılmıştır (Megginson, 1997, s.133).

Getiri tahmin edilebilirlik testleri içinde birinci sınıfta basit işlem kuralları testleri yer almaktadır. 1950'lere kadar yetenekli yatırımcıların hisse senedi fiyat hareketlerinin eğilimini kolaylıkla tanımlayabileceği inancı vardı (Megginson, 1997, s.133). Buna karşın Fama'nın (1965a) da içinde bulunduğu bazı çalışmalar, hisse senedi fiyatları değişimlerinin ardışık dönemler itibariyle ilişkilerinin olmadığını göstermeye çalışmışlardır. Buna karşın, bazı karmaşık işlem stratejilerinin kullanımıyla istikrarlı bir getirinin sağlanmasının mümkün olup olmadığını inceleyen çalışmalarda istikrarlı bir getirinin sağlanmayacağı sonucunu vermiştir (Megginson, 1997, s.133). Örneğin, James (1968) yaptığı çalışmada hareketli ortalama değerlerine dayalı al-sat stratejisinin başarısını incelemiştir ve endeks değerleri dışında belirgin bir başarı göstermediği sonucuna varmıştır. Buna karşın Brock v.d. (1992) teknik analiz göstergelerine dayalı olarak gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etmeye yönelik çalışmalarında bazı tahmin yeteneğinin varlığından söz etmektedirler. Son olarak bu grupta Pazartesi etkisi ve Ocak ayı etkisi gibi fiyatlardaki anormal davranışlar incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda işlem maliyetleri de göz önüne alındığında aşırı getiri sağlamanın mümkün olmadığı ileri sürülmüştür. Aşırı getiri gözlemlense bile bunun pazarın etkinsizliğinden mi yoksa hisse senedinin yanlış değerlemesinden mi kaynaklandığının tam olarak anlaşılamayacağı öne sürülmüş ve bunun pazarın etkinsizliği olarak yorumlamanın yanlış olacağı belirtilmiştir. Nitekim bu anomaliye dikkat çekilmesinden sonraki dönemde beklenen fırsatlar sağlanamamaktadır (Megginson, 1997, s.133).

Getiri tahmin edilebilirlik testleri içinde ikinci sınıfta kısa-dönem getiri tahmin edilebilirliği testleri yer almaktadır. Bu tür testlerde, bir hafta gibi kısa dönemler ele alındığında pozitif bir otokorelasyonun varlığından söz edilmektedir. Tahmin edilebilirlik çalışmalarının bir kısmı fiyatlarda rassal yürüyüşü incelerken diğer bir grup haberlere veya olaylara fiyatların aşırı tepkisini incelemiştir. Örneğin Lo ve MacKinlay (1988), haftalık

menkul kıymet getirileri üzerinden yaptıkları araştırmada rassal yürüyüş modelinin geçerli olmadığını öne sürmüşler ancak bunun hala pazarın etkinsizliği gibi değerlendirilemeyeceğini belirtmişlerdir. Bu tür araştırmalar çerçevesinde, daha önce kaybettiren ya da kazandıran hisse senetlerinin, takip eden dönemdeki davranışlarının, bir fırsat sağlaması durumu da araştırılmıştır. Megginson, incelediği bir çalışmada, 36 aylık veriler ışığında daha önce kaybettiren hisse senetlerinin, sonraki dönemlerde kazandıran hisse senetlerine göre %25 daha fazla kazandırdığı sonucuna ulaşıldığını belirtmiştir. Buna karşın hisse senedi getiri serilerinde otokorelasyonun araştırıldığı çalışmalarda, hipotez testi için karşılaştırma yöntemi olarak rassal yürüyüş kullanılmıştır. Bazı çalışmalarda, İstatistiksel olarak serilerde otokorelasyonun varlığı ortaya çıksa da, geliştirilmiş yeni istatistiksel yaklaşımlar rassal yürüyüşü ve pazar etkinliğini destekler sonuçlar vermiştir. Aşırı tepki yaklaşımı ise kullandığı verilerin buhran ve II. Dünya Savaşı dönemine ait olması sebebi ile eleştiriler almıştır (Megginson, 1997, s.134).

Getiri tahmin edilebilirlik testleri içinde son sınıfta uzun-dönem getiri tahmin edilebilirliği testleri yer almaktadır. Uzun dönem getiri konusunda yapılan çalışmaların ileri sürdüğü iki özellik vardır. Birincisi, iki ile beş yıl arasındaki getiri aralıklarında anlamlı bir negatif otokorelasyon vardır. İkinci olarak getiri aralıkları boyunca toplam getiri varyansının tahmin edilebilir bileşeni artmaktadır. Çalışmalarda, iki yıl sonra üç ile beş yıl aralığında otokorelasyon değeri sıfır olmadan önce minimum değerine ulaşmaktadır. Bu bağıntıdan yola çıkılarak getiri tahmininde küçük firmalar için %40 büyük firmalarda %25 seviyesinde getirinin varyansı tahmin edilebilmektedir. Bu görüşe karşın, çalışmaların kapsadığı dönemin buhran ve II. Dünya Savaşı sonrası olmasının, fiyat değişimlerinin büyük seviyelerde gerçekleşmesine sebep olacağı söylenmektedir. Diğer bir şekilde ise negatif hisse senedi getirisine sahip olan riskli firmaların daha sonra pozitif getiri sağlaması ve pozitif getiriden fayda sağladıktan sonra tekrar düşmesinin normal olduğu düşünülmektedir (Megginson, 1997, s.137). Fama ve French (1988) kısa vadede otokorelasyonun varlığını gösterir bir çalışmanın olmadığını ileri sürerken uzun vadede (1925-1985 dönemini) bunu incelemişler ancak belirli dönemlerde otokorelasyon göstergeleri olsa da getirilerin zaman serisi içerisinde değişimlerini açıklayacak yeterliliği olmadığını ifade etmişlerdir.

1.2.2.2. Süratli Fiyat Düzeltmesi Testleri

Yarı güçlü formda etkinliğin geçerli olması durumunda fiyatlar, yeni gelen bir bilgiye hızlı bir tepki ile kendini ayarlayacaktır. Yarı güçlü formda etkinliği test etmeye yönelik olan çalışmaları Fama (1991) olay analizi başlığında toplasa da Megginson (1997, s.139) buna ek olarak rasyonel bilgi sürecini test eden çalışmalara da yer vermiştir. Bu sebeple bu çalışmaları Fama'dan farklı olarak olay analizi çalışmaları yerine süratli fiyat düzeltmeleri testi başlığı altında toplanmıştır.

Olay analizi çalışmalarında, bir haber ilanı temel alınarak, ortalama hisse senedi piyasası tepkisi belirlenmektedir. Haberin ilan zamanı sıfır olarak alınıp, bundan belli bir zaman periyodu geri gidilerek bu dönemdeki fiyat hareketleri, ilan sonrasındaki belli bir döneme kadarki fiyat hareketleri ile karşılaştırılır. Belli bir dönem geriye gidilerek getiriler için beklenen değer hesaplandıktan sonra ilanı takip eden dönemdeki getirilerin bu beklenen getiriden sapmasının anlamlılığı test edilmektedir. Olay analizi çalışmalarının sonuçları, bazı istisnalar dışında pazar etkinliğini güçlü bir şekilde desteklemektedir (Megginson, 1997, s.140). Bu çalışmalar örnek olarak Marsh'ın (1979) çalışması verilebilir. İngiltere piyasasında rüçhan haklı menkul kıymet arzının piyasalarda anormal getiri fırsatı yaratıp yaratmadığını incelediği çalışmasında böyle bir fırsatın varlığına işaret etse de firma büyüklüğü gibi diğer değişkenlerin de bu sürece etkisini vurgulayarak yarı güçlü formda etkinlik hipotezinin reddedemeyeceklerini belirtmişlerdir. Fama (1998) çalışmasında oluşan anomalileri incelemiştir. Bu çalışmasında ileri sürdüğü görüş, yeni bilgi karşısında her iki yönde de aşırı tepkinin olacağıdır, fakat verilen aşırı tepkilerin yönü her iki yönde tamamen rassal ise bu pazarın etkinliği kavramını bozmayacaktır şeklindedir. Uzun dönemli anomalilere yoğunlaştığı bu çalışmada tepkilerin her iki yönde rassal olduğunu, oluşan getiri eğilimin kırılğan bir yapıya sahip olduğunu ve bu sebeple pazarın etkinliğini koruduğunu ileri sürmektedir.

Olay analizi çalışmalarının yanı sıra birçok çalışma, finansal piyasaların, güncel bilgileri işleme sürecinde ne kadar rasyonel ve hızlı olduklarını sorgulamaktadır. Bu konuda yapılan bir çalışma faiz ve döviz gelecek piyasasında yeni bilgiye gün içi tepkinin süresini incelemiştir. Haberin fiyata yansımalarının dakikalarla hatta saniyelerle ifade edilen sürede gerçekleştiği ifade edilmektedir (Ederington ve Lee, 1995). Bu konuda yapılan bazı diğer çalışmalar hafta sonu ile hafta içini karşılaştırmışlardır. Hafta sonu fiyat sapmaları hafta içine göre oldukça düşük seyretmektedir ki bunun sebebi olarak halka açık haberlerin

yoğunlukla hafta içi mesai saatleri içinde verilmesi gösterilmektedir. Bu konuda incelenen bir başka konu da, beklenmeyen habere fiyatların tepkisidir. Burada piyasaya gelen kötü haberlerin, iyi haberlere göre daha hızlı ve aşırı tepki aldığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, yatırımcıların riskten kaçınma yaklaşımıyla değerlendirilmiştir. Kötü haberler hisselerin içsel değerinin de altına düşmesini sağlarken iyi haberlere temkinli olarak yaklaşıldığı, bir süre değerinin altında seyrettiği gözlemlenmiştir. Bu çalışmalar, bu tür davranışların varlığını ortaya koysa da sonuçları, yarı güçlü formdaki etkinliği reddetmemiştir. Bu tür araştırmaların yanı sıra piyasaya yansıyan söylentilerin ve makro ekonomik göstergelerdeki değişikliklerin etkileri de incelenmiştir. Söylentilerin piyasada etkinliği bozacak şekilde etkili olmadığı, dikkate alınmadığı gözlenmiştir. Makroekonomik göstergelerdeki değişimlere ise piyasalar, gün içinde dakikalarla ifade edilecek sürelerde tepki vermekte ve fiyatlara yansıtmaktadır. Bu bölümde incelenen çalışmalar, piyasaların genel itibariyle güncel bilgiyi işleme konusunda etkin olduğunu ve dolayısıyla piyasaların yarı güçlü formda etkin olduğunu desteklemektedir (Megginson, 1997, s.142).

1.2.2.3. Özel Bilgi Testleri

Jensen (1968) ve Sharpe (1966) çalışmalarında, menkul kıymetler yatırım fonlarının, fiyatları tahmin edebilme güçlerini dolaylı olarak sorgulamışlardır. Çalışmalarında menkul kıymetler yatırım fonları performanslarının, piyasa seviyesinden anlamlı derecede farklı olmadığını göstermişlerdir. Bu çalışmalarda menkul kıymetler yatırım fonlarının bilgiyi daha iyi değerlendirerek, piyasada beklenenin üzerinde getiri (aşırı getiri) sağlamadıkları sonucuna varılmıştır. Tabi bu sonucun fonların başarısız olduğu yönünde yorumlanmaması gerektiğini de belirtmişlerdir.

Güçlü formda pazar etkinliği araştırmalarının bir kısmı, içeriden öğrenenlerin ticaretini incelemiştir. Çalışmalar göstermiştir ki, bir firma içerisindeki ilan edilmemiş bilgilere ulaşarak (buna ulaşanların çoğu firma çalışanlarıdır) o firmanın hisse senetleri üzerinden olağan üstü getiri fırsatları yakalamak mümkündür (Finnerty, 1976; Jaffe, 1974; Glass, 1966). Bu şekilde piyasaların güçlü formda etkin olduğu söylenemez (Megginson, 1997, s.144). Diğer yandan, doğrudan özel bilgiye sahip olmadan bu bilgileri kullananların davranışlarını takip etme yoluyla, piyasanın üstünde getiri sağlanabilir mi sorusu sorulmaktadır. Bu şekilde taklit yöntemiyle aşırı getiri fırsatlarını yakalamamanın mümkün olmadığı söylenmektedir. Son dönem çalışmaları her ne kadar güçlü formda etkinliğin

geçerli olmadığını gösterse de yarı güçlü formda etkinliğin geçerli olduğunu savunmaktadırlar (Megginson, 1997, s.144).

1.2.2.4. Rasyonel Temel Değerleme Testleri

Finansal pazarlar yeni bilgiye etkin bir şekilde tepki vermektedirler. Buna karşın, bu finansal varlıkların “doğru”, içsel değerinin tamamıyla piyasalara yansıdığı söylenemez. Bu anlamda güncel çalışmalarda, sermaye piyasasının rasyonel değerlendirme sağlayıp sağlamadığı sorgulanmaktadır (Megginson, 1997, s.147).

Grossman (1976) çalışmasında yatırımcıların bilgileri kullanmasını, teorik anlamda incelemiştir. Rekabetçi fiyatların çok fazla bilgiyi taşıması halinde, yatırımcıların bilgiye dayalı yatırımlarından getiri sağlamalarının mümkün olmayacağı ileri sürülmektedir. Grossman piyasada işlem yapan iki tip yatırımcı tanımlamıştır -bilgilenmiş yatırımcı ve bilgilenmemiş yatırımcı. Bilgilenmiş yatırımcı, fiyatların gerçek istatistik dağılımını öğrenir ve gelecekte fiyatların seyrini bilerek pozisyon alır. Tüm bilgilenmiş yatırımcılar bunu yaparsa cari fiyatlar etkilenir ve bilgilenmemiş yatırımcılar bilgiye herhangi bir ücret ödmeden bilgilenmiş yatırımcılar vasıtası ile fiyatların bilgileri yansıttığını düşünürler. Grossman ve Stiglitz (1980) bilgilenmiş yatırımcıların piyasada kazanç sağlamalarının yolunun, bilgilerini kullanarak bilgilenmemiş yatırımcılara göre daha iyi pozisyon almaları olduğunu belirtmektedir. Bu görüşe dayanarak, eğer bir fiyat mümkün olan tüm bilgiyi yansıtıyorsa yani etkin pazarlardan söz ediliyorsa, bilgilenmiş yatırımcıların bu tür bir kazanç ihtimalinin olmayacağı yargısına varmıştır.

Yatırımcılar bilgiyi değerlendirmede, tercihleri veya inanışları açısından farklılaşırlar. Bu farklılıklardan ötürü fiyat değerlendirmeleri ve bir varlığa talep ya da arz için belirledikleri fiyat seviyeleri de farklılaşır. Bu da sistemde fiyatın olması gereken gerçek fiyatının belirlenmesinde bir engel oluşturarak fiyatın içsel değerinden sapmalara sebep olur. Fiyatın tüm bilgiyi içeren tek bir değere sahip olması zaten piyasalarda tam bir denge noktasını sağlayacaktır ki bu durumda yatırımcılar kaynaklarını yatırdıktan sonra hiçbir işlem yapılması gerekmeyecektir. Diğer yandan bilgi edinmek ve işlemek maliyetlidir ve bunu tüm yatırımcılar gerçekleştirmez. Eğer fiyatlar tüm bilgiyi yansıtıyorsa bilgi edinmenin bir faydası olmayacaktı ve kimse bilgi için bir bedele razı olmayacaktı (Grossman ve Stiglitz, 1980).

Bilgilenmemiş yatırımcıların temel bilgileri göz ardı ederek inanışları çerçevesinde fiyat belirlemeleri, fiyatlarda sapmalara neden olmaktadır. Bu yatırımcıların etkisi ile fiyatların tahmin edilebilirliği, bilgiye dayalı olarak mümkün değildir. Aşırı değerlendirilmiş bir varlığın fiyatının, bu koşul altında bir sonraki dönemde yükselmeyeceği söylenemez. Bu durumda bilgiye dayalı yatırımcılar belirsizlik riski altında kalırlar. Buna karşın, bilgilenmemiş yatırımcıların (gürültü yatırımcıları da denmektedir) fiyatları belirlemede etkili olmadıkları öne sürülmektedir (Megginson, 1997, s.149).

Finansal pazarlarda fiyatların oluşumu sürecinde yatırımcının bilgileri değerlendirme gücünün yanı sıra dikkate alınması gereken ve fiyatlara etkisi tam olarak bilinmeyen birçok bilginin varlığı da göz önüne alınmalıdır. İşte bu tür bilgilere Black (1986) gürültü olarak tanımlamış ve bu koşullar altında hem fiyat tahminlerinde hem de etkinlik sınamalarında temel alınan rasyonel değerlemenin doğru olmadığını savunmuştur. Bu şekliyle pazarda etkinsizliğe yol açmasına karşın bun etkinsizlikten kazanç elde etmeye yönelik bir avantajın bulunmadığını belirtmektedir. Bu konuda bir diğer çalışma ise benzer şekilde, piyasalarda olması gereken fiyat konusundaki yaklaşımların gerçekçi olmadığını ve bu sebeple bunlardan sapmalar temel alınarak gerçekleştirilen etkinlik testlerinin de anlamlı olmadığını belirten Summer'ın (1986) değerlendirmesidir.

Piyasaların etkinliği konusunda yapılan çalışmalar, her ne kadar güçlü formda etkinliği ampirik olarak tamamen destekleyemese de, modern sermaye piyasalarının, oldukça hızlı, kesin ve tarafsız olarak bilgiyi işledikleri söylenebilir (Megginson, 1997, s.150). Malkiel'in (2003) gerçekleştirdiği ve pazar etkinliği üzerine eleştirileri derlediği çalışmasında, birçok etkinlik sınamasına yönelik çalışma ve bunlara ilişkin yorumlamalara yer vermiştir. Bu çalışmasında piyasalarda her ne kadar çeşitli çalışmalarda belirli dönemler için belirli fiyatlandırmada yönelimleri veya rasyonel olmayan hareketler bulunsa da bunun kalıcı olmadığı ve yatırımcılara olağanüstü bir getiri sağlayacak bir yöntem sağlamadığını belirtmiştir.

1.2.3. Türkiye'de Piyasa Etkinliği Üzerine Çalışmalar

Türkiye'de etkin pazar hipotezinin geçerliliğini test eden birçok çalışma vardır. Aşağıda etkinlik üzerine istatistiksel yöntemlere dayalı testleri kullanan seçilmiş çalışmalar yer almaktadır.

Balaban (1994) çalışmasında, İMKB Ulusal 100endeksi üzerinden haftanın belli günlerinde anomalilerin olup olmadığını araştırmıştır. 4 Ocak 1988-5 Ağustos 1994 aralığında 1646 veri için logaritmik getiriler üzerinden haftanın günü etkisini incelemiştir. Yazar, haftanın günlerinin ($n = 1..5$) bağımsız değişken olarak kullanıldığı regresyon analizi ile çalışmasını gerçekleştirmiştir. Çalışmada haftanın günlerinin, getiri üzerine istatistiksel olarak anlamlı etkisi olduğu bulunmuş ve bu sonucun, haftanın günleriyle getirilerin ilişkisiz olduğu sonucuna varan çalışmalarla çeliştiği belirtilmiştir. Buna karşın, işlem maliyetleri hesaba katıldığında bu getirilerin, halen karlılık sağlayıp sağlamadığının araştırmasını başka çalışmalara bırakılmıştır. Yine de bu çalışmanın sonucunun, haftanın gününün bir etkisi olmadığı sonucuna varan, gelişmiş sermaye piyasaları için yapılmış çalışmalarla çeliştiği belirtilmiştir. Demirer ve Karan (2003) yaptıkları çalışmada, 1988-1996 arasında yine haftanın günü etkisini incelemiştir. Bu çalışmada getiriye doğrudan bakmak yerine, gecelik faiz oranını risksiz getiri oranı olarak kullanarak, bu oranın üstünde getirileri incelemiştir. Belirgin bir haftanın günü etkisi bulanmamasına karşın bir önceki günün ertesi güne etkili olduğunu ve haftanın başında gerçekleşen hareketin yönünün hafta boyunca devam etme eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir. Bunu da yatırımcıların haftanın başındaki iyimser veya kötümser beklentilerinin tüm hafta boyunca sürdüğü şeklinde yorumlamışlardır. Beklenen getiriler açısından piyasanın etkin olduğu, fakat yatırımcı beklentileri ve getirilerin sapması açısından etkin olmadığı görüşünü ileri sürmüşlerdir.

Buguk ve Brorsen (2003) çalışmalarında zayıf formda etkinliği test etmişlerdir. İMKB Ulusal 100, Endüstriyel ve Finansal endekslerinin, 1992-1996 yılları arasındaki 396 haftalık verileri kullanmışlardır. Haftalık getirileri kullanarak araştırmalarını gerçekleştirmişlerdir. Haftalık getiriler, Çarşamba günlerinin kapanış fiyatlarının logaritmalarının farkı olarak alınmıştır. Eğer Çarşamba günü uygun değilse bir sonraki ya da bir önceki gün alınmaktadır. O günler de mümkün değilse o hafta kayıp veri olarak işlem görmektedir. Getiriler kullanarak, geçmiş dönemlere bağlı olarak tahmin edilebilirlik ve geçmişle ilişkiyi inceleyen dört ayrı yöntem uygulamışlardır. Bu testlerle serilerin rassal yürüyüş modeline uygunluğu test edilmiştir. Bazı testlerin sonuçları otokorelasyonun varlığını işaret etse de çalışmanın genelinde testlerin, piyasanın etkinliğini reddetmek konusunda yeterince sonuç vermediği, serilerin rassal yürüyüş özellikleri gösterdiği sonucuna varılmıştır. Buna karşın, Taş ve Dursunoğlu (2005), Ocak 1995-Ocak 2004 yıllarını kapsayan dönem için İMKB Ulusal 30 içerisinde yer alan şirketlerin verilerini kullanarak, Dickey-Fuller Birim Kök testi ve Runs Testi ile yapılan incelemelerde, zayıf formda etkinliğin olmadığını ileri sürmüşlerdir. Bunun piyasanın işlem hacminin ve

hisselerin sermayeleşme oranlarının düşük olmasından kaynaklanabileceğini vurgulamışlar, geçmiş verilere dayalı olarak bazı yatırımcıların beklenenin üzerinde getiri sağlayabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Karemera vd. (1999) yaptıkları çalışmada 15 gelişmekte olan ülkenin (Arjantin, Brezilya, Şili, Hong Kong, Endonezya, İsrail, Ürdün, Kore, Malezya, Meksika, Filipinler, Singapur, Tayvan, Tayland ve Türkiye) hisse senedi fiyatlarını hem yerel para birimi hem de ABD Doları cinsinden incelemişlerdir. Çalışmada, (1) bu ülkelerdeki hisse senedi fiyatlarında rassal yürüyüş modelinin geçerliliğinin test edilmesi; (2) varlık fiyatlama dinamiklerinde döviz kuru etkisinin test edilmesi ve (3) seçilmiş gelişmekte olan piyasalar arasında temel piyasa etkinliğinin sınanması amaçlanmıştır. 15 ülkenin, Türkiye'nin de içinde olduğu 11 ülkenin 1987:12-1997:5 aralığında, geri kalan 4 ülkenin 1986:1-1995:4 aralığında aylık hisse senedi endeksleri değerleri hem yerel para biriminde hem de ABD doları cinsinden incelemeye alınmış ve aylık getiriler üzerinden analizler yapılmıştır. Çalışmada aylık getiriler logaritma değerleri üzerinden hesaplanmış, LOMAC ve CHODE olmak üzere tek varyanslı ve çoklu varyanslı oran testleri uygulanmıştır. Tek varyanslı oran testine göre ABD Doları cinsinden hisse senedi endeksleri aylık getirileri incelendiğinde, Arjantin, Hong Kong, İsrail, Kore, Malezya ve Singapur'da hisse senedi endekslerinin rassal yürüyüş takip ettiği, Türkiye'nin de içinde bulunduğu diğer ülkelerde rassal yürüyüşün takip edilmediği söylenmektedir. Yerel para birimleri ile yapıldığında ise hiçbir ülkenin hisse senedi endeks fiyatının rassal yürüyüş takip etmediği belirtilmiştir. Buna karşın, ABD Doları cinsinden endeksler, çoklu varyanslı oran testi sonucunda, Şili, Endonezya, Ürdün, Meksika ve Türkiye rassal yürüyüş modeliyle tutarlı bir davranış sergiledikleri belirtilmiştir. Yerel para birimleri cinsinden endeksler üzerine yapılan çoklu varyanslı testler sonucunda, Türkiye'nin de içinde bulunduğu 10 ülke, rassal yürüyüş modeline uygun bulunmuştur. Kullanılan döviz kurunun rassal yürüyüş testlerinde etkili olduğu ve uluslararası yatırımcılar açısından bunun dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir. Genel olarak, çoğu ülke hisse senedi piyasasının rassal yürüyüş özelliği gösterdiği ve piyasalarının etkin olduğu gözlenmesine karşın, belirli bir getiri fırsatının yakalanması durumunun varlığından söz edilmiştir. Türkiye'de bazı düzensizliklerin rassal yürüyüş ve etkinlikle çelişmemesine karşın incelenmesi gereken bir konu olduğu belirtilmiştir.

Kıymaz (2000), 21 Temmuz 1996-17 Ağustos 1997 döneminde, İMKB'de işlem gören hisse senetlerinin, Ekonomik Trend adlı haftalık derginin HOTS başlığında verilen

haberlere tepkisini incelemiştir. Çalışmasında, haberin yayımlandığı zamanı sıfır kabul ederek 10 gün öncesine ve 10 gün sonrasına kadar olay analizi metodolojisi ile incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, haberin yayımlanmasından 4 gün öncesinden itibaren pozitif anormal getiri, haberin yayımlanmasını takip eden günde negatif anormal getiri tespit etmiştir. Bu sonucu, haberin yayımlanmadan önce içerden bilgi alanların veya haberi önceden alan aracı kurumların müşterilerinin işlemlerine bağlamıştır. Bu sonucun bir diğer sebebi olarak, HOTS başlığı altında yer alan haberlerin zaten iyi bir seyir izleyen hisse senetleri hakkında olması gösterilmiştir. Sonuç olarak, bu başlık altındaki haberlerin yayımlanmasından sonra bir getiri fırsatı sağlamadığı belirtilmiştir.

Piyasa etkinliği üzerine çalışmalara genel olarak bakıldığında piyasadaki etkinliğin istatistiksel yöntemlerle sınanması genelde etkinliğin varlığı ile sonuçlanmıştır. Bu çalışmalarda vurgulanan diğer bir konu ise Türkiye piyasalarının ekonomik gelişmeler, krizler ve enflasyon açısından diğer gelişmiş ülkelere göre farklılaştığıdır. Bunun yanı sıra özellikle piyasaların ilk yıllarında işlem hacminin düşüklüğü ve işlem gören hisse senetlerinin firma sermayeleşme oranının düşük olması gibi durumlar, Türkiye sermaye piyasası için ayırt edici özellikler olmaktadır.

Etkin pazar hipotezi başlığı altında, piyasanın etkinliği kavramına ve etkinlik testlerine yer verilmiştir. Fama'nın (1965a) belirttiği gibi, fiyatların önceden tahmin edilemez bir seyrinin olduğu sonucuna varan etkin pazar hipotezinin geçerli olduğu durumda fiyatların, rassal yürüyüş davranışı göstermesi beklenmektedir. Bu sebeple bir sonraki kısımda rassal yürüyüş teorisi incelenmiştir.

1.3. Rassal Yürüyüş Teorisi

Pazar uzmanları tarafından yaygın olarak ortaya konan hisse senedi fiyatlarını tahmin yaklaşımları (1) “grafiksel” veya “teknik” teoriler (2) temel ya da içsel değer analizi teorileridir (Fama,1965b).

Grafiksel ya da teknik teorilerin temel varsayımı, geçmişin kendini tekrar etme eğiliminde olduğudur. Şöyle ki, belirli bir hisse senedinin izlediği fiyat davranışı yolu, gelecekte tekrar edilme eğilimindedir. Bir kazanç sağlamaya yönelik olarak fiyatları tahmin etmenin yöntemi, tekrar ettiğinde fark etmek üzere, fiyat hareketleri davranışlarının izlediği yol hakkında bilgi edinmektir. Bir istatistikçinin gözüyle bakıldığında ardışık

günlerin fiyatları birbirinden bağımsız değildir. Bu anlamda bir önceki günün değeri bir sonraki günün değerinin tahmininde önemlidir (Fama,1965b).

Temel analiz yaklaşımının varsayımı, herhangi bir anda belirli bir menkul kıymetin, içsel bir değere (ekonomistler açısından bir denge fiyatına) sahip olduğu ve bu değer hisse senedinin kazanç fırsatlarına dayandığıdır. Bir menkul kıymetin beklenen kazanç fırsatları ise, ait olduğu firmanın yönetim kalitesi, endüstrinin genel gidişatı, ekonominin genel gidişatı gibi temel faktörlerle belirlenir. Bu tür temel faktörlerin dikkatli bir çalışması, bir menkul kıymetin cari fiyatının, içsel değerinin altında ya da üstünde olduğunu gösterebilir. Cari fiyattan içsel değere doğru hareket eden bir menkul kıymetin fiyatı, onun gelecekteki fiyatının tahmini anlamına gelir ki bu da temel analizde kesin olan tahmin sürecidir (Fama,1965b).

Belirsiz bir dünyada, bir varlığın içsel değerini tam olarak tespit etmek mümkün değildir. Pazardaki katılımcılar arasındaki içsel değer üzerine anlaşmazlıklar, içsel değer ile cari fiyat arasında farkın büyümesine sebep olacaktır. Yine de etkin pazarda, pazar katılımcıları arasındaki rekabet, cari fiyatların içsel değer etrafında rassal olarak seyretmesine sebep olacaktır. Eğer cari fiyatların, içsel değerden farkları sistematik bir yapı izliyorsa, akıllı katılımcılar bu bilgi çerçevesinde içsel değere doğru hareket eden cari fiyatlarla bir tahmin gücüne sahip olacaklardır. Bu bilgiye sahip birçok akıllı yatırımcının olması durumunda ise bu bilgiden avantaj sağlama çabaları, fiyat serilerindeki sistematik davranışın yok olmasına sebep olacaktır. İçsel değer sabitken cari fiyatlar bunun etrafında dolaşacaktır (Fama,1965b).

İçsel değerler yeni bir bilgi karşısında değişecektir. Fakat cari fiyatlar bu değişim karşısında habere her iki yönde de aynı sıklıkla aşırı tepki verebilmektedirler. Diğer bir deyişle, denge noktası fiyatındaki değişim karşısında cari fiyatların buna yaklaşım çabası rassal olarak gerçekleşmektedir. Belirli bir varlığın ardışık fiyat değişimlerinin birbirinden bağımsız olma durumuna, tanım gereği, rassal yürüyüş pazarı denir. En basit şekliyle rassal yürüyüş teorisinde, ardışık fiyat değişimlerinin hafızasının olmadığı söylenebilir. Fiyat serisinin geçmiş bilgisi, hiçbir anlamlı yöntemle gelecekteki değerinin tahmininde kullanılamaz (Fama,1965b).

Etkin pazar hipotezine bağlı olarak fiyat hareketlerinin rassal yürüyüş modeli şu eşitliklerle açıklanabilir (Zulauf ve Irwin, 1997):

$$(1) P_{t+1} = \alpha + \beta P_t + \varepsilon_t,$$

Burada P_{t+1} , t+1 anındaki fiyatı, P_t cari fiyatı, α ve β parametreleri, ve ε_t 0 ortalama ve σ^2 sabit varyans ile bağımsız ve özdeşçe dağılmış rassal hata terimini temsil etmektedir. Etkin pazar hipotezini anlamaya yardımcı olması açısından (1) eşitliği yeniden düzenlenmiştir:

$$(2) P_{t+1} - \beta P_t = \alpha + \varepsilon_t,$$

Eğer $\alpha = 0$ ve $\beta = 1$ ise,

$$(3) P_{t+1} - P_t = \varepsilon_t,$$

Buradaki (3) nolu eşitlikte beklenen değer alınırsa şu sonuca ulaşılabacaktır:

$$(4) E(P_{t+1} - P_t) = 0$$

Yukarıda açıklanan fiyat süreci rassal yürüyüş olarak adlandırılır. Fiyatta beklenen ortalama değişim sıfırdır ve ε_t 'lerin birbirlerinden bağımsızlığından dolayı fiyat değişimleri de birbirlerinden bağımsızdır.

Mantıksal ve ampirik çalışmalar, rassal yürüyüşe bağlı, teknik analize dayalı işlem stratejilerinin bazı zamanlarda karlı olabileceğini göstermiştir. Tomek ve Querin (1984) çalışmalarında geçmiş verilere dayalı olarak rassal yürüyüşü simule etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, geçmiş verilere bağlı bazı karlı yatırım kuralları tespit edilebilse de bunun gelecekte geçerli olmayacağını belirtmişlerdir. Teknik analiz yöntemi ile sürekli bir getiri sağlanmasının ancak fiyat serilerinin sistematik bir bileşene (otokorelasyona) sahip olduğunda ve bu yapının gelecek dönemlerde de devam etmesi koşulunda mümkün olduğunu söylemektedirler.

Fiyat serilerinin otokorelasyonu konusunda yapılan çalışmalar, genel itibari ile rassal yürüyüş hipotezini desteklemektedirler. Alexander (1961), fiyat değişimlerini, değişimin oranının belirli bir seviyede olması durumunda dikkate alarak, bu değişimin gelecek dönemlere etkisini incelemiştir. Bu şekilde fiyat değişimlerini filtreleyerek sadece belli bir oranın üstünde değişimlerin, gelecek fiyat değişimlerine yansıdığını varsaymıştır. Fiyat değişimlerinin rassal yürüyüş modeli ile çelişmemesine karşın, belirlenen oranın üstündeki

yükselişlerin devamlılığında tutarlılık bulmuştur. Bu yolla işlem maliyetlerini de aşan bir getiri fırsatı elde edilebileceğini belirtmiştir (Alexander, 1961).

1.4. Rasyonel Beklentiler Teorisi

Geleneksel ekonomi teorisinde, çoğu probleme klasik yaklaşım temelinde rasyonel beklentiler teorisi ile olmaktadır. Rasyonel beklentiler teorisine göre, ajanlar (piyasa oyuncuları), her türlü durumda, diğer ajanların da aynı şekilde hareket edeceği varsayımıyla optimal davranışlarını, bir mantıksal sürece dayanarak sonuç çıkarma yöntemiyle belirlerler. Burada bahsi geçen ajanlar, bireysel yatırımcılar, firmalar ve hatta ülkeler olabilir. Rasyonel beklentiler teorisi her ne kadar mantığa dayalı bir yaklaşım olsa da varsayımları, güçlü ve bir ölçüde makul değildir. Yine de yaklaşım kabul görmüştür ve çekim merkezi olmaya devam etmektedir. Rasyonel beklentiler teorisindeki varsayımları şu şekilde özetlenebilir:

1. Tam bilgi: Tüm ajanlar problemle ilgili tüm bilgiye sahiptir.
2. Mükemmel rasyonellik: Sayısal problem ne kadar karmaşık olursa olsun tüm ajanlar kendi optimum davranışlarını mantıksal bir sonuç ile belirleme becerisine sahiptir.
3. Ortak genel beklentileri: Tüm ajanların, diğer ajanların da aynı bilgi ile aynı mükemmel düşünce temelinde çalıştıklarını bildikleri, diğer ajanların da onların bildiklerini biliyor olmaları ve böyle sürüp gittiği varsayılmıştır (Palmer vd., 1994).

Rasyonel beklentiler teorisi, varsayımları, bilgi edinme ve edinilen bilginin değerlemesinin zorluğu açısından, eleştirilere oldukça açıktır. Karmaşık problemlerde rasyonel beklentiler teorisi, özellikle varsayımları açısından bazı zorluklarla karşılaşmaktadır. Bunlardan ilki ajanların problemi tanımlamalarının ya da diğer ajanlar hakkında tam bilgiye erişmelerinin mümkün olmamasıdır. İkinci olarak ajanların hepsi aynı mükemmel rasyonelliğe sahip olmayabilir. Bazı ajanlar karmaşık sayısal analizlere yetkin olmayabilir ya da kullanmak istemeyebilir. Son olarak, tüm ajanlar, durum hakkında farklı bilgilere sahip olabilir ve buna bağlı olarak farklı yaklaşımlar sergileyebilirler. Bu anlamda bir ajanın kendi yaklaşımının ve mantığının, diğerlerinininde de geçerli olduğunu düşünmesi beklenemez (Palmer vd., 1994).

Palmer vd. (1994) çalışmalarında, rasyonel beklentiler teorisine bağlı, geçerli koşullar altında fiyat dengesini matematiksel olarak incelemişlerdir. Yaklaşımın temelinde karşılaşılan sorunların yanı sıra rasyonel beklentiler teorisine göre yapılan tahminler de

gerçek piyasanın ampirik davranışlarını yansıtmamıştır. Özellikle rasyonel beklentiler, düşük işlem hacmi tahmininde bulunmakta; bir ajanın aynı bilgi ve beklentiye sahipken diğer bir ajana satış yapması anlamsız olmaktadır. Aynı zamanda piyasa köpükleri, çöküşleri ve herhangi bir piyasa psikolojisinin veya tersliklerinin rasyonel beklentiler içinde yeri yoktur. Bu bağlamda, geçmiş fiyat verilerine dayalı olarak belirli yönelimlerin bulunmasına yönelik teknik analiz yönteminin de, olması durumunda arbitraj ile yok edileceğinden, herhangi bir kar sağlama fırsatı vermeyeceği ileri sürülmektedir. Bu sonuç etkin pazar hipotezinin doğrudan sonucudur. Buna karşın gerçek piyasada, rasyonel beklentilerin tahmininden çok daha fazla işlem hacmi gerçekleşmekte, köpükler, çöküşler ve terslikler meydana gelmekte, birçok yatırımcı piyasadaki varlığını teknik analiz yöntemleriyle sürdürmektedir.

1.5. Tümevarım Düşünce Temeli

Hisse senedi, döviz, sabit getirili menkul kıymetler ve bunlara benzer diğer finansal piyasalar zaman serisi bakış açısı ile incelenerek birçok çalışmaya konu olmuş ilgi çekici bir tahmin problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu problemlerin çözümünün karmaşıklığının yanı sıra, çözümün geçerliliği de sürekli değildir; çünkü sistemin altında yatan kurallar sürekli bir değişim içindedir. Zaman serisi analizleri, temel faktörlerdeki değişimlerin sebep olduğu yönelim değişimlerini açıklamada yetersiz kalmaktadır. Bu tür hareketlerin sebeplerini araştırarak inceleyen zaman serisi analizlerinin yerine yatırımcıların davranışlarını modelleyen, bu tür hareketleri yakalama yeteneğine sahip bir sistem geliştirmek daha iyi sonuçlar verebilir. Nitekim pazar davranışı, sadece orada işlem yapan yatırımcıların faaliyetlerinin doğal bir sonucudur (Schulenburg, 1999).

Finansal piyasalarda yatırım kararlarının, bir çok unsuru, aralarındaki ilişkileri de hesaba katarak eşanlı değerlendirmesi gerekmektedir. Bu unsurların arasındaki ilişki, ekonomik sistemin karmaşık yapısına bağlı olarak genellikle anlaşılması güç ve yüksek oranda doğrusal olmayan yapıdadır. Her ne kadar bazı yatırımcılar ve yatırım yöneticileri bu tür bağıntıları analizlerinde dikkate alabilseler de aldıkları kararları açıklayamamakta, unsurlar ve ilişkilerini ortaya koyamamaktadırlar (Schulenburg, 2002).

Ekonomide, mükemmel, mantıksal, tümdengelim düşünce sistematığı, teorik problemlere çözüm üretmede fazlasıyla kullanışlıdır. Bir ekonomik ajanın karşılaşılabileceği karar verme problemleri, büyük bir deniz ya da okyanusa benzetilebilir; yüzeyde basit

problemler yer alırken karmaşık problemler daha derinlerde yatmaktadır. Tümdengelim düşünce sistematığı ile bu problemlerden sadece yüzeyde yer alanlara çözüm üretilebilir (Arthur,1994).

Karmaşık durumlarda tümdengelim düşüncesinin ya da mükemmel modelleme yaklaşımının sonuçsuz kalmasının iki sebebi vardır. İlk olarak belli bir seviyenin üzerindeki karmaşıklıkta, insanın mantık kapasitesi, problemle başa çıkmakta yetersiz kalmaktadır (insan rasyonelliğinin sınırlılığı düşüncesi). İkincisi ise bireyler arası etkileşimden kaynaklanan karmaşıklığıdır. Bireylerin, diğer bireylerin mükemmel rasyonellikte davranış gösterdiğini düşünmesi ve onların davranışlarını tahmin etmesi mümkün değildir. Bireyler öznel inanışların ve bu öznel inanışlar hakkında öznel inanışların olduğu bir ortamda bulunmaktadır. Ortak amaçlar, iyi tanımlanmış, ortak varsayımlar altında, mantıksal bir sürece dayalı mükemmel bir sonuç üretme sistematığı olan tümdengelim düşüncesi, bu tür ortamda uygulanabilir değildir (Arthur,1994).

Modern psikoloji, insanın tümdengelim düşünce sistematığında ve onun kullanımında ortalama bir beceriye sahip olduğunu söylemektedir. Buna karşın insanların yönelimleri görmek, farkına varmak ya da uygun olanı bulmak konusunda çok daha becerikli olduğu söylenmektedir. İnsanlar, karmaşık problemlerde yönelimlerden yola çıkarak problemi basitleştirir ve bu yönelimleri kullanarak, modeller, hipotezler veya şemalar inşa eder (Arthur, 1994).

Bir problem karşısında bireyler durum hakkında bilgi toplar, belirli eğilimler ve ilişkiler kurarak hipotez oluşturur. Bu hipoteze bağlı olarak kısıtlı bir (gözlemlenen koşullar altında) tümdengelim düşüncesine dayalı bir model oluşturur. Modeli sınar ve uygulanabilirliğinin ileride bozulması durumunda hipotezini yeniler ve eğer varsa yeni bilgilere uyarlar. Tipik bir problemde, heterojen, akla dayalı olarak modeller, hipotezler veya öznel inanışlar gerçekleştirebilecek oyuncular (bireyler) yer alır. Bu inanışlar, basit matematiksel gösterimlerle ifade edilmiş modeller, ekonomide genelleşmiş karmaşık tahmin modelleri, istatistiksel hipotezler veya koşul-tahmin kuralları (“eğer durum Q gerçekleşirse; S sonucuna ulaşılır veya D faaliyeti gerçekleştirilir” gibi) şeklinde olabilir. Bunlar normal olarak öznel, bireyden bireye farklılaşır ve birey bir t anında bunlardan birini ya da eş anlı olarak birkaçını kullanıyor olabilir. Oyuncular herhangi bir seçim durumunda, en karlı gözüken modele dayanarak seçimini yapar. Modellerin oluşturulmasında geçmiş verileri kullanan birey, modelin başarısız hale gelmesi

durumunda, modeli karar sisteminden çıkararak yeni bir model oluşturur ya da seçer. Karar sistemini oluşturan modellerin performanslarının toplanması, bazılarının güncellenmesi ya da değiştirilmesi şeklinde süregelen bir döngü öğrenme süreci olarak adlandırılmaktadır (Arthur, 1994).

Birbirlerinden farklı yaklaşımlarla sistemde başarı sağlama çabası bireyler arasındaki rekabeti gösterir. Her biri, sistemde rekabetçi gücünü koruyabilmek açısından modellerini veya hipotezlerini sürekli yenileme ve değişen koşullara uyarılama (adaptasyon) baskısı altındadır. Ekonomik anlamda sistem, birbirinden farklı öznel yaklaşımlara sahip piyasa oyuncularının (ajanlar olarak da adlandırılmaktadır) farklı beklentilerinin bulunduğu, sürekli bir değişim içinde bulunan ve genelde tam bir denge noktasına ulaşması söz konusu olmayan bir ortamı tarif etmektedir (Arthur, 1994).

1.6. Yapay Hisse Senedi Piyasaları

Finansal piyasaların ‘evrimsel kompleks adaptif sistemler’ olduğu görüşü, finansal ekonomistler arasında giderek yaygınlaşmaktadır. Holland (1975, 1992), Holland vd. (1987), Goldberg (1989), Arthur (1993), Kaufmann (1993) ve diğerlerinin katkıları, bu sistemlerin sanal benzerleriyle, bilgisayarlı akıllı ajanlarının simülasyonuna olanak sağlamıştır.

Evrimsel kompleks adaptif sistemler kuramına göre kompleks yapının beş belirleyici özelliği aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Markose, 2002):

- İlk belirleyici özellik sistemdeki adaptif ajanların varlığıdır. Bu ajanların küresel değişimlere önceden programlanmamış tepkiler verebilmelerini sağlayacak algoritmik yetenekleri vardır. Sistemdeki doğrusal olmayan geri besleme döngüsü ajanlara davranış kurallarını değiştirebilmeleri olanağını sağlar. Bu da sistemin küresel özelliklerini değiştirir.
- Adaptif ajanlar kümesinin küresel özellikleri sistemdeki bir ajanın ya da ajanlar grubunun amaçlı davranışlarının ya da programlarının geniş ölçekli tekrarı değildir.
- Ajanların yerel programları ile ilgili bilgi küresel sonuçlarla ilgili herhangi bir fikir vermez. Küresel sonuçların tahmin edilemezliği ajanların heterojenliğini sağlar.
- Kompleks sistemlerdeki adaptif öğrenme belirli davranış kategorilerini stabilize eder. Bu sistemlerde öğrenme, içgüdüsel ya da alışılabilir hale gelir ve yetenekli davranışa dönüşür.

- Kompleks sistemler düzenden kaosa dönüşüm sürecindeki kritik noktalarda bir yavaşlama sergilerler. Sistemde düzenle kaos arasındaki gidiş-geliş sonsuz bir döngüdür.

Lucas'a (1986) göre finansal piyasa sisteminin temelindeki adaptif ekonomik ajan, durum-aksiyon kombinasyonlarının sonuçlarını değerlendiren karar kuralları ve tercihler kümesi olarak tanımlanmaktadır. Lucas, ekonomik ajanın adaptif özelliklerini açıklarken, karar kurallarının sürekli gözden geçirilip revize edildiğini, yeni karar kurallarının deneyimlerle sınındığını, arzu edilen sonucu veren karar kurallarının başarılı olmayan kuralların yerini aldığını belirtmektedir.

Holland'ın genetik algoritmalar yoluyla yaptığı katkıları, Lucas ekonomik ajanının karar kurallarının bilgisayar programları ile temsil edilebilmesini ve kompleks adaptif sistemlerin bilgisayar ortamında simüle edilebilmesini sağlamıştır. Her bir bilgisayar programı bir problemin çözümü olarak görülebilir. Lucas ajanının kromozomları sıfır ve birlerden oluşan ikili dizileri ile değiştirilebilir ve bu diziler tarafından temsil edilen bilgisayar programları toplumu ve bu toplumun biyolojik evrimi genetik algoritmalar ile simüle edilebilir. Aşağıdaki tablo Lucas ajanı ve genetik algoritma arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Tablo 1.1. Lucas Ajanı ve Genetik Algoritmalar

Lucas Ajanı	Genetik Algoritmalar
• Karar kuralı	• Birler ve sıfırlardan oluşan ikili dizi
• Karar kuralları kümesi	• İkili diziler kümesi
• Karar kurallarının gözden geçirilmesi	• Uygunluğun (Fitness) değerlendirmesi
• Kötü kuralların yerini alan iyi kurallar	• Seçim
• Yeni kuralların oluşturulması	• Çaprazlama ve mutasyon
• -	• Şema

(Kaynak: Chen, 2001)

Holland'ın genetik algoritmalarının özündeki kavram, yapı taşları ya da şemadır. Lucas'ın ekonomik ajanının sahip olmadığı bu özellik, karar kuralının karakteristiğini belirleyen temel öğrenme, evrim ve adaptasyon birimi gibi özel bir kromozom durumudur. Her bir karar kuralı belirli şemaların kombinasyonudur. Karar kurallarının gözden geçirilip revize edilmesi süreci, şemaların en doğru kombinasyonunun bulunması sürecidir.

Genetik algoritmalar, Lucas ajanının bilgisayar ortamında simüle edilebilmesini sağlamakla kalmamış, detaylarını da zenginleştirmiştir.

Holland'ın, ekonomi alanında yapılmış hiç bir uygulamalı çalışması yoktur. Genetik algoritmaların ekonomik uygulamaları ile ilgili en önemli katkıyı Santa Fe Enstitüsü sağlamıştır. Santa Fe ekonomistleri, Holland'ın araç kitini kullanarak yapay hisse senedi piyasaları kavramını geliştirmişlerdir. Bu sistemde, klasik yaklaşımın rasyonel ekonomik ajanı yerine yapay adaptif ekonomik ajanlar yer almaktadır.

Yapay hisse senedi piyasalarının genetik algoritmalarla simülasyonları, bireylerin davranışları ve sistemin üreteceği önceden tahmin edilemeyen sonuçlar arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamamızı sağlar. Bu tür simülasyonlar özellikle piyasaların dengeye ulaşması süreciyle ilgili önemli ipuçları verecektir. Yapay hisse senedi piyasaları ile ilgili ilk örnek uygulama Palmer vd.'nin (1994), Grossman ve Stiglitz (1980)'in modelini temel alarak, sınırlı rasyonelliğe sahip bireylerden oluşan piyasalarda da rasyonel beklentiler dengesine ulaşılabilir olduğunu gösterdikleri çalışmadır.

Santa Fe akademisyenlerinin konuyla ilgili bir diğer çalışmaları Arthur vd.'nin (1997) endojen-beklentiler piyasası ile ilgili çalışmasıdır. Endojen-beklentiler piyasasında varlık fiyatlarını piyasa oyuncularının beklentileri belirler, ancak bu beklentiler de diğer piyasa oyuncularının beklentileri üzerine yapılan tahminlerle şekillenir. Yapılan deneyler piyasa ile ilgili tahminlerin sınırlı sayıda olduğunun varsayıldığı durumda tümevarımcı rasyonel ajanların oluşturduğu bu piyasaların rasyonel beklentiler dengesine, alternatif tahminlerin miktarı ile ilgili daha gerçekçi bir varsayım (daha fazla sayıda alternatif olduğu) kabul edildiğinde ise kendi kendini organize eden kompleks adaptif sisteme ulaşıldığını göstermiştir.

LeBaron vd. (1999), çalışmalarında, simüle ettikleri yapay hisse senedi piyasasının zaman serisi özelliklerini incelemişlerdir. Yazarlar deneylerini iki ayrı öğrenme frekansı için gerçekleştirmişlerdir. Ekonomik ajanların ortalama her 250 periyotta bir öğrendikleri frekansı "hızlı öğrenme frekansı", ortalama her 1000 periyotta öğrendikleri frekansı ise "yavaş öğrenme frekansı" olarak adlandırmışlardır. Deney sonuçları hem hızlı öğrenen hem de yavaş öğrenen grubun varlık getirilerinin dağılımının aşırı basıklık sergilediğini, basıklığın hızlı öğrenen grup için çok daha yüksek olduğunu göstermektedir. Deneyler

otokorelasyonun her iki grup için de düşük olduğunu, ARCH etkilerinin sadece hızlı öğrenen grup için önemli olduğunu göstermiştir. Ayrıca, yavaş öğrenen grupta rassal yürüyüş gözlemlenirken hızlı öğrenen grup için rassal yürüyüş reddedilmiştir. Deneysel yavaş öğrenen grubun rasyonel beklentiler dengesine ulaştığını ve bu dengede ajanların varlıklarının temel değerleri konusunda mutabakata vardıklarını, hızlı öğrenen grubun ise dengeye ulaşamadığını, getiri dağılımlarının normal olmadığını, işlem hacimlerinin yavaş öğrenen gruptan çok daha fazla olduğunu göstermektedir. LeBaron vd.'nin bulguları ajanların öğrenme hızının piyasaların etkinliğe ulaşması sürecindeki önemini göstermektedir.

Joshi vd. (1999) çalışmalarında ekonomik ajanların yalnızca temel analiz kurallarını kullandıkları yapay hisse senedi piyasasıyla hem temel, hem de teknik analiz kurallarını kullanabildikleri piyasayı karşılaştırmışlardır. Deneysel sonuçları tüm ajanların temel analiz kurallarını kullanarak yatırım kararlarını aldıkları piyasanın rasyonel beklentiler teorisinin öngördüğü piyasaya yakın olduğunu, hem temel hem de teknik analiz kuralları kullanılan piyasada ise hakim stratejilerin teknik analiz kuralları olduğunu, oluşan simetrik Nash dengesinde ajanların refah düzeyinin sadece temel analiz kullanılan piyasadakine oranla çok daha düşük olduğunu göstermiştir. İkinci piyasada köpükler ve çöküşler sıklıkla oluşmakta, piyasadaki gürültü artmaktadır. Yazarların bulguları teknik analiz kurallarının kullanıldığı piyasalarda bu kuralların sağladığı kısa vadeli faydaların temel analiz kurallarının sağladığı uzun vadeli faydalara baskın olacağını ve böylece piyasanın en azından kısa vadede rassal yürüyüş modelinin öngördüğü özelliklerden uzak olacağını, eğilim takibi davranışının piyasalarda gözlemleneceğini göstermektedir.

Chen ve Yeh (1999), çalışmalarında yapay hisse senedi piyasaları çalışmaları için okul (school) adını verdikleri bir kavramı içeren farklı bir mimari önermişlerdir. Yazarların modeli oluştururken temel motivasyonu, Harrald'ın (1998) sosyal süreçlerde adaptasyonun fenotip (Bir canlının gözle görülebilen tüm özellikleri) yoluyla genotip (Bir canlının sahip olduğu genler topluluğu) üzerinde gerçekleşebileceği konusundaki şüphesini ifade ettiği eleştirisidir. Yapay hisse senedi piyasalarının oyuncularının başkalarının stratejilerini (genotiplerini) taklit edebilmeleri için stratejilerin gözlemlenebilir olması gereklidir. Ancak, gözlemlenebilir olan stratejilerin sonuçlarıdır.

Ekonomik ajanların, stratejisinin gerektirdiği yatırım kararını, kararın arkasındaki stratejiyi bilemeden taklit etmeleri ve sosyal süreçte evrimin gerçekleşmesi çok zor

olacaktır. Yatırımcılar kârlı stratejilerini diğerleriyle paylaşmazlar, paylaşılmayan stratejiler gözlemlenemez ve gözlemlenemeyen stratejiler de taklit edilemez. Chen ve Yeh (1999), okulu bu açmazın çözümünde fenotip ile genotipi ilişkilendiren, bir başka deyişle başarının sırrını ortaya çıkaran bir prosedür olarak önermişlerdir. Okul tek bir popülasyon tarafından yönlendirilen evrimsel bir popülasyondur. Modeldeki okul, günlük hayattan bildiğimiz anlamı içeren, ancak daha kapsamlı olan bir kavramdır. Okul işletme, finans, iktisat vb eğitimi veren üniversiteleri, bu konularda basılmış kitapları, yayımlanmış makaleleri, en geniş kapsamda da medyayı ifade etmektedir. Okul popülasyonundaki ajanların stratejilerini saklama gibi bir kaygıları yoktur. Aksine, ajanlar başarılarını bilgilerini paylaşarak artırır. Dolayısıyla taklit okul sayesinde gerçekleşir. Modelde ekonomik ajanların arama yoğunluğu psikolojik ve ekonomik faktörlerle bağlantılıdır. Taklit dışında, spekülasyon ve sürü güdüsü gibi faktörlerin de evrimsel öğrenme sürecine etkisi dikkate alınmaktadır.

Chen ve Yeh'in (1999), okul kavramını içeren modeli kullanarak simüle ettikleri piyasada oluşan finansal zaman serisi verileri üzerinde yaptıkları ekonometrik analizler rassal yürüyüş hipotezini ve etkin piyasalar hipotezini desteklemektedir. LeBaron (2005) yazarların bu bulgularını "biraz merak uyandırıcı" bulduğunu ifade etmekle birlikte uzun vadede fiyatların temel değerlerinden çok fazla sapmaması gerektiği varsayımından hareket ederek sonucun anlamlı olabileceğini düşünmektedir.

Finansal piyasaların etkinliğe ulaşma süreci, işleyişi ile ilgili çalışmalarda evrimsel algoritmaların kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmaların finansın en temel teorilerinin (özellikle piyasa etkinliği ile ilgili teorilerin) sorgulanması ve revize edilmesi sonucuna doğru yönlendiği görülmektedir. LeBaron (2005) literatürdeki ajan temelli bilgisayarlı finans (computational finance) ile ilgili yayınları taradığı çalışmasında yakın gelecekte denge piyasa dinamikleri ile ilgili mevcut teorilerin yerini alacak, adaptif piyasa oyuncularının sürekli öğrenme mücadelesinin piyasaları etkinliğe yönlendirdiği, ama etkinliğe tam anlamıyla ulaşamadığı bir yapıyı yansıtan teorileri görmenin mümkün olduğunu ifade etmiştir.

Finansal piyasaların evrimsel kompleks adaptif sistemler olduğu görüşü ile birlikte piyasaları anlamaya, altında yatan dinamiklerin keşfine yönelik çalışmalar iki grupta ele alınabilir. Bunlardan ilki, piyasaların bilgisayar ortamında simülasyonuna dayanan, yapay hisse senedi piyasaları çalışmalarıdır ve bu çalışmalar yukarıda özetlenmiştir. İkinci grupta

ise piyasa oyuncularını modelleyen yöntemlerin, gerçek piyasalarda uygulaması yer almaktadır. Bu tez çalışması ikinci grupta yer almaktadır. Çalışmada, değişen koşullar altında sürekli bir model arayışı içinde olan piyasa oyuncularının, genetik algoritmaları kullanarak, kendi beklentilerine ve yatırım davranışlarına uygun modeller geliştirebileceği önerilmektedir. Bu bağlamda, bir yatırımcının geliştirdiği modellerin, piyasalarda yatırım kararları için kullanılan genel geçer yöntemlere göre başarısının araştırılması da bir etkinlik testidir.

İKİNCİ BÖLÜM

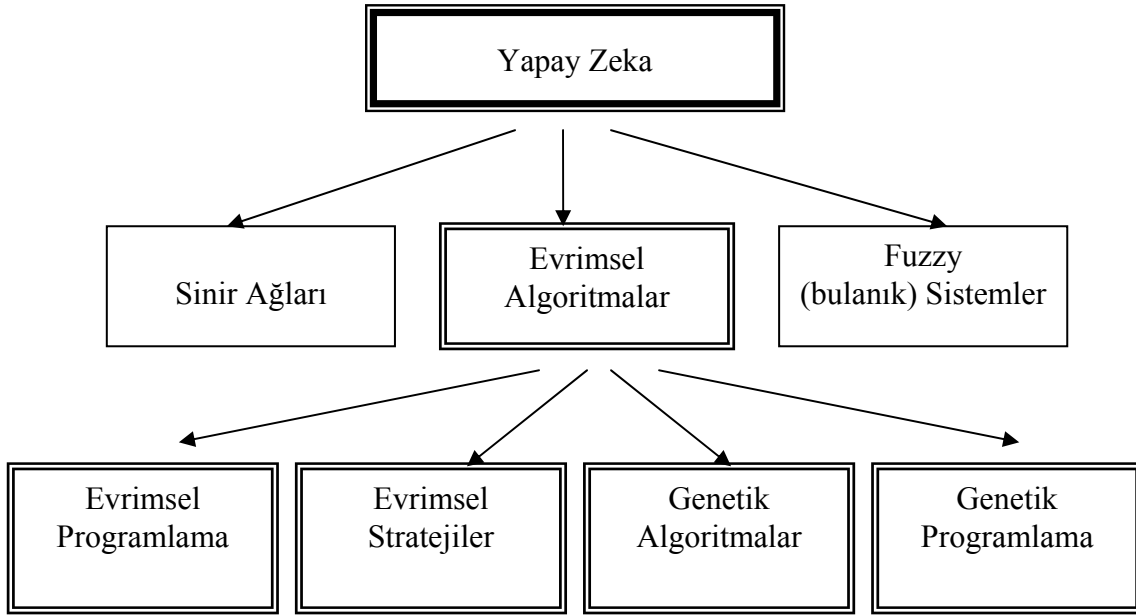
GENETİK ALGORİTMALAR VE FİNANSAL UYGULAMALARI

Evrimsel süreç, hayvanların ve bitkilerin çevrenin sunduğu fırsatlara uyum göstererek fayda sağlamasını olanaklı kılmaktadır. Bu süreci ele alarak, evrimin bilgisayarlı (computational) ve matematiksel simülasyonları ile geleneksel optimizasyon süreçlerine yeni bir yaklaşım geliştirilebileceği düşünülmüştür. Bu bağlamda evrimsel ilkelere bağlı kalınarak oluşturulan algoritmalara da evrimsel algoritmalar adı verilmiştir.

Evrimsel algoritmalar 1858’de Darwin tarafından ortaya atılan ve doğal evrimi temel alan stokastik arama yöntemleri ailesi olarak düşünülebilir. Evrimin genellikle bilgisayar ortamında simüle edilmesine yönelik metodların oluşumu olarak tanımlanabilirler. Evrimsel algoritmalar, rassal çeşitlendirmeye ve seçime dayalı popülasyon temelli bir yaklaşımı içinde barındıran metotlar alanıdır.

“Geleneksel arama metotları, probleme bir çözüm adayı önerir ve onu değiştirerek daha iyi çözümler elde etmeye çalışır. Aksine evrimsel algoritmalar, bir çözüm adayları popülasyonu oluşturur ve bu popülasyon zamanla evrimleşir. Bir adayın çözüme ne kadar yakın olduğu, uygulamaya bağlı bir fonksiyondur. Bir çözüm adayı bir parametreler topluluğunu, bir kuralı, bir kurallar grubunu veya ağaç yapısında bir bilgisayar programını temsil edebilir. Hepsinde de, algoritma her adayın ne kadar güçlü olduğunu hesaplar ve buna göre bir sonraki neslin ebeveynleri olacak ya da yok olacak bireyleri belirler. Daha sonra, makul bir yeni nesil oluşturmak için ebeveynlere genetik arama işlemcilerini (yeniden yapılanma ve mutasyon) uygular. Bu döngü her defasında daha güçlü bireyler oluşturarak tekrarlanır” (Grefenstette, 1994; <http://robot.cmpe.boun.edu.tr/593/evrim.pdf>).

Dianati vd. (2002) tarafından oluşturulan aşağıdaki şekilde bilgisayar ortamında zeka (computational intelligence) içinde Evrimsel Algoritmaların ve Evrimsel Algoritmalar içinde Genetik algoritmaların yeri görülmektedir. Bu yöntemler yapay zeka teknikleri olarak da bilinmektedir.



Şekil 2.1. Yapay Zeka Teknikleri (Dianati vd., 2002)

Yapay Zeka (YZ), bilgisayar bilimleri ve mühendisliğinin bir alt dalı olup, akıllı davranışların anlaşılıp yapay olarak tekrar üretilmesi ile ilgilenir. Yapay zeka ile hesaplama sadece bir çeşit yöntem değildir. Gerçekte, pek çok yöntemin yardımlaşması ve birleşmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Shapiro'ya göre (1991), yapay zeka ile hesaplamayı oluşturan yöntemler: bulanık mantık (Fuzzy Logic, FL), neurocomputing (NC) ve genetik algoritma (GA) vb.dir. Bulanık Mantığın yapay zeka ile hesaplamaya katkısı, yaklaşık uslamlama (approximate reasoning) ve özellikle kelimeler ile hesaplamalar yapabilmesidir. NC'nin katkıları, eğri düzelticisi, (curve fitting) öğrenme, sistem ve örüntü tanıma (pattern recognition) iken GA'nın katkıları ise, sistemli rasgele arama ve eniyileme (optimizasyon) yapmaktır (Shapiro, 1991).

2.1. Genetik Algoritmalar

Genetik algoritmalar, evrimsel sürecin bilgisayarda simülasyonunu gerçekleştirme metodu ve tam olarak rasgele arama tekniği olarak açıklanabilir. Araştırmalarda birçok olasılık söz konusu olurken bu olası çözümleri bir araya getiren tek ve basit bir çözüm veya her bir olası durumun tek tek incelenmesi olanaklı olmamaktadır. Genetik algoritma teknikleri ile olası durumların akıllıca incelenmesi olanaklı kılınmaktadır.

2.1.1. Genetik Algoritmaların Gelişimi

Genetik algoritmalar, 1970’li yıllarda John Holland ve çalışma arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Holland, araştırmalarını, arama ve optimumu bulma için, doğal seçme ve genetik evrimden yola çıkarak yapmıştır. İşlem boyunca, biyolojik sistemde bireyin bulunduğu çevreye uyum sağlayıp daha uygun hale gelmesi örnek alınmış, optimum bulma ve makine öğrenme problemlerinde, bilgisayar yazılımları geliştirilmiştir (Goldberg, 1989). Holland’ın 1975’teki “Doğal ve Yapay Sistemlerin Uyumu” adlı kitabı genetik algoritmaların biyolojik evrime girişi ve genetik algoritmaların teorik çerçevesinin oluşturulmasını sağlamıştır. Holland’ın genetik algoritmaları bir kromozomlar popülasyonundan çaprazlama, mutasyon gibi genetik operatörler kullanarak doğal seçimle yeni popülasyonlara ulaşmaktadır (Mitchell, 1998, s.3).

Genetik algoritmanın gelişimi, John Holland’ın doktora öğrencisi olan David E. Goldberg’in 1985 yılında hazırlamış olduğu “Gaz boru hatlarının Genetik algoritma kullanılarak Denetlenmesi” konusundaki tezi ile sağlanmıştır. Bu ilk uygulamadan sonra Goldberg’in “Makine Öğrenmesi, Arama ve optimizasyonu için Genetik Algoritma” adlı kitabında farklı uygulama alanlarının gösterilmesiyle GA’ya yeni bir boyut kazandırılmıştır (Goldberg, 1989).

2.1.2. Genetik Algoritmaların Yapısı

Çoğu pratik optimizasyon problemlerinde karışık değişkenler (sürekli ve kesikli) ve araştırma alanında süreksizlikler söz konusudur. Eğer bu durumlarda standart doğrusal olmayan programlama teknikleri kullanılırsa hesaplamalar açısından çok pahalı ve etkin olmayan durumlarla karşılaşılır. Genetik algoritmalar bu durumlar için iyi bir çözüm oluşturmaktadır (Bingul vd., 2000).

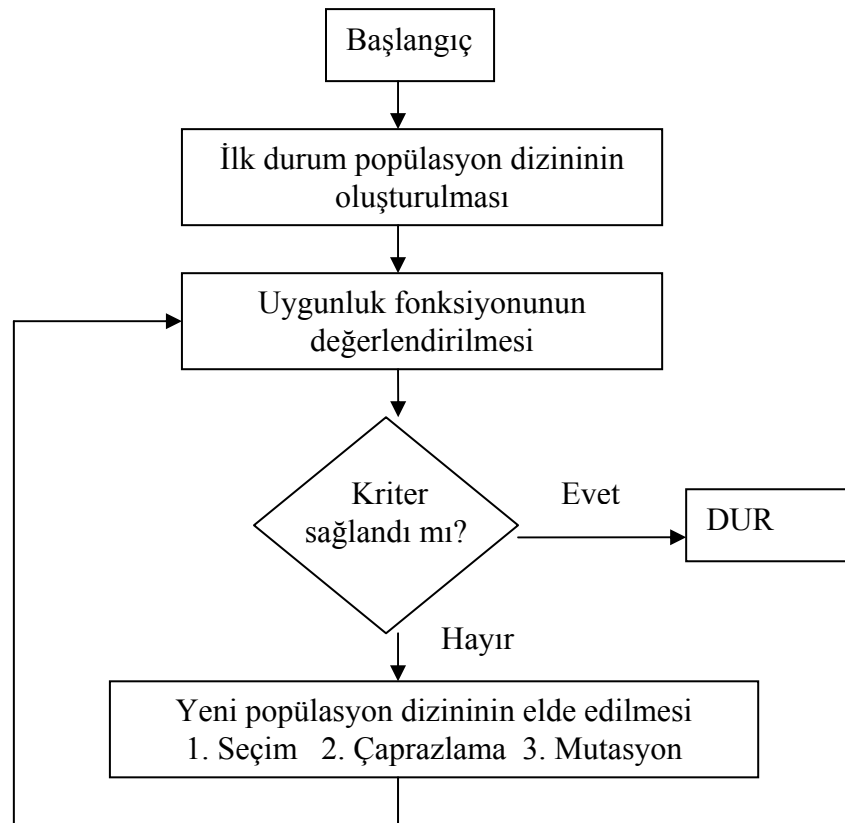
Genetik Algoritmalar (GA), normal optimizasyon ve araştırma süreçlerinden dört açıdan ayrılmaktadır (Goldberg, 1989; Bingul vd., 2000):

1. GA, parametrelerin kendisi ile değil onun kodları (temsilcileri) ile çalışmaktadır. Bu şekliyle araştırma metodu, kesikli ve tamsayı programlama problemlerinin çözümlerinde uygulanabilmektedir.

2. GA, tek nokta üzerine değil bir noktalar popülasyonu (aday çözümler kümesi) ile araştırma yapmaktadır. Bu şekilde yerel optimum tuzağına düşme olasılığı daha zayıftır.
3. GA, türevleri veya diğer ikincil bilgileri değil sadece bedel (amaç fonksiyonu) bilgisi değerini kullanmaktadır.
4. GA, rassal şekilde, ebeveyn seçimini ve eski jenerasyonlardan çaprazlama yöntemini kullanmaktadır. Böylece etkin bir şekilde elde olan bilgilere dayanarak yeni kombinasyonlar oluşturmakta ve uygunluk değeri daha iyi yeni jenerasyonlar geliştirmektedir.

2.1.3. Genetik Algoritmaların Çalışma Prensibi

Genetik algoritmalar oldukça genel prensiplerle Şekil 2.2’de akış şemasında görüldüğü gibi çalışmaktadır.



Şekil 2.2. Genetik Algoritma Süreci (Kaynak: Bingul vd., 2000)

Şekil 2.2'ye göre bir GA'nın temel adımları şöyle özetlenebilir;

1. Öncelikle ele alınan problem için rasgele n kromozomlu bir popülasyon oluşturulur.
2. Daha sonra popülasyondaki her bir kromozom için $f(x)$ uygunluk fonksiyonu hesaplanır.
3. Kriter sağlandıysa durulur.
4. Kriter sağlanmadıysa yeni bir popülasyon oluşuncaya kadar seçim, çaprazlama ve mutasyon gibi adımlar tekrar edilir. Yeni popülasyon kabul edildikten sonra, oluşturulan yeni popülasyon eskileriyle yer değiştirilir.
5. Yeterli sayıda iterasyon yapıldığında ya da hedeflenen uygunluk değerine ulaşıldığında program durdurulur ve popülasyondaki en iyi çözüm alınır
6. Uygunluk fonksiyonu kriterleri sağlanmadıysa adım 4'e geri dönülür (Bolat vd., 2004; Forrest, 1996).

Genetik algoritmaların temel adımlarıyla ilgili kısa bilgiler aşağıda açıklanmaktadır;

2.1.3.1. Başlangıç Popülasyonunun Oluşturulması

Bir GA'nın çalışması için ilk adım başlangıçta kullanılacak olan topluluğun oluşturulmasıdır. Öncelikle ele alınan problem için bir rasgele n kromozomlu popülasyon oluşturulur. Genetik algoritmalarda, kromozomlardan oluşan başlangıç popülasyonunun oluşturulması tamamen rassal şekildedir. Burada popülasyon genişliğinin belirlenmesi gerekmektedir. Büyük popülasyonlarda, çözüm uzayı iyi örneklendiği için aramanın etkinliği artmakta, fakat buna bağlı olarak da arama süresi uzamaktadır. Küçük popülasyonlarda ise, çözüm uzayını yeterli örnekleyememe ve zamansız yakınsama oluşabilmektedir. Başlangıç popülasyonunun oluşturulmasında başlangıç bireylerinin çözüme yakın olduğu bilinen parametre değerleri ile oluşturulması çözüme (büyük olasılıkla) hızlandırmaktadır.

GA çalışmasını açıklamaya yönelik pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan en çok bilineni John Holland tarafından ortaya atılan Şema (schema ya da schemata) teorisi'dir. Şema, kromozomları oluşturan bitlerin bir örneği olarak tanımlanabilir. İkili dizileri göstermek için kullanılan bir gösterimdir. Bu yöntemde göre genetik algoritma iyi yapılar ortaya çıkarır, çoğaltır ve birleştirir. Holland'ın şema teoremi hala genetik algoritmaların başarısını açıklamak için en başarılı teorem olarak kullanılır. Genel olarak

bir genetik algoritma ikili kodlama (binary strings) sistemi üzerinde çalışır. Bu kodlamalar doğal sistemlerdeki kodlamalar ile ilgilidir. Genetik algoritmalarda oluşan başarılı bireyler incelenirse, bu bireyler arasındaki benzerlikler bulunabilir. Bu benzerliklerden yola çıkarak şemalar oluşturulabilir. İkili dizi kodlaması için aşağıdaki yöntem önerilebilir: 0,1 ve * (* o konumda 0 veya 1 olmasının önemsiz olduğunu gösterir). Örnek olarak ikinci ve dördüncü bitleri 1, altıncı biti 0 olan çözümlerin başarılı olduğu bir toplumda şu şema oluşturulabilir: * 1 * 1 * 0 . Bu şemaya uygun aşağıdaki ikili diziler yazılabilir :

010100, 010110, 011100, 011110, 110100, 110110, 111100, 111110 .

Görüldüğü gibi şemaların katılması ikili dizilerle gösterilen arama aralığını büyütülmektedir. Arama aralığının büyümesinin sonucun bulunmasını zorlaştırması beklenir ancak durum böyle değildir (İşçi ve Korukoğlu, 2003).

2.1.3.2. Uygunluk Fonksiyonu

Başlangıç popülasyonu oluşturulduktan sonra popülasyondaki her bir kromozom için $f(x)$ uygunluk fonksiyonu hesaplanır. Bir problem için her bir kromozom bir çözümü ifade eder. Uygunluk fonksiyonu, GA' nın en temel yapısıdır ve kromozomların ne kadar iyi bir çözüm verdiğini gösterir. Genetik algoritmanın her çevriminde, yığındaki dizilerin bir değerlendirme fonksiyonu yardımıyla uygunluk değeri hesaplanır. Uygunluk fonksiyonu, kromozomları problemin parametreleri haline getirmekte ve bunlara göre hesaplama yapmaktadır. Genellikle genetik algoritmaların başarısı bu fonksiyonun verimli ve hassas olmasına bağlıdır.

Uygunluk değeri; hangi bireyin sonraki topluluğa taşınacağını belirler. Bir dizinin uygunluk değeri, problemin amaç fonksiyonu değerine eşittir. Bir dizinin gücü uygunluk değerine bağlı olup iyi bir dizi, problemin yapısına göre maksimizasyon problemi ise yüksek, minimizasyon problemi ise düşük uygunluk değerine sahiptir.

2.1.3.3. Genetik Algoritma Operatörleri

Genetik algoritmalar, adım adım çözüm topluluğuna genetik operatörler uygulayarak, uygun topluluktan arama yoluyla yeni nesiller üreterek en iyi çözümlere ulaşılmasını sağlar. Pratik problemlere iyi sonuçlar veren çoğu basit genetik algoritmalar üç ana operatörden oluşur; Seçim (selection), Çaprazlama (crossover) ve Mutasyon (mutation).

2.1.3.3.1. Seçim

Seçim operatörü, kromozomların uygunluklarına bağlı olarak bir sonraki jenerasyonda yer alıp almayacaklarını belirleyen operatördür. Bu operatör yeni topluluk içerisinde, uygunluğu yüksek bireylerin bulunmasını sağlamaktadır (Goldberg, 1989, s.11). Seçim, uygunluk değerini temel alarak, popülasyondan uygunluk değeri düşük olan bireylerin elenmesi ve yerlerine uygunluk değerleri yüksek bireylerin kopyalarının konmasıdır.

Seçim aşamasının önemi topluluğun (population) boyutu ile ilişkilidir. Seçimde küçük topluluk boyutu ile çalışılması durumunda topluluk çeşitlendirmesinin olası iyi alternatiflerin çıkması için yetersiz kalması sorunu olabilir. Bu sebeple seçimde topluluktaki bireylerin çeşitlendirmesini çok daraltan bir yöntem uygulaması iyi sonuç vermeyebilir (Back vd., 2000, s.166).

Genetik algoritmalarda en yaygın kullanılan seçim yöntemleri rulet çemberi, turnuva ve elitist seçim yöntemleridir.

2.1.3.3.1.1. Rulet Çemberi Yöntemi

Rulet Çemberi yönteminde tüm bireylerin uygunluk değerleri bir tabloya yazılır ve bu değerler toplanır. Daha sonra tüm bireylerin uygunluk değerleri toplama bölünerek (0,1) aralığında sayılar elde edilir ve sayıların hepsi bir çizelgede toplanır. Çizelgedeki sayılar birbirine eklenerek rasgele olarak bir sayıya kadar ilerlenir ve bu sayıya ulaşıldığında son eklenen sayının ait olduğu çözüm seçilmiş olur. Yeni popülasyona kromozom seçimi bu tekerlek döndürülerek yapılır. Seç oku hangi kromozom yüzde alanına geldi ise o kromozom seçilerek ve genetik operatörler kullanılarak yeni popülasyona eklenir. (İsci ve Korukoğlu, 2003)

2.1.3.3.1.2. Turnuva Yöntemi

Turnuva yönteminde topluluktaki bireyler arasından rasgele belirli miktarda birey seçilir. Bu bireyler arasında uygunluk fonksiyonu yüksek olan birey tutulur geriye kalanlar atılır. Kötü birey bir daha yeniden üretim için seçilmeyeceği gibi iyi bireyde popülasyondan bir daha ayrılmaz. Yeni topluluk bireyleri belli sayıdaki bireyler arasında

yapılan yarışma sonucu oluşturulur (Kahraman, Özdağlar, 2004; Bjarnadóttir,2004). Bu işlem kullanıcı tarafından önceden kararlaştırılan çevrim sayısı kadar tekrarlanır.

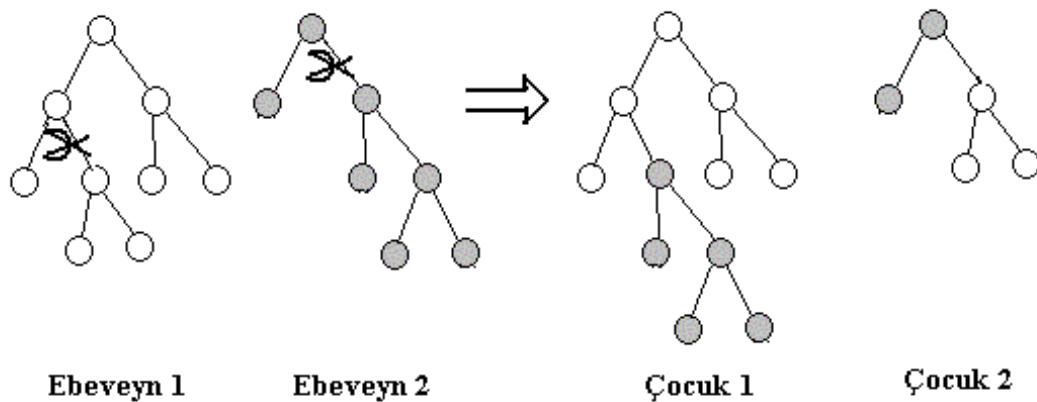
2.1.3.3.1.3. Elitist Seçim Yöntemi

Elitist Seçim Yönteminde popülasyonun en iyi bir bireyi korunup, popülasyonun geri kalan elemanlarını uyum orantılı seçim yöntemlerinden birini kullanarak yeni bireyler ile değiştirilir. Burada hedef en iyi uyum değerine sahip bireyin, genetik operatörler kullanıldığında kaybolmasını önlemektir (Bolat vd., 2004).

Yeni çözümler elde etmek için seçim yönteminden sonra uygulanan çaprazlama ve mutasyon adı verilen iki genetik operatör vardır.

2.1.3.3.2. Çaprazlama

Çaprazlama iyi uygunluk değerine sahip iki birey arasında ikisinin de iyi özelliklerini birleştirerek daha iyi sonuç elde etmek amacıyla yapılır. Fakat hangi özelliklerin iyi performans sağladığına yönelik bir fikir edinilemediğinden özelliklerin değiş tokuşu şeklinde birleşim rassal olarak gerçekleştirilir. Rassal olarak yapılan birleşimler ile iyi sonuçlar alması beklenir. Tabi ki bazen en kötü özelliklerin toplandığı bir çocuk oluşumu da söz konusu olabilir. Bu durumda bu çocuk elenecektir (Back, 2000, s.68). Eğer çaprazlama uygulanmazsa bireyler atalarının tamamen kopyası olacaklardır. Basit bir çaprazlama ikili sistem üzerinde aşağıdaki şekilde gösterilebilir:



Şekil 2.3. İkili Sistem Üzerinde Basit Bir Çaprazlama (Kaynak:Tsang vd.,2000)

Çaprazlama işlemi farklı şekillerde gerçekleştirilebilir. Tek noktalı, iki noktalı, çok noktalı ve üniform çaprazlama en sık kullanılan çaprazlama yöntemleridir (Glibovets ve Medvid, 2003).

2.1.3.3.2.1. Tek Noktalı Çaprazlama

Tek nokta çaprazlama, genetik algoritmanın kullandığı en basit ve en geleneksel çaprazlama yöntemidir. Tek nokta çaprazlama yönteminde rasgele seçilen kromozom çiftinde çaprazlama yapılacak bölge kullanıcı tarafından rasgele seçilebilir. Oluşan yeni birey ebeveynlerin bazı özelliklerini alarak her ikisinin kopyası olacaktır.

2.1.3.3.2.2. İki Noktalı Çaprazlama

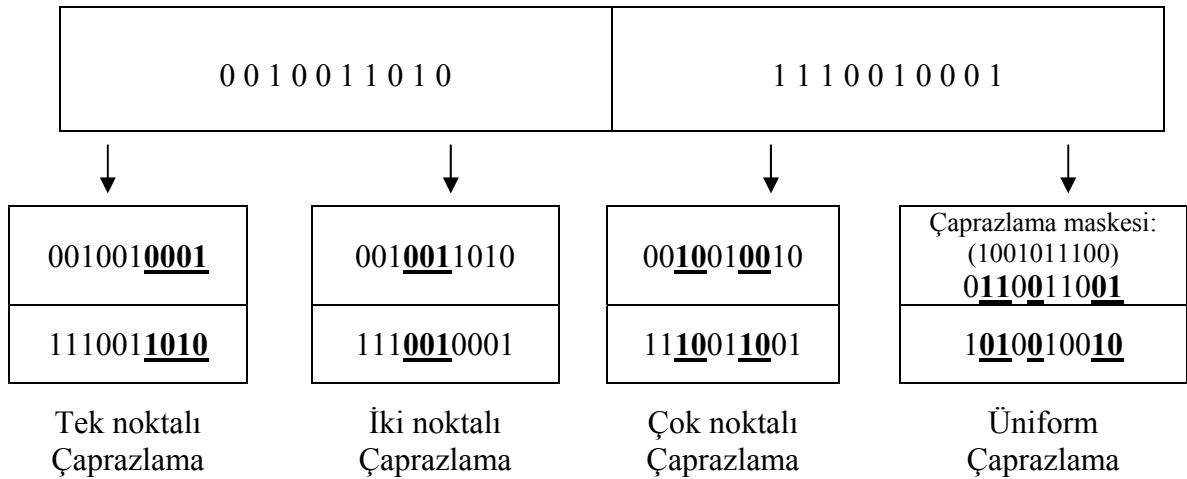
İki nokta çaprazlama tek noktalı çaprazlamaya oldukça benzerdir. Tek fark tek bir çaprazlama noktası yerine iki nokta seçilerek iki nokta arasında kalan alt dizilerin değiştirilmesiyle iki yeni bireyin oluşturulmasıdır.

2.1.3.3.2.3. Çok Noktalı Çaprazlama

Çok nokta çaprazlama yöntemi, iki nokta çaprazlamanın gelişmiş bir halidir. Kromozomlar daha fazla parçalara ayrılır ve bir atlanarak elde edilen çiftler arasında değiştirilerek yeni bireyler elde edilir.

2.1.3.3.2.4. Üniform Çaprazlama

Üniform çaprazlama yukarıda bahsedilen diğer çaprazlama yöntemlerinden biraz farklıdır. Üniform çaprazlamada rastgele olarak çaprazlama maskesi oluşturulur. Birinci ve ikinci kromozoma karşılık gelen genin kopyalanmasıyla yaratılır. Çaprazlama maskesinde bir o genin birinci kromozomdan, sıfır ise o genin ikinci kromozomda kopyalanacağı anlamına gelmektedir (Bolat vd., 2004).



Şekil 2.4. Çaprazlama Yöntemleri (Kaynak: Bolat vd., 2004)

İki kromozomdan çaprazlama yapılmış elemanlar, Şekil 2.4'de her bir çaprazlama operatörü için altı çizili olarak gösterilmiştir.

2.1.3.3. Mutasyon

Tüm evrimsel algoritmalar çeşitlendirme yapabilmek için seçimler üzerine birleşim yoluna gitme metodu ile çalışır. Çeşitlendirmeye gitmede en iyi bilinen yöntem mutasyondur. Mutasyonda genlerden biri rassal olarak değiştirilir. Diğer bir deyişle yeni bir deneme çözümü, önceki deneme çözümlerinden rassal küçük değişiklikler vasıtasıyla elde edilir. Eğer ikili (0-1) yapıda bir metod tercih edilmişse bu durumda bir genin 0 ise 1, 1 ise 0 yapmak bir mutasyon olacaktır. Genellikle kullanılan mutasyon oranı, birin birey gen uzunluğuna bölümü seviyesindedir. Örneğin 100 gen birimine sahip bir birey için oran 0.01'dir. Diğer deyişle rassal olarak düşünüldüğünde her bir genin mutasyona uğrama olasılığı % 1'dir (Back vd., 2000, s.68).

Yeni bir popülasyon oluşuncaya kadar seçim, çaprazlama ve mutasyon adımları uygulanır. Yeni popülasyon kabul edildikten sonra, oluşturulan yeni popülasyon eskileriyle değiştirilir. Hedeflenen uygunluk değerine ulaşıldığında program durdurulur ve popülasyondaki en iyi çözüm alınır.

2.1.4. Genetik Algoritmanın Optimizasyon Fonksiyonunda Elde Çözülmesine Bir Örnek

Genetik algoritmaların çalışma prensibini görmek amacıyla tek değişkenli bir fonksiyonun optimizasyonu örnek olarak ele alınmıştır. Amaç $f(x) = x^2$ fonksiyonunun

$0 \leq x \leq 31$ aralığındaki maximum x değerinin bulunmasıdır. Problemin çözümünde kromozomlar 5 bitlik dizilerden oluşturulmuş ve ikili kodlama kullanılmıştır. İlk popülasyon oluşturulduğunda maksimum değer 24 olduğu görülmüştür. Tablo 2.1’de $f(x)$ fonksiyonun başlangıç popülasyonu ve uygunluk değerleri gösterilmiştir. Problemin çözümünde çaprazlama ve mutasyon operatörleri kullanılmıştır.

Tablo 2.1. Genetik Algoritmaların Elde Çözülmesine Örnek

Dizi no.	Başlangıç popülasyonu	X	$f(x)=x^2$	$\frac{f_i}{\sum f}$	Beklenen değer $\frac{f_i}{\bar{f}}$	Rulet tekerleğinden gerçekleşen değer
1	0 1 1 0 1	13	169	0.14	0.58	1
2	1 1 0 0 0	24	576	0.49	1.97	2
3	0 1 0 0 0	8	64	0.06	0.22	0
4	1 0 0 1 1	19	361	0.31	1.23	1
Toplam			1170	1.00	4.00	4.0
Ortalama			293	0.25	1.00	1.0
Maksimum			576	0.49	1.97	2.0

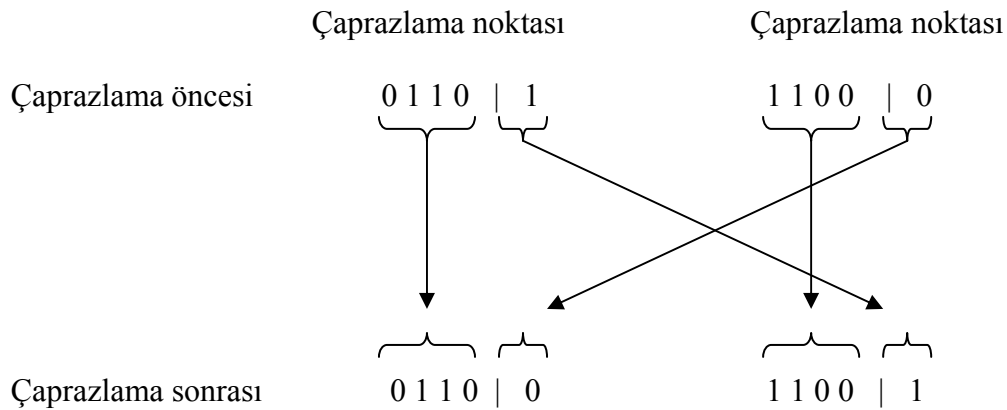
Yukarıda belirlenen bireyler için $f(x) = x^2$, bireylerin uygunluk değerlerini verir. Dört bireyin toplam uygunluk değerleri “169+576+64+361=1170” dir. Her bireyin rulet tekerleğinde kapladığı alan sırasıyla 0.14, 0.49, 0.06 ve 0.31’dir. Bunun anlamı Rulet tekerleğinin çevrilisinde %14 olasılıkla 1. bireyin seçileceği, %49 olasılıkla 2. bireyin seçileceği, %6 olasılıkla 3. bireyin seçileceği ve %31 olasılıkla 4. bireyin seçileceğidir. Rulet tekerleği döndürüldüğünde şekil 1’de görüleceği gibi 1.birey 1 kez, 2. birey 2 kez ve 4. birey 1 kez bulunmuştur.

Böylece yeni bireyler aşağıdaki çizelgede görüldüğü gibi değişmiştir. Bu bireylerden 1. ve 2. birey ile 3. ve 4. bireyin eşleştirildiği ve ilk 2 bireyin 4. noktadan son 2 bireyinde 2. noktadan çaprazlandığını düşündüğümüzde oluşan yeni popülasyon ve uygunluk değerleri Tablo 2.2’de gösterilmektedir.

Tablo 2.2. Çaprazlama ve Yeni Popülasyonun Değerlendirilmesi

Dizi no.	Popülasyon havuzu	Eşleştirme	Çaprazlama	Çaprazlamadan sonra popülasyon	x	f(x)=x ²
1	0 1 1 0 1	2	4	0 1 1 0 0	12	144
2	1 1 0 0 0	1	4	1 1 0 0 1	25	625
3	1 1 0 0 0	4	2	1 1 0 1 1	27	729
4	1 0 0 1 1	3	2	1 0 0 0 0	16	256
Toplam						1754
Ortalama						439
Maksimum						729

İlk 2 kromozomun çaprazlama işlemi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Mevcut örnekte $4 \times 5 = 20$ adet gen bulunmaktadır. Çaprazlama işleminden sonra tesadüfi olarak 1. ve 18. genin mutasyona uğraması düşünüldüğünde oluşan yeni popülasyon ve uygunluk değerleri Tablo 2.3'te görülmektedir.

Tablo 2.3. Mutasyon ve Yeni Popülasyonun Değerlendirilmesi

Dizi no.	Çaprazlamadan sonra yeni popülasyon	Mutasyondan sonra yeni popülasyon	x	$f(x) = x^2$
1	0 1 1 0 0	1 1 1 0 0	26	676
2	1 1 0 0 1	1 1 0 0 1	25	625
3	1 1 0 1 1	1 1 0 1 1	27	729
4	1 0 0 0 0	1 0 1 0 0	18	324
Toplam				2354
Ortalama				588.5
Maksimum				729

Ortalama olarak uygunluktaki büyümeye bakıldığında değer 293'ten 588.5'a kadar arttığı ve popülasyonun en iyi uygunluk değerinde 576'dan 729'a yükseldiği görülmektedir. Uygunluk değeri yüksek olan bireylerin seçilme ve çiftleşme olasılıkları yüksek olduğu için kuşaklar ilerledikçe toplumu oluşturan bireylerin uygunluk değerlerinin ortalamasının da arttığı gözlenecektir. İşleme devam edildiğinde $x = 31$ değerine kadar ulaşılacağı görülebilir (Goldberg, 1989, s.15-17; Bolat vd., 2004; Eiben ve Smith, 2003, s.38-39)

Genetik algoritmaların gücü, çok sayıda yapısal düzenlemeye yönelik bilgiyi hesaplama ve depolama yığınlarına girmeden işleyerek optimuma yakın sonuçlar verebilmesinden kaynaklanmaktadır (Grefenstette vd., 1993; Bauer, 1994: 53). Diğer bir şekilde, genetik algoritmalar problemin global optimum çözümünün bulunmasını garanti etmese de kabul edilebilir iyi çözümlere kabul edilebilir bir hızla ulaşmada oldukça iyidirler (Beasley, 1993). Bu yapısı ile finans alanında da kabul görmeye başlayan bir yöntemdir. Devam eden bölümde, genetik algoritmaların finans alanındaki bazı uygulamalarından örnekler verilmiştir.

2.2. Genetik Algoritmaların Finans Alanındaki Uygulamaları

Evrimsel algoritmaların alt dalları olarak genetik algoritmalar ve genetik programlama ile yapay zeka konusu altında yer alan yapay sinir ağları (neural networks) ve bulanık mantık (fuzzy logic), işletme, temel bilimler ve mühendislik problemlerinde tek başına veya karma sistemler olarak sıklıkla kullanılmaktadır (Back vd., 2000).

Yapılan literatür taramasında, finansal uygulamalarda genetik algoritmaların kullanımının işletme finansı, finansal piyasa sistemleri ve finansal ekonomi alanlarında yoğunlaştığı görülmüştür.

Genetik algoritmaların finans alanındaki kullanımına ilişkin örnek çalışmaların özetleri aşağıda yer almaktadır. Hazırlanan özetle, genetik algoritmaların finans alanında, hangi amaçlarla kullanılabileceği, hangi veriler ve parametrelerle çalışılabileceği ve genetik algoritmaların finans alanında kullanımıyla ne gibi sonuçlar elde edilebileceği görülebilir.

2.2.1. İşletme Finansı Üzerine Çalışmalar

İşletme finansı ile ilgili çalışmalar; iflas tahminleri ve kredi derecelendirme, üzerine odaklanmaktadır.

Genetik algoritmaların işletme finansı alanındaki en önemli uygulamaları iflas tahmin modelleri ile ilgilidir. İflas tahminleri özellikle kredi verenler ve bağımsız denetçiler için çok önemlidir. Bağımsız denetimin en önemli sorumluluklarından biri müşterilerini olası iflas risklerine karşı uyarmaktır. Denetçiler müşterileri olan firmaların kantitatif verilerini sınıflandırma modellerinde kullanarak iflas tahmininde bulunmaya, dolayısıyla “işletmenin sürekliliği” modifikasyonu ile denetçi raporu düzenleyip düzenlememe kararını sağlıklı vermeye çalışırlar. Benzer yöntemleri bankalar, müşterileri ile ilgili iflas tahminleri için kullanırlar (Lenard vd., 1998).

Kingdon ve Feldman (1995), iflasla ilgili karar kurallarının oluşturulmasında genetik algoritmalarla (GA) çoklu diskriminant analizi (ÇDA) karşılaştırmıştır. Yazarlar GA'dan finansal rasyoları kullanarak iflasla ilgili karar kuralları oluşturmasını istemiş, oluşan kuralların performansı çoklu diskriminant analizinin tahmin gücüyle karşılaştırılmıştır. GA'nın tahminlerinin ÇDA'nın tahminlerinden %10 daha başarılı olduğu bulunmuştur.

Desai vd. (1997), kredi derecelendirme üzerine geleneksel modellerle yapay sinir ağları ve genetik algoritmaların karşılaştırılması konusunu ele almışlardır. Desai'nin bulguları yapay sinir ağları ve genetik algoritmaların geleneksel yöntemlere anlamlı bir üstünlük sağlayamadığını göstermektedir. Ancak yazarlar, yapay sinir ağları ve genetik

algoritmaların bu alanda kullanımının yöntemlerin çeşitlendirilmesiyle daha başarılı sonuçlar verebileceğini belirtmiştir.

Varetto (1998), iflas tahmini ve sınıflandırmada genetik algoritmalarla lineer diskriminant analizi karşılaştırmasını yapmıştır. İflas konusunda güvenilir ve güvenilir olmayan 1982-1995 yılları arası İtalyan şirketleri verileri kullanılmıştır. İflas tahmini ve sınıflandırmasında lineer diskriminant analizi gibi geleneksel istatistiksel yöntemlerle genetik algoritma yöntemi arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Sonuçlar borcunu ödeyemeyen şirketlerin tanısında lineer diskriminant analizine nazaran genetik algoritmaların çok etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir. Genetik algoritmalar çok daha kısa sürede sonuca ulaşmıştır.

Nanda ve Pendharkar'ın (2001) çalışmalarında doğrusal diskriminant analizi (DDA), hedef programlama ve genetik algoritmaların (GA) iflas tahmini konusundaki başarıları karşılaştırılmıştır. Yazarlar hem hedef programlama hem de GA'ların DDA'dan daha iyi sonuçlar verdiği bulgusuna ulaşmışlardır. GA'lar istenen hata türünü minimize etmeye olanak sağlamaktadır. Yazarlar GA'ların uygunluk fonksiyonunu 1. tip hatayı minimize edecek şekilde oluşturmuşlardır. Bu kredi verenlerin istedikleri hata türüdür. Ancak denetçiler için 2. tip ya da her iki hatanın minimizasyonu daha önemli olabilir. GA'lar uygunluk fonksiyonunda yapılacak değişiklikler ile kullanıcıların tercihlerini sonuçlara yansıtabilmektedirler. Oysa hedef programlama ancak toplam hatayı minimize etmekte, 1. ve 2. tip hatanın ayrı ayrı minimizasyonu konusunda herhangi bir esneklik sağlayamamaktadır.

2.2.2. Finansal Piyasa Sistemleri ve Finansal Ekonomi Çalışmaları

Genetik algoritmaların finansal piyasa sistemleri ve finansal ekonomi ile ilgili uygulamalarına bakıldığında ise; çalışmaların daha çok döviz kuru ve hisse senedi piyasası ile portföy seçim problemleri üzerine odaklandığı görülmektedir.

2.2.2.1. Döviz Kuru İle İlgili Çalışmalar

Neely vd.'nin çalışmasında (1997), yabancı döviz kurları üzerinde genetik algoritmaların kullanımı ile teknik işlem kurallarının bulunması, aşırı getiri imkanının araştırılması ve bunların standart istatistiksel yöntemlerle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

1981-1995 döneminde 6 kur için bid-ask değerleri gün ortalamaları ile hareketli ortalama değerleri üzerinden teknik analiz sinyalleri kullanılmıştır. Bulunan kurallar ile pazarda aşırı getiri elde etmek mümkün olmuştur ve bulunan yönelim standart istatistikî yöntemlerle ortaya çıkarılamayacak şekildedir. Diğer yandan bu işlem stratejisinin sistematik riski telafi edecek bir seviyede olduğuna yönelik bir bulgu elde edilmemiştir.

Dempster ve Jones'un (2001) yaptıkları çalışmanın amacı teknik göstergelere dayalı bir sistematik ve kendini uyarlayan işlem sistematiği geliştirilmesi ile sürekli bir kazanç sağlanabilirliğinin test edilmesidir. Bunun için GBP/USD gün içi verileri ile teknik analiz göstergeleri kullanılmıştır. Yazarların daha önceki çalışmalarında teknik analiz göstergelerine dayalı stratejilerin kaybettiği ortaya çıksa da bu çalışmada görülmüştür ki bu göstergelerin kombinasyonu olarak karar stratejisi belirlenmesi durumunda kâr fırsatları yakalanabilmektedir. Buna karşın küçük zaman aralıklarında (dakikalar gibi) pazarın likiditesi yeterli olmamakta ve bu sebeple en iyi strateji yine statik al-sat sinyallerinin değerlendirilmesi olmaktadır. Çalışmada 15 dakikalık statik göstergeler, bu göstergeler ek olarak günlük göstergeler, uyarlamalı optimizasyon, periyodik yeniden optimizasyon ve paralel optimizasyon şeklinde beş ayrı yöntem denenmiştir. En sonuncu olan paralel optimizasyon yönünde süreçler geliştirildiğinde daha iyi sonuçlar elde edilebileceği ortaya çıkmıştır.

Neely ve Weller'in (2002) çalışmalarının konusu uluslararası döviz piyasasında döviz kuru volatilité tahmini incelemesidir. 1975-1999 yılları arası USD/Alman Markı, USD/Japon Yeni günlük verileri ile GARCH, RiskMetrics yöntemleri kullanılmıştır uluslararası döviz piyasasında döviz kuru volatilité tahmini problemi için uygulanan genetik programlamanın performansının ölçülmesi amaçlanmıştır. GARCH, RiskMetrics yöntemleri dikkate alınarak genetik programlamanın bu yöntemlere göre çok daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Hryshko ve Downs'un çalışmasında (2004), döviz kurları üzerinde işlem yapılmasında teknik analizlerin genetik algoritmalar ve takviyeli (reinforcement) öğrenmesi ile kullanımı gösterilmiştir. Bunun için 2 Haziran 2002- 31 Aralık 2002 tarihleri arasında 5 dakikalık sıklıkla günlük Euro/USD verileri kullanılmıştır. Hibrid genetik algoritma ve reinforcement öğrenmesi sistemiyle döviz kuru piyasasında alım satım stratejilerinin optimizasyonunun sağlanması hedeflenmiştir. Sonuç olarak makine öğrenmesi

tekniklerinin alım satım stratejilerinin gelişmesinde ve finansal piyasalarda umut verici sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

2.2.2.2. Hisse Senedi Piyasaları İle İlgili Çalışmalar

Frick vd. (1996), hisselerin alınıp satılmasında fiyat temelli sezgisel teknik işlem kurallarının araştırılmasını amaçlamışlardır. Frankfurt Hisse Senedi Piyasasında 1 milyonun üzerinde gün içi hisse senedi fiyatı verileri kullanılmıştır. Yazarlar, sezgisel grafikleme yöntemini kullanarak hisse senedi fiyatlarını zaman serilerinin al ve sat sinyallerini verdiği şekle dönüştürmüşlerdir. Farklı fiyat oluşumlarının sınıflandırılmasıyla işlem stratejilerinin geliştirilmesinde genetik algoritmaları kullanmışlardır. Gün içi hisse senedi fiyatlarını analiz ederek kendi sistemleriyle farklı fiyat oluşumlarının sınıflandırılabilceğini ve kuralları göstermişlerdir.

Mahfoud ve Mani (1996), hisse senetlerinden daha fazla getiri sağlanması amacıyla genetik algoritmalarından faydalanmıştır. Çalışmada 1600 hisse senedi verileri kullanılarak 12 haftalık dönemde bu 1600 hisse senedi ortalamasından daha fazla getiri sağlayacak hisse senedi ve zamanı araştırılmıştır. Genetik algoritmalar ile birlikte karşılaştırma için yapay sinir ağları yöntemi de kullanılmıştır. Tahmin modellerinin üretilmesi amacıyla her bir hisse senedi için teknik ve temel analiz göstergelerini temsil eden on beş gösterge seçilmiştir. Genetik algoritmaların yapay sinir ağlarına göre daha başarılı sonuçlar verdiği söylenmektedir ancak ikisinin birlikte kullanımından dolayı sinerji elde edilebileceği de belirtilmiştir.

Chen ve Lee'nin çalışmasında (1997), opsiyon fiyatlandırmada genetik algoritmalarla sinir ağları yönteminin karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışmada fiyatlandırmada genetik algoritmaların sinir ağlarına nasıl alternatif bir yöntem olarak kullanılabileceği gösterilmiştir. Bunun için Avrupa ile ilgili call opsiyonlarının belirlenmesinde genetik algoritmaların uygunluğu test edilmiş ve kullanılabilirliği gösterilmiştir.

Chen ve Yeh'in çalışmasında (1997), etkin pazar hipotezinin savunduğu, geçmiş verilere dayalı olarak geleceğin tahmin edilebilirliğinin mümkün olmadığı hipotezine yeni bir yaklaşımda bulunulması amaçlanmıştır. Etkin pazar hipotezinde tahmin edilemezliğin testleri genelde doğrusal bağlantıların aranması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Doğrusal olmayan bağlantıların varlığı ve buna bağlı olarak gelecekte bir getiri sağlamanın olasılığı

test edilmek istenmektedir. Bu noktada doğrusal olmayan bağlantıların incelenmesinde yeni yöntemlerden biri olarak genetik programlama yöntemi kullanılmıştır. Tayvan ve A.B.D. hisse senedi piyasasında TAIEX ve S&P 500 endeksleri günlük getiri oranları kullanılmıştır. Getirilerin grafiksel çiziminde uç noktalar ve dönüş noktaları sinyal olarak algılanmış ve bu seviyelerin bazı değerlerle karşılaştırılması sinyal olarak kullanılmıştır. Genetik programlama ile elde edilen yöntemin karşılaştırması için temel olarak rassal yürüyüş yöntemi gösterge olarak seçilmiştir. Doğrusal modeller rassal yürüyüş modeline göre daha iyi bir tahmin gerçekleştiremezken genetik programlama tabanlı araştırmanın ortaya çıkardığı modeller rassal yürüyüşe göre %50 daha fazla başarı sağlamıştır. Kısa dönem içerisinde doğrusal olmayan tahmin modellerinin geçerliliği varken bu modellerin ortaya çıkarılmasının maliyeti düşünüldüğünde kârlı bir yaklaşım olmamaktadır. Buna bağlı olarak etkin pazar hipotezinin geçerliliğini koruduğu söylenmiştir.

Allen ve Karjalainen'in çalışmasında (1999), getiri fırsatlarının yakalanmasında genetik algoritmalarından faydalanılmaya çalışılmıştır. Çalışmada S&P 500 endeksinin 1928-1995 dönemi için günlük değerleri kullanılmıştır. Yazarlar çalışmada S&P 500 endeksinin 1928-1995 dönemini on parçaya bölerek beş yıllık eğitim ve iki yıllık test dönemleri şeklinde kullanmış ve her biri ayrı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada genetik algoritmalara girdi olarak hareketli ortalama ve fiyat aralığı kırılması (tradin range breakout) teknik analiz yöntemleri kullanılmıştır. Önceki çalışmaların aksine bu teknik analiz göstergeleri hesaplanarak sisteme girilmesi yerine hesaplama periyodu da sisteme girdi olarak verilmiştir. Yapılan çalışmada ortaya çıkan getiri dönemleri düşük sapma olduğu dönemleri göstermekte iken yüksek sapma dönemlerinde getiri fırsatları yakalanamamıştır. İşlem maliyetleri düşünüldüğünde bunların pek anlamlı sonuçlar olmadığı, düşük sapma dönemlerindeki getirilerin var olan seri korelasyonu ile açıklanabileceği belirtilmiştir. Buna karşın çalışmaların başka temel ve ekonomik göstergelerle de denemesinin anlamlı sonuçlar verebileceği belirtilmektedir.

Fyfe vd. (1999), teknik analiz metotları ile aşırı getiri imkanı mevcut mudur sorusuna cevap aramışlardır. Çalışmalarında Land Securities Plc. Şirketine ait nominal günlük fiyatlar kullanılarak bu fiyatlar üzerinde getiriler hesaplanmıştır. Standart yöntemler olarak AR, ARCH ve Rassal Yürüyüş modelleri alınmıştır. Genetik algoritma için ise 9 adet omuz-baş-omuz, çift tepe, çift dip v.b. teknik analiz araçları kullanılmıştır. Genetik algoritma ile aşırı getiri sağlayan al-tut stratejisi elde edilmiştir. Bunu sağlayan şey ise modelin zamanlama konusundaki başarısıdır. Diğer yandan modelin elde edilmesi

karmaşık ve zor bir süreçtir ve makalede modelin tam anlamı ile değerlendirilmediği belirtilmiştir. Modeli daha iyiye götürmek için genetik algoritmalarda kullanılan uygunluk kriterinin yeniden gözden geçirilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır.

Baba vd. (2000), Tokyo Hisse senedi alım satım fiyatları endeksinin analizinde karar destek sistemi yapılandırmasını amaçlamışlardır. Tokyo hisse senedi alım satım fiyatları endeksinin analizinde sinir ağlarını ve genetik algoritmaları karar destek sisteminin yapılandırmasında kullanarak sinir ağlarının ve genetik algoritmaların güçlü birer araç olduğu gösterilmiştir.

Tsang vd. (2000), EDDIE (Evolutionary Dynamic Data Investment Evaluator) programı ile genetik karar ağacı elde edilmesi ve bu karar ağacı ile normal üstünde fırsatların yakalanmasını test etmişlerdir. S&P 500, Dow Jones Endüstri Ortalaması, FTSE Endeksi, 10'ar adet A.B.D. , İngiltere ve Avustralya hisse senedi piyasalarından seçilmiş hisse senetleri ile seçilmiş teknik analiz göstergeleri ve hisseler için fiyat kazanç oranı kullanılmıştır. Endeksler üzerinde ve bazı hisse senetleri üzerinde yönelimler bulunmuştur. Bu yönelimlerin kendilerini yineleyeceği sorgusu teknik analizcilere ve bazı temel analizcilere bırakılmıştır. EDDIE'nin finansal tahmin ve genetik algoritmalar hakkında bir şey bilmeyenlerin uygulayabileceği, otomatik olarak finansal karar çözümleri üreten bir araç olmadığı belirtilmiştir.

Kuo vd. (2001), kalitatif etkilerin hisse senedi piyasasındaki etkilerinin değerlendirilmesi konusunu ele almışlardır. Çalışmada Tayvan Hisse Senedi Piyasası verileri kullanılmıştır. Yazarlar, genetik algoritma temelli yapay sinir ağlarını geliştirerek hisse senedi piyasasında politik etkiler gibi kalitatif etkilerin ölçülmesinde fuzzy temelli kuralların geliştirilmesini formüle etmişlerdir. Tayvan Hisse Senedi Piyasasındaki alım satım noktaları ve alım satım performansları temel alınmıştır. Sadece kalitatif faktörlere nazaran sinir ağlarının hem kalitatif hem kantitatif faktörlerde daha nitelikli olduğu sonucuna varılmıştır.

Latemendia (2002), teknik analize dayalı stratejilerin üzerine genetik algoritmaların uygulamasının var olan yöntemlere göre fark yaratıp yaratmayacağını araştırılmasını hedeflemiştir. Madrid Hisse Senedi piyasasından 9 yıllık IBEX35 endeksi günlük kapanış değerlerini, eksponansiyel ortalama değerleri, işlem maliyetleri, M2 riske göre düzenlenmiş getiri endeksi ve RSI parametreleriyle kullanmıştır. Grafikselleştirilmiş yöntemlerle

yapılan işlemlere göre genetik algoritmaların uygulaması küçük bir fark yaratırken risk konusunda daha iyi yaklaşımlar ortaya çıkardığı görülmüştür.

Korczak ve Roger'ın (2002) çalışmalarında bazı hisse senetlerinin tahmin edilebilirliği daha kolay mıdır? Ya da bazı işlem kuralları daha etkili midir? gibi sorulara cevap aranmaktadır. Paris Hisse Senedi piyasasında CAC40 endeksindeki 40 hisse senedinden 24'ü analize dahil edilmiştir. 1997-1999 yılları arasındaki veriler açılış, kapanış, en düşük, en yüksek fiyat ve işlem hacmi dikkate alınmıştır. 10 teknik analiz göstergesi kullanılmıştır. Bireysel hisse senedi alım satımlarında hangi teknik işlem kurallarının öneride bulunduğu belirlenmesi amacıyla genetik algoritmalarından faydalanmıştır. Genetik olarak gelişen uzmanların al ve elde tut stratejisinden daha kullanışlı olduğu görülmüştür. Kısa süreli işlemlerde genetik algoritmaların çok güçlü bir araç olabileceği gösterilmiştir.

Kim vd.'nin çalışmasında (2004), Kore hisse senedi fiyat endeksi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada 1982-1995 yılları arası 649 haftalık veri seti ile teknik göstergelerden faydalanılmıştır. Yazarlar, Fuzzy genetik algoritma yöntemi ile makine bilgisi, uzman bilgisi ve kullanıcı bilgisi gibi bilgilerin optimize edilmiş entegrasyonu için bir hibrid bilgi entegrasyon mekanizması önermektedirler. Teknik analiz göstergeleri kullanılarak fuzzy mantığı ve sinir ağları vasıtasıyla makine bilgisi derlenmiştir. Uzman ve kullanıcı bilgisinin derlenmesinde ise hisse senedi piyasasını etkilediği düşünülen dışsal faktörler incelenmiştir. Daha sonra makine, uzman ve kullanıcı bilgisi genetik algoritmalarla optimal ağırlıklandırılıp birleştirilerek ortak bir bilgi elde edilmiştir. Bu mekanizma ve 1982-1995 yılları arası 649 haftalık veri setini temel alan teknik göstergeler birlikte ele alınarak Kore hisse senedi fiyat endeksi tahmin edilmesinde kullanılmıştır.

Potvin vd. (2004), Toronto hisse senedi piyasasında işlem kurallarının genellenmesinde genetik programlamanın kullanımı ele almışlardır. Toronto hisse senedi alım satım piyasası içindeki 300 şirketten farklı sektörde faaliyet gösteren 15 Kanadalı şirketin 1992-2000 yılları arası günlük hisse senedi fiyatları ve işlem hacimleri alınmıştır. Genetik programlamanın piyasa düşüşte veya sabitken verimli sonuçlar verdiği, piyasa yükselişte iken kuralların al ve elde tut yaklaşımına uymadığı sonucuna varılmıştır.

Samanta ve Bordoloi'nin çalışmasında (2005), Hindistan hisse senedi piyasası getirisinin tahmininde yapay sinir ağlarından ve yapay sinir ağlarının optimal yapısının

bulunmasında genetik algoritmalarından faydalanılmıştır. BSE-Sensex, BSE-100 ve S&P CNX-50 hisse senedi fiyat endekslerinden ve yazarların bunların 1999-2000 yılları arası günlük getiri verilerini kullanarak elde ettikleri zaman serilerinden faydalanılmıştır. Çalışmada AAE, RMSE, Rbar-kare, RMSE, MAPE, MSPE göstergelerinden faydalanılmıştır. BSE-Sensex, BSE-100 ve S&P CNX-50 gibi Hindistan'da bulunan alternatif hisse senedi fiyat endeksleri ve bunların 1999-2000 yılları arası günlük getiri verileri kullanılarak elde edilen zaman serileri genetik algoritma yoluyla en iyi yapay sinir ağları yapısının bulunmasında kullanılmıştır. Hisse senedi fiyat tahmininde AAE, RMSE ve Rbar-kare, hisse senedi fiyatı getiri tahmininde AAE, MAPE, RMSE, MSPE ve Rbar-kare göstergelerinden faydalanılarak yapay sinir ağları ve rassal yürüyüş performanslarının belirlenmesine çalışılmıştır. Getiri tahmininde, genetik algoritmalarla yapılandırılan yapay sinir ağlarının rassal yürüyüşe göre daha iyi performans gösterdiği bulunmuştur.

2.2.2.3. Portföy Seçimi İle İlgili Çalışmalar

Akay vd.'nin (2002) yaptığı çalışmanın amacı portföy seçim probleminin çözümünde bir karar destek sistemi geliştirilmesidir. Karar destek sisteminin geliştirilmesinde teknik göstergelerden faydalanılmıştır. Çalışmada portföy seçimi probleminin çözümü için bir karar destek sistemi geliştirmiştir. Karar destek sisteminin geliştirilmesinde genetik algoritmalar kullanılmıştır. Teknik göstergelerden de faydalanılarak karar vericinin risk ve getiri kriterlerine uygun portföyleri kolay bir şekilde oluşturulabileceği gösterilmiştir. Oluşturulan modelde yalnız aşırı alım ve aşırı satım bölgelerinin tespiti ile elde edilen portföyün güvenilirliğinin artırılması için kısa vadede hareket eden William's %R teknik göstergesi kullanılmıştır.

Subramanian vd. (2004), portföy seçiminde genetik algoritmaların kullanımı göstermeye çalışmışlardır. Bunun için Hindistan'ın 1999-2003 yılları arasındaki 4 yıllık CMIE-BSE-100 ve BSE Sensex hisse senedi fiyat endeksleri verilerinden faydalanılmıştır. Yazarlar modellerini Markovitz'in risk-getiri yaklaşımına bağlayarak 0.1, 0.5 ve 0.9 risk seviyeleri için test etmişlerdir. Böylelikle istenilen dönem için uygunluk değerinin ulaştığı en iyi değer alınarak yatırım portföyünün seçilmesi sağlanmıştır.

Bu bölümde, genetik algoritmaların, işletme finansı, finansal piyasa sistemleri ve finansal ekonomi alanlarındaki uygulamalarına kısaca değinilmiştir. İşletme finansı konusunda çalışmalar genelde iflas tahmini ve kredi derecelendirme konularında

yoğunlaşmıştır. Çalışmalar bu konularda, GA'ların kullanımının geleneksel yöntemlere göre daha iyi sonuçlar verebildiğini belirtmiştir. Finansal piyasa sistemleri ve finansal ekonomi ile ilgili çalışmalar, döviz kuru üzerine, Hisse senedi piyasaları ve portföy seçimi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalardan hisse senedi piyasaları üzerine olan çalışmalar, bu tez çalışmasına benzer, tahmin edilebilirlik üzerine uygulamalardır. Bu çalışmalar, genetik algoritmaların piyasalarda tahmin üzerine kullanılabilmesi ve geleneksel yöntemlere göre fark yaratacağı sonucunu belirtmişlerdir.

Yurtdışında finans alanında kullanılan ve kullanımı hızla artmakta olan yapay zeka teknikleri içerisinde yapay sinir ağları ve genetik algoritmaların ülkemiz finans alanındaki kullanımları oldukça kısıtlıdır ve henüz yaygınlaşmaya başlamamıştır. Takip eden bölümde İMKB Ulusal 100 endeksi üzerinden yapay sinir ağları ve genetik algoritmalar yöntemlerini kullanan çalışmalara yer verilecektir.

2.3. Türkiye’de Yapay Zeka’nın Finansal Piyasalarda Uygulamalarına Örnekler

Birçok ülke piyasası için yapılan, yapay zeka yöntemlerini kullanılarak finansal serilerin tahmin edilmesi çalışması Türkiye piyasaları için de denenmeye başlanmıştır. Türkiye’de mühendislik alanında uygulamaları giderek yaygınlaşan yapay zeka yöntemlerinin, finansal uygulamalarının henüz başında olduğu görülmektedir. Aşağıda yapay zeka yöntemleri içerisinde yer alan yapay sinir ağları ve evrimsel algoritmalarla (evrimsel algoritmalar içerisinde de özellikle genetik algoritmalarla) sermaye piyasasında tahmin edilebilirlik çalışmalarına, dolayısıyla piyasa etkinliğini inceleyen çalışmalara yer verilmiştir.

Şenel vd. (2004) çalışmalarında neuro-genetik algoritmaları finansal varlık fiyatlarının tahmininde kullanmışlardır. Bu yöntemde genetik algoritmalar başka bir yapay zeka yöntemi olan yapay sinir ağlarının girdilerinin belirlenmesi ve tahmin sisteminin şekillenmesi için kullanılmıştır. Genetik algoritmaların, yapay sinir ağlarına girdi olarak kullanılacak faktörlerin seçiminde kullanımı oldukça yaygındır. Böylece istatistiksel yöntemlere göre daha geniş bir alandan, kullanılacak göstergelerin seçimi için genetik algoritmalarından faydalanılabilir. Bu çalışmada İMKB Ulusal 100 endeksi değerleri üzerinden logaritma getiriler ($r_t = \ln(P_t / P_{t-1})$) üzerine çalışma yapılmıştır. Çalışmada, geçmiş dönem getiriler, işlem hacminin logaritmalı değişimi, en yüksek endeks değerinin kapanış değerine göre yüzdelik farkı, en düşük endeks değerinin kapanış değerine yüzdelik

farkı ve haftanın günleri tahmin modelinde yer alması muhtemel faktörler olarak seçilmiştir. Bunlardan haftanın günleri hariç diğerleri geçmiş sekiz güne kadar faktör olarak girmektedir ve t anındaki getirinin işaretini (+ veya -) al yada sat kararı olarak tahmin etmeye çalışılmıştır. Genetik algoritmalar ile yapay sinir ağlarından oluşan karma modelin önerdiği yöntemler rassal yürüyüş ve al-tut stratejisine göre incelenen üç yıl içerisinde 2001, 2002 yıllarında başarı sağlamıştır. 2003 yılında piyasaların bir boğa pazarı olarak nitelendirildiği çalışmada al-tut stratejisi küçük bir oranda modelden fazla getiri sağlamıştır. Rassal yürüyüş modeline göre her üç yılda da model başarı göstermiştir. Sonuç olarak genetik algoritmalar ile optimize edilmiş yapay sinir ağlarının piyasada başarı sağlama potansiyelinin olduğu belirtilmiştir.

Yumlu vd. (2003; 2004) yaptıkları iki çalışmada 12 ve 14 yıllık periyotlarda yapay sinir ağları ile getirilerin sapmalarının tahmin edilebilirliği (risk tahmini) üzerine çalışmışlardır. Çalışmalarında yapay sinir ağları temelli farklı dönemler için farklı modeller geliştiren uzman karması (Mixture of Expert) yöntemini geleneksel yöntemler ve bilinen yapay sinir ağları ile karşılaştırmışlar ve daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini ileri sürmüşlerdir. Burada öne sürülen bir görüş de etkin pazar hipotezinin geçerliliğinin zorlandığıdır.

Egeli vd. (2003) çalışmalarında yine İMKB Ulusal 100 endeksi üzerinden 2001:7-2003:2 dönemi günlük verileri kullanılmıştır. Yapay sinir ağları kullanılarak endeksin gelecekteki değeri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Tahmin için kullanılan faktörler, bir önceki gün endeks değeri, bir önceki gün TL/ABD Doları kuru, gecelik faiz oranı ve haftanın günlerini belirten yapay değişkenlerdir. Yapay sinir ağları ile elde edilen 6 model 2 adet hareketli ortalama tahmin modeli ile karşılaştırılmış ve tahminlerin performansının ölçülmesi için R2 uyumluluk katsayısı ile ortalama nispi hata yüzdesi ((fgerçekleşen – ftahmin) /fgerçekleşen) kullanılmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda 6 yapay sinir ağlarıyla bulunan modeller, hareketli ortalama modellerinin üzerinde başarı sağlamıştır.

Bu sınırlı sayıda çalışmanın Türkiye piyasaları için oldukça az olduğu bir gerçektir. Bu tez çalışması ile bu eksikliğin bir ölçüde giderilmesine çalışılmaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN VERİLERİ VE YÖNTEMİ

Piyasaların birbirlerinden bağımsız heterojen adaptif ajanlardan oluştuğu görüşü son dönemde oldukça tartışılan bir konudur. Her ajan kendi yatırım stratejisi ile piyasada işlem görür. Birbirinden bağımsız heterojen ajanlar arasındaki etkileşim ile piyasanın bir denge noktasına ulaşip ulaşmayacağı ve etkinliğinin bu ajanlardan oluşan piyasalarda gerçekleşip gerçekleşmeyeceği son dönemde pek çok çalışmanın konusu olmuştur. Birbirinden bağımsız ajanlar ile piyasanın simüle edilmesi çalışmalarından daha önce bahsedilmiştir. Bu yeni bir kavram olan yapay piyasaları (artificial market) ortaya çıkarmıştır. Heterojen yatırımcıların davranışlarını modelleyen bilgisayar programları, yapay sinir ağları ve genetik algoritmalar gibi yeni evrimsel algoritmalarla piyasanın yapısını çözmeye yönelik olarak çalışılmaktadır.

Bu çalışmada, yatırımcıların teknik analize dayalı değerlendirme stratejileri uyguladığı düşünüldüğünde teknik analiz göstergelerini bir arada kullanan ve kendi özel karar stratejilerine sahip ajanların karar sistemleri ve verilerdeki fırsatları yakalama gücüne sahip bir modelin araştırılması amaçlanmıştır. Burada hemen belirtilmelidir ki genel geçer ve tüm zamanlara uygulanabilir bir modelin varlığından bahsedilmemektedir. Daha çok, bu tür bir sistemde bazı fırsatları daha önce fark eden, fiyatlardaki karmaşık ilişkileri ortaya koyan bir modelin sürekli güncellenerek elde edilebilir olduğu ve bunu uzmanların sistemi analiz etmede bir araç olarak kullanabileceği belirtilmek istenmektedir.

Teknik analiz konusuna Dow Teorisi ile birlikte ilk bölümde değinilmiştir. Bu bölümde öncelikle araştırmada kullanılan verilerden ve kullanılan teknik analiz göstergeleri ile dayandığı temellerden bahsedilecektir. Daha sonra uygulamada varsayılan yatırımcı tipi için yatırım stratejisine yer verilecektir. Varsayılan yatırımcı tipi, kısa dönemde (10 gün gibi) işlem yapan, aktif olarak hisse senedi piyasasında yer alan, teknik analiz göstergelerine dayalı karar veren yatırımcı olarak tanımlanabilir. Son kısımda ise seçilmiş teknik analiz göstergelerinin girdi olarak kullanıldığı ve genetik algoritma temelli olan Finansal Genetik Programlama (FGP) programı çalışma metodolojisi ve bu programla yapılmış çalışmalara değinilecektir.

3.1. Araştırmanın Verileri

Bu çalışmada İMKB Ulusal 100 endeksi üzerinden yatırım fırsatlarının tespiti incelenmiştir. Bu amaçla, 4 Ocak 1988 - 29 Aralık 2004 arası 17 yıllık dönemi kapsayan toplam 4227 işgününe ilişkin İMKB Ulusal 100 endeksi kapanış değerleri kullanılmıştır. Bu değerlerden 4 Ocak 1988 ve 1996 yılı sonu arası 2250 günlük veri eğitim, 1997 yılı başı ve 29 Aralık 2004 yılı arası 1977 günlük veri sınav dönemi olarak ayrılmıştır.

3.1.1. İMKB Ulusal 100 Endeksi Kapanış Değeri Tanımlayıcı İstatistikleri

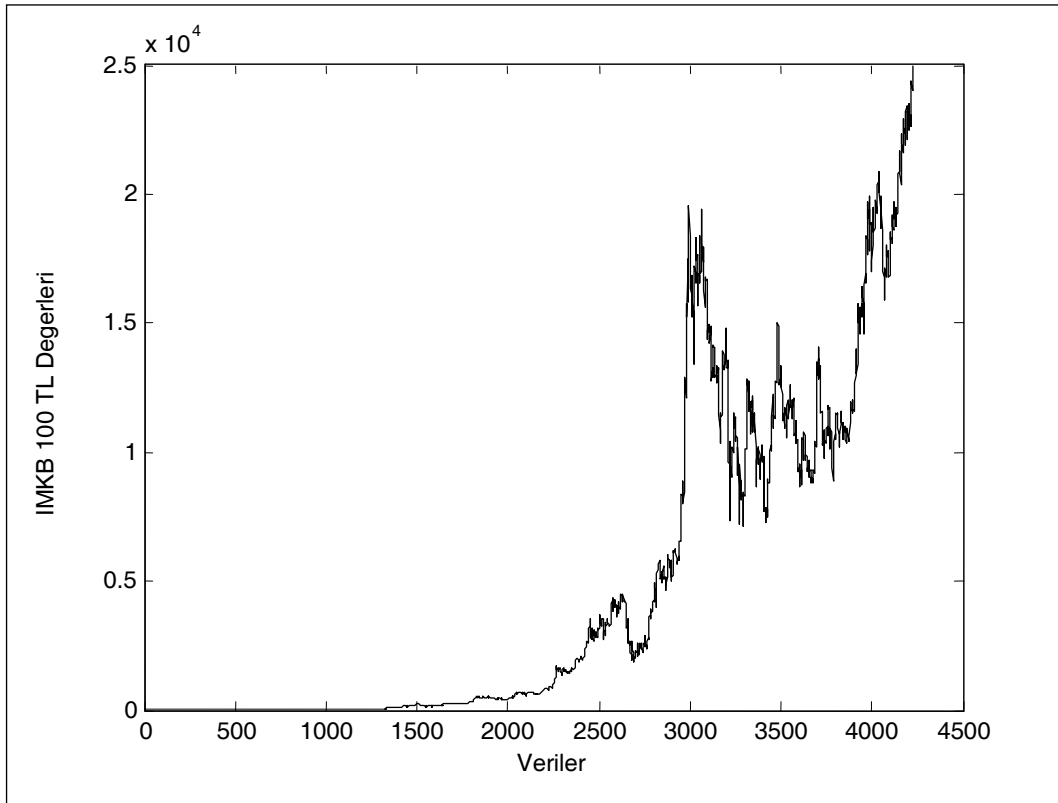
İMKB Ulusal 100 endeksinin yıllara ilişkin bazı istatistiksel verileri aşağıdaki tabloda yer almaktadır. Aynı tabloda endeksin bir yıllık değişim oranları da verilmektedir. Değişim oranlarına bakıldığında Türkiye'deki ekonomik duruma bağlı olarak çok değişken bir sermaye piyasasının varlığından söz edilebilir. 17 yıllık bu dönemde endeks toplamda 6.89 değerinden 24971.68 değerine ulaşmıştır. 1989, 1993 ve 1999 yıllarındaki aşırı artış sermaye piyasasındaki gelişmeden çok o yıllarda Türkiye'nin karşılaştığı krizlerle açıklanabilir. Bu kriz dönemleri verinin sürekliliği açısından incelemeye çıkarılmamıştır.

Tablo 3.1. 1988-2004 Yılları Arası İMKB Ulusal 100 Endeks (TL) Verilerinin Yıllık Özellikleri

Yıllar	Veri Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Yıllık Değişim
1988	253	5.29	1.30	3.62	8.58	-0.457
1989	255	9.04	5.01	3.72	22.18	4.883
1990	247	40.16	7.13	23.12	57.50	0.408
1991	247	37.14	7.05	25.18	54.34	0.403
1992	251	39.90	3.88	31.42	51.29	-0.074
1993	246	105.58	45.95	39.96	206.83	4.079
1994	253	217.98	46.82	129.81	291.45	0.251
1995	251	418.04	83.07	246.44	546.54	0.596
1996	247	684.41	125.59	387.79	975.89	1.517
1997	252	2047.34	651.70	994.87	3543.12	2.469
1998	248	3240.42	772.48	1852.28	4530.99	-0.300
1999	236	5791.95	2425.07	2408.87	15747.94	4.514
2000	246	14489.72	2600.16	7329.61	19577.27	-0.461
2001	248	10139.14	1525.60	7159.66	13782.76	0.456
2002	252	10986.95	1469.48	8627.42	14999.51	-0.263
2003	246	12270.96	2366.83	8892.65	18625.02	0.757
2004	249	19911.92	2171.27	15922.44	24971.68	0.304
TOPLAM	4227	4707.53	6311.93	3.62	24971.68	3623.34

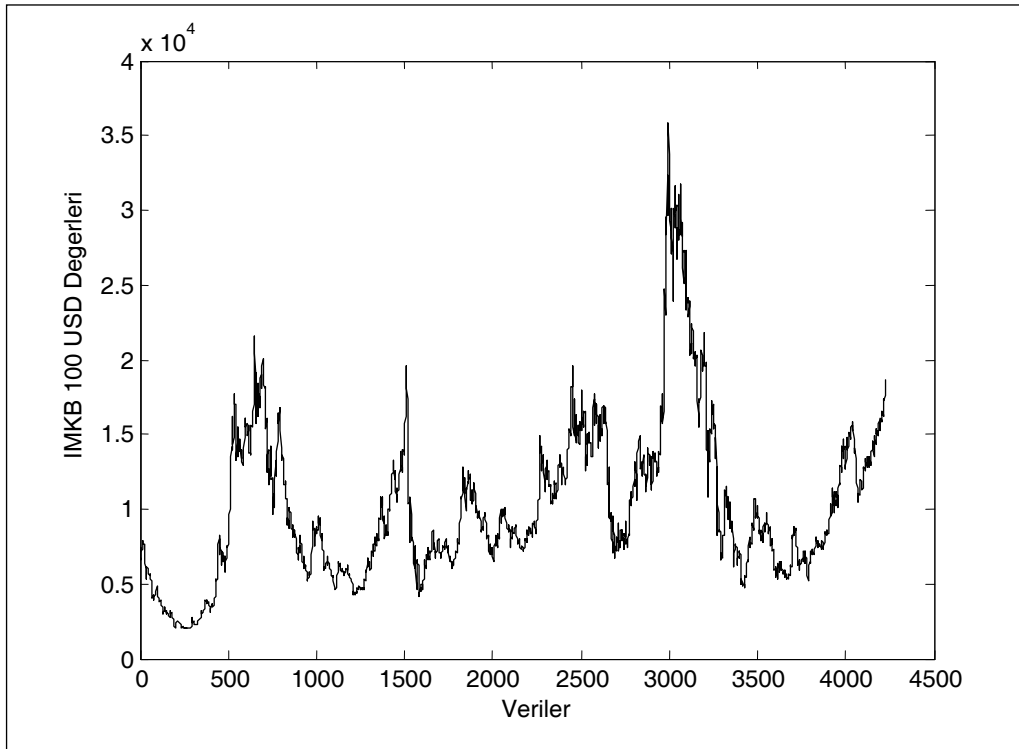
İMKB Ulusal 100 endeksi verilerinin zamana bağlı dağılımı Şekil 3.1'de görülmektedir. Şekilden 1994 sonrasında başlayan yükselişin 1996 yılından itibaren daha bir hız

kazandığı, 2000 yılındaki düşüşü takiben bir süre belirli bir seviyede seyrettikten sonra sonrasında 2003 yılında başladığı yükselişin 2004 sonuna kadar devam ettiği görülmektedir. Bu yükselişin ne kadarın enflasyonist bir yükseliş ne kadarının gerçek bir büyüme olduğunu söylemek zordur. 1994 Nisan ayındaki yüksek bir devalüasyona sebep olan krizin, 2000 yılı Kasım ayında ve 2001 Yılı Şubat ayında gerçekleşen krizlerin sermaye piyasasının seyrini olumsuz yönde etkileyen dönemler olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra 1997 Temmuz ayında Tayland'da patlak veren ve domino etkisi ile tüm dünyaya yayılan Asya Krizi, 1998 yılının başlarını da içine alan dönem boyunca Türkiye Sermaye Piyasaları'nı da olumsuz yönde etkilemiştir.



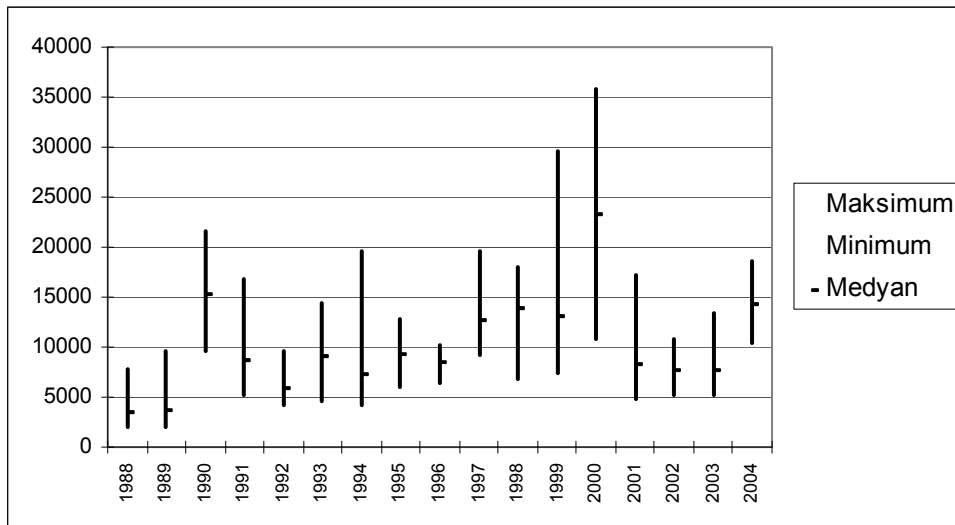
Şekil 3.1. 1988-2004 Yılları Arası İMKB Ulusal 100 Endeks (TL) Verileri

İMKB Ulusal 100 endeksi, ABD Doları döviz kuru ile dönüştürüldüğünde Şekil 3.2'deki dağılıma ulaşılmıştır. Dönüştürme işlemi için kullanılan döviz kuru oranları Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası resmi web sitesinden elde edilen günlük ortalama döviz kuru alış değerleridir.

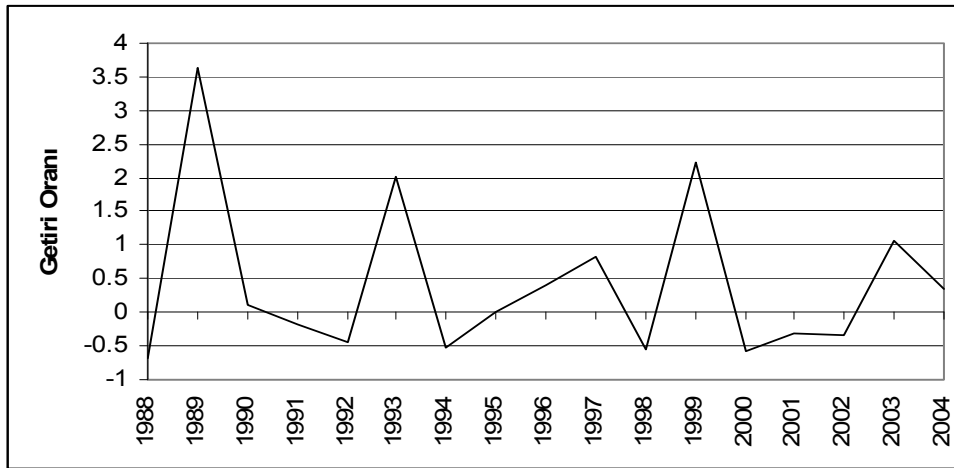


Şekil 3.2. 1988-2004 Yılları Arası İMKB Ulusal 100 Endeks (US-Dolar) Verileri

Şekil 3.3’de her bir yılda hisse senedi piyasasının değişkenliği görülmektedir. 1999 ve 2000 yılları en yüksek değerlerine ulaşırken aynı zamanda en geniş aralığa sahip dönemlerdir. 1999 yılında özellikle son dönemlerinde piyasada bir yükseliş döneminin olduğu söylenebilir. Buna karşın 2000 yılı içinde belirgin sürekli bir düşüş olduğu verilerden izlendiğinde fark edilmektedir. Bu hareketin seyri yıllık (yıl başı-yıl sonu) getiri oranından da fark edilebilecektir. Bu hareketlerin seyri Şekil 3.4’de görülmektedir.



Şekil 3.3. İMKB 100 Endeksi ABD Doları En Yüksek, En Düşük ve Medyan Değerleri



Şekil 3.4. İMKB 100 Endeksi ABD Doları Yıllık Getiri Oranı

Tablo 3.2’de ABD Doları cinsinden İMKB Ulusal 100 Endeksinin bazı istatistiksel verileri verilmiştir. 17 yıllık ortalama standart sapma değeri, Dolar bazında 5349’dur. Standart sapma özellikle 2000 yılında en yüksek değerine ulaşmıştır. Bu bölümde yıllık bazda verilerin incelenmesine karşın daha sonra belirtilecek olan işlem stratejisine göre 10 günlük dönemler temel alınmıştır. Bu yaklaşımda genel eğilimlerin strateji üzerine etkisi (kriz dönemleri hariç) etkili olmayacaktır. Buna karşın kriz dönemlerinin, çalışmada kullanılan İMKB Ulusal 100 endeksi değerlerine kısa dönemde (10 gün gibi) etkisi azımsanacak derecede olduğundan, kriz dönemlerine ait veriler örneklemden çıkarılmamıştır.

Tablo 3.2. 1988-2004 Yılları Arası İMKB Ulusal 100 Endeks (US-Dolar) Verilerinin Yıllık Özellikleri

Yıllar	Veri Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Yıllık Değişim
1988	253	3964.72	1620.43	2038.66	7838.45	-0.696
1989	255	4139.79	2049.71	1998.46	9625.15	3.629
1990	247	15394.81	2464.16	9618.14	21578.74	0.103
1991	247	9317.84	3066.02	5216.13	16806.27	-0.191
1992	251	5948.50	1245.47	4281.47	9506.62	-0.450
1993	246	9170.73	2744.17	4575.49	14305.55	2.016
1994	253	7797.06	2869.74	4163.80	19536.85	-0.528
1995	251	9168.67	1868.06	6064.86	12835.00	0.011
1996	247	8419.31	752.50	6439.73	10115.91	0.404
1997	252	13192.83	2121.17	9254.17	19566.60	0.821
1998	248	12670.21	3603.45	6751.24	18006.02	-0.539
1999	236	13392.07	3722.76	7411.13	29549.07	2.231
2000	246	23570.30	5588.37	10762.50	35840.38	-0.566
2001	248	8935.04	3094.89	4738.03	17262.98	-0.318
2002	252	7407.29	1472.68	5287.70	10702.47	-0.348
2003	246	8310.54	1921.65	5188.91	13343.28	1.064
2004	249	14024.40	1653.09	10423.49	18600.88	0.353
TOPLAM	4227	10246.04	5349.07	1998.46	35840.38	1.75

3.1.2. İMKB Ulusal 100 Endeksi Normal Dağılım ve Otokorelasyon İncelemesi

İMKB Ulusal 100 endeksi kapanış değerleri verisi üzerinden günlük getiriler hesaplandığında, rassal yürüyüşe sahip etkin bir piyasada, günlük getirilerin sıfır ortalamaya sahip Normal bir dağılım göstermesi beklenir. Aynı zamanda getiriler arasında otokorelasyonun bulunmaması da beklenmektedir. Getiri hesaplaması için çalışmanın uygulama bölümünde basit getiri hesaplaması kullanılmıştır:

$$R_t = (P_t - P_{t-n}) / P_n$$

Burada R_t , t anındaki n günlük getiri; P_t , t anı Ulusal 100 endeksi kapanış fiyatını; n ise alım ile satım arasındaki gün sayısını vermektedir. Çalışmada kullanılan yatırımcı stratejisi açısından alım ve satım günleri arasındaki sürenin belirsizliğinden dolayı basit getiri hesabı daha uygun düşmektedir. Buna karşın etkinlik temelli çalışmalarda genellikle, kısa süre ve küçük değerler için fiyatların logaritmalarının farkı da yaygın olarak getiri göstergesi şeklinde kullanılmıştır. Bunun matematiksel ifadesi yukarıdaki simgelerle şu şekilde olacaktır.

$$R_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-n}) = \ln(P_t / P_{t-n})$$

Burada “ln” fonksiyonu, değerlerin doğal logaritmasıdır. Bir günlük getiriler hesabında n=1 olacaktır. Veriler seri halinde düşünülmüş ve işlemin olmadığı günlerin öncesi ve sonrası birbirini takip eden günler olarak düşünülmüştür.

Doğal logaritma üzerine dayanan getirilerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 3.3’de verilmiştir. Tabloda ortalama, minimum, maksimum ve standart sapma değerlerinin yanı sıra dağılımlarının normal dağılıma uygunluğunun test edildiği bazı istatistikler de verilmiştir. Tablodaki değerler SPSS ve EViews istatistiksel paket programı kullanılarak hesaplanmıştır.

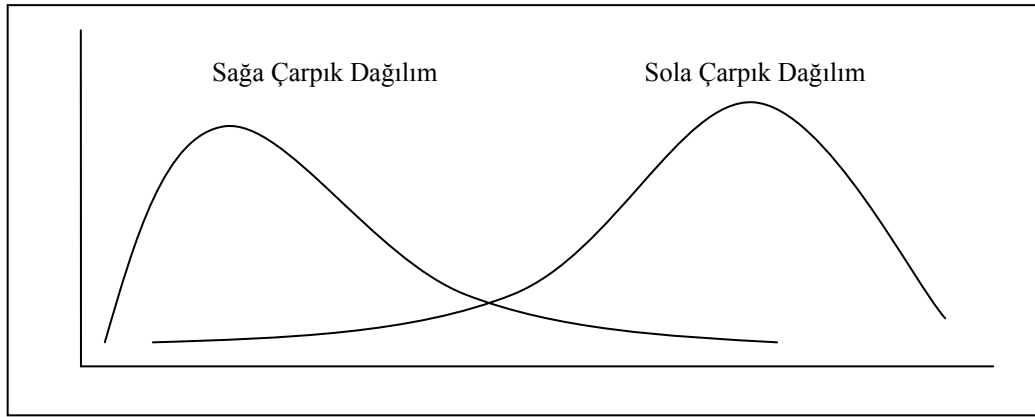
Tablo 3.3. Getirilerin Tanımlayıcı İstatistikleri

Yıl	Gün Say.	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Jarque- Bera		Kol.-Smir. Test	
								İstatistik	Sig.	Z _{ks}	Sig.
1988	253	-0.0884	0.0807	-0.0023	0.0244	0.1234	5.0386	44.4520	0.0000	1.3571	0.0503
1989	254	-0.0784	0.0846	0.0069	0.0293	-0.0829	3.7150	5.7007	0.0578	1.0841	0.1905
1990	247	-0.1261	0.1028	0.0016	0.0352	-0.2717	3.7513	8.8480	0.0120	0.8694	0.4363
1991	247	-0.1073	0.0982	0.0012	0.0349	0.4070	3.8757	14.7100	0.0006	1.2477	0.0889
1992	251	-0.1007	0.0880	-0.0003	0.0225	-0.0606	5.5177	66.4445	0.0000	0.8394	0.4816
1993	246	-0.1104	0.0996	0.0067	0.0264	-0.0817	4.3528	19.0305	0.0000	0.5483	0.9245
1994	253	-0.1110	0.0851	0.0011	0.0367	-0.2007	3.2166	2.1936	0.3340	1.0408	0.2288
1995	251	-0.0955	0.0819	0.0015	0.0259	-0.5740	4.3551	32.9887	0.0000	0.7372	0.6488
1996	247	-0.0485	0.0951	0.0036	0.0207	0.6030	4.4932	37.9140	0.0000	0.8306	0.4952
1997	252	-0.1186	0.1227	0.0050	0.0300	-0.3041	5.9640	96.1304	0.0000	1.2016	0.1114
1998	248	-0.1617	0.1564	-0.0011	0.0407	-0.2447	5.1147	48.6870	0.0000	1.2210	0.1014
1999	236	-0.1096	0.1186	0.0075	0.0336	0.1201	4.1497	13.5651	0.0011	0.8273	0.5004
2000	246	-0.1037	0.1777	-0.0019	0.0378	0.8898	6.7004	172.8169	0.0000	1.1499	0.1420
2001	248	-0.1998	0.1269	0.0015	0.0393	-0.5261	6.4561	134.8700	0.0000	1.1920	0.1166
2002	252	-0.0738	0.1179	-0.0011	0.0276	0.5817	4.5623	39.8385	0.0000	0.7250	0.6693
2003	246	-0.1334	0.1096	0.0024	0.0256	-0.5091	9.1235	394.9733	0.0000	1.3499	0.0523
2004	249	-0.0458	0.0570	0.0012	0.0177	-0.0852	3.1698	0.6005	0.7406	0.7442	0.6369
Tüm Yıllar	4227	-0.1998	0.1777	0.0019	0.0307	-0.0443	5.7960	1378.234	0.0000	3.4526	0.0000

* İstatistiksel olarak normal dağılım göstergesi olanlar koyu ve italik olarak belirtilmiştir

Tablo 3.3’de görüldüğü gibi tüm yılların ortalaması hariç tüm ortalamalar oldukça küçük değerlere sahiptir. Ortalamaların sıfıra yakın olması, beklenen piyasa etkinliği görüşü ile uyumludur. Tüm yıllar ortalamasının yüksekliği normaldir çünkü belirli bir büyümenin 17 yıl içinde gerçekleşmesi beklenir. Bu ortalamalara ve standart sapmalara bağlı olarak belirli normallik testleri yapılmıştır.

Normal dağılıma uygunluk testlerinden biri olan çarpıklık, bir dağılımın ortalama değer çizgisine göre simetrisini araştırmaktadır. Eğer büyük değerlerin dağılımı sağ tarafa yayılmış ise sağa çarpıklık, tam tersi durumda ise sola çarpıklıktan söz edilmektedir. Normal dağılımda ortalama çizgisine göre tam bir simetri vardır. Bu sebeple bir veri kümesinin dağılımının çarpıklığı normallikten sapmanın bir göstergesidir. Çarpık dağılımın örnekleri Şekil 3.5’de verilmiştir.



Şekil 3.5. Dağılımlarda Çarpıklık Örneği (Kaynak: Gürsakal, 1997, s. 136)

Çarpıklık değeri için hesaplama şu şekilde olmaktadır (Marques De Sa, 2003, s.51):

$$\theta_1 = \frac{E[(x - \mu)^3]}{(\text{Var}[x])^{3/2}}$$

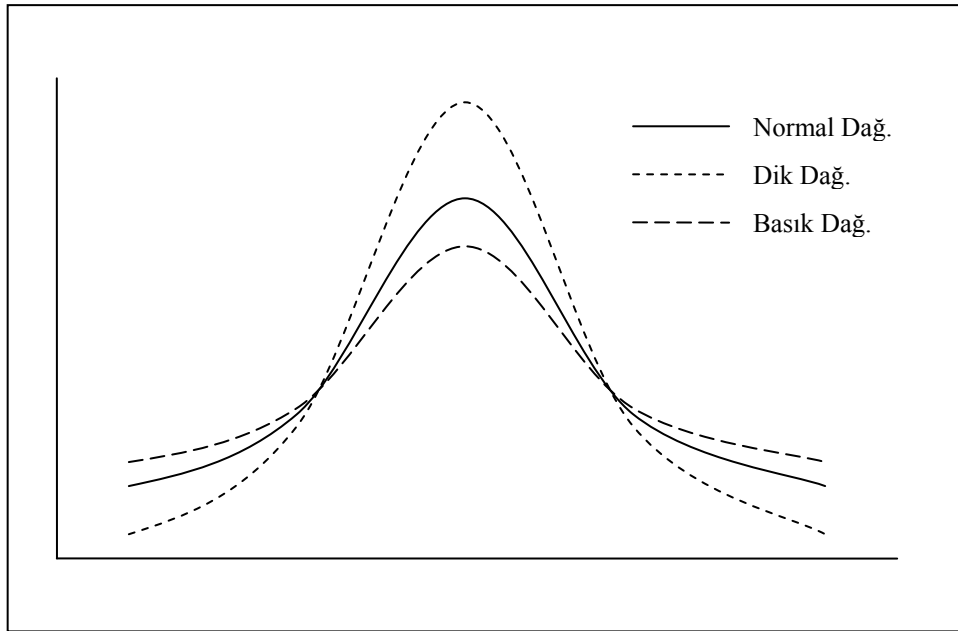
Bu şekilde hesaplanan çarpıklık değerinin normal dağılım özelliği göstermesi için 0 değeri civarında olması beklenir. Pozitif çarpıklık değeri sağa çarpık, negatif bir çarpıklık değeri ise sola çarpık bir dağılımın göstergesidir. Eviews paket programı ile hesaplanan çarpıklık değerleri Tablo 3.3'te verilmiştir.

Normal dağılıma uygunluk göstergelerinden bir diğeri ise dağılımın ne kadar basık ya da dik olduğunu inceleyen basıklık incelemesidir. Bu dağılımda kuyruğun kalınlığı incelenmektedir. Şekil 3.6'da normal dağılıma göre basık ya da dik dağılım örnekleri verilmiştir.

Basıklı değeri ise şu şekilde hesaplanmaktadır (Marques De Sa, 2003, s.52):

$$\theta_2 = \frac{E[(x - \mu)^4]}{(\text{Var}[x])^2}$$

Bu formülle elde edilen basıklık değeri normal dağılım için 3 olması beklenir. Bunun yanı sıra θ_2-3 değeri alınarak 0 civarında inceleme yapılması da yaygın olarak kullanılmaktadır. İstatistik değerlerinin 3 ten küçük olması dik, 3'ten büyük olması ise basık bir dağılımın göstergesidir. Değerlerin hepsinin 3'ten büyük olması ise getirilerin ortalamaya göre normal dağılımdan daha fazla oranda yayıldığını göstermektedir. Eviews paket programı ile elde edilen basıklık değerleri Tablo 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.6. Dağılımlarda Basıklık Örneği (Kaynak: Gürsagal, 1997, s. 137)

Çarpıklık ve basıklık katsayılarını bir arada inceleyerek verilerde normal dağılım özelliğini araştıran formül Jarque-Bera formülüdür. Bu formül şu şekilde ifade edilmektedir (Greene, 1997, s.309):

$$JB = n \left[\frac{\theta_1^2}{6} + \frac{(\theta_2 - 3)^2}{24} \right]$$

n burada örneklem sayısı olmak üzere Jarque- Bera değerinin $\chi^2[2]$ (2 serbestlik derecesinde ki-kare dağılımı) gösterdiği belirtilmektedir. Bu değer %5 anlamlılık seviyesinden daha düşük bir değere sahip olması durumunda verilerin normal dağılım özelliği göstermediği söylenebilir (Greene, 1997, s.309).

Tablo 3.3'te Eviews paket programı ile elde edilen Jarque-Bera istatistik değerleri ve olasılık değerleri verilmiştir. Olasılık değerlerinin %95'ten büyük olması durumunda verinin normal dağılım özelliği gösterdiği söylenebilir. Buna karşın tabloda görüldüğü üzere hiçbir yılda bu seviyede bir olasılık değeri elde edilmemiş, normal dağılım özelliği bulunamamıştır.

Bir değişkenin, bilinen dağılım türlerine benzerlik gösterip göstermediği, belirli bir ortalama ve sapma özelliğinin bulunup bulunmadığını test etmek için kullanılacak yöntemlerden biri Kolmogorov –Smirnov testidir (Churchill, 1999, s726). Tabloda yer alan Kolmogorov –Smirnov testinde ise normal dağılımdan sapma incelenmiştir. Değerlerin normal dağılımdan sapma göstergesi üzerine kurulan bu testte anlamlı görünen değerler

normal bir dağılımın reddedilebileceğine işaret eder (Marques De Sa, 2003, s.152). Bu test açısından bakıldığında 1988 ve 2003 yılları dışında getirilerin normal dağılım gösterdiği söylenir.

Etkin bir piyasada hisse senetleri fiyat serilerinin rassal yürüyüş takip ettiği görüşünden daha önce bahsetmiştik. Burada, İMKB Ulusal 100 endeksi 1988-2004 yılları kapanış değerleri bazı rassal yürüyüş testleriyle incelenecektir. Bu testlerden ilki Augmented Dickey – Fuller (ADF) testidir. ADF testi ile birim kökün varlığı test edilmektedir. Bunun için aşağıdaki regresyon formülündeki katsayılar incelenmektedir (Buguk ve Brorsen, 2003):

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \beta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

Burada Y değerleri fiyatların doğal logaritması ve Δ ise bir günlük farkı ifade etmektedir. α ve β katsayıları, ε_t ise hata terimini ifade etmektedir. Bu durumda ΔY_t , t anındaki bir günlük logaritmik getiriyi ifade edecektir. Bu regresyon formülünde β değerinin sıfırdan farklı bir değer olması, birim kökün varlığının göstergesidir. Regresyon formülü sıradan en küçük kareler yöntemiyle belirlendiğinde, katsayıların anlamlılıkları için t değerlerine bakılır. Eğer β değeri anlamlı derecede sıfırdan farklı çıkarsa, birim kökün varlığı ve dolayısıyla fiyat serilerinde bir doğrusal trendin varlığından söz edilir. Bu çalışmada k=5 olarak alınarak 5 günlük geriye doğru bağıntı incelenmiştir (Buguk ve Brorsen, 2003).

Tablo 3.4. Augmented Dickey –Fuller Testi Sonuçları

	Standardize edilmemiş katsayılar		Standardize katsayılar	t değeri	anlamlılık
	β	Std. Hata	β		
Sabit	0.002	0.001		1.577	0.115
Y_{t-1}	0.000	0.000	-0.002	-0.160	0.873
ΔY_{t-1}	0.113	0.015	0.113	7.363	0.000
ΔY_{t-2}	0.003	0.015	0.003	0.207	0.836
ΔY_{t-3}	-0.017	0.015	-0.017	-1.115	0.265
ΔY_{t-4}	0.038	0.015	0.038	2.481	0.013
ΔY_{t-5}	-0.015	0.015	-0.015	-0.975	0.330

Bağımlı Değişken : ΔY_t

Tablo 3.4'teki değerler sıradan en küçük karelere dayalı regresyon analizi ile SPSS istatistik paket programı kullanılarak elde edilmiştir. Burada görüleceği gibi sadece bir gün öncesi ve 4 gün öncesi logaritmik getiriler anlamlı katsayılarla sahiptirler. Dickey -Fuller

testinde Y_{t-1} değişkeninin katsayısının anlamlılığını karşılaştırmak için t değerleri Dickey Fuller'in belirlediği tablodaki kritik değerlerle karşılaştırmak gerekir. Eğer t değeri tablo değerinden büyükse rassal yürüyüşün varlığı görüşü reddedilecektir. Bu tabloda, 500'den büyük örneklem için kritik değer 6.25'tir (Taş ve Dursunoğlu, 2005). Y_{t-1} değişkeni katsayısının t değerinin (-0.160), bu değerden küçük olması sebebiyle Y_{t-1} logaritmik fiyatların rassal yürüyüş özelliği gösterdiği söylenebilir.

Rassal yürüyüş özelliklerinin test edilmesinde bir başka yöntem ise ardışık getirilerin pozitif veya negatif değer serileri oluşturup oluşturmadığına bakılmasıdır. Bu hareketin istatistiksel olarak test edilmesinde yaygın olarak kullanılan, parametrik olmayan bir test olan Runs testidir. Çok fazla ya da çok az sayıda aynı yönlü getiri serileri, otokoraleşyonun göstergesidir. Aynı işarete sahip getirilerin oluşturduğu serilerin sayısının normal dağılım göstermesi beklenir. Bu sayıların normalize edilmesi durumunda sıfır değerinde bir Z beklenir. Buna karşın pozitif bir Z çok fazla seri olduğu anlamına gelirken negatif bir Z değeri ise az sayıda seri olduğu anlamına gelmektedir ki her iki durum da değişimlerin rassal olduğu durumdaki beklenen sayıdan sapma anlamına gelecektir (Taş ve Dursunoğlu, 2005).

Tablo 3.5. RUNS Testi Sonuçları

Yıllar	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Gün Sayısı	253	255	247	247	251	246	253	251	247
RUN sayısı	99	87	105	128	102	101	116	114	126
Z değeri	-3.3500*	-4.0638*	-2.4846	0.5880	-3.0989*	-2.5169	-1.2560	-1.3878	0.3307
Anlamlılık	0.0008	0.0000	0.0130	0.5565	0.0019	0.0118	0.2091	0.1652	0.7409
Yıllar	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Gün Sayısı	252	248	236	246	248	252	246	249	
RUN sayısı	114	117	108	125	133	141	123	121	
Z değeri	-1.2337	-1.0181	-1.2059	0.2800	1.0192	1.7774	-0.0021	-0.2643	
Anlamlılık	0.2173	0.3086	0.2278	0.7794	0.3081	0.0755	0.9983	0.7915	

* 0.01 seviyesinde anlamlı Z değerleri

Tablo 3.5'da görüleceği gibi 1988, 1989 ve 1992 yıllarında anlamlı derecede düşük Z değerleri elde edilmiştir. Bu dönemlerde yetersiz sayıda, diğer bir şekilde uzun dönemli serilerin varlığından söz edilebilir. Bunun dışındaki dönemlerde ise anlamlılık değerlerinin yüksek olması yeterli sayıda serinin varlığını diğer bir deyişle rassal yürüyüş özelliğinin varlığını göstermektedir.

3.2. Araştırmada Kullanılan Teknik Analizler

Charles Dow'un 1900-1902 yılları arasında Wall Street Journal gazetesinde yayımlanan makalelerinden derlenerek ortaya çıkarılan Dow teorisi birçok araştırmaya konu olmuştur ve geçmişte oluşmuş fiyatlara ve işlem miktarlarına dayalı olarak yarını tahmin etmeye yönelik teknik analizin temelini oluşturmuştur. Teknik analiz yöntemlerinin doğrudan gelecek tahmininde bire bir başarılı olması durumu gerçekçi değildir. Böyle bir durum söz konusu olsa, teknik analize dayalı olarak bazı firmaların sürekli değer kazanıp bunlara yatırım yapanların ise kısa sürede zengin olmaları beklenir. Yine de temel değişkenler dışında sadece geçmiş fiyat ve işlem miktarına dayalı olarak gelecek tahminine dayanan teknik analizler son dönemde bilgi işleme ve bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte menkul kıymetler piyasasında vazgeçilmez tahmin yöntemlerinden biri olmuştur (Karan, 2004, s.503).

Erdoğan (2004, s.53) teknik analizin varsayımlarını şu şekilde özetlemiştir:

- Tarih tekerrürden ibarettir; yani geçmişte ortaya çıkan fiyat hareketleri benzer yeni hareketler üretir.
- Piyasada var olan bütün bilgi fiyatın içinde konsantre olmuştur ve fiyat piyasada var olan tüm bilgiyi yansıtır.
- Fiyatlar en azından belirli ve anlamlı bir süre boyunca, belirli bir trend üzerinde hareket ederler.

Teknik analizde fiyatların, geçmiş dönemde temel analize bağlı olarak gerçekleşmiş olayların ve durumun bilgisini zaten içerisinde barındırdığı düşünülmektedir. Bu bağlamda fiyatlar geçmiş dönem bilgisini yansıtmaya rağmen denge fiyatı çevresinde sapmalar yapar (Karan, 2004, s.503). Teknik analizciler fiyatların geçmiş dönem bilgisinden yararlanarak piyasada oluşan arz ya da talep değişimlerini yakalayabileceklerine inanmaktadırlar (Brock vd., 1992). Piyasada işlem yapan iki tip yatırımcıdan söz edilmektedir. Birinci tip yatırımcı hedeflerini temel analize dayalı gerçekleşmesi beklenen denge fiyatı üzerine kurar ve hisse senedini alıp hedefi gerçekleşene kadar uzun dönemli olarak elinde tutar. İkinci tip yatırımcı ise fiyatların aşırı yükselmesi ve düşmesinden yararlanarak kar sağlayan yatırımcılardır ki bunlara spekülâtörler de denmektedir. Bu tip yatırımcılar ise değerlemelerini temelde teknik analize dayalı kriterlere dayandırır. Bu tip yatırımcılar fiyatların aşırı yükselmesinde satarak, aşırı düşmesinde alım yaparak

fiyatların belirli bir dengede kalmasını sağlayan denge unsurları olarak ta düşünölmektedirler.

Teknik analizciler, hisse senedi fiyatlarının izlediği yönelimleri ve şekilleri keşfederek, bu formasyonlara dayalı olarak geleceği tahmin etmeye, daha çok senedin alım satım zamanlaması konusunda tahmin yürötmeye çalışırlar. Fiyatların izlediği yönelimlerin ve şekillerin keşfinde, basit görsel yöntemlerin yanı sıra bilimsel temeli olan istatistiksel formüller de kullanırlar (Erdinç, 2004, s.53).

Teknik analizlerin kullanımı, her birine verilen önem ve ağırlıkları yatırımcılar arasında farklılık göstermektedir (Erdinç, 2004, s.53). Yatırımcılar her bir göstergeye farklı önem vermelerinin yanı sıra bazı göstergeler için karşılaştırma kriterlerini de kendi risk seviyelerine göre değiştirebilmektedirler. Bazı yatırımcılar grafik gösterim üzerinde fiyat formasyonlarına önem verirken bazıları daha matematiksel ifadelerle sayısal sonuçlar üzerine yoğunlaşmaktadır.

Teknik analiz göstergeleri incelenirken yayınlarda, hiçbir göstergenin tam anlamı ile yüzde yüz kar fırsatlarını veremeyeceği, göstergelerin karar verirken çok yönlü incelenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Erdinç (2004) kitabında yatırımcıların teknik analiz göstergelerini inceleyerek kendi kriterlerine göre bir karar sistemi oluşturmalarını önermektedir. Bir göstergenin fark edilir biçimde başarı sağlaması durumunda piyasanın bu göstergenin başarısını yok edecek şekilde davranacağı belirtilmektedir. Bu görüş piyasada her biri birbirinden bağımsız, farklı kriterlere ve beklentilere sahip yatırımcı görüşünü desteklemektedir.

Bu çalışmada, teknik analiz yöntemlerine temsilci olarak matematiksel yöntemlerle belirli sayısal sonuçlar veren, al ya da sat sinyali olarak doğrudan değerlendirilebilen teknik analiz göstergeleri kullanılmıştır. Teknik analiz göstergeleri çok çeşitli ve karmaşık matematiksel ve istatistiksel yapılara sahip olabilir. Çalışmada bunlardan en genel olanları ve uygulamada nispeten yaygın olan beş farklı gösterge kullanılmıştır. İlk iki gösterge hareketli ortalama grubu içinde yer alırken diğerleri ayrı gösterge tipleridir. Bu gösterge tipleri çalışmada bahsedilecek olan 10 günlük işlem stratejisi temelinde 5, 10 ve 21 günlük dönemler (n) itibariyle hesaplanmıştır.

3.2.1. Hareketli Ortalama

Hareketli ortalamalar teknik analizler arasında en basit ve uygulamacılar arasında en popüler trend takibi yöntemleridir. Birçok hareketli ortalama yöntemi vardır. Basit hareketli ortalama seçilen dönemdeki fiyatların eşit ağırlıkta ortalaması alınırken eksponansiyel (Üssel) hareketli ortalama son dönem fiyatlara ortalama alınırken daha fazla ağırlık verilmesine olanak tanır. Hareketli ortalamalar ile fiyatlardaki yanlış sinyal verebilecek dalgalanmalar düzleştirilmiş olur. Bu şekilde fiyatın altında yatan genel trend hakkında bilgi edinilebilir (Katz ve McCormick, 2000, s.110).

Hareketli ortalamalar fiyatlar hakkında düzleştirilmiş bir bilgi sağlarken piyasadaki değişimin fark edilmesini de geciktirir. Bu gecikme etkisi son dönem fiyatların daha ağırlıklı olarak hesaplamaya katılması ile değişimlere daha hızlı tepki vererek azaltılmış olur. En yaygın hareketli ortalama tiplerinde Basit Hareketli Ortalama ve Eksponansiyel (Üssel) Hareketli Ortalama sayılırken, Adaptif Hareketli ortalama, daha az yaygın olanlarındandır (Katz ve McCormick, 2000, s.111). Bu çalışmada Dempster ve Jones'un (2001) çalışmasında kullandığı Basit Hareketli Ortalama ve Adaptif Hareketli Ortalama kullanılmıştır.

Basit Hareketli Ortalama (Simple Moving Averages SMA): n günlük olarak geriye doğru basit aritmetik ortalamadır. n dönemde basit hareketli ortalama m ($m \geq n$) zamanı için şu şekilde hesaplanır:

$$SMA(m, n) := \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} C_{m-i}$$

Burada c_i uygulamamızda İMKB Ulusal 100 endeksi gün sonu kapanış değeridir.

Hareketli ortalamalarda karar kriteri olarak basit bir ilişki kullanılır. Bir dönem hareketli ortalama değeri gerçekleşen fiyatlarla ya da daha farklı dönemlik hareketli ortalama değeri ile karşılaştırılır. Basit hareketli ortalamanın kullanım şekillerinden biri, teknik analizciler açısından kısa dönemli hareketli ortalama uzun dönemli hareketli ortalamayı yukarı yönlü keserse al sinyali, tersi durumda sat sinyali anlamına gelmektedir (Dempster ve Jones, 2001; Katz ve McCormick, 2000, s.113).

Hareketli ortalamaların birbirini kesmesi üzerine yapılan analizde kısa dönemli hareketli ortalamanın eğilim değişmelerine göre daha duyarlı olmasını temel alarak uzun dönemli hareketli ortalamayı kestiği noktada eğilimdeki değişimin doğrulandığı ve bu eğilimin bir

süre daha devam edeceği düşünülmektedir. Buna karşın bu sinyalin geldiği anda zaten eğilim başlamış olacaktır çünkü hareketli ortalamanın hesaplamasından, eğilim değişimleri belli bir gecikme ile fark edilebilmektedir. Sinyal geldiğinde eğilim ömrünü tamamlamış ve ters yöne doğru dönmüş olma ihtimali yöntemin zayıf yanıdır. Piyasada hızlı tepki veren yatırımcılar için bu gecikme yöntemi kullanışsız kılmaktadır (Katz ve McCormick, 2000, s.113).

Çalışmada basit hareketli ortalama kısa ve uzun dönem karşılaştırması olarak kullanılmıştır. 5,10 ve 21 günlük hareketli ortalamalar 5-10, 10-21, 5-21 şeklinde üç kombinasyonda karşılaştırmalara tabi tutulmuştur. Veri seti oluşturulurken kısa dönemli hareketli ortalamanın uzun dönemli hareketli ortalamaya göre yüksek seyrettiği her gün al sinyali olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın yöntemindeki kısıtlamalardan dolayı sat kararları göstergelerden bağımsız olarak belirli seviyedeki getirinin sağlanmasına ya da 10 günlük dönemin bitmesine bağlanmıştır. İşlem stratejisi çalışmada başka bir yerde açıklanmıştır.

Adaptif Hareketli Ortalama (Adaptive Moving Averages AMA): Adaptif hareketli ortalama şu şekilde tanımlanmıştır:

$$AMA(k, m) := \alpha_{k,m} c_m + (1 - \alpha_{k,m}) AMA(k, m - 1),$$

Burada

$$\alpha_{k,m} := \frac{|c_m - c_{m-k-1}|}{\sum_{i=m-k}^m |c_i - c_{i-1}|}$$

Basit hareketli ortalama ile analize gidildiğinde ortaya çıkan yeni bir trendin yakalanması hedef alınmıştı. Buna karşın AMA ile kısa dönem geçmişine karşın pozisyonu hedef almaktadır. AMA ile çalışırken piyasanın koşullarına göre kısa ya da uzun dönem alınabilir (Dempster ve Jones, 2001). AMA ile fiyatların belli bir aralıkta seyri esnasında bir pozisyon almadan ancak belirgin bir sıra dışı durum söz konusu olduğunda pozisyon almak stratejisi sağlanmaktadır. AMA ile bir yargıya varabilmek için yerel en yüksekleri (lh_i) ve yerel en düşükleri (ll_i) tanımlamak gerekir:

$$lh_i := AMA(k, i) \quad \text{Eğer } AMA(k, i) > AMA(k, i-1)$$

$$lh_i := lh_{i-1} \quad \text{Eğer Değilse:}$$

$$ll_i := AMA(k, i) \quad \text{Eğer } AMA(k, i) < AMA(k, i-1)$$

$$ll_i := ll_{i-1} \quad \text{Eğer Değilse.}$$

Eğer AMA değeri kendisine karşılık gelen lh değerinden belli bir değer üzerinde ise piyasada bir al sinyalinin varlığından söz edilebilir. Çalışmada belirlenen lh üstü değer, kısa dönemli standart sapmadır (Dempster ve Jones,2001).

3.2.2. Fiyat Kanal Kırılması (Price Channel Breakout- PCB)

Teknik analizciler, yatırımcıların fiyatların tepe noktasında satış yapmayı istediklerini düşünmektedirler. Bu satış baskısı fiyatların bir önceki tepe noktasını aşması konusunda bir direnç oluşturur. Buna karşın fiyatlar bir önceki tepe noktasını aşarsa oluşan direnci kırılmış olur. Bu durumda yatırımcılar açısından yerel maksimumun oluşturduğu direnç noktasının kırılması bir al sinyali olarak değerlendirilir. Tersini durumda ise yerel minimumun oluşturduğu alt direnç noktasının aşılması da – fiyatların bu seviyenin altına düşmesi – bir sat sinyali olarak değerlendirilir. Bunun altında yatan düşünce ise yerel minimum değerinin oluşturduğu destek noktasının kırılmasının düşüş yöneliminin habercisi olduğudur (Brock vd., 1992). n dönemlik işlem aralığında m ($m > n$) zamanında üst ($U(m,n)$) ve alt ($L(m,n)$) limitleri şu şekilde tanımlanmıştır (Dempster ve Jones, 2001):

$$U(m,n) := \max (c_{m-1}, c_{m-2}, \dots, c_{m-n})$$

$$L(m,n) := \min (c_{m-1}, c_{m-2}, \dots, c_{m-n})$$

Burada c_i kapanış fiyatlarını temsil etmektedir. Piyasa için al kararı basit bir şekilde değerlendirilmekte bu da $c_i > U(m,n)$ olduğu durumda piyasada al sinyalinin olduğu söylenmektedir (Dempster ve Jones,2001).

3.2.3. Stokastik

Bir senedin kapanış fiyatının belirlenen bir dönem içerisindeki fiyat aralığı ile karşılaştırılması temeline dayanan bir göstergedir. Bir hisse senedi kapanış fiyatının son dönemdeki fiyat seviyesine yakın seyretmesi beklenir. Eğer fiyat yükseliyorsa, hisse senedinin son fiyatı seçilen dönemdeki en yüksek fiyata gitme eğilimi gösterecektir ya da tersi durumda en düşük fiyata gitme eğilimi gösterecektir (Karan, 2004). m ($m > n$) için n dönem stokastik değer $K(m,n)$ şu şekilde tanımlanmaktadır (Dempster ve Jones, 2001):

$$K(m, n) := \frac{c_m - Low(m, n)}{High(m, n) - Low(m, n)}$$

Burada

$$\text{High}(m,n) = \max (c_{m-1}, c_{m-2}, \dots, c_{m-n})$$

$$\text{Low}(m,n) := \min (c_{m-1}, c_{m-2}, \dots, c_{m-n})$$

olmakta ve c_i kapanış fiyatlarını göstermektedir. Stokastiğin ($K(m,n)$) analizinde üç dönemlik hareketli ortalama değeri incelenir. Bu değer in tekrar üç periyotluk hareketli ortalaması ile karşılaştırılmalı olarak sonuca varılır.

$$SK(m,n) := \sum_{i=0}^2 K(m-i,n)$$

$$SD(m,n) := \sum_{i=0}^2 SK(m-i,n)$$

Stokastik göstergesini kullanarak analiz yapmanın birçok yolu vardır ve bunların bazıları oldukça öznedir ve kolaylıkla otomasyonu mümkün değildir. Burada seçilen analiz şekliyle kural komplekslikten ve öznellikten uzaktır. Kural, $SK(m,n) > SD(m,n)$ olduğunda piyasada bir al kararı sinyalinin olduğu şeklindedir (Dempster ve Jones, 2001).

3.2.4. Göreceli Güç Endeksi (Relative Strength Index RSI)

Göreceli güç endeksi senedin iç gücünü, geçmişte düştüğü günlerle geçmişte yükseldiği günleri karşılaştırarak ölçen bir göstergedir. Fiyattaki değişimlerin bu gösterge tarafından desteklenmesi, aksi durumda fiyatların yönünün değişeceği beklenir (Erdoğan, 2004; Karan, 2004). Osilatör grubu içerisinde yer alan Göreceli Güç Endeksi fiyatların belli bir aralıkta döngü sağladığı üzerine kurulmuştur. Bu tür osilatörlerle, fiyat aralıklarının normalizasyonu ile uzun dönemli eğilimlerden ya da fiyat seviyelerinden arındırmak amaçlanmaktadır. Göreceli güç endeksi ile aşağı ya da yukarı hareketler 0-1 aralığına indirgenerek karar göstergesi elde edilmektedir (Katz ve McCormick, 2000, s.133-136). m zamanındaki n dönemlik RSI değeri şu şekilde tanımlanmaktadır (Dempster ve Jones, 2001):

$$RSI(m,n) := \frac{RS(m,n)}{1 + RS(m,n)}$$

$$RS(m,n) := \frac{EG(m,n)}{EL(m,n)}$$

EG ortalama yukarı hareketken EL ise ortalama aşağı hareketi vermektedir. Burada $EG(m,n)$ ve $EL(m,n)$ kazanç ve kayıpların ağırlıklı ortalaması şeklindedir:

$$EG(m, n) := \frac{\max(C_m - C_{m-1}, 0) + (n-1)EG(m-1, n)}{n}$$

$$EL(m, n) := \frac{\max(C_{m-1} - C_m, 0) + (n-1)EL(m-1, n)}{n}$$

burada ilk $n+1$. zaman için $EG(n+1,n)$ ve $EL(n+1,n)$ değeri c_i kapanış fiyatları olmak üzere şöyle hesaplanır:

$$EG(n+1, n) := \frac{1}{n} \sum_{i=2}^{n+1} \max(C_i - C_{i-1}, 0)$$

$$EL(n+1, n) := \frac{1}{n} \sum_{i=2}^{n+1} \max(C_{i-1} - C_i, 0)$$

RSI kullanımında piyasada oluşan aşırı alım ya da satım durumunu ortaya çıkarmaya yönelik bir amaç içermektedir. Daha önceki göstergeler gibi bir göstergenin yorumlanmasında birden fazla yöntem olabilir. Burada çalışmada ele alınan yöntemin dayandığı temel ise RSI değerinin 0,7'den büyük olması durumunda piyasada aşırı satışın, 0,30 değerinden düşük olması durumunda ise aşırı alımın varlığıdır. Bu durumda RSI 0,30 değerinden düşük olduğu durumda aşırı satım durumunda piyasada bir al sinyalinin varlığından söz edilebilir (Erdoğan, 2004; Karan, 2004; Dempster ve Jones, 2001).

1988-2004 yılları arası İMKB Ulusal 100 endeksi kapanış fiyatlarının içeren 4227 adetlik verinin yukarıda anlatılan 5 farklı teknik analiz göstergesiyle (her bir teknik analiz göstergesi 3 dönemlik periyotlarla alınmıştır ve böylece 15 çeşit gösterge kullanılmıştır), bir fırsatın varlığı durumuna ilişkin sinyal veren bir veri sistemine dönüştürülmesi amacıyla yeni bir veri kümesi oluşturulmuştur. Bu veri kümesi sadece 0 ve 1'lerden oluşmaktadır; "0" önerinin olmadığı durumu, "1" al kararının olduğu durumu göstermektedir. Burada önerinin olmadığı durum elde tutma ve sat sinyallerini içermektedir. Bu sebeple piyasada işlem yapılırken al sinyaline göre alım yapılacak ancak satım deterministik koşullarla gerçekleşecektir. Bu türde bir sadeleştirmenin sebebi bu verinin ileride FGP programı ile kullanılabilmesi için 0-1 şeklinde ikili sistemde ifade edilmesi gereğinden kaynaklanmaktadır.

3.3. Uygulamada Varsayılan Yatırımcı Tipi ve İşlem Stratejisi

Yatırımcılar uzun dönemli al ve tut yatırımcılar ve kısa dönemli al-sat yatırımcıları olarak sınıflandırılabilir. Uzun dönemli yatırımcılar piyasadaki kısa dönem değişimlerle ilgilenmezler. Daha çok uzun dönemde piyasanın yönelimine bakarak varlıklarını maksimize etmeye çalışırlar. Bu tür yatırımcılar piyasada uzun dönemde yer alırlar ve kısa dönem karlarla ilgilenmezler. Bu yatırımcılar piyasanın etkin olduğuna inanarak risklerini çeşitlendirerek piyasanın getirisi oranında getiri beklentisine sahiptirler (Karan, 2004, s.533).

Kısa dönem yatırımcılar ise etkinlik kavramına inanmadan, heterojen yatırımcı varsayımı altında, daha başarılı bir yatırım strateji ile piyasanın üzerinde getiri fırsatlarını yakalayacağına inanır. Piyasada etkin olarak rol alır ve kısa süreli alım ve satım işlemleri gerçekleştirir (Karan, 2004, s.534). Bu çalışmaya konu olan yatırım stratejisi kısa dönem yatırımcı tipine uygun düşmektedir.

Kısa dönem yatırımcılar için kar fırsatlarına göre bir yatırım aracından diğer bir yatırım aracına kısa dönemde kayışlar söz konusudur. Hisse senedi piyasasında bazı kısa dönem yatırımcıların bazı kar fırsatlarının varlığında pozisyon alıp diğer zamanlarda risksiz yatırım araçlarına yönelmelerinin olduğu söylenebilir. Bu tür yatırımcıların hisse senedi piyasasındaki kar fırsatlarını belli bir seviyenin üstünde yakalamaları piyasada tahmin edilebilirlik kavramını ve dolayısıyla etkinlik kavramının sorgulanmasını getirecektir. Yeni doğrusal olmayan modeller ile piyasada genel geçer çoğu teknik analize dayalı yatırım yöntemlerinden daha başarılı sonuçların elde edilip edilmeyeceği bu çalışmada incelenen konudur.

Kısa dönemli yatırım stratejisi izleyen bir yatırımcının piyasada belli bir sistematiğe yatırım kararı (bir “al” kararı) oluşturduğunu fakat deterministik şekilde piyasadaki çıktığını varsayalım. Bir al kararı sonrası yatırımcı, alımı takip eden 10 işgünü (iki hafta) içerisinde o ayın tefe değerinin aylık değişim oranının ($\Delta TEF E$) yarısından (bir ayın ortalama 20 işgünü varsayıldığında 10 gün, yarım aylık bir zamana denk düşmektedir) 0.04 oranında daha fazla getiri fırsatını yakaladığı ilk günde satmaktadır. Eğer bu koşulda bir yükseliş olmazsa 10. gün fiyatından satmaktadır. Bu şekilde bir “al” kararı sonrasında yatırımcı en fazla 10 işgünü piyasada pozisyon almaktadır. Tabii ki takip eden zamanda “al” önerisi varsa yine satın almaktadır. Burada sistemin basitleştirilmesi için 10. günde

satış durumu söz konusu ise ve o gün için “al” kararı varsa yatırımcının yine de satın tekrar aldığı varsayılmıştır. Bu stratejinin zayıf yanı, yatırımcının istenen koşulları sağladığı ilk günde satış yapması ve yükseliş trendinde olan bir durum için daha sonraki yükselişleri (daha yüksek bir fiyattan satma ihtimalini) kaçırmasıdır. Fakat sistemde fiyatların tepe noktasının kestirimi olmayacağından bu ihtimal göz ardı edilmektedir. Yatırımcının stratejisini bir örnekle açıklamak için aşağıdaki tablodaki gibi bir fiyat serisi düşünelim. Eğer $t = 0$ anında bir “al” önerisi (1 değeri) varsa yatırımcı alacaktır ve fiyatları her gün takip edecektir. Tabloda görüldüğü gibi 3. günde karşılaştırma değeri olan $\Delta TEFE/2 + 0,04$ ($= 0,056$) değerinden büyük olma kriteri $t = 3$ gününde sağlanmaktadır. Bu durumda yatırımcı 3. günde satacak ve 0,065 oranında bir getiri elde etmiş olacaktır. Buna karşın $t = 6$ gününde “al” kararına uyup satın alacak fakat takip eden 10 günde kriteri uyan bir değere rastlamayacağı için $t = 16$ gününde -0,004 getiriyle (zararla) satış yapacaktır. Bu arada piyasada alım durumunda olduğu için $t = 13$ günündeki “al” kararını gerçekleştiremeyecektir ve 0,062 oranında bir getiri fırsatını kaçırmış olacaktır.

Tablo 3.6. Örnek Veri Kümesi

t	İMKB 100	TEFE	TEFE/2+0.04	Öneri	İMKB100 n günlük getiri									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1221	0.032	0.056	1	0.032	0.052	0.065	0.085	0.163	0.171	0.163	0.155	0.163	0.151
1	1260	0.032	0.056	0	0.020	0.032	0.052	0.131	0.135	0.127	0.119	0.127	0.115	0.103
2	1285	0.032	0.056	0	0.012	0.031	0.109	0.113	0.105	0.097	0.105	0.093	0.082	0.096
3	1300	0.032	0.056	0	0.019	0.096	0.100	0.092	0.085	0.092	0.081	0.069	0.083	0.088
5	1325	0.032	0.056	0	0.075	0.079	0.072	0.064	0.072	0.060	0.049	0.063	0.068	0.075
6	1425	0.032	0.056	1	0.004	-0.004	-0.011	-0.004	-0.014	-0.025	-0.012	-0.007	0.000	-0.004
7	1430	0.032	0.056	0	-0.007	-0.014	-0.007	-0.017	-0.028	-0.015	-0.010	-0.003	-0.007	-0.014
8	1420	0.032	0.056	0	-0.007	0.000	-0.011	-0.021	-0.008	-0.004	0.004	0.000	-0.007	0.014
9	1410	0.032	0.056	0	0.007	-0.004	-0.014	-0.001	0.004	0.011	0.007	0.000	0.021	0.043
10	1420	0.032	0.056	0	-0.011	-0.021	-0.008	-0.004	0.004	0.000	-0.007	0.014	0.035	0.042
11	1405	0.032	0.056	0	-0.011	0.002	0.007	0.014	0.011	0.004	0.025	0.046	0.053	0.064
12	1390	0.038	0.059	0	0.013	0.018	0.025	0.022	0.014	0.036	0.058	0.065	0.076	
13	1408	0.038	0.059	1	0.005	0.012	0.009	0.001	0.023	0.044	0.051	0.062		
14	1415	0.038	0.059	0	0.007	0.004	-0.004	0.018	0.039	0.046	0.057			
15	1425	0.038	0.059	0	-0.004	-0.011	0.011	0.032	0.039	0.049				
16	1420	0.038	0.059	0	-0.007	0.014	0.035	0.042	0.053					
17	1410	0.038	0.059	0	0.021	0.043	0.050	0.060						
18	1440	0.038	0.059	0	0.021	0.028	0.038							
19	1470	0.038	0.059	0	0.007	0.017								
20	1480	0.038	0.059	0	0.010									
21	1495	0.038	0.059	0										

Bu tür bir işlem stratejisinde bu tür fırsatların kaçırılması mümkün olmaktadır. Verilen kriterlere uygun fırsatların tümünün doğru biçimde yakalanması mümkün olamaz. Modelin başarısı bu tür hataların ne kadar az oranda olacağı ile ilgilidir. Bu örnekte, aralıklı olarak

“al” kararının olduğu görülmüştür fakat gerçek serilerde “al” kararları belli bir süre ardışık dönemlerde devam etmektedir.

Herhangi bir t anında, İMKB Ulusal 100 endeks değerleri üzerinden takip eden 10 gün içerisinde $\Delta\text{TEFE}/2 + 0,04$ değerinin üzerinde bir getiri olması durumu, t anı için bir al sinyali (“1” değeri) olarak kabul edilmiştir. Bu koşulun sağlanmadığı durumda ise bir öneri olmadığı yani “0” değeri olarak kabul edilmiştir. Bu şekilde İMKB Ulusal 100 endeksi değerleri kullanılarak elde edilecek veri serisi, tahmin edilmek istenen yatırım fırsatlarını temsil etmektedir ve geliştirilecek modelin hedef değişkeni olarak kullanılacaktır. Bu hedef serisini tahmin eden bir modelin, FGP tarafından geliştirilmesi, bu seri ile tutarlılığı kıstas alan bir uygunluk fonksiyonu ile mümkün olabilmektedir. FGP programı aday modellerin öneri serilerini eğitim döneminde gerçekleşen değerlere dayalı seri ile karşılaştırarak modelin uygunluk fonksiyonu değerini belirler ve ona göre genetik operatörlerle modeli geliştirir. Sınama döneminde ise sadece en iyi modelin önerisini, gerçekleşen değerlere dayalı hedef seri karşılaştırarak modelin tahmin gücünü sınar. FGP programına girdi olarak kullanılan İMKB Ulusal 100 endeksindeki fırsatların yansıtan serinin hesaplamasını şu formülle açıklayabiliriz:

$$f(t) = 1 \quad \text{Eğer, En az biri} \left(\frac{c_i - c_t}{c_t} ; i = t+1, \dots, t+10 \right) > \left(\frac{\Delta\text{tefe}_t}{2} + 0.04 \right)$$

$$f(t) = 0 \quad \text{Diğer durumda}$$

Bu hesaplamada yer alan ΔTEFE değerleri TCMB’sı web sitesinden alınan TEFE değerlerinin bir aylık değişimini vermektedir. Her aya ilişkin Tefe’deki değişim oranı o ay için beklenen getiri fırsatı için minimum düzey olarak kabul edilmiş ve yatırımcı için 10 günlük sürede tefe değişim oranının yarısının 0,04 seviyesinde fazlası, piyasada elde edilebilir aşırı getiri seviyesi olarak kabul edilmiştir.

EDDIE, diğer bir deyişle FGP programı, finansal bir tahmin aracı olarak finans uzmanlarının kullanımı için tasarlanmıştır (Tsang vd, 2000). Bu sebeple sisteme girdi olarak seçilecek değişkenler finans uzmanının piyasalardaki yönelimleri belirleme potansiyeline sahip olduğuna inandığı değişkenlerden seçilmelidir. Birbirinden bağımsız yatırımcıların her biri farklı değişkenlerle farklı modellerle piyasada işlem yapabilir. Bunlardan bazıları iyi sonuçlar verirken bazıları kötü sonuçlar verebilir. Bu durumda yatırımcı modelini değişen koşullara göre yenileme ihtiyacı duyacaktır.

3.4. Teknik Analiz Göstergelerinin Önerileri ile Hedef Stratejinin İlişkisi İncelemesi

Seçilmiş teknik analiz göstergelerinin birbirleri ile ve hedef seri ile korelasyonları Tablo 3.7’de verilmiştir. Tabloda, verilerin kategorik özellikte olmasından dolayı parametrik olmayan testler yoluyla elde edilen sonuçlar verilmiştir. Kullanılan Spearman, Kendall’s tau-b, Phi değeri ve Cramers’ V değerleri benzer sonuçları vermişlerdir. Tabloda yer alan değerler, Spearman korelasyon değerleridir. Bu tabloda dikkat çeken ilk özellik, hareketli ortalama ve fiyat kanal kırılması göstergelerinin tahminlerinin birbirleri ile aynı yönde (pozitif değerli), diğer göstergelerin tahminleri ile ters yönlü (negatif yönlü) olmasıdır. Bu göstergelerin farklı açılardan piyasaya bakması ile açıklanabilir. Bu türde bir çeşitlilik modelde ele alınacak boyutların çeşitlendirilmesi ve açıklayıcılığını arttırması açısından iyi olarak nitelendirilebilir. Buna karşın geleneksel doğrusal yaklaşımlarda bu seviyede, gösterge arasındaki nispeten büyük ve istatistiksel anlamda anlamlı bir ilişki istenmeyen bir durumdur. Aynı gruba ait teknik analiz göstergelerinin (basit hareketli ortalama vb.) birbirleri ile yüksek korelasyona sahip olmaları beklenen bir sonuçtur. Çalışmaya hepsinin katılmasının sebebi, piyasanın değişken durumuna göre farklı birinin daha güçlü tahmin yeteneğinin olabileceği beklentisindedir.

Tabloda görülebileceği gibi hedef değişkenle en yüksek anlamlı korelasyona 0.134 değeri ile fiyat kanal kırılması göstergesinin 21 günlük değerine dayalı tahmin yöntemi gözükmektedir. Bunun dışındaki göstergelerden hedef değişkenle korelasyonları anlamlı olanların korelasyonu, pozitif fakat daha küçük değerdedir.

Tablo 3.7. Teknik Analiz Göstergeleri Önerileri ve Hedefin Korelasyon Tablosu

	SMA 5-10	SMA 10-21	SMA5-21	AMA-5	AMA-10	AMA-21	PCB-5	PCB-10
SMA 5-10	1.000	0.392**	0.603**	0.262**	0.181**	0.087**	0.297**	0.430**
SMA 10-21		1.000	0.789**	0.098**	0.114**	0.080**	0.171**	0.261**
SMA 5-21			1.000	0.173**	0.164**	0.086**	0.244**	0.359**
AMA-5				1.000	0.500**	0.252**	0.527**	0.556**
AMA-10					1.000	0.434**	0.327**	0.389**
AMA-21						1.000	0.150**	0.179**
PCB-5							1.000	0.840**
PCB-10								1.000

	PCB-21	STOC-5	STOC-10	STOC-21	RSI-5	RSI-10	RSI-21	Hedef
SMA 5-10	0.399**	-0.598**	-0.448**	-0.340**	-0.436**	-0.276**	-0.115**	0.085**
SMA 10-21	0.368**	-0.261**	-0.364**	-0.349**	-0.298**	-0.285**	-0.118**	0.067**
SMA 5-21	0.411**	-0.432**	-0.449**	-0.344**	-0.385**	-0.284**	-0.116**	0.079**
AMA-5	0.477**	-0.182**	-0.135**	-0.105**	-0.150**	-0.089**	-0.036	0.095**
AMA-10	0.382**	-0.106**	-0.085**	-0.065**	-0.090**	-0.053**	-0.022	0.083**
AMA-21	0.206**	-0.052**	-0.039*	-0.030	-0.041**	-0.024	-0.010	0.017
PCB-5	0.728**	-0.256**	-0.196**	-0.151**	-0.276**	-0.163**	-0.067**	0.103**
PCB-10	0.867**	-0.278**	-0.215**	-0.166**	-0.232**	-0.137**	-0.056**	0.125**
PCB-21	1.000	-0.248**	-0.188**	-0.144**	-0.201**	-0.119**	-0.049**	0.134**
STOC-5		1.000	0.727**	0.557**	0.440**	0.339**	0.125**	-0.037
STOC-10			1.000	0.745**	0.416**	0.435**	0.177**	-0.012
STOC-21				1.000	0.336**	0.502**	0.239**	0.009
RSI-5					1.000	0.556**	0.236**	-0.024
RSI-10						1.000	0.409**	0.040**
RSI-21							1.000	0.068**
Hedef								1.000

** 0.01 düzeyinde anlamlı korelasyonlar

Teknik analiz göstergelerinin, belirlenen hedef değişkeni tahmin gücünü test etmek için kullanılacak yöntemlerden biri de regresyon analizi yöntemidir. Belirlenen teknik analiz göstergelerin ve hedef değişkenin 0-1 ikili değerler alması sebebi ile bu değişken tipine uygun olan, normallik varsayımı gerektirmeyen, lojistik regresyon yönteminin kullanımı uygun olacaktır (Tatlıdil, 1996, s.289). Genel regresyon denklemleri:

$$Y_i = \sum_{k=0}^p \beta_k x_{ik} + u_i$$

şeklinde tanımlanır ve Y_i sürekli veri tipinde bağımlı değişken olarak tanımlanırken x_{ik} açıklayıcı değişkenler olarak tanımlanmaktadır. Burada değişkenlerin genelde sınırsız sürekli tipte değerler alabilen değişkenler olabilmesi koşulu vardır. Bağımlı değişkenin 0-1 olduğu durumunda $P(Y_i = 1)$, Y_i değişkeninin 1 olması olasılığını verecektir ve Y_i değişkeninin beklenen değeri:

$$E(Y_i) = 1 * P(Y_i = 1) + 0 * P(Y_i = 0) = P(Y_i = 1) \quad \text{olacaktır.}$$

Bu sonuç regresyon denklemi olarak yazılırsa:

$$E(Y_i) = P(Y_i = 1) = \sum_{k=0}^p \beta_k x_{ik} \quad \text{olacaktır}$$

Burada $E(Y_i) = L_i = \text{Log} (P_i / (1 - P_i)) = \sum_{k=0}^p \beta_k x_{ik}$ dönüşümü yapılarak bağımlı değişken sürekli bir değer alınması sağlanır. Regresyon eşitliği ile elde edilecek tahmin değerleri ters dönüşüm ile kesikli Y_i tahmin değerlerine ulaşılır (Tatlıldil, 1996, s.292).

Göstergeler ile hedef değişken arasında kurulacak, hedef değişkenin bağımlı değişken olduğu regresyon denkleminin değişken katsayıları ve anlamlılık düzeyleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tablodaki değerler SPSS istatistik paket programı lojistik regresyon analizi kullanılarak elde edilmiştir.

Tabloda görüldüğü gibi AMA-10, PCB-21, RSI-10, RSI-21 değişkenleri ve Sabit terim anlamlı düzeyde regresyon denkleminde yer almaktadır ve katsayılarının sıfırdan farklı olduğu hipotezi reddedilemez. Analiz sonucunda Cox & Snell R-kare değeri 0.03 değeri vermiştir. Buna göre denklemin bağımlı değişkeni açıklama oranı 0.03 seviyesindedir. Teknik analiz göstergelerinin bazılarının, hedef değişkeni tahmin etmede anlamlı seviyede ilişkili görünmesine karşın tahmin etmede yeterli olmadığı görülmektedir.

Tablo 3.8. Göstergelerin Lojistik Regresyon Sonuçları

	Katsayı	Std. Hata	Wald değeri	Anlamlılık Düzeyi
SMA 5-10	-0.1770	0.0961	3.3930	0.0655
SMA 10-21	-0.1518	0.1107	1.8797	0.1704
SMA 5-21	-0.0134	0.1230	0.0119	0.9131
AMA-5	-0.1992	0.1322	2.2684	0.1320
AMA-10	-0.4123	0.2035	4.1059	0.0427
AMA-21	0.6769	0.3659	3.4219	0.0643
PCB-5	-0.0529	0.1340	0.1560	0.6929
PCB-10	-0.0193	0.1995	0.0093	0.9231
PCB-21	-0.3949	0.1730	5.2120	0.0224
STOC-5	0.0101	0.1263	0.0064	0.9362
STOC-10	-0.0725	0.1689	0.1839	0.6680
STOC-21	-0.0941	0.1802	0.2724	0.6017
RSI-5	0.1185	0.1192	0.9895	0.3199
RSI-10	-0.4615	0.1836	6.3163	0.0120
RSI-21	-1.3433	0.3851	12.1690	0.0005
Sabit	2.0371	0.4943	16.9873	0.0000

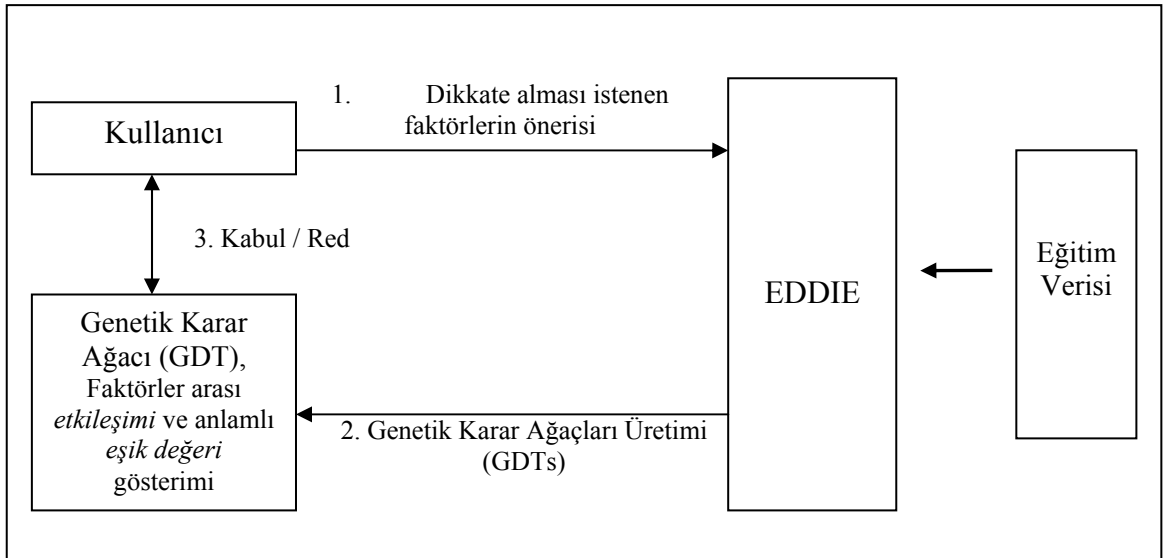
3.5. Finansal Genetik Programlama (Financial Genetic Programming - FGP)

Genetik algoritmaların bir çeşitlemesi olarak Genetik Programlama kromozomlar yerine bir karar ağacı sistemi önermektedir. Genetik algoritmalarda aday çözüm bir kromozom dizininden oluşur. Genetik programlamada ise aday çözüm bir ağaç olarak ifade edilir. Bir uygunluk fonksiyonuna, her bir adayın gerçekleştirilecek süreçle bağlantılı olarak ne kadar kaliteli olduğunu değerlendirmek için ihtiyaç duyulur. Bu çalışmada teknik analize dayalı bir karar ağacının bir aday olduğunu düşünüldüğünde piyasadaki fırsatları tahmin etme başarısı gibi bir uygunluk fonksiyonu çalışmanın amacına uygun olacaktır. Aday çözümler her bir uygunluk değerine göre yanlı olarak rassal seçilmektedir ve bir sonraki jenerasyonun oluşturulmasında yer almaktadırlar. Genetik algoritmaların ve dolayısıyla genetik programlamaya temel olan ve daha önce değinilen genetik operatörler (seçim, çaprazlama ve mutasyon) bir sonraki jenerasyonu oluşturacak yavruların oluşturulması için kullanılır (Li ve Tsang, 1999).

Bu çalışmada kullanılan FGP programının geliştirilmesi, İngiltere'deki University of Essex Bilgisayarlı Finans (Computational Finance) araştırma grubunun Evrimsel Dinamik Veri Yatırım Değerlendiricisi (Evolutionary Dynamic Data Investment Evaluator: EDDIE) projesi kapsamında gerçekleşmiştir (<http://cswww.essex.ac.uk/CSP/finance/>).

EDDIE fikrini evrimden alan genetik programlama kavramı üzerine oturmuştur. İlk çalışmalarda, geliştirilen EDDIE at yarışlarının sonuçlarının tahmininde denenmiş ve başarılı olmuştur. Dayandığı temelden yola çıkılarak EDDIE'nin bir uzman bilgi sistemi olarak kullanımının mümkün olduğu, yatırımcıların istekleri doğrultusunda en iyi yatırım stratejilerinin belirlenmesinde kullanılabileceği belirtilmiştir (Butler ve Tsang, 1998).

Şekilde görülebileceği gibi EDDIE finansal tahmin ve karar aracı olarak kullanılabilir. EDDIE'nin uzmanların yerini almadığı öncelikle vurgulanmalıdır. EDDIE'nin rolü belirli bir uzmanlığa sahip kullanıcıların verimliliğini arttırmaya yönelik hizmet etmesidir (Tsang vd., 2000).



Şekil 3.7. Finansal Tahmin ve Karar Verme Aracı Olarak EDDIE'nin Rolü
(Kaynak: Tsang vd., 2000)

EDDIE finansal uzmanların kullanımı amaçlanarak tasarlanmıştır. Yatırım fırsatlarını tahmin etmeye yönelik olarak kurallar sistemi araştırmasında kullanıcılar, konuyla ilişkili olduğunu kabul ettikleri faktör kümesini EDDIE'ye önermekle sorumludurlar. Bu nokta uzman bilgisinin bilgisayar programına kanalize edildiği noktadır. Örneğin bir kullanıcı, kapanış fiyatlarının, faiz oranlarının veya para arzının hisse senedi fiyatlarının hareketini tahmin etmeye ilişkili olduğunu düşünmektedir. Bu faktörler birbirleri ile etkileşim içinde olabilirler. Bu faktörler arasındaki etkileşimi açıklayan modeller uzayı oldukça geniştir ve faktör sayısı arttıkça üssel olarak artmaktadır. Bunun yanı sıra, bu faktörlerin değerlendirilmesinde kullanılması için belirlenmesi gereken eşik değerleri uzayı da bir o kadar fazladır. EDDIE'nin rolü, geçmiş verileri (eğitim verilerini) iyi bir şekilde açıklayan bir modelin, geniş olası modeller uzayında bulunmasında kullanıcıya yardımcı olmaktır (Tsang vd., 2000).

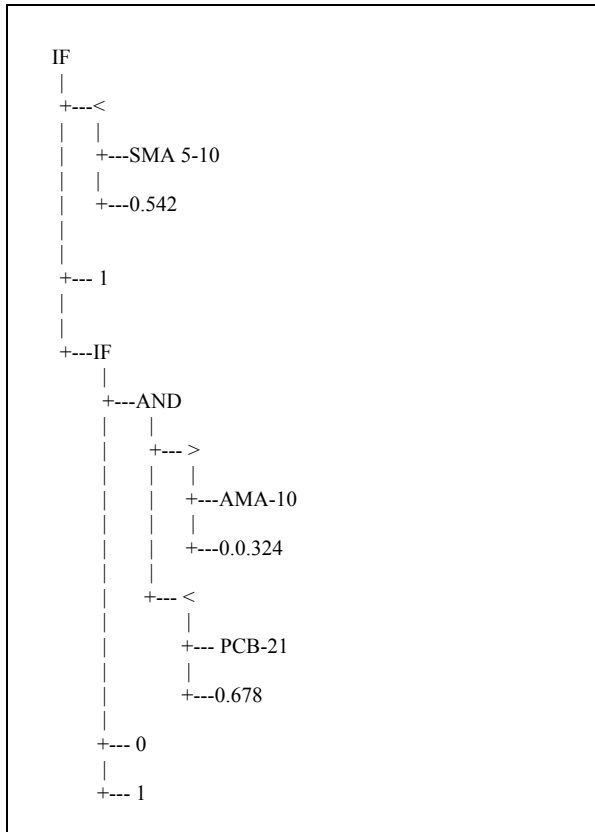
EDDIE'nin, Koza'nın 1992 yılında yazdığı "Genetic Programming: on the programming of computers by means of natural selection" adlı eserindeki genetik programlamaya dayalı olarak model uzayını araştırdığı belirtilmiştir. EDDIE'de aday çözümler genetik karar ağaçları (GDT) olarak temsil edilir. Karar ağaçları, teknik analiz sonuçları arasında mantık işlemlerine dayalı bir dizi karar sistemi oluşturmaktadır. Bu çalışmada kullanılan programın mantıksal karşılaştırma operatörleri büyüktür(>), küçüktür(<), eşittir(=) gibi değerleri karşılaştırma ile bunları bağlayan Eğer (IF), Olumsuzluk (NOT), veya (OR) , ve (AND) operatörleri vardır. Burada Eğer (IF) operatörü ile

karşılaştırmanın sonucunun doğru olması veya olmamasına göre modelin önereceği kararı belirtmektedir (Li ve Tsang, 1999; Li ve Tsang, 2000);

Modelin önereceği karar ağacını bir örnekle açıklamak gerekirse FGP programı şu örnek şekilde bir metin sonucu vermektedir.

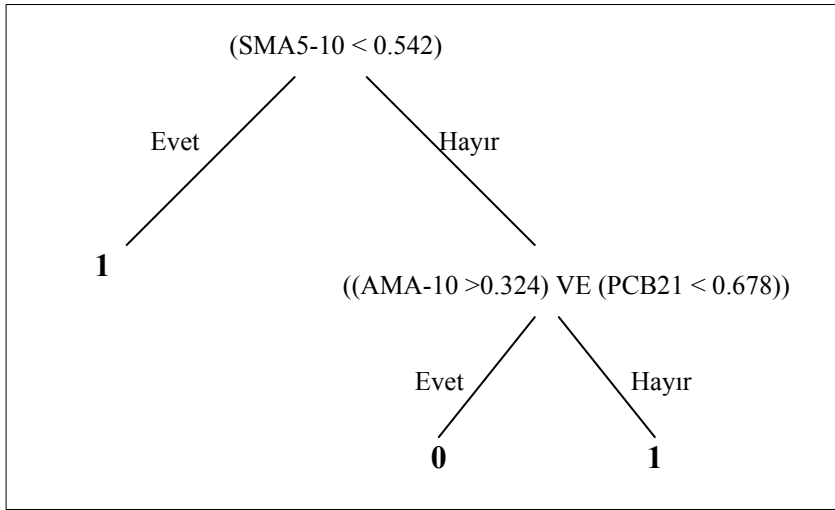
```
(IF (SMA 5-10 < 0.542) THEN Positive
ELSE (IF ((AMA-10 >0.324) AND (PCB-21 < 0.678))
THEN Negative
ELSE Positive))
```

Metin sonucunu grafiksel olarak şu şekilde ifade edilmektedir:



Şekil 3.8. FGP Programı Karar Ağacı Sonucu Örneği

Bu ifadenin karar ağaçları şeklinde ifadesi şu şekilde olmaktadır:



Şekil 3.9 Örnek Karar Ağacı'nın Basit Şekli

Bir karar ağacı elde edildiğinde program belirli kriterlere dayalı olarak uygunluk fonksiyonu yoluyla karar ağacını test eder ve bunun sonucuna bağlı olarak genetik operatörler (mutasyon, çaprazlama ve yeniden üretme) vasıtasıyla daha iyi karar ağaçları elde etmeye çalışır.

Program tarafından rassal olarak üretilen bir karar ağacı veriler üzerine uygulanarak bir tahmin değeri (0-1 değerleri) elde edilir. Bu tahminin, gerçekleşen değerle karşılaştırılması durum tablosu vasıtası ile olur (Li ve Tsang, 1999; Li ve Tsang, 2000; Markose vd., 2002).

Tablo 3.9. Durum Tablosu

Tahmin edilen negatif durum (N-)	Tahmin edilen pozitif durum (N+)	
Doğru Negatif Durum # (TN)	Yanlış pozitif durum # (FP)	Gerçekleşen negatif durum (O₋)
Yanlış Negatif Durum # (FN)	Doğru pozitif durum # (TP)	Gerçekleşen pozitif durum (O₊)

$$RC = \frac{TP + TN}{O_+ + O_-} = \frac{TP + TN}{N_+ + N_-}; \quad RMC = \frac{FN}{O_+}; \quad RF = \frac{FP}{N_+};$$

Burada $O_+ = FN + TP$; $O_- = TN + FP$; $N_- = TN + FN$; $N_+ = FP + TP$.

Kullanıcı, aşağıdaki uygunluk fonksiyonundaki w_{rc} , w_{rmc} ve w_{rf} değerlerini değiştirerek amaçlarına uygun hale getirebilir:

$$f_{(1)} = w_{rc} * RC - w_{rmc} * RMC - w_{rf} * RF$$

Uygunluk fonksiyonunda tahmin edilen durum ile hedef durum arasındaki tutarlılık değerlendirilmektedir. RC (Rate of Correctness) tahminler ile hedef durumun hem pozitif hem de negatif durumlar açısından (0 ve 1'ler açısından) tutarlılığının oranını vermekte; RMC(rate of missed chances) ise kaçırılan fırsatların değerlendirilmesi olup gerçekte 1 değerine sahipken model tarafından 0 olarak önerilen durumların oranı ile ölçülmektedir; RF(rate of failure) ile RMC'nin tersine modelin 1 önerisi var iken gerçekte 0 olan durumların oranını vermekte böylece modelde yanlış fırsat sinyalleri önerisinin derecesi değerlendirilmektedir.

Bu üç göstergenin ağırlıklandırılmasıyla elde edilen uygunluk fonksiyonu kullanıcının tercihlerine göre değişik ağırlıklar vererek yönlendirebileceği bir dinamizme sahiptir. Sadece RC'ye önem vereceği gibi yanlış bir karardan sakınması durumu için bunun yanı sıra RF'ye de önem verebilir.

Bu dinamik yapıya karşı uygunluk fonksiyonundaki ağırlıklandırmaya karşı program oldukça hassastır. Örneğin aşağıdaki bir ağırlıklandırma kombinasyonunda α değerinin değişimlerine göre program anlamsız sonuçlar verebilmektedir.

$$w_{rc}=1; w_{rmc}=0 \text{ and } w_{rf}=\alpha \text{ burada } 0 < \alpha \leq 1 .$$

Çok yüksek bir α değerinde neredeyse hiçbir pozitif öneride bulunmayan bir model ortaya çıkarırken çok düşük bir α değerinde RF etkisiz bir hal alabilmektedir. RF ağırlık değeri için olan hassasiyet diğerleri için de geçerlidir. Deneme yanılma ile daha istikrarlı sonuçlar veren tahmin gücü olan, modelin oluşturulması seviyesinde ve daha sonrasında test edilmesi aşamasında yakın performans oranları veren bir ağırlıklandırma kombinasyonu elde edilmelidir (Markose vd., 2002).

Doğrusal uygunluk fonksiyonu $f_{(1)}$ kısıtlar eklenerek geliştirilebilir. Programa yeni bir parametre olarak $\mathfrak{R} = [P_{min}, P_{max}]$ eklenmiştir ve bu parametre modelin geliştirilmesi dönemi (training period) için minimum ve maksimum modelin öneri oranını vermektedir. Verilerin modelin sınanması (test period) döneminde de, çoğu makine öğrenmesi (machine learning) metodunda olduğu gibi verinin geliştirme dönemindeki aynı özelliklere sahip

olduğu varsayılmaktadır. Burada yeni bir uygunluk fonksiyonu $f_{(2)}$ ifade edilmektedir. \mathfrak{R} değeri kısıtlarının belirlenmesi ve daha önceki belirtilen ağırlıkların belirlenmesi, belirli bir metodolojiden çok deneme yanılma sürecine dayanır. \mathfrak{R} değeri ile modelden, yakalanması istenen kar fırsatları için minimum ve maksimum oranı verilmekte, dolaylı olarak modelin yanlış tahminleri (RF) ve kaçırılan fırsatlar (RMC), α değerini farklı olarak modelde belirli bir aralığa zorlanmaktadır. Artan \mathfrak{R} değeri ile modele daha fazla getiri fırsatının yakalanması yönünde direktif verilmiş olacaktır (Markose vd. 2002).

EDDIE'nin ilk uygulaması ve EDDIE-1 olarak belirtilen ilk sürümü at yarışlarında denenmiş ve rassal karar verme, uzman önerileri ve favori gösterilenler gibi stratejilere göre daha başarılı sonuçlar vermiştir. Buna karşın sonuçların, örneklemin küçüklüğünden dolayı sorgulanır olduğu belirtilmiş fakat finansal tahmin konusunda EDDIE'nin geliştirilmesi için cesaret verici olduğu sonucuna varılmıştır (Butler ve Tsang, 1998). EDDIE projesi ile başlayan süreçte EDDIE'nin yeni sürümleri Finansal Genetik Programlama (Financial Genetic Programming: FGP) adını almıştır. Li ve Tsang (1999) çalışmalarında FGP programını kullanarak kısa zaman aralığı için yatırım kararı tespit etme çalışmaları yapmışlardır. Daha açık şekliyle FGP programı ile gelecek 21 gün içerisinde (bir aylık ortalama işgünü) %2,2 veya daha fazla getiri sağlayacak yatırım fırsatlarının tespit edilmesine çalışılmıştır. Bu çalışmada değişik periyotlar (n) ve değişik getiri oranları (r) ile FGP programının etkinliği sınanmıştır. FGP, başka bir makine öğrenme sistemi (Machine Learning System) olan C4.5 ile karşılaştırılmıştır. Makine öğrenme sınıflandırma sistemi olarak bilinen C4.5 de FGP gibi genetik karar ağaçları ile çalışmaktadır. Çalışmada veri olarak S&P500 ve Dow Jones Endüstri Ortalaması (DJIA) değerleri on yılı aşkın bir süre için kullanılmıştır. Bu veri setinden genel geçerlilikte teknik analizler FGP programına girilen faktörler olarak derlenmiştir. Karşılaştırma sonucunda FGP'nin C4.5'e göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Çalışmada vurgulanan bir diğer konu ise FGP programında sadece doğruluk oranının (Rate of Correctness:RC) uygunluk fonksiyonu olarak kullanıldığıdır. Daha sonraki çalışmalarda bu tez çalışmasında olduğu gibi daha ayrıntılı bir uygunluk fonksiyonunun kullanımı söz konusu olmuştur ki bu da yeni sürüm FGP -2 programı ile mümkün olmaktadır. Li ve Tsang'ın (2000) geliştirilmiş FGP programı ile yaptıkları çalışmada belli bir başarı sağlamalarının yanı sıra yeni eklenen uygunluk fonksiyonu ile \mathfrak{R} aralığı özelliklerinin FGP'nin performansı üzerine etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada da aynı n günlük sürede r veya üstü getiri fırsatlarının araştırılması DJIA kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışmada her veri seti için FGP'nin başarılı bir sonuç vermeyeceği çünkü bazı serilerde gerçekten tekrar eden bir eğilim

bulunmasının mümkün olamayacağı belirtilmiştir. Son olarak programın uzmanların yerini tutmayacağı onlara karar verme sürecinde bir destek olma rolünün unutulmaması gerektiğini belirtmişlerdir. Tsang ve Li (2002) çalışmalarında FGP programının yeni uygunluk fonksiyonu ve R değerlerini ayrıntılı olarak incelemiştir. Burada DJIA verileri yine daha güncel olarak kullanılmış, bazı yapay sinir ağları teknikleri ile karşılaştırılmıştır. Bunun yanı sıra daha kısa eğitim ve test süreleri ile bazı seçilmiş firma hisse senetleri ile incelemeler yapılmıştır. Yöntemler özellikle yanlış yatırım kararları (Rate of Failure:RF) açısından incelenmiş ve genel olarak FGP'nin daha iyi sonuçlar verdiği söylenmiştir.

FGP programı Markose vd. (2002) çalışmasında FTSE-100 endeksi üzerinde futures ve opsiyon piyasalardaki çapraz arbitraj fırsatlarının araştırılması için kullanılmıştır. Oluşan arbitraj fırsatlarının, takip eden on dakika içinde değerlendirilmesi gerektiği aksi taktirde fırsatların ortadan kalkacağı belirtilmiştir. Veri seti incelendiğinde arbitraj fırsatlarının zamanın ancak %3'ünde ortaya çıktığının görüldüğü, bu düşük orana rağmen, kurumsal yatırımcılar için işlem maliyetleri sonrasında bile önemli kar fırsatları olduğu belirlenmiştir. EDDIE'nin kurumsal yatırımcılar için arbitraj fırsatlarını önceden belirleyebilecek ve sözü edilen on dakikalık periyot içinde arbitraj pozisyonunu sağlayacak bir araç olarak basit arbitraj tetikçisinden çok daha iyi sonuçlar verdiği bulgusuna ulaşılmıştır.

FGP programının çalıştırılması için kullanıcının tahmin yeteneği olduğunu düşündüğü göstergeleri bir tablo olarak hazırlaması ve parametreleri girmesi gereklidir. Buradaki durumda teknik analiz göstergelerinin değerleri hesaplandıktan sonra programa girilerek çalıştırılabilir. Daha sonra programın çıktısı eğitim ve test dönemleri için öneri olarak verilir. Buna göre önerinin başarısının sınanması yine program dışında kullanıcının kendi çalışması olarak görülür. Bu yapısı ile program öncesinde ve sonrasında kullanıcı, verileri göstergeler halinde hazırlamak, çıkan sonuçları değerlendirmek ve en iyi karar ağacını tespit etmek (birden fazla çalıştırma mutlaka öneriliyor) için kendi yöntemleriyle çalışmak zorundadır.

Bundan sonraki bölümde, bu bölümde anlatılan konuların girdi oluşturacağı uygulama kısmı yer alacaktır. Bu kısım iki bölüme ayrılmıştır. Birinci bölümde İMKB Ulusal 100 endeksi gün sonu kapanış değerleri üzerinden yapılan çalışma yer alacaktır. Endeks değerleri üzerinden yapılan çalışma ve sonuçları ayrıntılı olarak çok boyutlu ele alınmıştır. Daha sonra ise İMKB Ulusal 100 endeksinde yer alan hisse senetlerinden seçilen 8 hisse senedi gün sonu kapanış fiyatları üzerinden uygulamaların sonuçlarına yer verilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

İMKB ULUSAL 100 ENDEKSİ VE SEÇİLMİŞ HİSSE SENETLERİ FİYATLARI ÜZERİNE UYGULAMA

Bu bölüme kadar çalışmada yöntem olarak temel olan genetik algoritmalar ve onun finansal uygulamalarına, finansal piyasalarda Dow teorisi ile başlayan tahmin edilebilirlik sürecine, piyasa etkinliği kavramına ve son olarak son dönemde ortaya çıkan, ekonomik sistemlerin heterojen ekonomik ajanlardan oluşan sistemler olduğu görüşüne yer verilmiştir.

Piyasaların birbirinden bağımsız ama etkileşimli ekonomik ajanlardan oluştuğu görüşü, aynı zamanda her bir ajanın kendine ait, belirli ölçülerde diğerlerinden farklı, yatırım davranışı kalıplarının olduğunu belirtmektedir. Bu görüş çerçevesinde, piyasaların ekonomik ajanların taklitleri ile bilgisayar ortamında simüle edilmesi, yeni çalışma konularından biridir. Olası davranış kalıplarından başarılı olanın bulunması süreci, alternatiflerin büyüklüğü düşünüldüğünde oldukça zor bir süreçtir. Bu amaca uygun araştırma yöntemlerinden bir grubu, evrimsel algoritmalar ailesinde yer alan genetik algoritmalar ve genetik programlamadır.

Fama'nın (1965) ortaya koyduğu etkin pazar hipotezinde en düşük seviyedeki pazar etkinliği, zayıf formda etkinlik, piyasanın geçmiş verilere dayanarak tahmin edilebilmesinin mümkün olmadığını belirtmektedir. Buna karşı olan bazı görüşler, piyasada halen bulunması zor, daha çok doğrusal olmayan ilişkilerin bulunabilmesine yönelik yaklaşımlardır. Piyasadaki fiyatlar her ne kadar geçmiş dönem bilgisine bağlı bir denge durumuna ulaşma eğiliminde olsa da, piyasaların adaptif ekonomik ajanlardan oluştuğu görüşüne bağlı olarak, piyasa oyuncularının beklentilerindeki ve sinyalleri algılamalarındaki farklılıklar, piyasada düzensizliklere sebep olmaktadır. Bu tür bir piyasada küçük bir oranda tahmin yeteneğine sahip bir strateji bile büyük kazançlara olanak tanır. Piyasalarda uygulamacılar tarafından yoğun olarak kullanılan teknik analiz göstergelerinin, doğrusal olmayan şekilde bir karar ağacı sistematüğinde modellenmesi, teknik analiz göstergelerine göre daha iyi sonuçlar verebilir mi? Bu sorunun cevabının verilmesi, aynı zamanda piyasa etkinliğinin de sorgulanması demektir.

4.1. İMKB Ulusal 100 Endeksi Değerleri Üzerine Uygulama

Bu bölümde, daha önceki bölümlerde anlatılan genetik algoritmaların bir türevi olan genetik programlama yöntemiyle, İMKB Ulusal 100 endeksi değerleri üzerinden belli bir seviyedeki getiri fırsatlarını yakalayacak, seçilmiş teknik analiz göstergelerine dayanan model araştırmasına yer verilecektir. Bu çalışmada, Li ve Tsang (1999, 2000), Tsang vd. (2000), Tsang ve Li (2002) ve Markose vd. (2002) çalışmalarında kullanılan, genetik programlama algoritması üzerine dayanan FGP programı kullanılmış ve benzer yaklaşımlar ele alınmıştır.

FGP programına girdi olarak, seçilmiş 5 değişik teknik analiz yönteminin 3 farklı dönemle değerlendirilmesi sonucu 15 farklı, piyasada al sinyali veren gösterge kullanılmıştır. Bu göstergelerin sinyalleri, bir fırsatın varlığı durumundaki al sinyali için “1” olurken diğer durumda “0” olmaktadır. Eğer piyasada al sinyali değerlendirilerek pozisyon alınmışsa, daha önce değinildiği gibi on gün içinde beklenen getiri sağlanması durumunda o gün, sağlanmamışsa 10. günde satılması düşünülmektedir. Bu durumda bir alım işlemi yapıldıktan sonra en fazla 10 gün piyasada kalınmaktadır. Satım işleminin bu şekilde deterministik olarak belirlenmesi ile program sadece alım sinyallerine ve onun başarısına yoğunlaşmaktadır. Program, önerdiği modellerin başarısını uygunluk fonksiyonu vasıtasıyla değerlendirir. Programda, önerilen modellerle hedef verinin tutarlılığı uygunluk fonksiyonunu oluşturmaktadır.

Daha önce belirtildiği gibi, programa $\mathcal{R} = [P_{\min}, P_{\max}]$ aralığı ile, programdan yakalaması istenen fırsatların üst ve alt sınırları verilebilmektedir. Farklı \mathcal{R} aralığında program daha farklı başarılar göstermektedir. Programa birbiri ile çakışmayan toplam 9 adet aralık ve hiçbir aralığın olmadığı (kısıtsız olarak) koşul verilmiştir. Her bir koşul altında, genetik algoritmanın stokastik yapısı gereği sonuçlarda değişkenlik gözlemleneceğinden 10 adet çalıştırma yapılmıştır. Bu durumda 10 koşul altında, 10 çalıştırma ile toplamda 100 adet yatırım karar modeli önerisi elde edilmiştir.

Eğitim ve sınav dönemleri için modellerin ve göstergelerin performans sonuçları Tablo 4.1 ve 4.2’de verilmiştir. Her bir \mathcal{R} aralığı için 10 adet model önerisi olduğundan tabloda bu 10 adet modelin ortalama ve standart sapma değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 4.1. Eğitim Döneminde Programın ve Göstergelerin Performans Ölçütleri

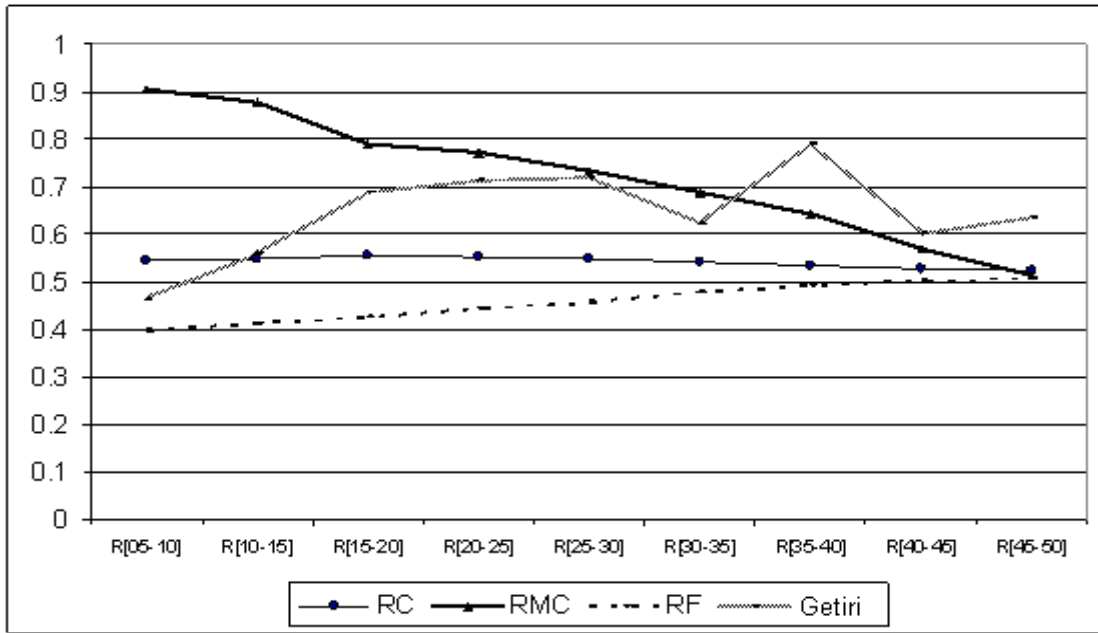
	RC		RMC		RF		Getiri	
	Ortalama	Std. Sap.	Ortalama	Std. Sap.	Ortalama	Std. Sap.	Ortalama	Std. Sap.
R[05,10]	0.5945	0.0042	0.8667	0.0204	0.3240	0.0107	0.6025	0.0612
R[10,15]	0.5998	0.0014	0.8254	0.0168	0.3473	0.0138	0.5645	0.0448
R[15,20]	0.6212	0.0011	0.7096	0.0029	0.3554	0.0018	0.8921	0.0167
R[20,25]	0.6201	0.0017	0.6824	0.0263	0.3731	0.0105	0.9125	0.0361
R[25,30]	0.6209	0.0019	0.6259	0.0172	0.3947	0.0088	0.9657	0.0459
R[30,35]	0.6131	0.0059	0.5810	0.0130	0.4225	0.0122	0.9007	0.1143
R[35,40]	0.6051	0.0017	0.5332	0.0062	0.4445	0.0033	0.7350	0.0068
R[40,45]	0.5963	0.0110	0.4797	0.0179	0.4623	0.0128	0.7700	0.1134
R[45,50]	0.5891	0.0182	0.4242	0.0271	0.4741	0.0191	0.7683	0.0648
Kısıtsız	0.6230	0.0006	0.6477	0.0215	0.3814	0.0109	0.9979	0.0519
SMA 5-10	0.5636		0.3673		0.5008		0.6208	
SMA 10-21	0.5418		0.3867		0.5204		0.5696	
SMA 5-21	0.5604		0.3735		0.5036		0.6465	
AMA-5	0.5898		0.8357		0.3925		0.5144	
AMA-10	0.5769		0.9347		0.3600		0.3915	
AMA-21	0.5662		0.9857		0.4167		0.0514	
PCB-5	0.5960		0.6184		0.4476		0.6597	
PCB-10	0.6071		0.6806		0.4094		0.8222	
PCB-21	0.6116		0.7286		0.3756		0.7946	
STOC-5	0.5071		0.7980		0.6229		-0.0426	
STOC-10	0.5316		0.8673		0.6108		-0.0048	
STOC-21	0.5596		0.9010		0.5268		0.0511	
RSI-5	0.5231		0.8622		0.6281		-0.0818	
RSI-10	0.5720		0.9143		0.4437		0.0769	
RSI-21	0.5711		0.9796		0.2000		0.0604	

Tablolarda görüleceği gibi eğitim ve sınav dönemleri arasındaki farklar açıkça belli olmaktadır. Performansta belli bir düşüşün yaşanması normal olacaktır. Bu zayıflamanın zamana bağlı olarak artacağı bir gerçektir. Bu sebeple bu tür tahminlerde sıklıkla modelin yeni dönemlerle yenilenmesi tahmin gücünün sürekliliği açısından gereklidir. Eğitim döneminde yüksek seyreden doğru tahmin oranı (RC) sınav evresinde düşerken, modelin başarısızlığı konusunda gösterge olan kaçırılan fırsatlar (RMC) ve yanlış tahminler (RF) yükselmiştir. İki dönem arasındaki getiri oranlarının karşılaştırılması dönemlerin içindeki enflasyon etkisinden dolayı anlamlı olmayacaktır. Buna karşın değerleri, içinde buldukları dönemlerdeki teknik analiz göstergeleri ile karşılaştırdığımızda daha iyi performans gösterdikleri söylenebilir.

Tablo 4.2. Sınama Döneminde Programın ve Göstergelerin Performans Ölçütleri

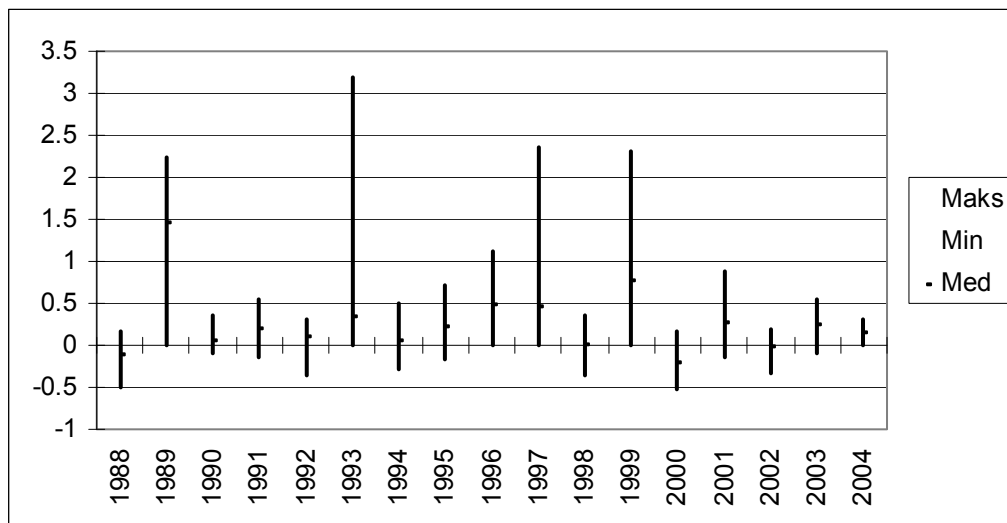
	RC		RMC		RF		Getiri	
	Ortalama	Std. Sap.	Ortalama	Std. Sap.	Ortalama	Std. Sap.	Ortalama	Std. Sap.
R[05,10]	0.5450	0.0024	0.9065	0.0115	0.3992	0.0317	0.4659	0.0676
R[10,15]	0.5473	0.0032	0.8782	0.0130	0.4124	0.0196	0.5579	0.0494
R[15,20]	0.5559	0.0013	0.7887	0.0035	0.4270	0.0029	0.6873	0.0304
R[20,25]	0.5518	0.0035	0.7719	0.0146	0.4439	0.0133	0.7140	0.0254
R[25,30]	0.5498	0.0016	0.7342	0.0137	0.4582	0.0050	0.7200	0.0388
R[30,35]	0.5423	0.0067	0.6887	0.0162	0.4784	0.0121	0.6215	0.0974
R[35,40]	0.5345	0.0023	0.6419	0.0080	0.4941	0.0037	0.7894	0.0376
R[40,45]	0.5286	0.0076	0.5712	0.0139	0.5024	0.0093	0.6006	0.1579
R[45,50]	0.5244	0.0064	0.5129	0.0186	0.5065	0.0068	0.6363	0.1276
Kısıtsız	0.5510	0.0020	0.7515	0.0146	0.4516	0.0081	0.7106	0.0317
SMA 5-10	0.5073		0.4407		0.5212		0.5194	
SMA 10-21	0.5099		0.4159		0.5182		0.5486	
SMA 5-21	0.5028		0.4300		0.5247		0.6237	
AMA-5	0.5422		0.8825		0.4410		0.4450	
AMA-10	0.5432		0.9440		0.3418		0.2582	
AMA-21	0.5301		0.9925		0.5333		0.0623	
PCB-5	0.5336		0.6950		0.4946		0.7030	
PCB-10	0.5463		0.7543		0.4635		0.4658	
PCB-21	0.5488		0.8006		0.4461		0.6518	
STOC-5	0.5159		0.7813		0.5333		0.0879	
STOC-10	0.5301		0.8599		0.5019		0.1883	
STOC-21	0.5235		0.9213		0.5438		0.1098	
RSI-5	0.5271		0.8459		0.5119		0.1030	
RSI-10	0.5296		0.9450		0.5096		0.0257	
RSI-21	0.5357		0.9838		0.2500		0.0450	

Programın sınama evresinde değişken \mathcal{R} aralıklarındaki performanslarına ilişkin grafik Şekil 4.1’de verilmektedir. \mathcal{R} üst ve alt limitlerinin daha yüksek değerler ile verildiğinde programdan daha fazla fırsatı yakalayan modeller istenmektedir. Bu da beklenen bir şekilde daha fazla risk olarak nitelendirilebilir. Şekilde görüldüğü gibi istenen fırsatların sayısı arttırıldıkça kaçırılan fırsatlar oranı (RMC) oranı belirgin ve düzenli olarak azalmakta; yanlış tahminler oranı (RF) artmakta ve doğruluk oranı (RC) çok az bir oranda azalmaktadır. Getirilerin ise bu parametre ile doğrusal bir bağlantısının olmadığı gözükmektedir. Bu tür bir getiri grafiğinde yatırımcılar çeşitli risk seviyelerine göre daha tutucu $\mathcal{R} = [20,25]$ veya $\mathcal{R} = [25,30]$ aralıklarını tercih ederek düşük RF oranına sahip olabilirler. Bu durumda kaçırılan fırsatlar oldukça yüksek olacaktır. Buna karşın daha fazla risk alan yatırımcılar ise $\mathcal{R} = [35,40]$ aralığında önerilen bir modeli tercih ederek nispeten daha yüksek RF oranına karşın daha düşük RMC oranına sahip olacaklardır ve getiri açısından da daha fazla bir seviyeye çıkacaklardır.



Şekil 4.1. Sınama Döneminde Modellerin Performanslarının Ortalama Değerleri

Aşağıdaki şekilde göstergelerin yıllara göre tahmin aralıkları yer almaktadır. Şekilde her yıl için seçilen göstergelerin en yüksek, en düşük ve medyan değeri gösterilmektedir. Göstergelere göre işlem yapıldığında her yılda farklı bir göstergenin en yüksek getiriye sağladığı verilerde görülmüştür. En yüksek getiriye sağlayan gösterge yıldan yıla değişmektedir. 2003 yılına kadar en yüksek getiriye, fiyat kanal kırılmasına veya hareketli ortalamalara bağlı göstergeler sağlarken 2003 yılında en yüksek getiriye, göreceli güç endeksine dayalı bir gösterge sağlamıştır. Bununla beraber 1989, 1993, 1997 ve 1999 yıllarında göstergelere dayalı işlemlerin tahmin aralığının oldukça geniş olduğu görülmektedir.

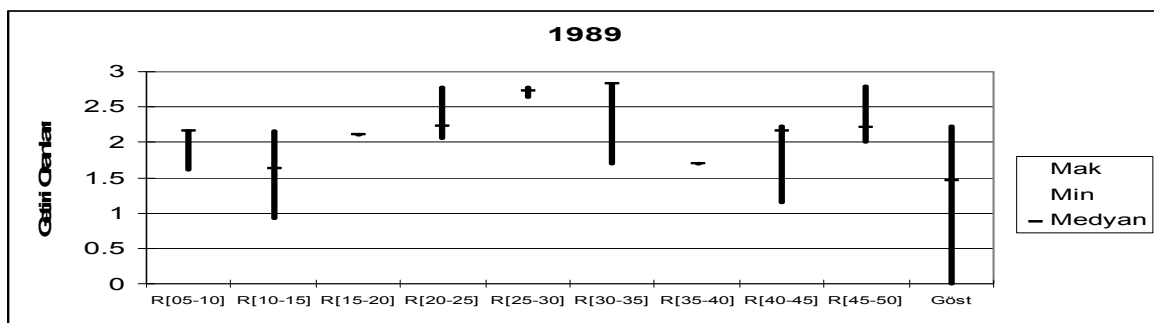
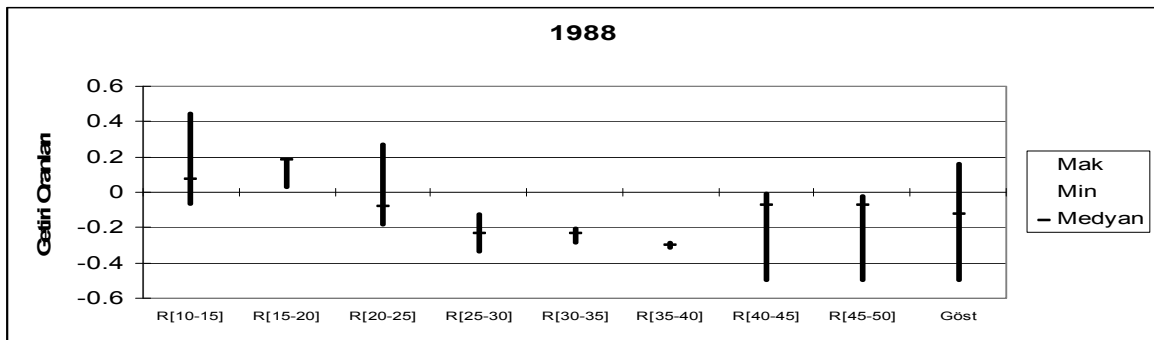


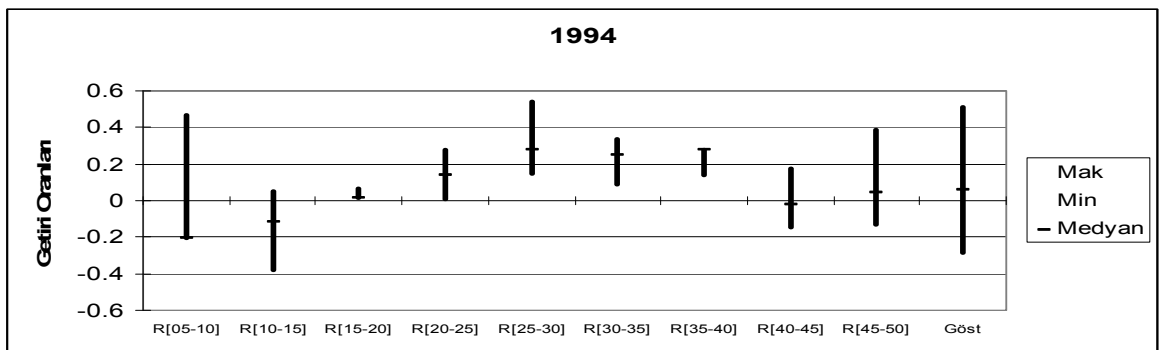
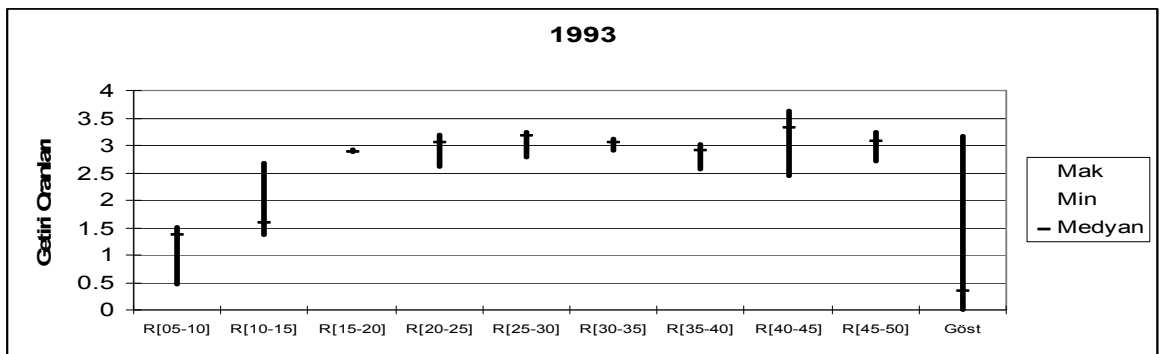
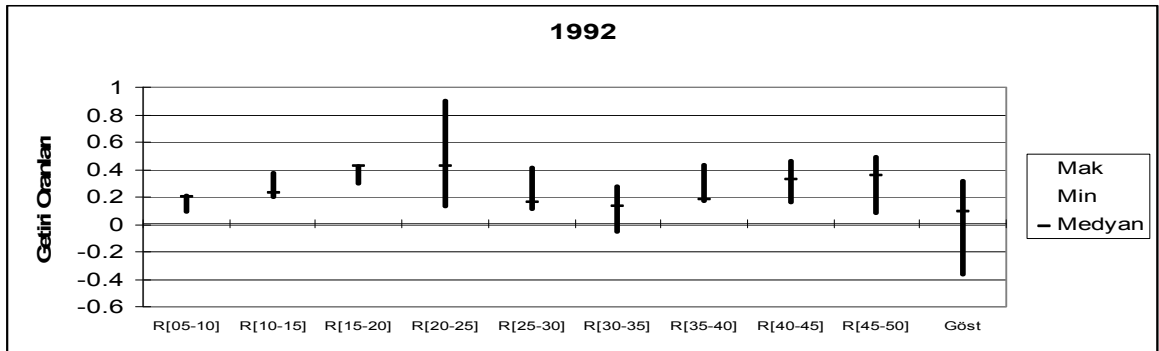
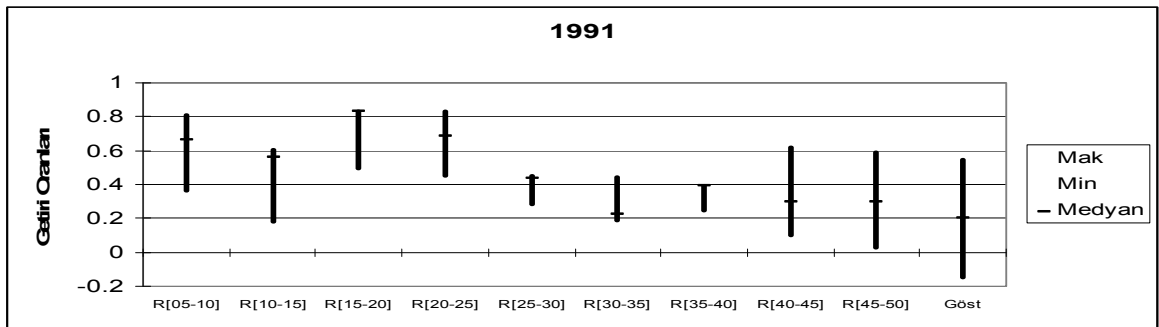
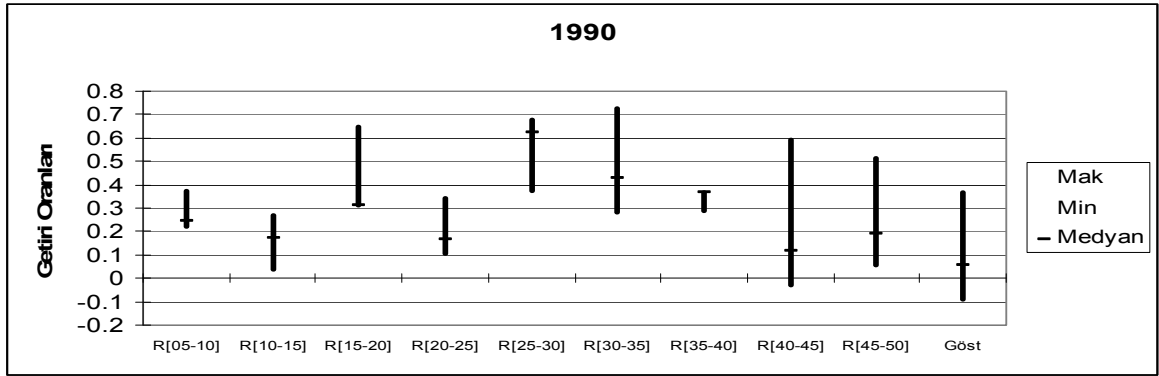
Şekil 4.2. Göstergelerin Yıllara Göre Getiri Tahmin Değerleri

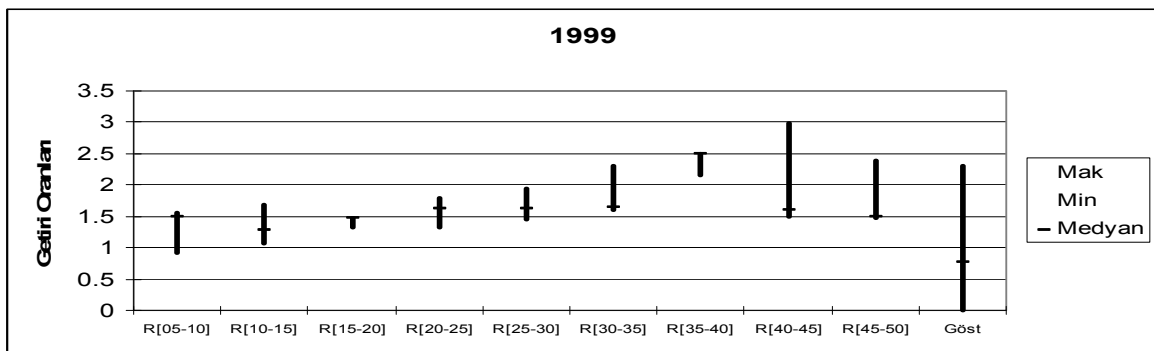
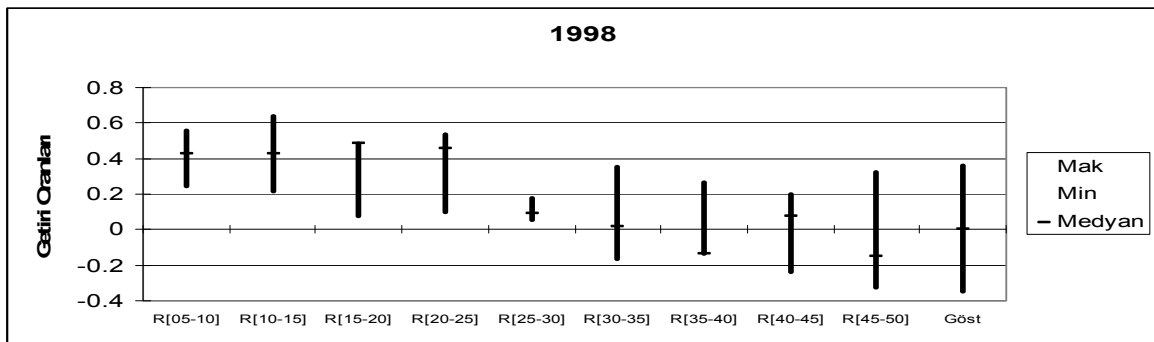
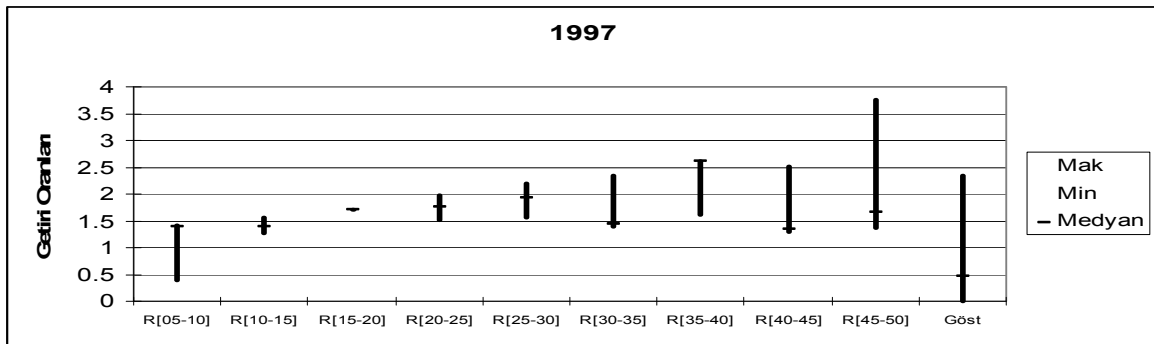
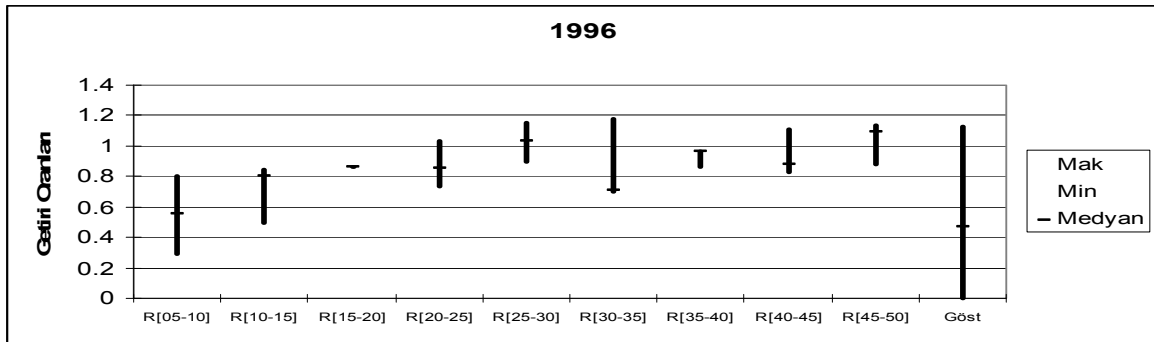
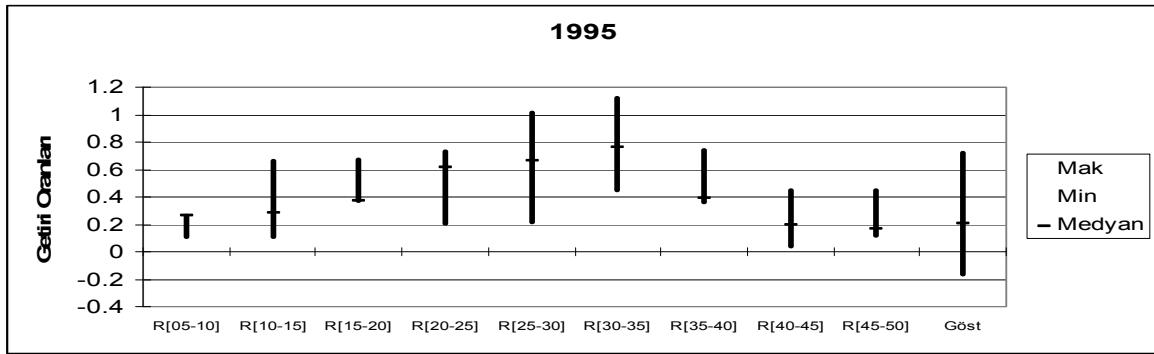
Şekil 4.3'te 1988-2004 yılları için her bir \mathcal{R} aralığına ilişkin getirilerin ve göstergelere dayalı getirilerin en küçük, en büyük ve medyan değerlerini gösteren grafikler yer almaktadır. Grafiklere bakıldığında her yıl için teknik analiz göstergelerinden daha başarılı tahminlerde bulunan en az bir modelin olduğu görülmektedir. Dağılımların özellikleri açısından teknik analiz göstergeleri daha geniş bir aralıkta yer almaktadır. Belirli bir teknik analiz göstergesinin her yılda aynı performansı vereceği söylenememektedir. Bununla beraber tahmin modellerinin başarısı da yıldan yıla değişiklik göstermektedir.

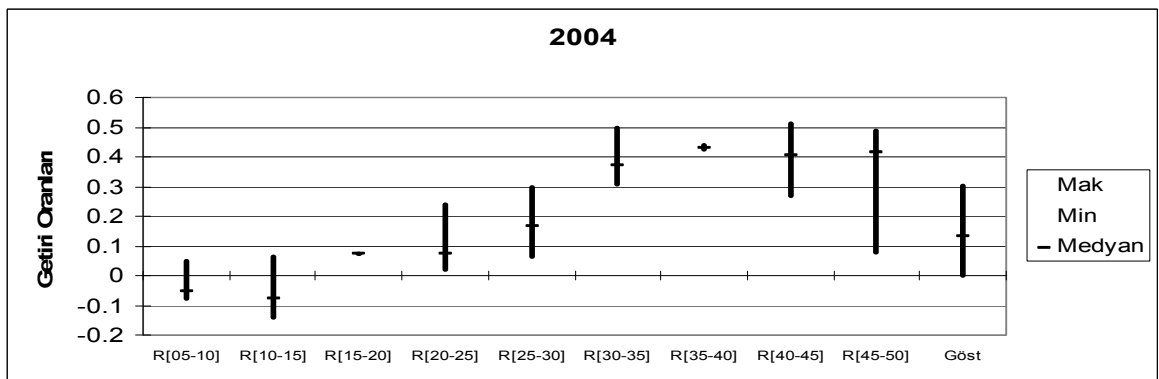
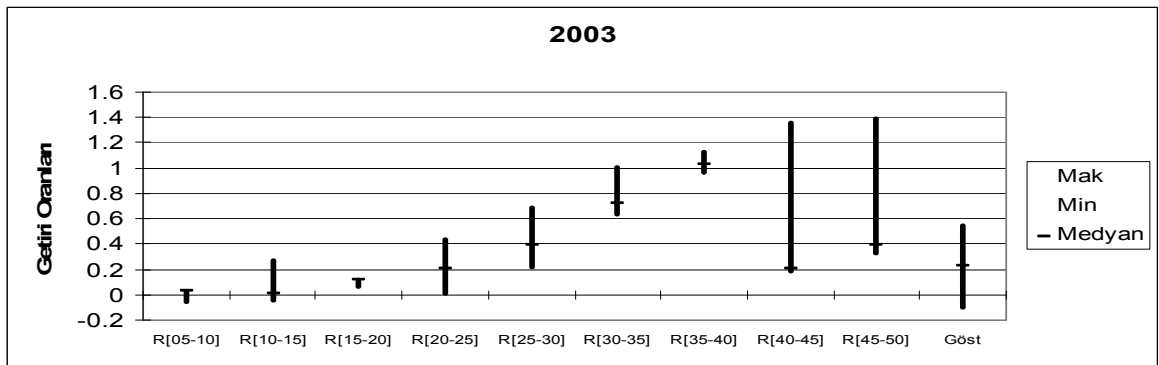
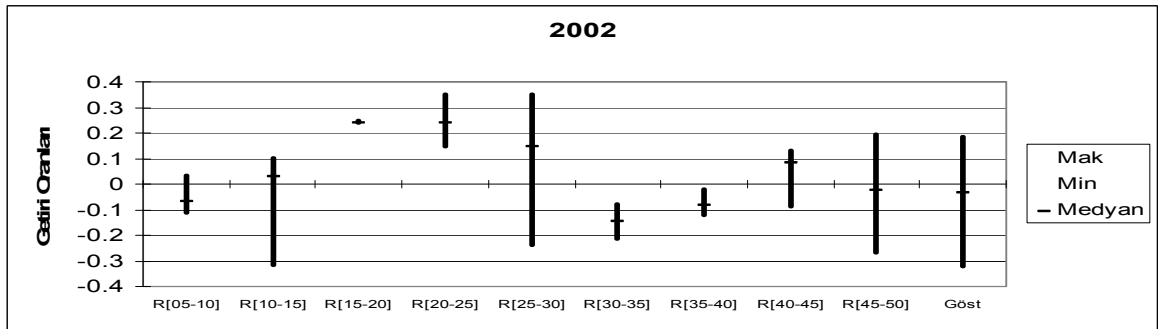
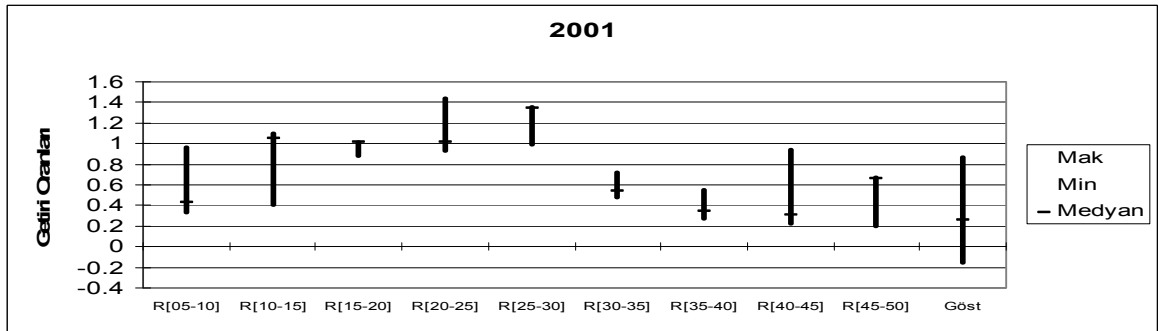
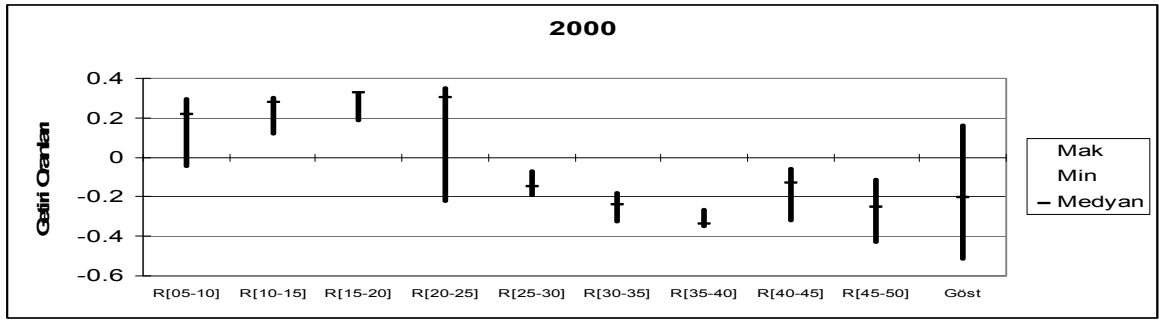
1994 ve 2002 yıllarında teknik analiz göstergeleri geniş bir aralıkta fakat modellerle rekabet eder seviyede tahmin gücüne sahiptir. Buna karşın diğer yıllarda modellerin belli bir oranda daha başarılı ve dar bir aralıkta tahmin gücüne sahip olduğu söylenebilir. 2003 ve 2004 yıllarında, tahmin aralığı \mathcal{R} 'nin yüksek tutulduğunda elde edilen modellerin başarısı görülmektedir. Türkiye'de nispeten daha istikrarlı bir dönem olan 2003 ve 2004 yıllarında daha riskli yatırım modellerinin başarısı göstergelere göre daha fazladır (Her bir \mathcal{R} aralığında elde edilen 10 adet modelin ve göstergelerin getiri tabloları Ek-1'de verilmiştir).

Şekil 4.3. 1988-2004 Yılları Getiri Oranları Dağılımı









Tablo 4.3’de sınıma döneminde modellerin ve göstergelerin yaptıkları al sinyali ve işlem stratejisine göre kullanılan ortalama öneri sayıları ile hedef değişkenin yaptığı ve kullanılan öneri sayıları yer almaktadır. Buna göre hedef değişkenin olası getiri fırsatı olarak gördüğü ve al sinyali verdiği 928 öneriye karşın varsayılan işlem stratejisinde bunlardan sadece 171 tanesi kullanılabilir. Birçok önerinin kullanılmamasının sebebi, önerilerin ardışık olması durumunda ilk “al” sinyali uygulandıktan sonra satış yapıp piyasadan çıkana kadar takip eden önerilerin dikkate alınmamasıdır. Kullanılan program (FGP), sadece ikili (0-1) değerler üzerinden çalışmaktadır. Üçlü bir öneri sistemi (al, bekle, sat) veren bir model, alım önerisi ile birlikte satım önerisi de veren bir sistem, daha başarılı sonuçlar verebilirdi. Programın ikili sistemde çalışması sebebiyle, her işlem günü için 10 gün içerisinde belirlenen seviyenin üstünde getiri fırsatı olması durumunda “al” sinyali var kabul edilmiş, satım kararı deterministik koşullara bağlanmıştır. O gün için yatırımcının piyasada pozisyon almış olma durumu, model araştırması öncesinde verilere yansıtılmamıştır.

Tablo 4.3. Sınıma Döneminde Ortalama Olarak Yapılan ve Kullanılan Öneriler

	Yapılan Öneriler	Kullanılan Öneriler
R[05,10]	145.20	72.50
R[10,15]	192.90	89.10
R[15,20]	342.20	103.90
R[20,25]	381.40	114.80
R[25,30]	455.50	133.40
R[30,35]	554.60	157.40
R[35,40]	656.90	176.00
R[40,45]	799.80	149.10
R[45,50]	916.20	165.10
Gösterge	413.53	91.07
Hedef	928.00	171.00

Bir yatırımcı piyasada alım yaptığında piyasada bir pozisyon almış olur. Bu pozisyonu terk etmesi yani elde bulundurduğu varlığı satmasına kadar geçen dönem piyasada ne yoğunlukta işlem yaptığının göstergesi olacaktır. Bu çalışmada kullanılan işlem stratejisi gereği bir pozisyon en fazla 10 gün sürdürülebilmektedir. Tablo 4.4’te, elde edilen genetik karar ağaçları (GDT) modellerine göre, göstergelere göre ve hedef stratejiye göre işlem yapıldığında piyasada kalınan işgünü sayısı verilmektedir. GDT modelleri ve göstergeler için tüm grubun değerleri içinde en düşük, en yüksek, ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Ortalamalar karşılaştırıldığında, göstergelere dayalı stratejiler, hedef stratejiye göre düşük kalırken, GDT modellerinin stratejileri genelde bunların üzerinde seyretmiştir. Bir yıl içerisinde ortalama olarak 250 işgünü olduğu düşünüldüğünde tüm yıllar için

piyasada pozisyon almış olma oranı, modeller için ortalama %80, göstergeler için %42 ve hedef için %59 olmaktadır.

Tablo 4.4. Önerilen Modellerin ve Teknik Analiz Göstergelerinin Piyasada Kaldıkları Gün Sayıları İstatistikleri

	Modeller				Göstergeler				Hedef
	Min.	Maks.	Ortalama	Stn. Sap.	Min.	Maks.	Ortalama	Stn. Sap.	
1988	31.00	162.50	102.31	46.08	20.00	146.00	85.87	43.72	72
1989	62.20	171.00	129.91	35.31	0.00	195.00	87.40	70.23	135
1990	67.70	166.00	122.79	30.68	10.00	170.00	85.33	53.34	118
1991	42.40	152.10	95.23	42.44	2.00	151.00	80.33	46.64	123
1992	68.30	161.10	112.66	36.66	19.00	158.00	86.13	42.55	89
1993	108.90	177.50	142.00	24.11	0.00	187.00	89.27	71.43	163
1994	71.10	152.30	116.98	29.90	0.00	181.00	84.67	59.99	110
1995	56.70	178.30	118.20	42.64	0.00	174.00	84.40	54.06	129
1996	87.00	191.50	149.27	35.80	0.00	187.00	93.80	69.75	124
1997	62.70	175.70	118.46	39.41	0.00	191.00	85.13	67.84	141
1998	51.20	161.30	108.97	40.12	14.00	162.00	82.47	49.86	111
1999	91.70	172.00	143.87	28.22	0.00	178.00	87.40	69.54	145
2000	49.50	141.60	91.08	33.86	0.00	136.00	76.07	43.25	93
2001	52.40	158.50	107.17	40.10	7.00	181.00	78.93	54.40	146
2002	51.70	167.50	98.98	39.95	1.00	165.00	85.60	48.87	96
2003	73.30	159.70	119.02	28.18	0.00	196.00	85.67	63.35	134
2004	82.90	180.80	148.59	32.85	0.00	189.00	97.00	70.70	145

Tablo 4.5'te her bir \mathcal{R} aralığındaki, en iyi toplam getiriyi veren GDT modelinin hedef seri ile korelasyonu ve yine göstergelerin öneri serisinin hedef seri ile korelasyonu görülmektedir. Göstergeler içerisinde en iyi korelasyona sahip olan PCB (Fiyat Kanal Kırılması 21 günlük) olurken, modeller içerisinde $R[15,20]$ aralığında bulunan en iyi GDT modeli en yüksek korelasyona sahiptir. Buna karşın getiriler açısından bakıldığında PCB-21'in yıllık ortalama getirisi 0,719 iken en iyi GDT modelinin getirisi 0,8 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 4.5. En iyi Tahmine Sahip GDT Modelleri ile Hedefin ve Göstergelerle Hedefin Korelasyon Değerleri

Model	Hedef	Gösterge	Hedef
R[05,10]	0.120*	SMA 5-10	0.085*
R[10,15]	0.122*	SMA 10-21	0.067*
R[15,20]	0.156*	SMA 5-21	0.079*
R[20,25]	0.150*	AMA-5	0.095*
R[25,30]	0.146*	AMA-10	0.083*
R[30,35]	0.138*	AMA-21	0.017
R[35,40]	0.138*	PCB-5	0.103*
R[40,45]	0.116*	PCB-10	0.125*
R[45,50]	0.082*	PCB-21	0.134*
		STOC-5	-0.037
		STOC-10	-0.012
		STOC-21	0.009
		RSI-5	-0.024
		RSI-10	0.040*
		RSI-21	0.068*

* 0,01 seviyesinde anlamlıdır. Spearman Korelasyonu

En iyi GDT modellerinin, en yüksek getiriye sağlayan göstergelerle getirilerinin dağılımlarının birbirlerinden farkının istatistiksel değerlendirmesi Tablo 4.6’da verilmiştir. Burada karşılaştırma yapılan getiriler, varsayılan yatırımcının alım yapması durumunda elde edeceği getirilerdir. Daha önce belirtildiği gibi işlem stratejisi gereği tüm sinyaller değerlendirilememektedir. Tablo 4.6’da en iyi GDT modelleri ile en başarılı göstergeler kabul edilen SMA 5-21, PCB-5, PCB-10 ve PCB-21 göstergelerinin ortalamalarının t – istatistiği ile karşılaştırması yer almaktadır. Bu karşılaştırma için SPSS paket programında bağımsız örneklem t-testi yöntemi kullanılmıştır.

Tablo 4.6. En iyi GDT ile Seçilmiş Göstergelerin İşlem Getirileri Ortalamaları Karşılaştırması

	Ortalama	SMA 5-21 Ortalaması 0.0211		PCB-5 Ortalaması 0.0229		PCB-10 Ortalaması 0.0276		PCB-21 Ortalaması 0.0377	
		t değeri	Anlamlılık	t değeri	Anlamlılık	t değeri	Anlamlılık	t değeri	Anlamlılık
R[05,10]	0.0396	2.5899	0.0099	2.2993	0.0219	1.6154	0.1069	0.2621	0.7934
R[10,15]	0.0353	2.0738	0.0386	1.7839	0.0750	1.0798	0.2808	-0.3280	0.7431
R[15,20]	0.0403	3.0005	0.0028	2.6773	0.0076	1.8995	0.0581	0.3862	0.6996
R[20,25]	0.0332	1.9552	0.0510	1.6459	0.1003	0.8652	0.3873	-0.6678	0.5046
R[25,30]	0.0328	1.8711	0.0618	1.5673	0.1175	0.7936	0.4278	-0.7168	0.4738
R[30,35]	0.0277	1.0897	0.2762	0.7875	0.4312	0.0224	0.9821	-1.4951	0.1355
R[35,40]	0.0232	0.3413	0.7330	0.0438	0.9650	-0.6882	0.4915	-2.1670	0.0306
R[40,45]	0.0217	0.1016	0.9191	-0.2013	0.8406	-0.9370	0.3491	-2.4389	0.0150
R[45,50]	0.0206	-0.0867	0.9309	-0.39013	0.69655	-1.1167	0.2645	-2.6054	0.0094

* koyu olarak işaretlenen karşılaştırmalar %95 güven aralığında anlamlı fark bulmuştur.

t-istatistiğinin serbestlik derecesine bağlı olarak, belirli bir değer aralığının üstünde ya da altında olması H_0 hipotezinin (iki örneklemin ortalamalarının eşit olduğu) reddedilmesi anlamına gelmektedir. Üst ve alt limit dışında kaldığı, aynı zamanda belirlenen güven aralığından daha düşük bir anlamlılık seviyesine sahip olma durumuyla da ayırt edilebilir. Çoğu istatistik paket programı bu değerleri vermektedir (Gürsakal, 1998, s.130). Tabloda görüleceği gibi R[05,10], R[10,15] ve R[15,20] aralığındaki en iyi genetik karar ağaçlarının getiri ortalaması anlamlı seviyede SMA 5-21 ortalamasından yüksek çıkmıştır. Bu genetik karar ağaçları getirisinin sadece ikisi PCB-5 ortalamasına göre anlamlı yüksek çıkmıştır. Buna karşın R[35,40], R[40,45] ve R[45,50] aralığındaki en iyi genetik karar ağaçları, PCB-21 göstergesinin getiri ortalamasının altında kalmıştır. Diğer karşılaştırmalarda ise ortalamalar açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Ortalamaların t-istatistiği ile karşılaştırması, getirilerin dağılım açısından modellerin ve göstergelerin birbirleri ile benzerlik gösterdiğini belirtmektedir. Buna karşın hangi karar sisteminin (GDT'ler veya Göstergeler), kümülatif getiriler açısından daha iyi olduğu hakkında bilgi vermeyecektir. Aynı zamanda tabloda karşılaştırılan değerler, her bir işlemde elde edilen getiriler temel alınarak oluşturulduğundan, zaman boyutundan bağımsız bir karşılaştırmadır.

Her ay içinde yapılan işlemlerin getirilerinin kümülatif değerleri, aylık getiriler olarak alınarak zamana bağlı karşılaştırma yapılabilir. Bir yatırımcının sinyalleri değerlendirdiğinde, elde edeceği aylık getiri oranlarının bazı tanımlayıcı istatistiksel verileri Tablo 4.7'de verilmiştir. Tabloda görüleceği gibi, ortalama değerler açısından R[15,20] aralığından R[35,40] aralığına kadar tüm genetik karar ağaçları göstergeleri geçmiştir. Tabloda dikkat çeken bir başka özellik ise \mathfrak{R} aralıkları arttıkça standart sapma değerlerinin de yükselmesidir. \mathfrak{R} aralığı arttıkça, sistem daha fazla öneride bulunması yönünde zorlanılmaktadır. Buna bağlı olarak yanlış tahminlerin oranı ve standart sapma artmaktadır.

Tablo 4.7. Aylık Kümülatif Getiri Tanımlayıcı İstatistikleri

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sap.		Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sap.
R[05,10]-1	-0.2761	0.4427	0.0352	0.0876	R[30,35]-4	-0.2632	0.6352	0.0445	0.1275
R[05,10]-2	-0.2761	0.4427	0.0349	0.0919	R[30,35]-5	-0.4091	0.6352	0.0491	0.1317
R[05,10]-3	-0.2761	0.4427	0.0352	0.0876	R[30,35]-6	-0.2632	0.6352	0.0416	0.1291
R[05,10]-4	-0.2761	0.4427	0.0352	0.0876	R[30,35]-7	-0.4091	0.6352	0.0442	0.1334
R[05,10]-5	-0.2761	0.4427	0.0312	0.0863	R[30,35]-8	-0.4091	0.6352	0.0465	0.1314
R[05,10]-6	-0.2761	0.4427	0.0352	0.0876	R[30,35]-9	-0.4091	0.6352	0.0462	0.1316
R[05,10]-7	-0.2761	0.4427	0.0308	0.0895	R[30,35]-10	-0.4091	0.6352	0.0442	0.1334
R[05,10]-8	-0.1754	0.2520	0.0256	0.0643	R[35,40]-1	-0.4091	0.6352	0.0456	0.1335
R[05,10]-9	-0.2761	0.4427	0.0299	0.0867	R[35,40]-2	-0.4091	0.6352	0.0456	0.1335
R[05,10]-10	-0.2761	0.4427	0.0359	0.0872	R[35,40]-3	-0.4091	0.6352	0.0456	0.1330
R[10,15]-1	-0.2761	0.3788	0.0357	0.0913	R[35,40]-4	-0.4091	0.6352	0.0468	0.1306
R[10,15]-2	-0.2761	0.3788	0.0361	0.0918	R[35,40]-5	-0.4091	0.6352	0.0456	0.1330
R[10,15]-3	-0.2761	0.3788	0.0373	0.0997	R[35,40]-6	-0.4091	0.6352	0.0448	0.1318
R[10,15]-4	-0.2761	0.3788	0.0369	0.0914	R[35,40]-7	-0.4091	0.6352	0.0456	0.1330
R[10,15]-5	-0.2761	0.3788	0.0373	0.0922	R[35,40]-8	-0.4091	0.6352	0.0452	0.1334
R[10,15]-6	-0.2032	0.3871	0.0345	0.0888	R[35,40]-9	-0.4091	0.6352	0.0456	0.1330
R[10,15]-7	-0.2761	0.4427	0.0333	0.0937	R[35,40]-10	-0.4091	0.6352	0.0454	0.1336
R[10,15]-8	-0.2761	0.3788	0.0353	0.0918	R[40,45]-1	-0.3144	0.6352	0.0449	0.1322
R[10,15]-9	-0.2761	0.3788	0.0351	0.0916	R[40,45]-2	-0.4091	0.6352	0.0485	0.1347
R[10,15]-10	-0.2761	0.3613	0.0381	0.0897	R[40,45]-3	-0.2523	0.6189	0.0399	0.1346
R[15,20]-1	-0.2131	0.5236	0.0476	0.1071	R[40,45]-4	-0.2523	0.6189	0.0402	0.1343
R[15,20]-2	-0.2131	0.5236	0.0476	0.1071	R[40,45]-5	-0.2247	0.5236	0.0400	0.1286
R[15,20]-3	-0.2131	0.5236	0.0476	0.1071	R[40,45]-6	-0.2523	0.6189	0.0418	0.1296
R[15,20]-4	-0.2131	0.5236	0.0476	0.1071	R[40,45]-7	-0.2247	0.5236	0.0457	0.1312
R[15,20]-5	-0.2131	0.5236	0.0476	0.1071	R[40,45]-8	-0.2523	0.6189	0.0415	0.1300
R[15,20]-6	-0.2131	0.5236	0.0438	0.1092	R[40,45]-9	-0.2523	0.6189	0.0378	0.1293
R[15,20]-7	-0.2131	0.5236	0.0476	0.1071	R[40,45]-10	-0.2311	0.5378	0.0346	0.1213
R[15,20]-8	-0.2131	0.5236	0.0482	0.1065	R[45,50]-1	-0.2972	0.6291	0.0392	0.1381
R[15,20]-9	-0.2131	0.5236	0.0476	0.1071	R[45,50]-2	-0.2247	0.6497	0.0433	0.1324
R[15,20]-10	-0.2131	0.5236	0.0476	0.1071	R[45,50]-3	-0.4091	0.6189	0.0431	0.1398
R[20,25]-1	-0.2131	0.5236	0.0466	0.1074	R[45,50]-4	-0.2247	0.6291	0.0439	0.1347
R[20,25]-2	-0.2032	0.6053	0.0480	0.1126	R[45,50]-5	-0.3690	0.6291	0.0435	0.1448
R[20,25]-3	-0.3160	0.5236	0.0488	0.1139	R[45,50]-6	-0.2247	0.6497	0.0403	0.1344
R[20,25]-4	-0.2131	0.5236	0.0481	0.1078	R[45,50]-7	-0.2247	0.6497	0.0394	0.1329
R[20,25]-5	-0.4091	0.5236	0.0468	0.1207	R[45,50]-8	-0.2157	0.6497	0.0395	0.1335
R[20,25]-6	-0.3160	0.5236	0.0481	0.1141	R[45,50]-9	-0.2247	0.6497	0.0445	0.1334
R[20,25]-7	-0.2131	0.5236	0.0475	0.1088	R[45,50]-10	-0.4027	0.6352	0.0454	0.1380
R[20,25]-8	-0.1841	0.5236	0.0471	0.1083	SMA 5-10	-0.2972	0.6291	0.0349	0.1436
R[20,25]-9	-0.2131	0.5236	0.0466	0.1074	SMA 10-21	-0.3625	0.6189	0.0350	0.1366
R[20,25]-10	-0.3160	0.5236	0.0475	0.1140	SMA 5-21	-0.2268	0.6497	0.0385	0.1344
R[25,30]-1	-0.4091	0.5236	0.0490	0.1205	AMA-5	-0.2972	0.3788	0.0300	0.1016
R[25,30]-2	-0.4091	0.5236	0.0476	0.1245	AMA-10	-0.1754	0.2520	0.0219	0.0653
R[25,30]-3	-0.4091	0.5236	0.0505	0.1223	AMA-21	-0.1217	0.1879	0.0048	0.0315
R[25,30]-4	-0.4091	0.5236	0.0476	0.1245	PCB-5	-0.2810	0.6352	0.0413	0.1264
R[25,30]-5	-0.4091	0.5236	0.0488	0.1196	PCB-10	-0.2972	0.6291	0.0405	0.1239
R[25,30]-6	-0.4091	0.5236	0.0488	0.1196	PCB-21	-0.2131	0.5236	0.0430	0.1073
R[25,30]-7	-0.4091	0.6053	0.0491	0.1265	STOC-5	-0.3224	0.2582	0.0028	0.0855
R[25,30]-8	-0.4091	0.5236	0.0488	0.1206	STOC-10	-0.2262	0.1628	0.0080	0.0629
R[25,30]-9	-0.4091	0.5236	0.0486	0.1212	STOC-21	-0.2488	0.1935	0.0068	0.0569
R[25,30]-10	-0.4091	0.5236	0.0481	0.1198	RSI-5	-0.3783	0.2999	0.0015	0.0756
R[30,35]-1	-0.4091	0.6352	0.0462	0.1316	RSI-10	-0.3849	0.2462	0.0055	0.0605
R[30,35]-2	-0.4091	0.6352	0.0491	0.1317	RSI-21	-0.0944	0.1318	0.0043	0.0214
R[30,35]-3	-0.4091	0.6352	0.0442	0.1334	Target	0.0000	0.5965	0.1400	0.1056

Yukarıdaki tabloda her bir \mathcal{R} aralığında bulunan 10 adet genetik karar ağacının tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir. Bu karar ağaçlarının yapısını analiz etmeye yönelik olarak tüm karar ağaçlarındaki gösterge tipleri, karar ağacının maksimum uzunluğu ve hangi aralığa ait olduğu bilgisi derlenmiştir. Bu veri grubunda eğer bir gösterge en az bir defa karar ağacında kullanılıyorsa “1”, kullanılmıyorsa “0” değeri verilerek her bir genetik karar ağacına bağlı veri oluşturulmuştur. Karar ağaçlarının bir diğer özelliği olarak en uzun ardışık “karşılaştırma – sonuç” (If –Then karşılaştırması) dalları uzunluğu ele alınmıştır ve

Uzunluk değişkeni adıyla verilere girmiştir (Örnek olarak: Şekil 4.5'te sağ tarafta (2 veya 3), 6 ve sonra 7 koşullu ardışık karşılaştırma sistemi ile bu karar ağacının uzunluk değişkeni değeri 3 olmaktadır). Buna ek olarak 9 adet R aralığı için 1'den 9'a kadar değerler, her bir genetik karar ağacı hangi aralığa aitse bir değişken (GrupNo) olarak verilmiştir. Daha açık olarak, R[05,10] aralığındaki karar ağaçlarının GrupNo değişkeni 1, R[10,15] aralığındakilerin 2 ve böylece giderek R[45,50] için 9 olarak verilmiştir. Bu üç grup değişken, toplamda 17 adet bağımsız değişkeni oluştururken, bağımlı değişkenler tüm yıllar ve her bir yıla ait getirilerden oluşmaktadır. Örnekleme sayısı, 9 adet aralık için 10 adet genetik karar ağacından oluşmakta ve toplam olarak 90 adettir. Bu şekilde SPSS istatistik paket programı ile doğrusal regresyon denklemleri araştırıldığında, aşağıdaki denklemler elde edilmiştir. Bu denklemlerde tüm katsayılar %95 güven aralığında anlamlı çıkmıştır:

Tüm Yıllar Getiri Ortalaması için:

$$\text{Getiri} = 0,622 + (-0,061) \text{ SMA } 5-10 + (-0,069) \text{ AMA-5} + 0,068 \text{ PCB-21} + 0,050 \text{ STOC-10} + 0,047 \text{ RSI-10} + 0,016 \text{ GrupNo}$$

$$\text{R-Kare} = 0,650 \quad \text{F-Değeri} = 10,095$$

Her bir yıl için:

$$\text{Getiri}_{1988} = 0,233 + 0,076 \text{ SMA } 5-10 + (-0,113) \text{ STOC-21} + 0,096 \text{ RSI-5} + (-0,107) \text{ RSI-10} + 0,073 \text{ RSI-21} + (-0,057) \text{ GrupNo}$$

$$\text{R-Kare} = 0,810 \quad \text{F-Değeri} = 26,459$$

$$\text{Getiri}_{1989} = 2,030 + (-0,188) \text{ AMA-10} + 0,210 \text{ AMA-21} + (-0,251) \text{ PCB-5} + 0,202 \text{ PCB-10} + 0,251 \text{ RSI-10}$$

$$\text{R-Kare} = 0,558 \quad \text{F-Değeri} = 7,601$$

$$\text{Getiri}_{1990} = 0,254 + (-0,069) \text{ STOC-5} + 0,119 \text{ RSI-10}$$

$$\text{R-Kare} = 0,374 \quad \text{F-Değeri} = 7,070$$

$$\text{Getiri}_{1991} = 0,457 + 0,093 \text{ SMA } 5-10 + (-0,089) \text{ AMA-10} + 0,099 \text{ PCB-21} + (-0,067) \text{ STOC-10} + 0,193 \text{ RSI-21} + (-0,031) \text{ GrupNo}$$

$$\text{R-Kare} = 0,773 \quad \text{F-Değeri} = 20,576$$

$$\text{Getiri}_{1992} = 0,195 + 0,096 \text{ PCB-21} + (-0,096) \text{ RSI-10} + 0,015 \text{ GrupNo}$$

$$\text{R-Kare} = 0,396 \quad \text{F-Değeri} = 5,314$$

$$\text{Getiri}_{1993} = 1,502 + (-0,279) \text{ SMA } 5-21 + 0,323 \text{ PCB-21} + 0,239 \text{ RSI-10} + 0,190 \text{ GrupNo}$$

$$\text{R-Kare} = 0,605 \quad \text{F-Değeri} = 32,521$$

$$\text{Getiri}_{1994} = (-0,083) + (-0,083) \text{ AMA-5} + 0,145 \text{ PCB-10} + (-0,080) \text{ STOC-5} + 0,132 \text{ RSI-10} + 0,021 \text{ GrupNo}$$

$$\text{R-Kare} = 0,654 \quad \text{F-Değeri} = 12,523$$

$$\text{Getiri}_{1995} = 0,333 + (-0,123) \text{ AMA-5} + 0,129 \text{ PCB-10} + 0,171 \text{ RSI-10}$$

$$\text{R-Kare} = 0,474 \quad \text{F-Değeri} = 8,286$$

$$\text{Getiri}_{1996} = 0,594 + 0,065 \text{ SMA 5-21} + 0,076 \text{ STOC-10} + 0,043 \text{ GrupNo}$$

$$\text{R-Kare} = 0,705 \quad \text{F-Değeri} = 28,387$$

$$\text{Getiri}_{1997} = 1,430 + (-0,403) \text{ SMA 5-10} + (-0,185) \text{ AMA-5} + 0,209 \text{ PCB-21} + 0,262 \text{ STOC-10} + 0,087 \text{ GrupNo}$$

$$\text{R-Kare} = 0,612 \quad \text{F-Değeri} = 10,057$$

$$\text{Getiri}_{1998} = 0,503 + (-0,124) \text{ RSI-10} + 0,102 \text{ RSI-21} + (-0,060) \text{ GrupNo}$$

$$\text{R-Kare} = 0,848 \quad \text{F-Değeri} = 73,451$$

$$\text{Getiri}_{1999} = 1,362 + (-0,209) \text{ SMA 5-10} + (-0,203) \text{ SMA 5-21} + 0,243 \text{ PCB-5} + 0,082 \text{ GrupNo}$$

$$\text{R-Kare} = 0,692 \quad \text{F-Değeri} = 19,569$$

$$\text{Getiri}_{2000} = 0,294 + 0,061 \text{ SMA 5-10} + (-0,110) \text{ PCB-5} + 0,078 \text{ PCB-21} + (-0,132) \text{ RSI-10} + (-0,067) \text{ GrupNo} + 0,022 \text{ Uzunluk}$$

$$\text{R-Kare} = 0,901 \quad \text{F-Değeri} = 59,853$$

$$\text{Getiri}_{2001} = 0,906 + (-0,223) \text{ PCB-5} + 0,147 \text{ PCB-21} + 0,155 \text{ STOC-10} + (-0,041) \text{ GrupNo}$$

$$\text{R-Kare} = 0,559 \quad \text{F-Değeri} = 9,642$$

$$\text{Getiri}_{2002} = (-0,076) + 0,093 \text{ SMA 5-10} + (-0,085) \text{ PCB-5} + 0,066 \text{ PCB-10} + 0,114 \text{ PCB-21}$$

$$\text{R-Kare} = 0,590 \quad \text{F-Değeri} = 11,355$$

$$\text{Getiri}_{2003} = 0,007 + (-0,143) \text{ SMA 5-10} + (-0,119) \text{ SMA 5-21} + 0,247 \text{ PCB-5} + 0,165 \text{ RSI-10} + 0,082 \text{ GrupNo} + (-0,037) \text{ Uzunluk}$$

$$\text{R-Kare} = 0,809 \quad \text{F-Değeri} = 26,151$$

$$\text{Getiri}_{2004} = (-0,097) + (-0,038) \text{ AMA-10} + 0,063 \text{ PCB-5} + 0,039 \text{ RSI-10} + 0,065 \text{ GrupNo} + (-0,018) \text{ Uzunluk}$$

$$\text{R-Kare} = 0,925 \quad \text{F-Değeri} = 98,886$$

Bu regresyon formüllerinde göstergeler, modellerin içinde yer alıp almamasına göre 0-1 olarak dikkate alınmıştır. Buna karşın bir model içerisinde göstergeler modelin belirlediği kısıt değer ile karşılaştırma sonucu bir karar sistemi oluşturmaktadır. Bu sebeple modelin içerisinde hangi göstergelerin yer aldığı doğrudan modelin başarısı ile ilişkili olmayacak bunun yanı sıra bu göstergelerin nasıl bir değerlendirme içinde bulunduğu da önem kazanacaktır. Bu regresyon formüllerinden sadece belirli dönemlerde bazı göstergelerin daha fazla önem kazandığı söylenebilir. Regresyon formüllerinden çıkan bir diğer sonuç ise \mathcal{R} aralık numaralarının hemen hemen tüm formüllerde yer alması ve maksimum uzunluk değerlerinin sadece son yıllarda katılmasıdır.

Tablo 4.8’de görüleceği gibi genetik programlama ile geliştirilen GDT modelleri toplamda , eğitim ve sınama dönemlerinde yüksek \mathcal{R} aralıklarında fark edilir biçimde teknik analiz göstergelerinin üzerinde bir getiri sağlamıştır. Bu getiri seviyeleri piyasalarda oldukça büyük kar fırsatlarının göstergesidir. Daha önce de değinildiği gibi hedef değerini tam olarak tahmini mümkün değildir.

Tablo 4.8. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları

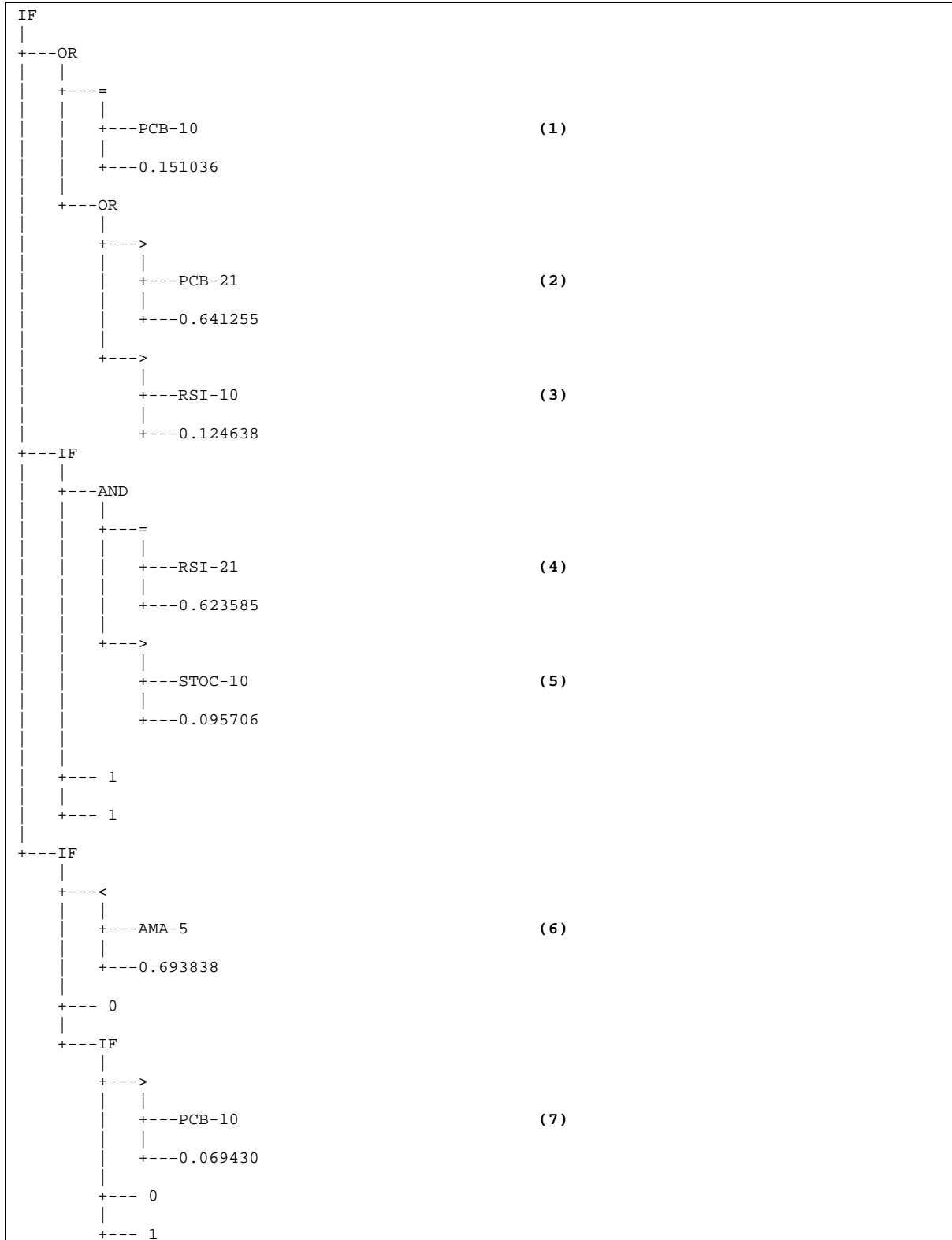
Model	Toplam	Eğitim	Sınama	Gösterge	Toplam	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.580	0.663	0.507	SMA 5-10	0.567	0.621	0.519
R[10,15]	0.584	0.544	0.620	SMA 10-21	0.558	0.570	0.549
R[15,20]	0.800	0.932	0.683	SMA 5-21	0.634	0.646	0.624
R[20,25]	0.848	0.977	0.734	AMA-5	0.478	0.514	0.445
R[25,30]	0.856	0.922	0.798	AMA-10	0.321	0.392	0.258
R[30,35]	0.806	0.972	0.659	AMA-21	0.057	0.051	0.062
R[35,40]	0.777	0.739	0.811	PCB-5	0.683	0.660	0.703
R[40,45]	0.844	0.715	0.958	PCB-10	0.634	0.822	0.466
R[45,50]	0.821	0.777	0.860	PCB-21	0.719	0.795	0.652
				STOC-5	0.027	-0.043	0.088
				STOC-10	0.097	-0.005	0.188
				STOC-21	0.082	0.051	0.110
				RSI-5	0.016	-0.082	0.103
				RSI-10	0.050	0.077	0.026
				RSI-21	0.052	0.060	0.045
				Hedef	4.019	3.878	4.144

Teknik analize dayalı yatırım stratejilerinin bir aşama ileri götürülerek, piyasadaki bazı yatırım fırsatlarını, piyasa tahmin yöntemlerinin doğrusal olmayan ilişkisini evrimsel algoritmalar yöntemleri ile keşfederek yakalamak mümkün gözükmektedir.

Şekil 4.4’de en iyi yıllık ortalama getiriye (0,856 yıllık ortalama) sahip genetik karar ağaçlarından biri yer almaktadır. Bu karar ağacında teknik analiz göstergelerinin, algoritma tarafından belirlenen eşik değerleri ile 7 adet karşılaştırması yer almaktadır. Bu karşılaştırmaların sonuçlarını bağlayan VE (AND), VEYA (OR) ve TERSİDOĞRUİSE (NOT) operatörleri ile nihai sonucun koşullu durumunu belirleyen EĞER (IF) operatörü yer almaktadır. Burada VE ve VEYA operatörleri anlamı gereği sırasıyla her iki koşulda sağlanırsa ve en az biri sağlanırsa anlamı taşıırken TERSİDOĞRUİSE (TERSİ) operatörü altındaki koşulun sağlanmamasının doğru olduğu duruma göre pozisyon almak demektir. Diğer bir deyişle altındaki koşulun tam tersi koşul durumuna çevirmektedir.

Şekilde numaralandırılarak gösterilen göstergelerin karşılaştırılmasını şu şekilde listelenebilir:

(1)	PCB-10 = 0.151036	(5)	STOC-10 > 0.095706
(2)	PCB-21 > 0.641255	(6)	AMA-5 < 0.693838
(3)	RSI-10 > 0.124638	(7)	PCB-10 > 0.069430
(4)	RSI-21 = 0.623585		

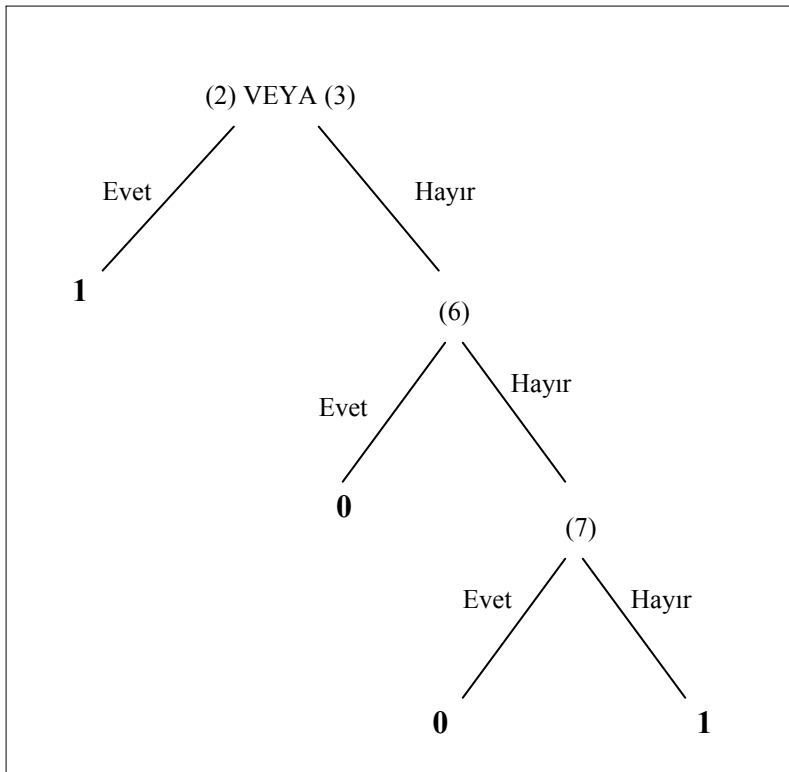


Şekil 4.4. En İyi Yıllık Ortalama Getiri Veren Genetik Karar Ağacı (GDT)

Rassal bir temel üzerine dayanan genetik karar ağaçları (GDT), yorumlandığında bazı koşulların geçersiz olduğu görülebilmektedir. Bu sebeple elde edilen karar ağaçları içindeki karşılaştırmalar incelenerek sadeleştirilebilir. Yukarıda verilen en iyi karar ağacında da buna benzer durumlar söz konusudur.

Yukarıdaki genetik karar ağacında gösterge karşılaştırmalarına bakıldığında (1) ve (4) numaralı karşılaştırmaların modelde anlamsız olduğu fark edilecektir. Girdi kümesinde (göstergelere dayalı öneri kümesi) “al” kararı için 1 değeri, diğer durumlar için 0 değeri vermektedir. Bu durumda, bu değerlerin karşılaştırmada belirtilen, ondalık özelliğe sahip değerlere eşit olması durumu kesinlikle söz konusu değildir.

Diğer bir durum ise (4) numaralı karşılaştırmının geçersiz olduğu düşünülürse, (4) ve (5)’in VE ile bağlanmasından dolayı, burada hiçbir “koşul sağlandı” sonucu çıkmayacaktır. Bunun yanı sıra, her iki durumda da 1 önerisi vermesi, bu koşul grubunu gereksiz kılmaktadır. Bu durumda bu karar ağacının belirtilen sadeleştirmeler ışığında daha genel gösterimi aşağıdaki şekilde olacaktır (Her bir \mathfrak{R} aralığında en iyi getiriye sahip GDT’ler Ek-2’de verilmiştir):



Şekil 4.5. En iyi Genetik Karar Ağacının Sadeleştirilmiş Şekli

4.2 Seçilmiş Firmaların Fiyatları Üzerine Uygulama

İMKB Ulusal 100 endeksinin yanı sıra genetik algoritmalar ile işlem stratejileri geliştirme çalışması, seçilmiş 8 hisse senedi üzerine de denenmiştir. Bu Firmalar; Alarko Holding, Çimsa, Eczacıbaşı İlaç, Pınar Süt, Vestel, İş Bankası, Şişecam, Ford Otosan'dır. Bu firmalar 2005 yılı itibariyle İMKB Ulusal 100 endeksi içinde yer almıştır ve 01.02.1991-12.30.2005 yılları arasında Menkul Kıymetler Borsasında işlem görmüşlerdir. Bu firmaların seçiminde diğer bir kriter ise bu firmaların çeşitli sektörler açısından temsilci olma niteliğinde olmalarıdır. Bu firmalara ilişkin verilerin zaman aralıkları ve veri sayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.9. Seçilmiş Firmalar Veri Kümesi

Firma	Eğitim Dönemi		Sınama Dönemi	
	Tarih Aralığı	Veri Sayısı	Tarih Aralığı	Veri Sayısı
Alarko Holding	1991-2001	2721	2002-2005	991
Çimsa	1991-2001	2695	2002-2005	991
Eczacıbaşı İlaç	1991-2001	2725	2002-2005	991
Pınar Süt	1991-2001	2579	2002-2005	991
Vestel	1991-2001	2724	2002-2005	991
İş Bankası	1991-2001	2718	2002-2005	991
Şişecam	1991-2001	2724	2002-2005	991
Ford Otosan	1991-2001	2721	2002-2005	991

Firmaların sermaye artırımı dönemlerinde, hisse senetleri fiyatlarında bir değişim olmaktadır. Bu hissedarların varlıklarında bir değişim yaratmazken birim hisse senedi değerinde bir değişim olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumda sayısal olarak veride kesiklik oluşmaktadır. Fiyat serileri içerisinde bu dönemlerin özel olarak ele alınarak hesapların genelde elle yapılması gerekmektedir. Firmaların sermaye artırımına gitmeleri, karların dağıtılmayarak firmada tutulması, dışarıdan yeni ortak alınması ya da var olan hissedarlardan bedelli sermaye artırımı şeklinde olabilir. Sermaye artırımının yanı sıra, bazen sermaye artırımı ile birlikte, firmalar piyasada likiditeyi arttırmak için hisse bölünmesine gidebilmektedirler. Hisse bölünmeleri de, hissedarların varlıklarında bir değişime sebep olmadan birim hisse fiyatında bir değişim olarak gerçekleşmektedir. Sermaye artırımlarının yeni bir bilgi olması dolayısıyla piyasa fiyatlarına ve getirilere etkisi bu çalışmanın konusu dışındadır.

Tablo 4.10. Firmaların Sermaye Artırımı ve/veya Hisse Bölünmesi Bilgileri

Firma	Tarih	Fiyat Bilgileri		Firma	Tarih	Fiyat Bilgileri		
		Önce	Sonra			Önce	Sonra	
Alarko Holding	06/07/2001	29.500	25.250	İş Bankası	07/22/2005	9.150	7.800	
	02/08/1999	49.000	4.000		08/13/2004	5.350	4.675	
	05/31/1996	29.500	15.750		12/29/2003	9.250	5.250	
	08/10/1995	40.000	19.000		05/15/2001	14.750	10.250	
	07/14/1994	31.000	26.000		05/15/2000	34.000	17.000	
	02/08/1993	8.000	2.275		05/13/1999	19.000	9.000	
	10/03/1991	20.000	5.500		05/15/1998	29.500	12.500	
Çimsa					09/03/1997	59.000	12.250	
	12/12/2003	6.100	3.400		04/21/1995	15.000	5.250	
	12/12/2002	9.700	4.950		04/01/1993	1.300	1.000	
	02/11/2002	14.500	7.400		04/01/1992	1.550	1.200	
	05/20/1999	17.750	4.400		08/19/1991	3.000	1.600	
	12/23/1997	37.000	12.000		Şişecam	05/10/2004	3.325	2.370
	07/25/1996	39.000	8.500			02/04/2002	5.700	1.950
06/05/1995	250.000	61.000	06/16/2000	7.000		6.700		
Eczacıbaşı İlaç	02/09/2004	7.400	1.580	01/17/2000		23.000	13.250	
	05/23/2003	13.200	4.525	04/05/1999		6.400	4.000	
	05/03/1999	23.750	6.400	05/08/1998		11.250	9.800	
	05/31/1996	5.700	2.800	01/15/1998		15.500	9.900	
	08/16/1995	10.500	5.700	06/30/1997		17.250	9.400	
	06/27/1994	4.700	2.175	05/21/1996		12.250	5.200	
	07/27/1992	10.000	4.200	02/06/1995		4.950	3.950	
	01/24/1991	21.000	13.750	01/31/1994		7.200	3.300	
Pınar Süt				05/04/1992		2.200	1.450	
	06/10/2004	4.675	1.510	03/20/1991		18.250	5.500	
	05/24/2001	8.700	3.650	Ford Otosan		05/27/2005	10.100	8.550
	12/08/1999	10.500	7.200		09/30/2003	24.500	6.350	
	02/09/1999	8.900	2.850		05/31/2001	34.500	13.750	
	09/24/1996	9.800	2.900		05/26/1999	152.500	7.100	
	01/9/1996	16.750	6.400		08/14/1995	18.750	12.750	
	07/11/1994	15.000	5.800		08/31/1994	125.000	15.000	
10/30/1991	2.700	1.150	01/15/1992		15.000	10.000		
Vestel								
	12/20/2000	84.000	2.400					
	06/05/1997	54.000	9.500					
	05/03/1993	0.975	0.880					
	07/13/1992	1.450	1.100					
	08/27/1991	6.500	3.400					

Hisse birim fiyatlarındaki bu türde değişimlerin, göstergeler ve hedef değişken üzerindeki etkisinin çok fazla olmayacağı düşünüldüğünden düzenleyici herhangi bir işlem yapılmamıştır. Buna karşın göstergelerin ve elde edilen model önerilerinin performansının değerlendirilmesinde bu dönemlerin ayrıca ele alınmasına gerek duyulmuştur. Bölünme veya sermaye artırım oranına bağlı olarak, beklenen yeni değer temel alınarak yeni fiyatta gerçekleşen tahmini getiri hesaplanabilir. Fakat bu dönemlerde yatırımcının işlem yapmayarak piyasa dışında kaldığı varsayılmış ve bu dönemlerin getirileri ihmal edilmiştir.

Hisse bölünmeleri ve sermaye artırımları önceden kamuya ilan edilmektedir ve yatırımcıların da bu bilginin etkilerine hazırlıklı olduğu düşünülmüştür. Bu sebeple yatırımcıların bu dönemde işlem yapmadığı yönünde bir filtreleme yanlış olmayacaktır. Teknik analiz göstergelerine dayalı bir model araştırması üzerine dayanan çalışmada fiyatları etkileyecek olaylar dışındaki, fiyatların olağan seyri dönemleri hedef alınmıştır. Filtreleme yapılacak dönemler ve o döneme ilişkin bilgiler İMKB'nin resmi internet sitesinden elde edilmiştir ve tablo 4.10'da verilmiştir.

Bu seçilmiş firmalar için de, İMKB Ulusal 100 endeksinde olduğu gibi aynı işlem stratejisi ve aynı getiri koşulları temel alınmıştır. Firma hisse senedi fiyatlarının yıllara göre değişimleri Tablo 4.11'de görülmektedir. Bu tablodaki değişimlerin, modellerin ve göstergelerin getirilerinin hesaplanması için kullanılan formül $(P_i - P_{i-1}) / P_{i-1}$ şeklinde basit getiri hesabıdır. Her bir işlemin getirisi hesaplandıktan sonra, dönem başındaki bir YTL'nin dönem sonunda (bu 15 yıllık bir süredir) ne kadar olacağı, getirilerin çarpan etkisi ile hesaplanmıştır. Daha sonra tablolarda, bu değerler üzerinden getiri, basit getiri yöntemiyle istenen dönemlik (aylık, yıllık) olarak hesaplanmıştır.

Firmaların getirilerine bakıldığında, uzun dönemli bir süreç olduğundan firmaların temel değerlerine bağlı bir gelişim olduğu söylenebilir. Tahmin edileceği üzere her dönemde belirgin yüksek getiri sağlayan bir hisse senedi söz konusu değildir. Genel olarak yıllık getiriler belirli bir seviyede aynı yönlü harekete sahipken her dönemde başka bir hisse senedi diğerlerinden farklı bir seviyede getiri sağlamıştır. Bu çalışmada uzun dönemli stratejiler temel alınmadığından firmaların temel analize dayalı değerlendirilmeleri söz konusu olmamaktadır. Çalışmada varsayılan yatırımcı tipi, geliştirdiği modele göre al sinyali veren hisse senedini alacaktır. Al sinyali hangi hisse senedi için değerlendireceği firmaya özel model geliştirilmesi ile mümkün olacaktır. Bu sebeple teknik analiz göstergelerine dayalı model arayışını her hisse senedinin fiyat serileri ile denemeli ve modelleri test etmelidir. Çalışmada belirlenen kriterler çerçevesinde modelin belirli bir seviyede getiriye sağlayacak dönemleri tahmin etmesi beklenmektedir. Yoksa hangi hisse senedinin seçileceği konusunda diğer bir deyişle daha fazla getiriye ya da daha düşük risk seviyesine sahip hisse senedinin seçimi konusunda bir bilgi sağlamayacaktır. Diğer yandan yatırımcı her seferinde, belirlediği modellere göre al sinyali veren farklı hisse senetlerini tercih edebilir. Yatırımcı al sinyali veren bir hisse senedini değerlendirip elinden çıkardığı zaman tekrar bir al sinyali verene kadar tasarruflarını başka yatırım araçları ile değerlendirebilir ya da al sinyali veren başka bir hisse senedine kayabilir.

Tablo 4.11. Seçilmiş Firma Piyasa Fiyatı Yıllık Değişim Oranları

Yıl	Alarko	Çimsa	Eczacıbaşı İlaç	Pınar Süt	Vestel	İş Bankası	Şişecam	Ford Otosan
1991	1.113	1.022	0.527	-0.111	0.062	-0.600	-0.493	1.383
1992	-0.238	-0.140	-0.510	0.148	-0.539	-0.302	-0.536	0.350
1993	8.117	5.772	2.028	24.070	3.595	14.275	7.916	7.148
1994	0.830	0.737	-0.155	-0.545	0.870	-0.432	0.189	-0.304
1995	0.810	0.131	0.651	1.363	-0.065	1.294	1.224	1.690
1996	0.346	0.731	2.281	0.821	3.561	2.284	4.034	3.314
1997	1.543	2.384	0.649	2.831	2.579	9.470	1.434	2.833
1998	-0.105	-0.348	0.389	-0.428	0.465	-0.504	-0.569	-0.659
1999	7.439	6.073	3.055	5.429	3.727	5.534	4.524	6.694
2000	-0.257	-0.479	-0.391	-0.545	-0.467	-0.313	-0.474	-0.035
2001	0.281	0.883	-0.190	0.447	0.558	0.060	0.184	0.417
2002	-0.371	-0.068	0.358	-0.366	-0.192	-0.494	-0.245	-0.097
2003	0.974	0.596	0.923	0.369	0.844	1.257	0.750	1.545
2004	0.060	0.357	0.538	1.378	-0.140	0.445	0.740	0.132
2005	0.407	0.998	0.824	1.629	-0.044	0.794	0.224	0.315

Her ne kadar firmalar arasındaki risk ve getiri açısından bir ayırım, araştırılan modelin amacını oluşturmasa da yatırımcı açısından teknik analiz göstergelerine dayalı tahmin modellerinden tahmin gücü yüksek ve hata derecesi düşük modellerin elde edildiği hisse senetlerinin tercihi söz konusu olabilir.

Tablo 4.12’de seçilmiş firmaların piyasa fiyatları günlük getirilerinin yıllık ortalama volatilitesi görülmektedir. Burada günlük getiriler basit getiri hesabı ile hesaplanmış ve bunların standart sapması hesaplanmıştır. Standart sapma değeri, yıllık volatilité hesaplaması için, toplam yıl içi işgünü sayısının karekökü ile çarpılmıştır

$$(\sigma_{\text{yıllık}} = \sigma_{\text{günlük}} * \sqrt{n} ; n:\text{yıl içi işgünü sayısı}).$$

Çimsa firmasına ait volatilité değerleri diğerlerine göre düşük seyrederken, volatilitesi en fazla değişkenlik gösteren firmanın Vestel olduğu söylenebilir.

Tablo 4.12. Seçilmiş Firma Piyasa Fiyatı Günlük Getirilerin Yıllık Volatilitesi

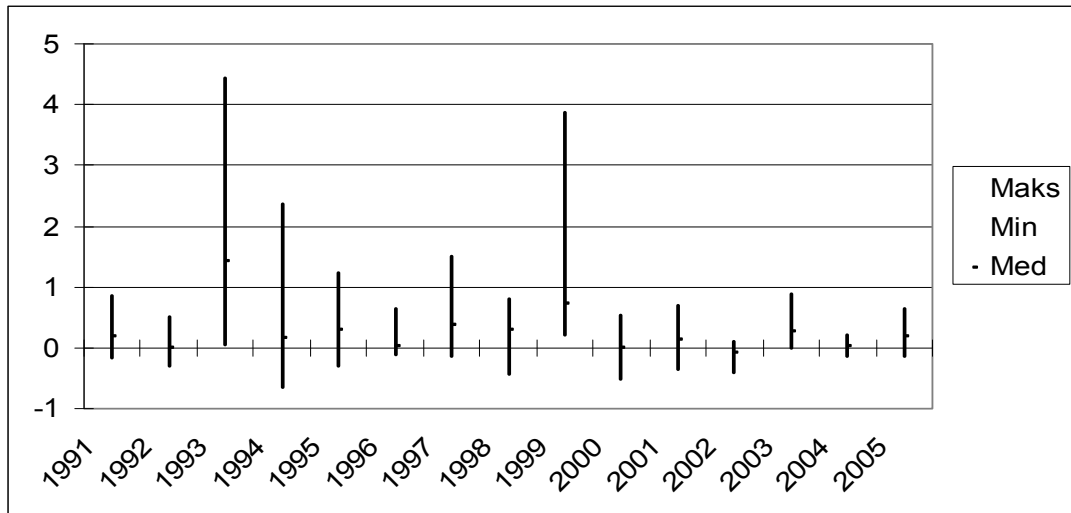
	Alarko	Çimsa	Eczacıbaşı İlaç	Pınar Süt	Vestel	İş Bankası	Şişecam	Ford Otosan
1991	0.75	0.74	0.69	0.85	0.75	0.91	0.76	0.81
1992	0.65	0.46	0.54	0.81	0.68	0.55	0.63	0.57
1993	0.71	0.71	0.66	0.91	0.81	0.83	0.87	0.69
1994	1.07	0.66	0.98	1.07	1.22	0.89	0.91	0.82
1995	0.66	0.78	0.78	0.81	0.83	0.82	0.66	0.77
1996	0.51	0.62	0.60	0.56	0.66	0.60	0.52	0.65
1997	0.59	0.67	0.65	0.68	0.61	0.73	0.72	0.63
1998	0.75	0.75	0.92	0.73	0.88	0.77	0.74	0.71
1999	0.66	0.60	0.70	0.68	0.73	0.75	0.78	0.81
2000	0.71	0.68	0.76	0.72	0.79	0.74	0.79	0.79
2001	0.65	0.64	0.69	0.84	0.79	0.72	0.73	0.72
2002	0.47	0.52	0.61	0.47	0.54	0.58	0.56	0.52
2003	0.45	0.43	0.50	0.47	0.44	0.57	0.46	0.46
2004	0.32	0.31	0.36	0.57	0.35	0.40	0.36	0.39
2005	0.32	0.43	0.42	0.47	0.24	0.40	0.35	0.36

4.2.1. Alarko Holding

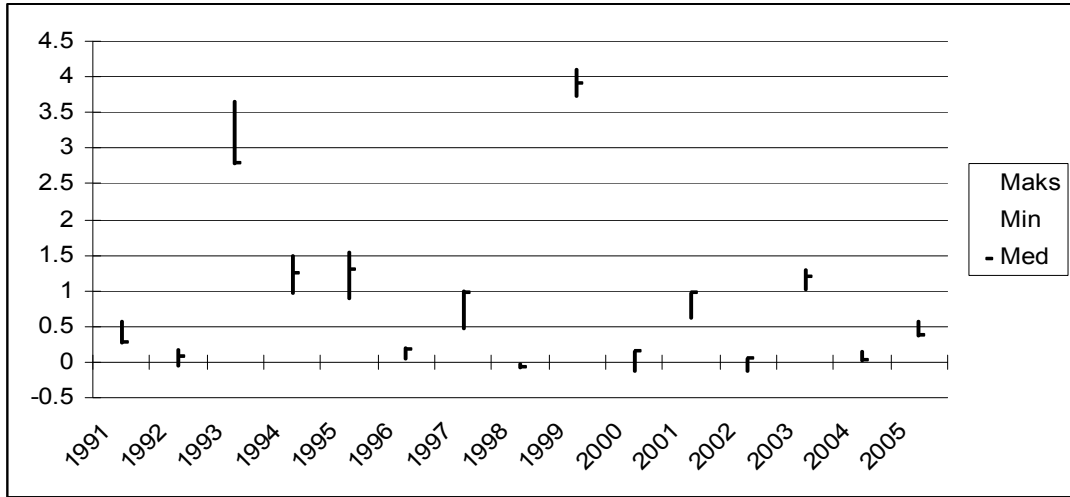
Seçilmiş firmalardan ilki, Alarko Holding'in model sonuçları ve göstergelerin sonuçları Tablo 4.13'de yer almaktadır. Belirlenen $\mathfrak{R} = [P_{\min}, P_{\max}]$ aralığı ile programdan bu aralık içerisinde kalacak seviyede fırsatların yakalanması istenmektedir. Bu şekilde doğruluk oranı (RC) ve kaçırılan fırsatlar (RMC) artmakta, yanlış tahmin oranı (RF) düşmektedir. Düşük bir seviyede yanlış tahmin oranı elde edilebilir fakat bu çok yüksek seviyede kaçırılan fırsatlar oranı verecektir ve modelin öneri sayısının düşük olduğu anlamına gelecektir. Tablodan görüleceği gibi düşük \mathfrak{R} aralığında yüksek RMC oranları modelin yetersiz sayıda öneride bulunduğunu göstermektedir. $\mathfrak{R} = [30, 35]$ aralığındaki modellerin getiri ortalaması, sınama dönemi için en yüksek değere sahiptir. Bu değer tüm göstergelerin de üzerindedir. Bu modeller ile yakın sonuçlar veren gösterge ise PCB-5 göstergesidir.

Tablo 4.13. Alarko Holding Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri

	RC		RMC		RF		Getiri	
	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.496	0.551	0.895	0.892	0.316	0.430	0.608	0.204
R[10,15]	0.510	0.550	0.842	0.855	0.327	0.454	0.811	0.134
R[15,20]	0.519	0.540	0.775	0.822	0.360	0.493	1.052	0.186
R[20,25]	0.526	0.539	0.717	0.773	0.376	0.500	1.104	0.387
R[25,30]	0.530	0.532	0.673	0.729	0.388	0.513	1.045	0.357
R[30,35]	0.481	0.474	0.567	0.629	0.356	0.470	1.038	0.415
R[35,40]	0.529	0.520	0.594	0.659	0.416	0.528	0.915	0.352
R[40,45]	0.531	0.517	0.530	0.585	0.426	0.528	1.024	0.299
R[45,50]	0.530	0.532	0.490	0.499	0.434	0.508	0.996	0.234
R[50,55]	0.536	0.527	0.425	0.448	0.436	0.511	1.054	0.233
SMA 5-10	0.528	0.528	0.445	0.449	0.441	0.511	1.044	0.230
SMA 10-21	0.526	0.524	0.420	0.392	0.447	0.513	0.746	0.272
SMA 5-21	0.518	0.531	0.439	0.392	0.453	0.507	0.830	0.284
AMA-5	0.490	0.535	0.878	0.902	0.392	0.521	0.719	0.092
AMA-10	0.479	0.537	0.939	0.961	0.385	0.526	0.298	0.066
AMA-21	0.468	0.535	0.989	0.991	0.429	0.667	0.045	0.039
PCB-5	0.517	0.538	0.750	0.775	0.382	0.502	1.139	0.354
PCB-10	0.505	0.539	0.815	0.821	0.377	0.500	0.864	0.244
PCB-21	0.499	0.548	0.864	0.860	0.356	0.462	0.614	0.135
STOC-5	0.479	0.510	0.778	0.801	0.471	0.569	0.354	0.046
STOC-10	0.474	0.518	0.854	0.886	0.475	0.584	0.022	-0.052
STOC-21	0.481	0.532	0.901	0.904	0.419	0.537	0.035	-0.014
RSI-5	0.474	0.517	0.828	0.871	0.479	0.579	-0.078	0.022
RSI-10	0.483	0.523	0.877	0.941	0.429	0.614	0.100	-0.055
RSI-21	0.480	0.538	0.930	0.993	0.389	0.571	0.057	0.003

**Şekil 4.6. Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı -Alarko Holding**

Şekil 4.6'da göstergelerin, Şekil 4.7'de ise modellerin yıllara göre dağılımları verilmiştir. Modellerin her yılda göstergelerin üzerinde bir getiri performansı elde ettikleri söylenemez.



Şekil 4.7. $R = [30, 35]$ aralığında Modellerin Getiri Dağılımları –Alarko Holding

Şekillerde ayırt edici bir performans gözükmemesine karşın, her bir R aralığında tüm yıllar ortalamasında en iyi getiriye sağlayan modellerin getiri oranları, Tablo 4.14’de görüldüğü gibi ayırt edici bir performansa işaret etmektedir. Sınama dönemi getirilerine göre $R[25,30]$, $R[30,35]$ ve $R[35,40]$ aralıklarındaki en iyi modellerin getirileri göstergelere göre oldukça yüksek seyretmiştir.

Tablo 4.14. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları –Alarko Holding

Model	Toplam	Eğitim	Sınama	Gösterge	Toplam	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.598	0.744	0.197	SMA 5-10	0.827	1.044	0.230
R[10,15]	0.701	0.903	0.144	SMA 10-21	0.620	0.746	0.272
R[15,20]	0.969	1.276	0.125	SMA 5-21	0.684	0.830	0.284
R[20,25]	0.949	1.162	0.364	AMA-5	0.552	0.719	0.092
R[25,30]	0.909	1.079	0.440	AMA-10	0.236	0.298	0.066
R[30,35]	0.890	1.064	0.413	AMA-21	0.043	0.045	0.039
R[35,40]	0.840	0.985	0.441	PCB-5	0.930	1.139	0.354
R[40,45]	0.949	1.215	0.217	PCB-10	0.699	0.864	0.244
R[45,50]	0.875	1.084	0.302	PCB-21	0.486	0.614	0.135
R[50,55]	0.902	1.140	0.246	STOC-5	0.272	0.354	0.046
				STOC-10	0.002	0.022	-0.052
				STOC-21	0.022	0.035	-0.014
				RSI-5	-0.052	-0.078	0.022
				RSI-10	0.058	0.100	-0.055
				RSI-21	0.043	0.057	0.003
				Hedef	8.686	10.902	2.593

4.2.2. Çimsa

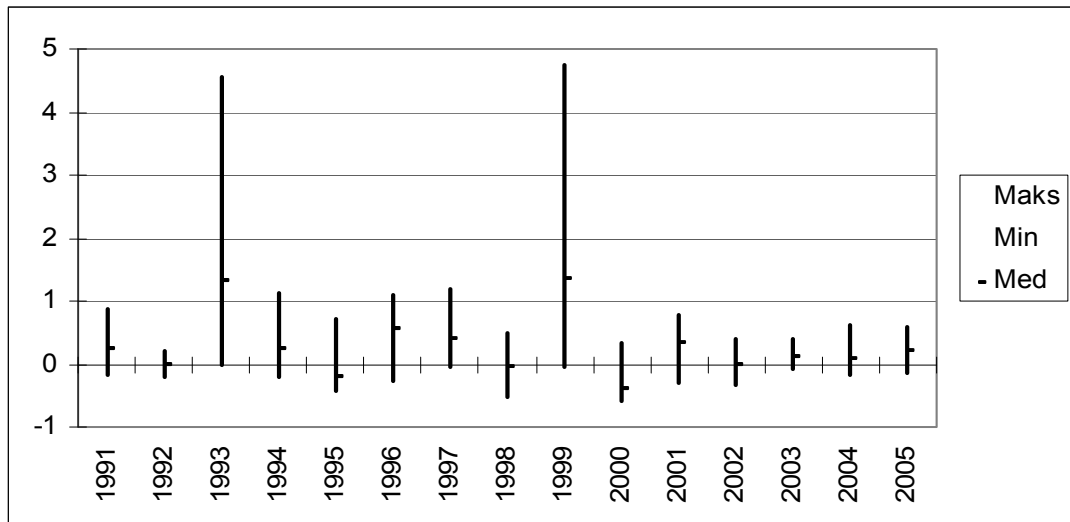
Çimsa, çimento sanayinin önde gelen kuruluşlarından. Getiriler açısından sektörel gelişmelerin ve firmanın özellikleri belirleyici olabilir. Her ne kadar kısa dönemli işlem stratejileri üzerinden çalışıldığında uzun dönemli etkilerin önemi olmayacağı söylene de fiyatların değişimlerine ve değişim aralıklarına etki edecektir. Bazı şirketlerin fiyat volatilitesi yüksekken bazılarının düşük seyredecektir. Bu da teknik analiz göstergelerinin tahmin gücünü etkileyecektir. Dow teorisi bölümünde, hareketli ortalama gibi göstergelerin belirli bir hareketi yakalamadaki hesaplamadan doğan gecikmeden bahsedilmişti. Bu bağlamda sinyalin alınması ile hareketin son bulması arasındaki sürenin kısa olması, aynı zamanda fiyat değişimlerinin hızlı olması demektir ki bu da modellerin tahmin gücünü zayıflatacaktır. Bu çalışmada İMKB Ulusal 100 endeksinde yer alan firmalar kullanılarak bir ölçüde daha dengeli seyir izleyen hisse senetleri seçilmiştir.

Çimsa'da, daha fazla öneri veren, bir ölçüde daha riskli yatırımı hedefleyen R[50,55] aralığındaki modellerin ortalaması, en yüksek seviyededir. Bu hisse senedi için de, daha önceki verilerde olduğu gibi doğruluk oranı ile yanlış tahmin oranı aynı yönlü, kaçırılan fırsatlar ise bunlarla ters yönlü olarak değişmektedir.

Çimsa fiyatları üzerinden hesaplanan göstergelerin getirilerine bakıldığında, eğitim döneminde en iyi getiriye sağlayan göstergeler, basit hareketli ortalama (SMA) göstergeleri olmuştur. Özellikle SMA 10-21 göstergesi, sınama döneminde en yüksek getiriye sahip olmuştur. Buna karşın ortalama değerler açısından R[50,55] aralığındaki modeller, tüm göstergelerin üzerinde getiri sağlamıştır.

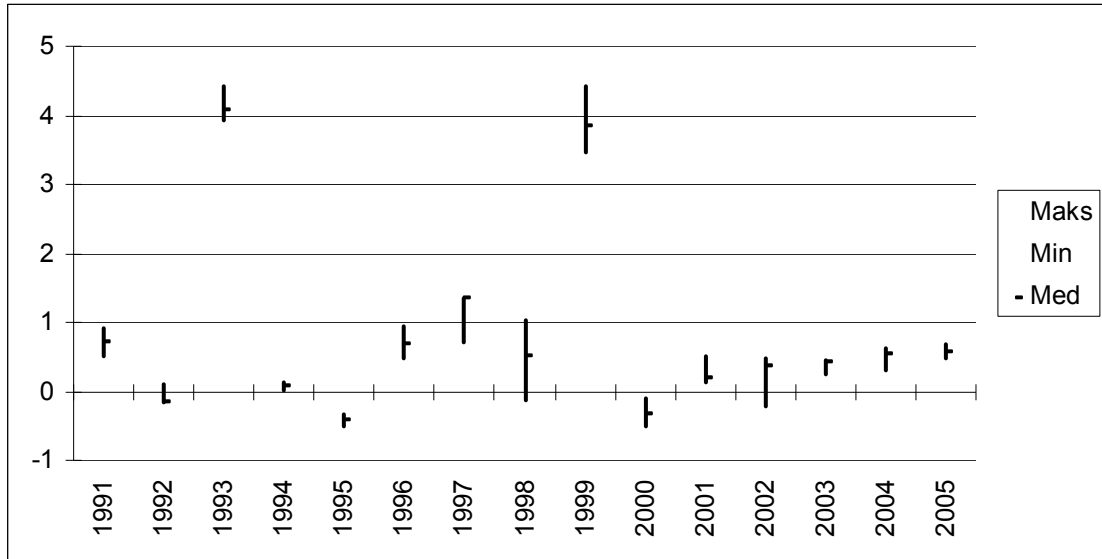
Tablo 4.15. Çimsa Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri

	RC		RMC		RF		Getiri	
	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.506	0.502	0.895	0.889	0.379	0.495	0.435	0.100
R[10,15]	0.518	0.505	0.832	0.829	0.382	0.486	0.662	0.189
R[15,20]	0.520	0.504	0.801	0.782	0.396	0.491	0.618	0.146
R[20,25]	0.520	0.502	0.742	0.710	0.426	0.497	0.701	0.188
R[25,30]	0.523	0.505	0.687	0.651	0.435	0.494	0.737	0.256
R[30,35]	0.522	0.493	0.645	0.621	0.444	0.510	0.814	0.289
R[35,40]	0.548	0.499	0.566	0.549	0.418	0.501	0.865	0.385
R[40,45]	0.551	0.496	0.515	0.521	0.424	0.505	0.972	0.407
R[45,50]	0.546	0.501	0.465	0.441	0.438	0.500	0.907	0.377
R[50,55]	0.548	0.514	0.399	0.362	0.444	0.489	0.972	0.458
SMA 5-10	0.526	0.487	0.458	0.448	0.461	0.512	0.953	0.262
SMA 10-21	0.544	0.511	0.417	0.386	0.446	0.492	0.892	0.415
SMA 5-21	0.539	0.504	0.430	0.414	0.450	0.497	0.955	0.386
AMA-5	0.495	0.498	0.899	0.889	0.449	0.509	0.570	-0.015
AMA-10	0.494	0.515	0.947	0.935	0.411	0.360	0.221	0.155
AMA-21	0.488	0.506	0.979	0.984	0.420	0.273	0.112	0.058
PCB-5	0.508	0.497	0.778	0.768	0.446	0.506	0.703	0.212
PCB-10	0.508	0.496	0.777	0.768	0.445	0.509	0.712	0.178
PCB-21	0.510	0.499	0.823	0.826	0.421	0.503	0.606	0.152
STOC-5	0.510	0.509	0.859	0.851	0.398	0.471	0.437	0.153
STOC-10	0.478	0.499	0.813	0.794	0.518	0.502	0.138	0.048
STOC-21	0.482	0.494	0.879	0.863	0.513	0.521	0.082	-0.026
RSI-5	0.485	0.494	0.929	0.907	0.503	0.531	-0.019	-0.051
RSI-10	0.484	0.495	0.864	0.828	0.505	0.514	0.006	0.047
RSI-21	0.482	0.510	0.929	0.871	0.519	0.462	0.051	-0.056

**Şekil 4.8. Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı -Çimsa**

Şekillere bakıldığında ise modellerin her dönemde başarı sağladığı söylenemez. Özellikle 1995 ve 2000 yıllarında tüm modeller negatif getiriye sahiptir. Buna karşın

göstergelerden bazıları bu yıllarda pozitif getiri sağlamıştır fakat, 1995 yılında AMA-10 göstergesi pozitif getiri sağlarken 2000 yılında RSI-21 göstergesi sağlamıştır.



Şekil 4.9. $R = [50, 55]$ aralığında Modellerin Getiri Dağılımları –Çimsa

Tüm yıllar ortalama getiri açısından en iyi modellere bakıldığında $R[50,55]$ aralığında yer alan en iyi modelin hem eğitim hem de sınama döneminde tüm göstergelere göre başarı elde ettiği söylenebilir. $R[35,40]$ ve $R[45,50]$ aralıklarındaki en iyi modeller de sınama döneminde, tüm göstergelerin getirilerini aştığı görülmektedir.

Tablo 4.16. En İyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları –Çimsa

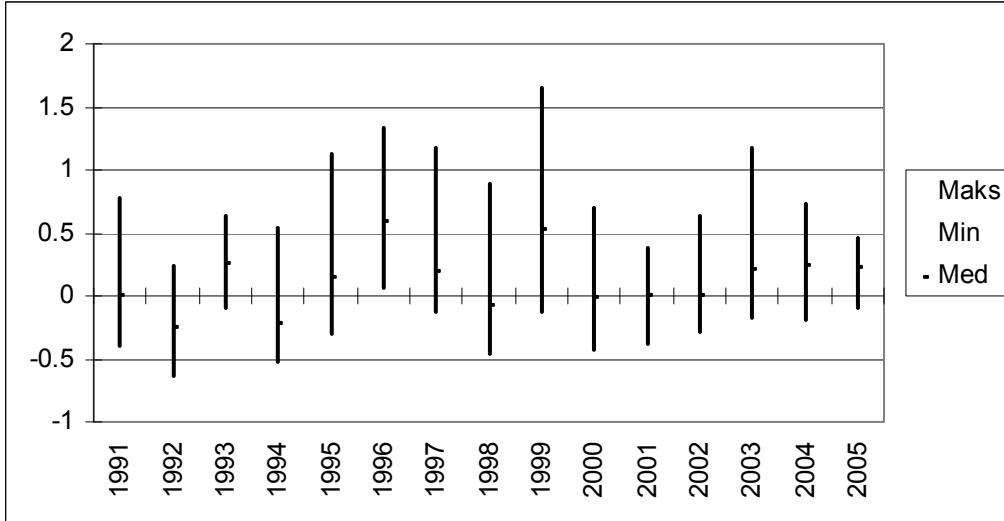
Model	Toplam	Eğitim	Sınama	Gösterge	Toplam	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.471	0.560	0.227	SMA 5-10	0.769	0.953	0.262
R[10,15]	0.576	0.707	0.218	SMA 10-21	0.765	0.892	0.415
R[15,20]	0.583	0.704	0.249	SMA 5-21	0.803	0.955	0.386
R[20,25]	0.593	0.729	0.221	AMA-5	0.414	0.570	-0.015
R[25,30]	0.714	0.901	0.201	AMA-10	0.203	0.221	0.155
R[30,35]	0.760	0.976	0.168	AMA-21	0.097	0.112	0.058
R[35,40]	0.810	0.922	0.501	PCB-5	0.572	0.703	0.212
R[40,45]	0.844	1.001	0.414	PCB-10	0.570	0.712	0.178
R[45,50]	0.801	0.918	0.481	PCB-21	0.485	0.606	0.152
R[50,55]	0.871	0.997	0.524	STOC-5	0.362	0.437	0.153
				STOC-10	0.114	0.138	0.048
				STOC-21	0.053	0.082	-0.026
				RSI-5	-0.027	-0.019	-0.051
				RSI-10	0.017	0.006	0.047
				RSI-21	0.023	0.051	-0.056
				Hedef	6.073	7.307	2.678

4.2.3. Eczacıbaşı İlaç

Eczacıbaşı İlaç firmasının hisse senedi tahmin modelleri ve göstergelerinin performans tablosuna bakıldığında en yüksek getirinin eğitim döneminde R[20,25] aralığında sağlandığı görülmektedir. Buna karşın sınav döneminde bu başarı devam etmemiş, modelin %73 seviyelerinde kaçırılan fırsat oranı ile yeterli sayıda öneride bulunmadığı görülmektedir. Doğruluk oranı (RC), kaçırılan fırsatlar oranı (RMC) ve yanlış tahmin oranı (RF) açısından bakıldığında R[50,55] aralığındaki modellerin daha iyi sonuçlar verdiği söylenebilir. Basit hareketli ortalamalara dayalı stratejilerin getirileri, modellerin getirileri ile karşılaştırılabilir düzeydedir. Bu bağlamda modellerin basit hareketli ortalamaların üzerinde bir başarı sağladığı söylenemez.

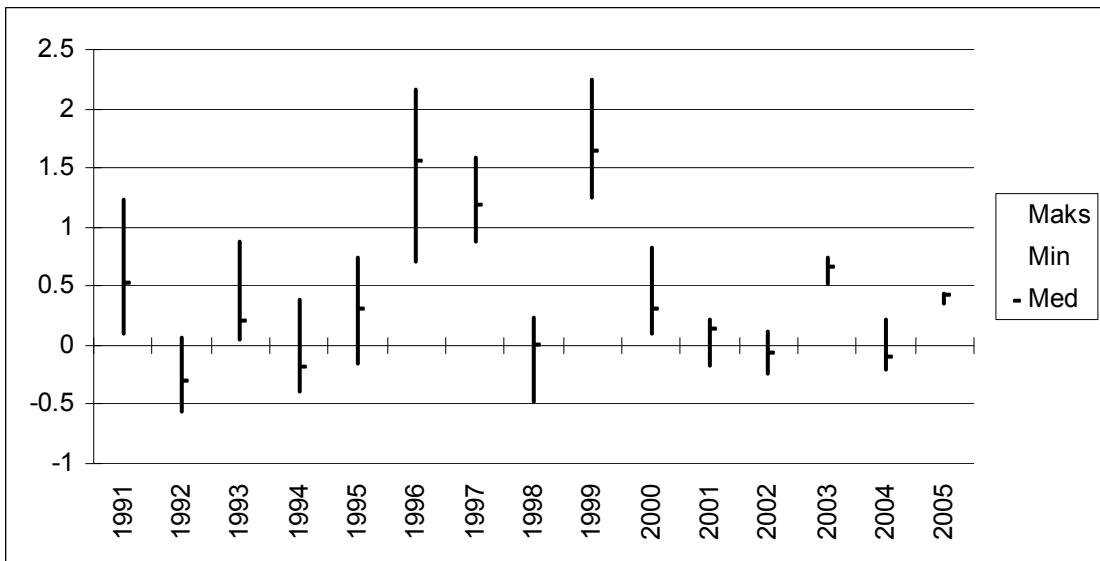
Tablo 4.17. Eczacıbaşı İlaç Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri

	RC		RMC		RF		Getiri	
	Eğitim	Sınav	Eğitim	Sınav	Eğitim	Sınav	Eğitim	Sınav
R[05,10]	0.487	0.510	0.911	0.921	0.353	0.462	0.276	0.174
R[10,15]	0.499	0.520	0.833	0.834	0.385	0.445	0.294	0.186
R[15,20]	0.507	0.513	0.781	0.790	0.393	0.476	0.421	0.199
R[20,25]	0.510	0.509	0.734	0.748	0.408	0.488	0.495	0.244
R[25,30]	0.511	0.508	0.693	0.729	0.421	0.491	0.345	0.259
R[30,35]	0.516	0.492	0.633	0.695	0.426	0.519	0.283	0.190
R[35,40]	0.516	0.504	0.594	0.615	0.434	0.502	0.302	0.307
R[40,45]	0.519	0.513	0.542	0.575	0.440	0.489	0.277	0.384
R[45,50]	0.530	0.524	0.478	0.458	0.436	0.480	0.283	0.450
R[50,55]	0.536	0.519	0.423	0.396	0.436	0.487	0.358	0.466
SMA 5-10	0.527	0.528	0.474	0.435	0.439	0.477	0.236	0.462
SMA 10-21	0.499	0.511	0.498	0.411	0.467	0.494	0.312	0.697
SMA 5-21	0.508	0.544	0.493	0.390	0.458	0.464	0.330	0.600
AMA-5	0.487	0.517	0.889	0.888	0.392	0.433	0.286	0.308
AMA-10	0.476	0.514	0.948	0.941	0.392	0.396	0.166	0.116
AMA-21	0.469	0.511	0.987	0.974	0.345	0.316	0.134	0.042
PCB-5	0.506	0.509	0.773	0.783	0.403	0.488	0.447	0.206
PCB-10	0.497	0.523	0.831	0.823	0.396	0.439	0.182	0.168
PCB-21	0.488	0.520	0.878	0.860	0.400	0.434	0.296	0.137
STOC-5	0.468	0.502	0.762	0.780	0.496	0.505	0.056	0.085
STOC-10	0.461	0.493	0.849	0.868	0.515	0.536	0.060	0.135
STOC-21	0.464	0.488	0.895	0.933	0.510	0.593	-0.012	0.024
RSI-5	0.448	0.499	0.823	0.843	0.543	0.513	-0.090	0.099
RSI-10	0.460	0.490	0.889	0.929	0.524	0.578	-0.127	0.049
RSI-21	0.455	0.495	0.965	0.919	0.611	0.545	-0.035	0.017



Şekil 4.10 Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı - Eczacıbaşı İlaç

Şekillere dikkat edildiğinde R[20,25] aralığındaki modellerin 1996,1997 ve 2000 yıllarında göstergelere göre oldukça yüksek getiri sağlamalarına karşın tüm yıllarda bu başarı geçerli değildir.



Şekil 4.11. R = [20, 25] Aralığında Modellerin Getiri Dağılımları – Eczacıbaşı İlaç

Eczacıbaşı İlaç firması hisse senetlerinde, göstergelere göre işlem stratejisi uygulandığında basit hareketli ortalamaların (SMA) sına döneminde oldukça yüksek getiriler sağladığı görülmektedir. Buna karşın bu göstergelerin eğitim döneminde o ölçüde başarılı olduğu söylenemez. En başarılı model tüm yıllar ortalamasında ve eğitim dönemi ortalamasında R[20,25] aralığındaki en iyi model olurken sına döneminde en başarılı modelin R[50,55] aralığındaki model olduğu görülmektedir.

Tablo 4.18 En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları – Eczacıbaşı İlaç

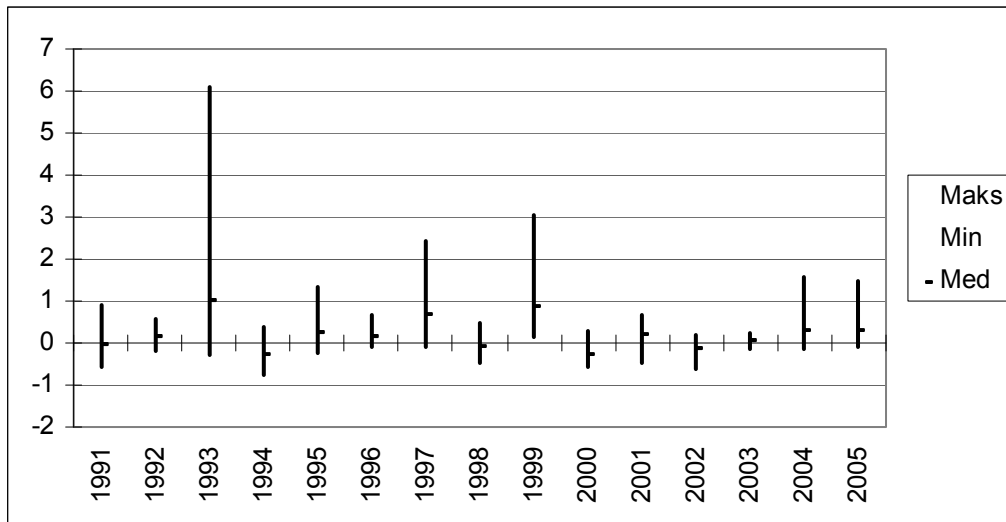
Model	Toplam	Eğitim	Sınama	Gösterge	Toplam	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.370	0.374	0.360	SMA 5-10	0.296	0.236	0.462
R[10,15]	0.481	0.594	0.169	SMA 10-21	0.415	0.312	0.697
R[15,20]	0.401	0.474	0.200	SMA 5-21	0.402	0.330	0.600
R[20,25]	0.515	0.614	0.245	AMA-5	0.292	0.286	0.308
R[25,30]	0.459	0.512	0.313	AMA-10	0.152	0.166	0.116
R[30,35]	0.344	0.388	0.225	AMA-21	0.109	0.134	0.042
R[35,40]	0.457	0.489	0.367	PCB-5	0.383	0.447	0.206
R[40,45]	0.392	0.400	0.369	PCB-10	0.178	0.182	0.168
R[45,50]	0.355	0.364	0.330	PCB-21	0.253	0.296	0.137
R[50,55]	0.439	0.401	0.541	STOC-5	0.064	0.056	0.085
				STOC-10	0.080	0.060	0.135
				STOC-21	-0.002	-0.012	0.024
				RSI-5	-0.040	-0.090	0.099
				RSI-10	-0.080	-0.127	0.049
				RSI-21	-0.021	-0.035	0.017
				Hedef	6.914	7.952	4.057

4.2.4. Pınar Süt

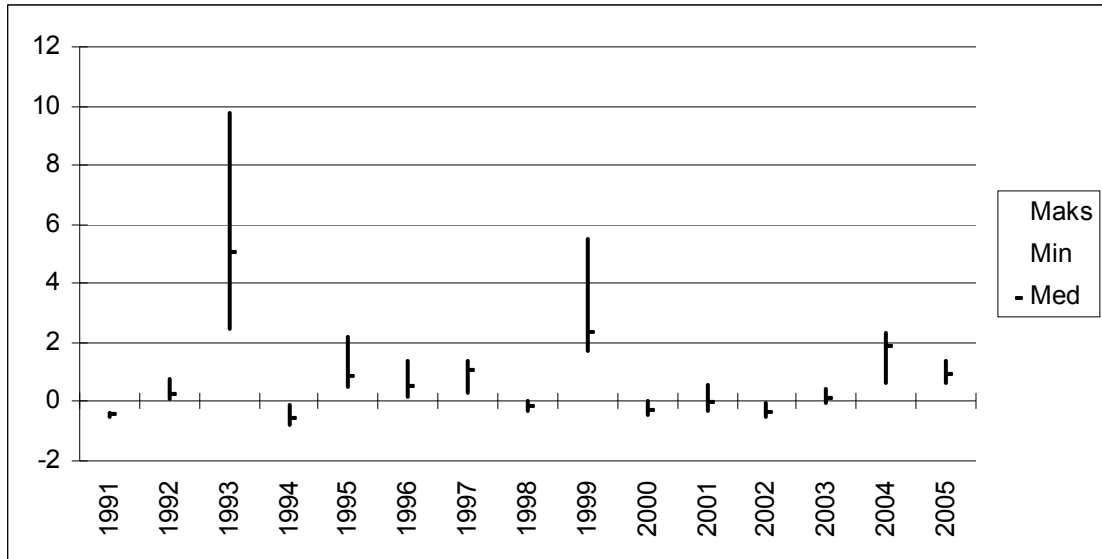
Pınar Süt firmasının hisse senedi tahmin modelleri ve göstergelerinin performans tablosuna bakıldığında yine R[50,55] aralığındaki modellerin teknik analiz göstergelerine dayalı işlem stratejilerinin üzerinde bir başarı elde ettiği söylenebilir. Pınar Süt hisse senedi fiyatlarının genel olarak, önerilen modellerle elde edilen getirilerinin yüksek seviyesi sebebi ile, teknik analiz yöntemlerine dayalı doğrusal olmayan modellerle tahmini yaklaşımına yatkın bir seyir izlediği söylenebilir. Göstergelere bakıldığında ise PCB-5 göstergesinin sınama dönemindeki başarısı dikkat çekicidir.

Tablo 4.19. Pınar Süt Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri

	RC		RMC		RF		Getiri	
	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.458	0.521	0.903	0.902	0.321	0.429	0.352	0.210
R[10,15]	0.469	0.526	0.849	0.851	0.349	0.434	0.373	0.183
R[15,20]	0.477	0.518	0.792	0.817	0.372	0.471	0.602	0.350
R[20,25]	0.490	0.514	0.735	0.764	0.374	0.487	0.467	0.457
R[25,30]	0.505	0.512	0.679	0.691	0.369	0.494	0.205	0.259
R[30,35]	0.511	0.520	0.630	0.638	0.379	0.484	0.386	0.330
R[35,40]	0.521	0.513	0.576	0.601	0.383	0.494	0.548	0.534
R[40,45]	0.524	0.509	0.529	0.554	0.393	0.499	0.553	0.444
R[45,50]	0.536	0.512	0.473	0.493	0.392	0.497	0.777	0.597
R[50,55]	0.539	0.507	0.432	0.463	0.398	0.501	0.883	0.607
SMA 5-10	0.505	0.523	0.476	0.454	0.428	0.486	1.027	0.404
SMA 10-21	0.481	0.498	0.465	0.444	0.454	0.509	1.022	0.493
SMA 5-21	0.488	0.520	0.460	0.421	0.447	0.490	0.793	0.427
AMA-5	0.452	0.510	0.895	0.899	0.385	0.495	0.724	0.209
AMA-10	0.440	0.520	0.950	0.936	0.378	0.392	0.227	0.130
AMA-21	0.434	0.514	0.983	0.977	0.359	0.353	0.052	0.066
PCB-5	0.475	0.518	0.763	0.793	0.399	0.477	0.672	0.650
PCB-10	0.461	0.515	0.830	0.854	0.403	0.478	0.589	0.179
PCB-21	0.454	0.525	0.875	0.885	0.393	0.417	0.516	0.245
STOC-5	0.449	0.488	0.787	0.805	0.455	0.548	0.122	0.146
STOC-10	0.442	0.486	0.863	0.883	0.454	0.581	-0.030	0.032
STOC-21	0.439	0.502	0.913	0.918	0.448	0.540	-0.021	0.170
RSI-5	0.454	0.474	0.825	0.858	0.430	0.599	0.001	0.074
RSI-10	0.449	0.518	0.897	0.883	0.401	0.457	-0.011	0.049
RSI-21	0.433	0.517	0.958	0.959	0.456	0.375	-0.019	0.022

**Şekil 4.12. Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı – Pınar Süt**

Şekillere bakıldığında R[50,55] aralığındaki modellerin çoğu yılda teknik analize dayalı göstergelere göre daha yüksek getiri sağladığı görülmektedir.



Şekil 4.13. $R = [50, 55]$ Aralığında Modellerin Getiri Dağılımları – Pınar Süt

Tablo 4.20’de yer verilen en iyi modellerin getiri performanslarına bakıldığında modellerin göstergelerin üzerinde değerlere sahip olduğu görülmektedir. Özellikle $R[50,55]$ aralığının en iyi GDT’si her dönemde teknik analiz göstergelerinin üzerinde başarı sağlamıştır.

Tablo 4.20. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları -Pınar Süt

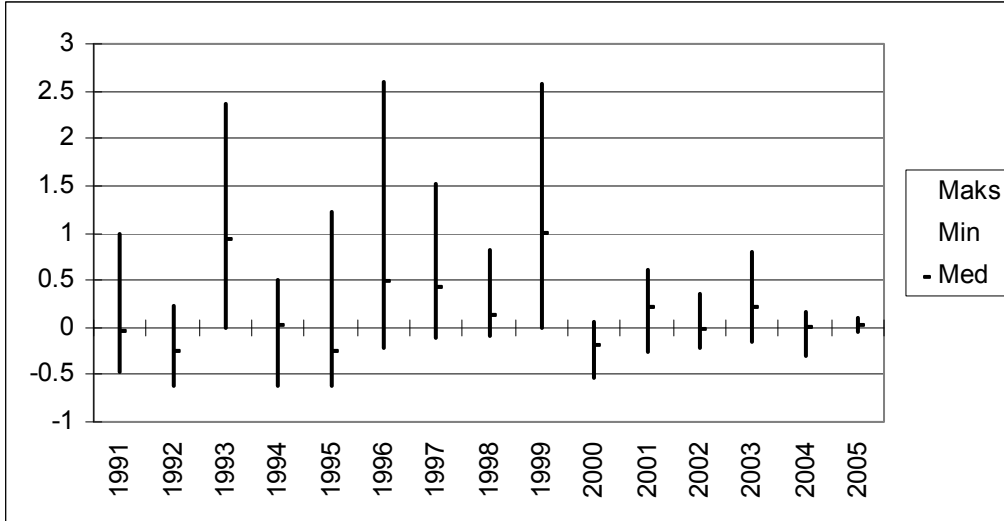
Model	Toplam	Eğitim	Sınama	Gösterge	Toplam	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.559	0.673	0.247	SMA 5-10	0.861	1.027	0.404
R[10,15]	0.660	0.770	0.358	SMA 10-21	0.881	1.022	0.493
R[15,20]	0.696	0.797	0.420	SMA 5-21	0.695	0.793	0.427
R[20,25]	0.698	0.689	0.723	AMA-5	0.587	0.724	0.209
R[25,30]	0.651	0.705	0.503	AMA-10	0.201	0.227	0.130
R[30,35]	0.737	0.797	0.571	AMA-21	0.055	0.052	0.066
R[35,40]	0.679	0.634	0.801	PCB-5	0.666	0.672	0.650
R[40,45]	0.875	0.891	0.829	PCB-10	0.480	0.589	0.179
R[45,50]	0.888	0.965	0.676	PCB-21	0.444	0.516	0.245
R[50,55]	1.050	1.142	0.797	STOC-5	0.128	0.122	0.146
				STOC-10	-0.013	-0.030	0.032
				STOC-21	0.030	-0.021	0.170
				RSI-5	0.020	0.001	0.074
				RSI-10	0.005	-0.011	0.049
				RSI-21	-0.008	-0.019	0.022
				Hedef	9.092	11.108	3.546

4.2.5. Vestel

Vestel firmasına ait hisse senedi fiyat serilerine göre geliştirilen modellerin hiçbirinden sınama döneminde başarılı bir sonuç elde edilememiştir. Modellerin eğitim dönemindeki geçerliliğinin, sınama döneminde devam etmediği söylenebilir. Teknik analiz göstergelerindeki benzer durum da bu hisse senedinin bu tür bir yaklaşımla tahmin edilebilirlik seviyesinin düşük olduğunu düşündürmektedir.

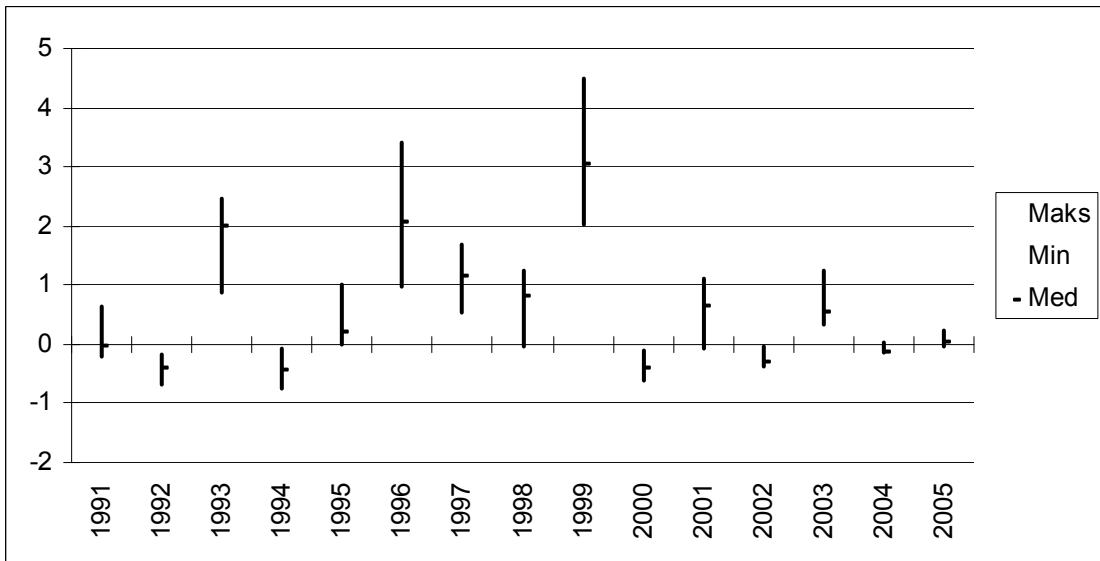
Tablo 4.21. Vestel Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri

	RC		RMC		RF		Getiri	
	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.450	0.587	0.908	0.919	0.303	0.612	0.437	0.021
R[10,15]	0.463	0.591	0.858	0.847	0.326	0.554	0.387	0.062
R[15,20]	0.478	0.559	0.787	0.824	0.346	0.626	0.706	0.087
R[20,25]	0.492	0.559	0.735	0.769	0.346	0.600	0.789	0.033
R[25,30]	0.496	0.554	0.693	0.738	0.363	0.597	0.783	0.079
R[30,35]	0.506	0.543	0.638	0.690	0.372	0.600	0.768	0.116
R[35,40]	0.508	0.518	0.586	0.608	0.387	0.608	0.540	0.000
R[40,45]	0.517	0.494	0.536	0.585	0.390	0.625	0.772	0.143
R[45,50]	0.520	0.487	0.488	0.505	0.398	0.615	0.520	0.046
R[50,55]	0.534	0.467	0.435	0.480	0.395	0.625	0.805	0.093
SMA 5-10	0.506	0.470	0.474	0.546	0.418	0.636	0.664	0.060
SMA 10-21	0.499	0.510	0.459	0.462	0.428	0.591	0.540	0.016
SMA 5-21	0.494	0.503	0.464	0.464	0.432	0.597	0.367	0.084
AMA-5	0.436	0.575	0.901	0.931	0.421	0.675	0.293	0.136
AMA-10	0.430	0.592	0.949	0.977	0.403	0.700	0.105	0.012
AMA-21	0.425	0.601	0.981	0.995	0.348	0.714	0.096	-0.004
PCB-5	0.463	0.538	0.785	0.842	0.396	0.674	0.720	-0.078
PCB-10	0.450	0.558	0.840	0.890	0.402	0.674	0.399	0.098
PCB-21	0.453	0.564	0.875	0.934	0.352	0.717	0.383	-0.007
STOC-5	0.470	0.579	0.770	0.745	0.386	0.556	0.437	0.166
STOC-10	0.458	0.599	0.848	0.832	0.362	0.518	0.272	0.068
STOC-21	0.441	0.601	0.910	0.883	0.374	0.516	0.134	0.111
RSI-5	0.449	0.603	0.834	0.827	0.413	0.504	0.115	0.221
RSI-10	0.441	0.613	0.904	0.929	0.382	0.417	0.117	0.082
RSI-21	0.428	0.604	0.932	1.000	0.443	0.000	-0.001	0.000



Şekil 4.14. Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı – Vestel

Şekillere bakıldığında modellerin göstergelere göre daha başarılı sonuçlar verdiği söylene de genel itibariyle getiriler tatminkar seviyede seyretmemiştir.



Şekil 4.15. $R = [50, 55]$ aralığında Modellerin Getiri Dağılımları – Vestel

Vestel firması için teknik analize dayalı tahmin modellerinin performansının düşük olduğu düşünülse de modellerin getirilerinin göstergelerin üzerinde seyrettiği dikkat çekmektedir.

Tablo 4.22. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları -Vestel

Model	Toplam	Eğitim	Sınama	Gösterge	Toplam	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.489	0.670	-0.009	SMA 5-10	0.503	0.664	0.060
R[10,15]	0.666	0.896	0.035	SMA 10-21	0.400	0.540	0.016
R[15,20]	0.764	1.046	-0.013	SMA 5-21	0.292	0.367	0.084
R[20,25]	0.724	0.970	0.050	AMA-5	0.251	0.293	0.136
R[25,30]	0.803	1.081	0.038	AMA-10	0.080	0.105	0.012
R[30,35]	0.745	0.925	0.250	AMA-21	0.070	0.096	-0.004
R[35,40]	0.852	1.038	0.340	PCB-5	0.507	0.720	-0.078
R[40,45]	0.848	1.164	-0.021	PCB-10	0.319	0.399	0.098
R[45,50]	0.606	0.804	0.060	PCB-21	0.279	0.383	-0.007
R[50,55]	0.764	0.987	0.149	STOC-5	0.365	0.437	0.166
				STOC-10	0.218	0.272	0.068
				STOC-21	0.128	0.134	0.111
				RSI-5	0.143	0.115	0.221
				RSI-10	0.107	0.117	0.082
				RSI-21	0.000	-0.001	0.000
				Hedef	8.653	10.944	2.354

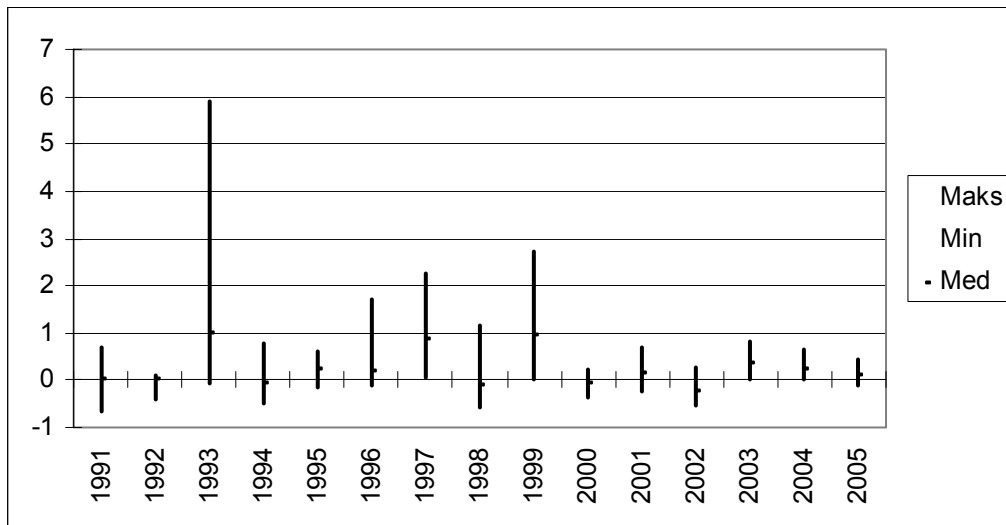
4.2.6. İş Bankası

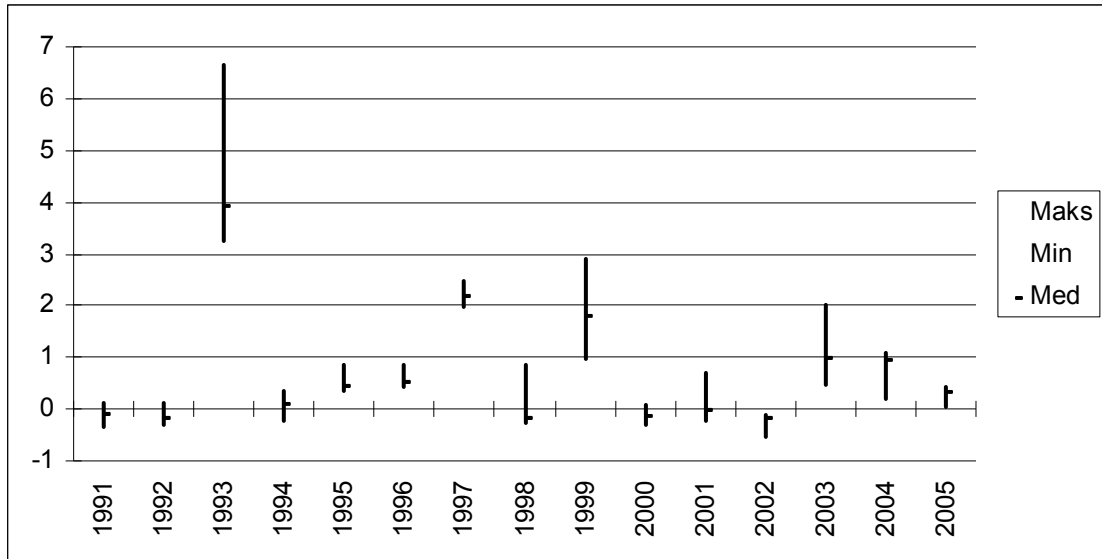
İş Bankası hisse senetleri fiyatlarına dayalı olarak geliştirilen modellerin getirilerine bakıldığında, tüm yıllar ortalamasında en fazla getiriyi R[35,40] aralığındaki modellerin sağladığı dikkat çekmektedir. Her ne kadar R[50,55] aralığındaki modeller eğitim döneminde daha fazla getiri sağlamışsa da bu başarı sınama döneminde devam etmemiştir. \mathfrak{R} aralıklarının artmasına bağlı olarak yine aynı bağıntı görülmekte; doğru tahmin oranı ve yanlış tahmin oranları artmakta, kaçırılan fırsatlar düşmektedir. Göstergeler açısından, eğitim döneminde en yüksek başarıları basit hareketli ortalamalar gösterirken, bu başarı sınama döneminde bu ölçüde seyretmemiştir.

Tablo 4.23. İş Bankası Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri

	RC		RMC		RF		Getiri	
	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.508	0.467	0.910	0.942	0.324	0.545	0.502	0.026
R[10,15]	0.519	0.476	0.831	0.859	0.374	0.490	0.552	0.153
R[15,20]	0.523	0.474	0.785	0.809	0.396	0.498	0.641	0.280
R[20,25]	0.524	0.473	0.730	0.750	0.416	0.501	0.471	0.411
R[25,30]	0.524	0.477	0.693	0.725	0.428	0.493	0.489	0.393
R[30,35]	0.523	0.488	0.634	0.669	0.443	0.477	0.794	0.465
R[35,40]	0.524	0.492	0.585	0.616	0.449	0.475	0.826	0.512
R[40,45]	0.522	0.503	0.548	0.560	0.456	0.466	0.831	0.364
R[45,50]	0.528	0.520	0.478	0.462	0.455	0.455	0.897	0.141
R[50,55]	0.535	0.515	0.419	0.414	0.454	0.463	0.963	0.135
SMA 5-10	0.507	0.510	0.486	0.454	0.478	0.466	0.838	0.305
SMA 10-21	0.515	0.559	0.474	0.393	0.470	0.423	1.052	0.216
SMA 5-21	0.520	0.525	0.465	0.437	0.465	0.453	0.878	0.206
AMA-5	0.496	0.477	0.898	0.900	0.439	0.480	0.416	-0.026
AMA-10	0.497	0.475	0.942	0.952	0.367	0.479	0.455	0.081
AMA-21	0.487	0.479	0.981	0.983	0.413	0.250	0.052	0.077
PCB-5	0.506	0.483	0.791	0.780	0.444	0.477	0.556	0.311
PCB-10	0.509	0.484	0.839	0.830	0.413	0.467	0.660	0.397
PCB-21	0.504	0.483	0.878	0.879	0.406	0.457	0.456	0.250
STOC-5	0.498	0.483	0.758	0.787	0.472	0.476	0.250	0.131
STOC-10	0.497	0.470	0.834	0.870	0.461	0.511	0.013	0.179
STOC-21	0.499	0.460	0.889	0.918	0.426	0.566	-0.092	0.045
RSI-5	0.492	0.476	0.810	0.847	0.479	0.490	0.146	0.197
RSI-10	0.492	0.474	0.890	0.923	0.463	0.494	-0.060	0.090
RSI-21	0.498	0.466	0.956	0.981	0.295	0.630	0.063	-0.065

Şekillere bakıldığında 2003 yılı ve sonrasında R[35,40] aralığındaki modellerin, teknik analiz göstergelerinin üzerinde bir başarı elde ettiği söylenebilir.

**Şekil 4.16. Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı – İş Bankası**



Şekil 4.17. $\mathcal{R} = [35, 40]$ aralığında Modellerin Getiri Dağılımları – İş Bankası

Her \mathcal{R} aralığı içindeki en iyi model açısından bakıldığında, $R[35, 40]$ aralığındaki modelin sınama döneminde, $R[40, 45]$ aralığındaki modelin hem eğitim hem de tüm yıllar ortalamasında en yüksek değere sahip olduğu görülmüştür. Sınama döneminde, $R[20, 25]$ ve sonrası aralıktaki tüm en iyi modeller, göstergelere göre oldukça yüksek bir başarı elde etmişlerdir. Eğitim döneminde ise $R[30, 35]$ ve sonrası aralıktaki en iyi modeller, SMA 10-21 hariç tüm göstergelerin üzerinde başarı sağlamışlardır.

Tablo 4.24. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları - İş Bankası

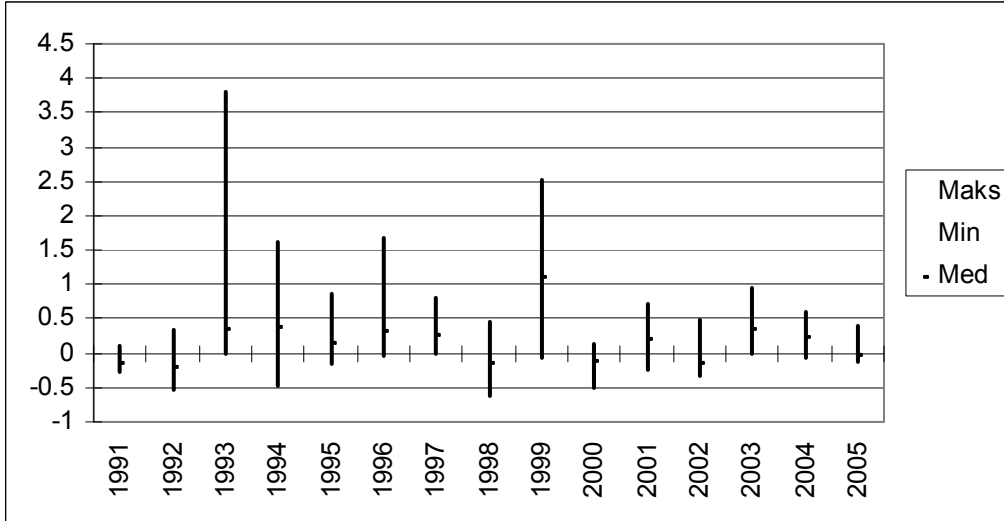
Model	Toplam	Eğitim	Sınama	Gösterge	Toplam	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.477	0.648	0.009	SMA 5-10	0.696	0.838	0.305
R[10,15]	0.523	0.644	0.188	SMA 10-21	0.829	1.052	0.216
R[15,20]	0.633	0.748	0.319	SMA 5-21	0.699	0.878	0.206
R[20,25]	0.499	0.489	0.528	AMA-5	0.298	0.416	-0.026
R[25,30]	0.673	0.791	0.347	AMA-10	0.355	0.455	0.081
R[30,35]	0.859	0.918	0.697	AMA-21	0.058	0.052	0.077
R[35,40]	0.883	1.009	0.539	PCB-5	0.490	0.556	0.311
R[40,45]	0.905	1.050	0.506	PCB-10	0.590	0.660	0.397
R[45,50]	0.786	1.038	0.092	PCB-21	0.401	0.456	0.250
R[50,55]	0.743	0.964	0.135	STOC-5	0.218	0.250	0.131
				STOC-10	0.057	0.013	0.179
				STOC-21	-0.056	-0.092	0.045
				RSI-5	0.160	0.146	0.197
				RSI-10	-0.020	-0.060	0.090
				RSI-21	0.029	0.063	-0.065
				Hedef	8.053	9.551	3.932

4.2.7. Şişecam

Şişecam firması hisse senedi fiyatlarına bağlı olarak geliştirilen modellerin, diğer firmalara göre daha düşük getiri sağladığı dikkati çekmiştir. Tüm yıllar ortalaması açısından en yüksek getir ortalamasına sahip modeller R[50,55] aralığında yer almaktadır. Bu aralık aynı zamanda eğitim dönemi en yüksek getiri ortalamasına sahipken, sınamada dönemde R[25, 30] aralığındaki modellerin ortalaması yüksek çıkmıştır. Göstergelerde hareketli ortalamaların eğitim dönemindeki getirileri, diğer göstergelere göre yüksek çıkarken, sınamada dönemde, SMA 5-21, AMA-10 ve PCB-5 göstergelerinin getirileri, modellerle karşılaştırılabilir seviyede yüksek çıkmıştır.

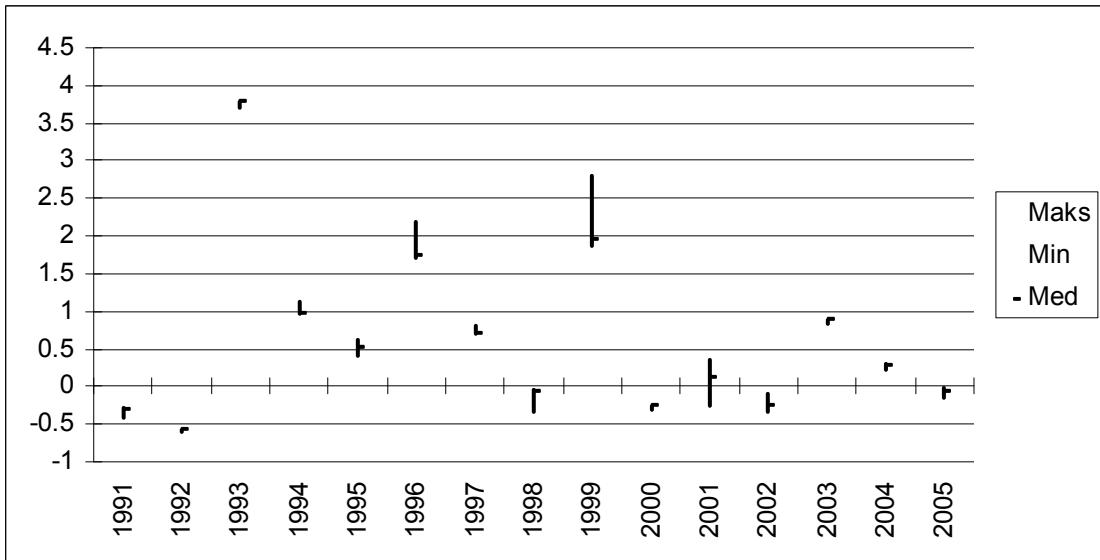
Tablo 4.25. Şişecam Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri

	RC		RMC		RF		Getiri	
	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.506	0.512	0.879	0.909	0.340	0.611	0.390	0.143
R[10,15]	0.517	0.510	0.836	0.881	0.340	0.595	0.392	0.106
R[15,20]	0.520	0.507	0.799	0.845	0.365	0.584	0.403	0.102
R[20,25]	0.523	0.491	0.722	0.775	0.402	0.589	0.647	0.279
R[25,30]	0.520	0.491	0.695	0.746	0.418	0.580	0.593	0.328
R[30,35]	0.525	0.497	0.634	0.633	0.427	0.554	0.501	0.260
R[35,40]	0.530	0.501	0.569	0.516	0.431	0.536	0.664	0.240
R[40,45]	0.528	0.493	0.528	0.501	0.440	0.543	0.585	0.220
R[45,50]	0.535	0.491	0.470	0.450	0.440	0.540	0.756	0.247
R[50,55]	0.543	0.483	0.413	0.398	0.439	0.543	0.792	0.211
SMA 5-10	0.533	0.488	0.463	0.443	0.443	0.542	0.706	0.252
SMA 10-21	0.519	0.496	0.474	0.411	0.457	0.534	0.533	0.244
SMA 5-21	0.515	0.490	0.491	0.411	0.460	0.538	0.695	0.367
AMA-5	0.493	0.523	0.896	0.913	0.404	0.570	0.471	0.208
AMA-10	0.485	0.542	0.948	0.946	0.388	0.432	0.147	0.309
AMA-21	0.485	0.542	0.948	0.946	0.388	0.432	-0.044	0.019
PCB-5	0.479	0.534	0.981	0.991	0.386	0.600	0.486	0.309
PCB-10	0.509	0.509	0.820	0.852	0.391	0.583	0.428	0.234
PCB-21	0.510	0.511	0.857	0.896	0.350	0.603	0.308	0.137
STOC-5	0.463	0.539	0.790	0.776	0.528	0.493	0.116	0.085
STOC-10	0.475	0.532	0.847	0.867	0.502	0.516	-0.017	0.105
STOC-21	0.474	0.536	0.894	0.915	0.506	0.500	0.006	0.066
RSI-5	0.476	0.537	0.820	0.839	0.498	0.497	-0.080	0.077
RSI-10	0.481	0.533	0.900	0.911	0.472	0.518	0.001	0.038
RSI-21	0.485	0.532	0.947	0.954	0.402	0.543	0.053	-0.055



Şekil 4.18. Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı – Şişecam

Göstergeler ile modellerin birbirlerine göre başarısı yıldan yıla farklılık göstermektedir. Şekil 4.19’da görüleceği gibi şişecam firması için $R[50, 55]$ aralığındaki modeller dar bir aralıkta seyretmiştir. Bu bilgiler ışığında rassal aramaya dayanan araştırma yönteminin, benzer sonuçlar veren modeller ortaya çıkardığı söylenebilir.



Şekil 4.19. $R = [50, 55]$ Aralığında Modellerin Getiri Dağılımları – Şişecam

En iyi genetik karar ağaçlarına dayalı işlem yapıldığında elde edilecek getirilere bakıldığında, eğitim döneminde $R[30, 35]$ ve sonrası aralıklardaki en iyi modellerin başarısının, tüm göstergelerden yüksek olduğu, sınama döneminde $R[25, 30]$ ve $R[30, 35]$ aralığındaki en iyi modellerin göstergelere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Tablo 4.26. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları - Şişecam

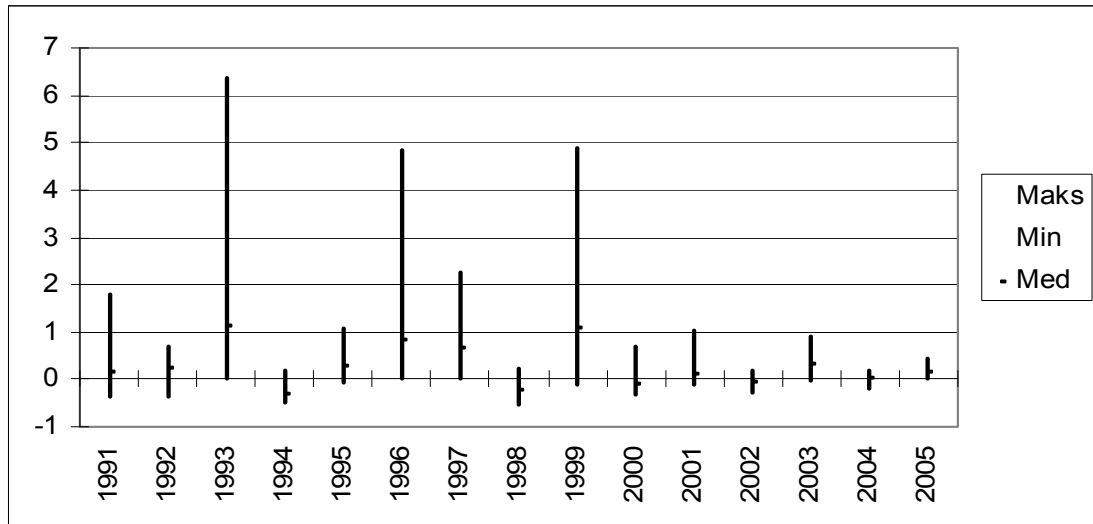
Model	Toplam	Eğitim	Sınama	Gösterge	Toplam	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.347	0.418	0.152	SMA 5-10	0.585	0.706	0.252
R[10,15]	0.388	0.486	0.118	SMA 10-21	0.456	0.533	0.244
R[15,20]	0.425	0.509	0.193	SMA 5-21	0.607	0.695	0.367
R[20,25]	0.587	0.693	0.297	AMA-5	0.401	0.471	0.208
R[25,30]	0.563	0.633	0.368	AMA-10	0.190	0.147	0.309
R[30,35]	0.655	0.766	0.349	AMA-21	-0.027	-0.044	0.019
R[35,40]	0.653	0.786	0.288	PCB-5	0.439	0.486	0.309
R[40,45]	0.634	0.775	0.248	PCB-10	0.376	0.428	0.234
R[45,50]	0.740	0.929	0.222	PCB-21	0.262	0.308	0.137
R[50,55]	0.667	0.837	0.198	STOC-5	0.108	0.116	0.085
				STOC-10	0.016	-0.017	0.105
				STOC-21	0.022	0.006	0.066
				RSI-5	-0.038	-0.080	0.077
				RSI-10	0.011	0.001	0.038
				RSI-21	0.024	0.053	-0.055
				Hedef	8.661	10.776	2.843

4.2.8. Ford Otosan

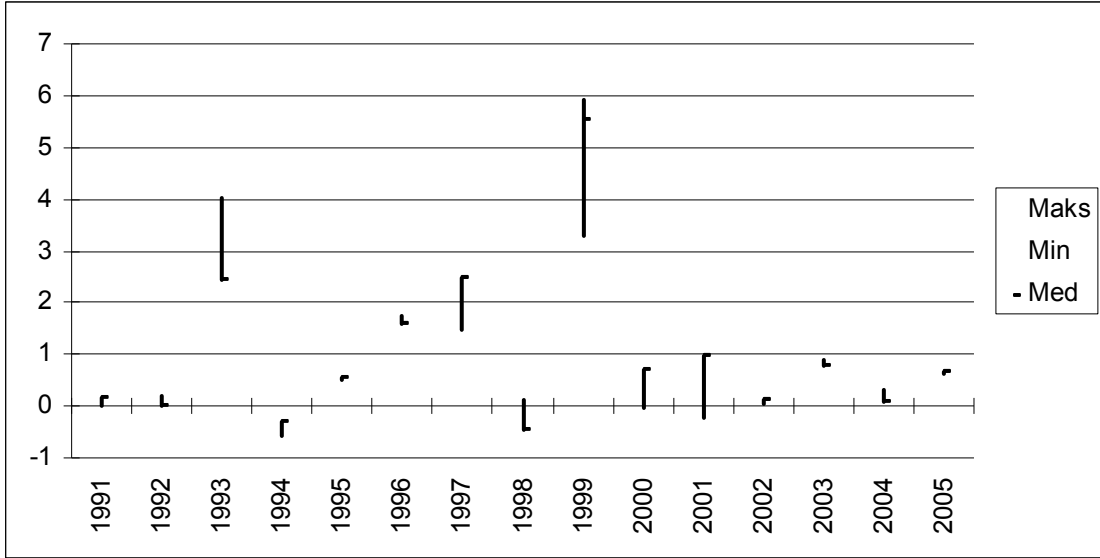
Ford Otosan firması hisse senedi fiyatlarına bağlı olarak geliştirilen modellerin, eğitim dönemlerinde diğer firmalara göre oldukça yüksek getiri sağladığı gözlenmiştir. Buna karşın sınama döneminde bu devam etmemektedir. Modellerde elde edilen doğruluk, kaçırılan fırsat ve yanlış tahmin oranları, özellikle yüksek \mathfrak{R} aralıkları için kabul edilebilir seviyelerde seyretmiştir. R[50,55] aralığındaki modellerin eğitim dönemindeki ortalaması en yüksek seviyeye sahipken, R[30,35] aralığındaki modeller, sınama döneminde en yüksek getiri ortalamasına sahip olmuştur. SMA 10-21 göstergesi ise sınama dönemindeki başarısı ile dikkati çekmektedir. Basit hareketli ortalama göstergeleri, eğitim dönemindeki başarıları ve diğer kriterler açısından, modellerle karşılaştırılabilir seviyededir.

Tablo 4.27. Ford Otosan Modelleri ve Göstergelerin Performans Değerleri

	RC		RMC		RF		Getiri	
	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.487	0.552	0.921	0.939	0.303	0.432	0.519	0.109
R[10,15]	0.504	0.548	0.838	0.869	0.346	0.486	0.841	0.306
R[15,20]	0.507	0.533	0.790	0.822	0.378	0.533	0.846	0.285
R[20,25]	0.507	0.536	0.737	0.768	0.408	0.519	0.957	0.309
R[25,30]	0.506	0.547	0.687	0.707	0.426	0.496	0.915	0.302
R[30,35]	0.517	0.542	0.632	0.664	0.420	0.504	1.218	0.411
R[35,40]	0.528	0.481	0.583	0.656	0.416	0.583	1.287	0.253
R[40,45]	0.538	0.452	0.521	0.606	0.415	0.603	1.512	0.091
R[45,50]	0.537	0.448	0.477	0.549	0.424	0.595	1.538	0.181
R[50,55]	0.550	0.426	0.398	0.468	0.422	0.599	1.584	0.140
SMA 5-10	0.536	0.453	0.436	0.508	0.431	0.585	1.595	0.142
SMA 10-21	0.536	0.431	0.425	0.481	0.433	0.597	1.563	0.316
SMA 5-21	0.542	0.429	0.415	0.479	0.428	0.598	1.394	0.168
AMA-5	0.482	0.534	0.888	0.907	0.408	0.558	0.722	0.085
AMA-10	0.482	0.552	0.936	0.947	0.314	0.415	0.465	0.053
AMA-21	0.469	0.547	0.982	0.980	0.308	0.438	0.205	0.101
PCB-5	0.493	0.518	0.773	0.807	0.429	0.567	0.770	0.105
PCB-10	0.498	0.535	0.822	0.854	0.388	0.535	0.681	0.120
PCB-21	0.499	0.550	0.857	0.891	0.349	0.473	0.716	0.262
STOC-5	0.480	0.541	0.777	0.772	0.461	0.510	0.319	0.084
STOC-10	0.467	0.562	0.864	0.845	0.487	0.431	0.052	0.025
STOC-21	0.464	0.566	0.910	0.896	0.494	0.356	0.021	0.067
RSI-5	0.459	0.572	0.844	0.805	0.511	0.409	0.049	0.064
RSI-10	0.454	0.574	0.904	0.889	0.542	0.296	-0.042	0.117
RSI-21	0.458	0.563	0.963	0.956	0.561	0.091	0.031	0.037

**Şekil 4.20. Göstergelerin Yıllara Göre Getirilerinin Dağılımı – Ford Otosan**

Şekiller bakıldığında tüm yıllar ortalamasında en başarılı sonuç veren R[30, 35] aralığındaki modellerin 1999 yılı dışında göstergelere göre daha iyi sonuçlar vermediği görülmektedir.



Şekil 4.21. $R = [30, 35]$ Aralığında Modellerin Getiri Dağılımları – Ford Otosan

Her bir R aralığı için en iyi modeller ile göstergelerin getiri performansları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Modellerin eğitim dönemlerindeki başarısının sınama döneminde devam etmediği gözlenmektedir. Getiri oranlarının birbirine yakın olması beklenmemektedir fakat diğer firma verilerine göre bakıldığında eğitim dönemindeki getiriyile sınama dönemindeki getiri arasındaki belli bir oranın yakalanması gerekir. Bu anlamda Ford Otosan üzerinden geliştirilen modellerin yetersiz kaldığı söylenebilir. Basit hareketli ortalama göstergeleri diğer göstergelerin önüne çıktığı görülmektedir.

Tablo 4.28. En iyi GDT Modellerinin, Teknik Analiz Göstergelerinin ve Hedefin Yıllık Getiri Ortalamaları - Ford Otosan

Model	Toplam	Eğitim	Sınama	Gösterge	Toplam	Eğitim	Sınama
R[05,10]	0.448	0.541	0.192	SMA 5-10	1.207	1.595	0.142
R[10,15]	0.823	0.995	0.349	SMA 10-21	1.230	1.563	0.316
R[15,20]	0.867	1.024	0.435	SMA 5-21	1.068	1.394	0.168
R[20,25]	0.985	1.195	0.408	AMA-5	0.553	0.722	0.085
R[25,30]	0.926	1.148	0.316	AMA-10	0.355	0.465	0.053
R[30,35]	1.041	1.278	0.389	AMA-21	0.178	0.205	0.101
R[35,40]	1.208	1.574	0.200	PCB-5	0.593	0.770	0.105
R[40,45]	1.362	1.787	0.191	PCB-10	0.531	0.681	0.120
R[45,50]	1.305	1.731	0.132	PCB-21	0.595	0.716	0.262
R[50,55]	1.274	1.632	0.292	STOC-5	0.257	0.319	0.084
				STOC-10	0.045	0.052	0.025
				STOC-21	0.033	0.021	0.067
				RSI-5	0.053	0.049	0.064
				RSI-10	0.001	-0.042	0.117
				RSI-21	0.033	0.031	0.037
				Hedef	7.700	9.371	3.102

Bu çalışmanın uygulama bölümünde, FGP programı ile elde edilen modeller ile gösterge olarak kullanılan teknik analiz yöntemlerinin performansları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar için sadece, piyasada modelin yada göstergelerin önerileri çerçevesinde belirlenen işlem stratejisi ile işlem yapıldığında elde edilecek getiriler dikkate alınmıştır. Bu getirileri zayıflatacak işlem maliyetleri ve alternatif yatırım araçlarının etkisi incelemelerde hesaba katılmamıştır.

İMKB Ulusal 100 Endeks değerinden elde edilen modeller ve göstergelerin, varsayılan işlem stratejisine göre ortalama işlem yapma sayıları Tablo 4.3'te verilmiştir. Bu tabloda görüleceği gibi göstergelerin kullanılan öneri sayısı, modellerin çoğunun ortalama öneri sayısından düşük çıkmıştır. Bu durumda, ödenecek işlem maliyetleri toplamda modeller için daha fazla olacaktır.

Tüm yıllar ortalamasında, modellere göre işlem yapıldığında piyasada kalma oranı ortalama %80, göstergelere göre işlem yapılmasında %42 olduğu görülmüştür. Bu durumda, piyasada olunmadığı dönemde alternatif yatırım araçlarına (hazine bonusu, repo gibi) yöneleceği düşünüldüğünde, göstergelerin piyasa dışında olduğu dönemlerde bu araçlardan elde edeceği getiriler, göstergelere göre piyasadan elde edilecek getirilerin dezavantajını yok edebilir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Piyasa etkinliğinin üç seviyesinden ve bu seviyelere ilişkin etkinlik testlerinden çalışmanın birinci bölümde bahsedilmişti. Eğer fiyatlar tüm geçmiş dönem bilgisini içinde barındırıyorsa, yeni bilgiler dışında fiyatları etkileyecek hiçbir etki olmayacak, fiyatlar tahmin edilemez şekilde hareket edecektir. Fiyatların bu rassal değişim özelliği, rassal yürüyüş modeli ile açıklanmıştır.

Birinci seviye etkinlik testlerinde, piyasanın tüm geçmiş dönem fiyat bilgisini içinde barındırdığı yönündeki hipotez sorgulanmaktadır. Bu çalışmada kullanılan veri ve yöntem dikkate alındığında, bu çalışmanın birinci seviyede bir etkinlik testi olduğu söylenebilir. Kullanılan veriler sadece geçmiş dönem fiyat bilgisini içermektedir ve bu veriler geleneksel yöntemlerin dışında, doğrusal olmayan bir modelin araştırması için kullanılmıştır. Bu amaçla üçüncü bölümde, verilerin derlenmesinin ve yöntemin anlatıldığı bölümde, aynı zamanda İMKB Ulusal 100 değerleri üzerine normallik testleri ve sonrasında Dickey-Fuller ve RUNS otokorelasyon testleri uygulanmıştır. Bu testler sonucunda getirilerin geçmişle bağıntısı bir ölçüde araştırılmış ve anlamlı bir bağıntı bulgusuna rastlanmamıştır.

Bu bulgular altında, İMKB Ulusal 100 endeksi verilerinin, çalışma için uygun bir yapıda olduğu söylenebilir. Veri analizi sonrası, verilere bazı seçilmiş teknik analiz yöntemleri uygulanmış ve bu teknik analiz yöntemlerine göre al sinyallerinin belirtildiği her bir yöneme ait öneri serisi elde edilmiştir. Bu teknik analiz yöntemlerinin hiç birinin tek başına piyasalarda bir başarı sağlamadığı bilinmektedir. Bu sebeple yatırımcıların, kendilerince belirledikleri teknik analiz yöntemlerinden oluşan bir karar sistemine sahip oldukları düşünülmektedir.

Varsayılan yatırımcı tipinin işlem stratejisine göre piyasada en iyi getiriye sağlayacak öneri sistemi, çalışmanın tahmin edilmek istenen hedef öneri verisi olarak alınmıştır. Üçüncü bölümde bu hedef veri ile teknik analiz göstergelerine dayalı öneri verilerinin korelasyon değerleri karşılaştırılmış, hedef değişken bağımsız değişken olarak alınarak lojistik regresyon analizine bakılmıştır. Korelasyon değerlerine bakıldığında, 0.134 seviyesinde korelasyona değeri ile, fiyat kanal kırılması göstergesi (21 günlük, PCB-21), hedef değişkenle en ilişkili teknik analiz göstergesi olarak çıkmıştır. Regresyon analizi sonucunda hedef öneri verisinin tahmininde AMA-10, PCB-21, RSI-10 ve RSI-21 göstergeleri anlamlı çıkmıştır. Buna karşın regresyon denkleminin R-kare değeri 0.03'tür.

Finansal piyasaların etkinliğe ulaşma süreci, işleyişi ile ilgili çalışmalarda evrimsel algoritmaların kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmaların finansın en temel teorilerinin (özellikle piyasa etkinliği ile ilgili teorilerin) sorgulanması ve revize edilmesi sonucuna doğru yönlendiği görülmektedir. LeBaron (2005) literatürdeki ajan temelli bilgisayarlı finans ile ilgili yayınları taradığı çalışmasında yakın gelecekte denge piyasa dinamikleri ile ilgili mevcut teorilerin yerini alacak, adaptif piyasa oyuncularının sürekli öğrenme mücadelesinin piyasaları etkinliğe yönlendirdiği, ama etkinliğe tam anlamıyla ulaşamadığı bir yapıyı yansıtan teorileri görmenin mümkün olduğunu ifade etmiştir.

Finansal piyasaların evrimsel kompleks adaptif sistemler olduğu görüşü ile birlikte piyasaları anlamaya, altında yatan dinamiklerin keşfine yönelik olarak, piyasa oyuncularını modelleyen yöntemler, gerçek piyasalarda kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında, değişen koşullar altında sürekli bir model arayışı içinde olan piyasa oyuncularının, genetik algoritmaları kullanarak, kendi beklentilerine ve yatırım davranışlarına uygun modeller geliştirebileceği önerilmektedir. Bu bağlamda, bir yatırımcının geliştirdiği modellerin, piyasalarda yatırım kararları için kullanılan genel geçer yöntemlere göre başarısının araştırılması da bir etkinlik testidir.

Birbirlerinden farklı yaklaşımlarla sistemde başarı sağlama çabası bireyler arasındaki rekabeti gösterir. Her biri, sistemde rekabetçi gücünü koruyabilmek açısından modellerini veya hipotezlerini sürekli yenileme ve değişen koşullara uyarılma baskısı altındadır. Ekonomik anlamda sistem, birbirinden farklı öznel yaklaşımlara sahip piyasa oyuncularının (ajanlar olarak da adlandırılmaktadır) farklı beklentilerinin bulunduğu, sürekli bir değişim içinde bulunan ve genelde tam bir denge noktasına ulaşması söz konusu olmayan bir ortamı tarif etmektedir. Ajanların kendi yatırım karar sistemlerini geliştirdikleri ve bunu daha çok tümevarım yöntemi ile gözlemleyerek elde edildiği düşünülmektedir. Gözlemleri sonucunda piyasadaki bazı yönelimleri ortaya çıkaracak, getiri fırsatlarının sinyallerini veren araçları seçecek yada kendisi geliştirecektir. Piyasaların dinamizmine bağlı olarak kendi karar sistemini sürekli yenileyecektir.

Yatırımcıların bu davranışını modelleyebilecek yöntemlerden biri de genetik algoritmalarıdır. Tahmin gücü olan göstergeleri veya yöntemleri tek tek yada birleştirerek, kendi amaçlarını sağlayacak en iyi sisteme ulaşma çabası, evrimsel algoritmalarda rassal olarak belirlenen karar modellerinden en iyilerin seçilmesi, bunların çaprazlama ve

mutasyonla daha iyi modellerin elde edilmeye çalışılması ve bunun belirli bir kritere kadar devam edilmesi algoritmasıyla benzerlik göstermektedir. Evrimsel algoritmalar içinde yer alan genetik algoritmalar ve genetik programlama ile yatırımcılar, kendi belirledikleri göstergelere dayalı modeller geliştirebilir ve değişen koşullarla birlikte bu süreci yenileyerek karar sistemini güncelleyebilir.

Burada dikkat çeken bir konu ise genetik algoritmaların bu alandaki kullanımını tamamen otomatik bir süreç olmadığıdır. Genetik algoritmaların finansal piyasalardaki kullanımında, kullanıcının finans ve piyasalar hakkında bilgisine ihtiyaç vardır. Bu şekliyle kullanıcının kendi amaçları doğrultusunda yönlendireceği ve sonuçları yorumlayacağı etkileşimli bir süreçtir.

Bu tez çalışmasında piyasada getiri fırsatlarını yakaladığına inanılan 5 farklı teknik analiz yöntemi üç farklı dönemde kullanılmıştır. Bir yatırımcı, piyasadaki fırsatları, bu göstergeler ile doğrusal olmayan, karar ağacı özelliğinde bir karar sistemi ile yakalayabilir mi? Genetik algoritmalar bu konuda yatırımcılar için iyi bir araç olabilmektedir. Bu çalışmada elde edilen modellerin performansı, göstergelerin performansı ile karşılaştırılmıştır.

Bu tez çalışmasının amacına benzer olarak, piyasadaki fiyat ve getirileri tahmin etmeye yönelik bazı çalışmalar, teknik analiz yöntemlerine dayalı doğrusal olmayan modellerin bulunmasında genetik algoritmalar yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışmalarda bazılarında genetik algoritmalar ile elde edilen modellerin, klasik yöntemlere göre daha başarılı sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Chen ve Yeh, 1997; Fyfe vd., 1999; Tsang vd., 2000; Korczak ve Roger, 2002; Latemendia, 2002; Potvin vd., 2004). Chen ve Yeh (1997) çalışmalarında fiyatların grafiklerinde, uç noktaları ve dönüş noktalarını sinyal olarak getirilerin tahmininde genetik algoritmalar yöntemini denemişlerdir. Sonuçları rassal yürüyüş modeli ile karşılaştırmışlar ve kısa dönemde doğrusal olmayan modellerin varlığını ileri sürmüşlerdir. Buna karşın modellerin elde edilmesindeki maliyetini öne sürerek piyansın etkinliğinin hala reddedilemeyeceğini savunmuşlardır.

İMKB Ulusal 100 endeksi kapanış değerleri üzerinden göstergelere dayalı model araştırmasında kullanılan parametrelerden biri $\mathfrak{R} = R[P_{\min}, P_{\max}]$ aralıklarıdır. Bu aralıklar ile elde edilecek modellerin yapacağı önerilerin sayısı, program tarafından belirli limitler aralığına zorlanmaktadır. Bu sebeple düşük aralıktaki modellerin tahmin hatası düşük

gerçekleşirken, aynı zamanda kaçırılan fırsatların sayısı da artmaktadır. Fakat bunun getiriler üzerine etkisi bilinmemektedir. Bu sebeple her aralık için program 10 defa çalıştırılmış ve 10 ayrı model elde edilmiştir. Bir çalıştırmadan sonuç çıkarmak yerine uygulama bölümünde genellikle her bir aralık için 10 çalıştırmanın ortalamalarına bakılmıştır. İlk olarak modellerin geliştirilmesi için kullanılan eğitim döneminde bazı modellerin, göstergelerin tek tek kullanımına göre daha fazla ve istikrarlı getiriler sağladığı görülmüştür. Eğitim döneminde modellerde yüksek R aralıkları için daha fazla getiri söz konusu iken bu doğrusal ilişki sınama döneminde bozulmuştur. Buna karşın modellerin getirisinin sınama döneminde göstergelerin üzerinde seyrettiği fark edilmektedir.

Modellerin yıllık getirileri açısından bakıldığında ise her yılda en iyi başarı veren modelin hangi aralıkta olduğu değişkenlik göstermektedir. Her yılın piyasaları etkileyen çevresi farklı olacağından bu değişkenlik beklenmekteydi. Bu durum yatırımcıların her dönemde karar sistemlerinde değişiklik yapması gerekliliği görüşünü desteklemektedir.

Varsayılan işlem stratejisinde, bir alım önerisi değerlendirildiğinde satış yapıp piyasadaki çıkana kadar başka bir öneri değerlendirilmemektedir. Bu sebeple alım önerilerinin tamamı kullanılmayacaktır. Sınama döneminde ortalama öneri kullanma oranı, elde edilen modeller için %31, göstergeler için %22 seviyesindedir. Modeller piyasada daha fazla işlem yapmaktadırlar. Bu durumda karşılaştırmalarda dikkate alınmayan işlem maliyetlerinin modeller için daha fazla olacağı söylenebilir. Ortaya çıkan işlem maliyetleri, modellerin getirilerdeki avantajını yok edebilir.

Modeller ve göstergeler arasında bir diğer farklılık ise piyasada kaldıkları süredir. Piyasada kalınan işgünü oranı, modeller ortalaması %80, göstergeler ortalaması %42'dir. Hisse senedi piyasasında pozisyon alınmadığı dönemde yatırımcılar tasarruflarını risksiz yatırım araçları ile değerlendirebilirler. Bu durumda göstergelerle yatırım yapıldığında, risksiz yatırım araçlarından daha fazla oranda faydalanılabilir. Bu durumda modellerin getirisinin avantajı yok olabilir.

Aylık bazda modellerin ayrıntılı olarak getirileri incelendiğinde $R[15,20]$ aralığından $R[35,40]$ aralığına kadar tüm modellerin, göstergelerden daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Bunun yanı sıra, modellerin içeriğinin bağımsız değişken olarak kullanıldığı ve modelin getirisinin bağımlı değişken olduğu regresyon analizleri yapılmıştır. Bu analizlerle gerçekten büyük R-kare değerleri elde edilmiştir. Bir tahmin modelinin

başarısında hangi göstergelerin ayırt edici olduğu bu analiz sonucunda anlaşılabilir. Bu analiz ancak modellerin başarısı doğrulandıktan sonra yapılmalı, çünkü regresyon analizi sadece getiriler ile modelde kullanılan göstergelerin bağıntısını vermektedir.

Göstergelere dayanan, doğrusal olmayan bir model araştırmasında elde edilen sonuçlar sadece kar fırsatı veren modeller olarak ele alınmamalıdır. Daha önce de belirtildiği gibi, verilerin derlemesinde olduğu gibi çıkan sonuçları analiz etmek ve ne şekilde kullanılacağına karar vermek kullanıcının inisiyatifindedir ve bu çalışmalar belirli bir düzeyde finans bilgisi gerektirir.

Çalışmanın uygulama bölümünün ikinci kısmında, seçilmiş firma fiyat bilgilerinden yararlanılarak İMKB Ulusal 100 için yapılan model araştırması tekrarlanmıştır. Seçilmiş sekiz firmanın her birine ait modellerin ve göstergelerin ortalama (tüm yıllar ortalaması) performans değerleri, göstergelerin yıllara göre getirileri, en iyi ortalama getiri sağlayan \mathfrak{R} aralığındaki modellerin yıllara göre getiri dağılımları ve her bir \mathfrak{R} aralığındaki en iyi modelin ve göstergelerin getiriler açısından karşılaştırması verilmiştir.

Firmalar arasından Alarko Holding, Pınar Süt ve İş Bankası'nın bazı \mathfrak{R} aralığındaki modellerin ortalaması, eğitim dönemi içinde, göstergeleri aşmıştır. Buna karşın bu türde bir başarı sınama döneminde sadece Vestel, İş Bankası ve Şişecam firmalarında gerçekleşmiştir. Her bir \mathfrak{R} aralığındaki modellerin ortalama getirileri, sadece İş Bankası için hem eğitim hem de sınama döneminde başarı sağlamıştır.

Buna karşın tüm yıllar ortalamasında en iyi ortalamaya sahip \mathfrak{R} aralığındaki modellerin getiri dağılımları ile göstergelerin dağılımına bakıldığında hiçbir firmanın model getirisi tüm yıllarda göstergelerin üzerinde gerçekleşmemiştir. Farklı yıllarda farklı modellerin başarısı ön plana çıktığı düşünülebilir. Her yıl için genel geçer bir modelden bahsedilememektedir.

Her bir \mathfrak{R} aralığındaki en iyi getiriye sahip modeller ile göstergeler karşılaştırıldığında çoğu firma için en iyi modellerin getirisinin hem eğitim hem de sınama döneminde göstergeleri aştığı görülmüştür.

Tüm bu karşılaştırmalarda bir modelin hem eğitim hem de sınama dönemlerinde başarı sağladığını söylemek mümkün olmamaktadır. Her yılın çevre koşullarına bağlı olarak

farklı bir modelin başarısının ön plana çıktığı söylenebilir. Buna karşın aynı durum göstergeler için de geçerlidir.

Bu tez çalışmasında İMKB Ulusal 100 endeksi değerleri ve seçilmiş sekiz firma hisse senedi kapanış fiyatları üzerinden araştırma yapılmıştır. Endeks için elde edilen sonuçların, firmalarda da bir ölçüde geçerli olduğu söylenebilir. Fakat tüm firmalar için genellenemez.

Bu tez çalışmasında elde edilen bilgiler ışığında, hisse senedi piyasasından, teknik analize dayalı olarak bazı doğrusal olmayan ilişkilere dayalı karar ağaçları ile piyasada, teknik analiz göstergelerine dayalı stratejilerin üzerinde getiri elde etme fırsatları yakalanabilir. Bu karar ağaçlarının elde edilmesinde genetik algoritmalar faydalı bir araç olmaktadır.

Bu çalışmada kısıtlı sayıda fakat teknik analizi temsil ettiği düşünülen göstergeler kullanılmıştır. Bu sayının artırılması daha iyi sonuçlar verebilir. Bunun yanı sıra teknik analiz göstergelerinin yanında piyasalardaki getiri fırsatlarını yansıttığı inanılan temel analiz değişkenleri veya genel ekonomik göstergeler eklenebilir. Burada araştırılan fırsatın ve kullanılacak değişkenlerin değişim frekanslarının uyumluluğu unutulmamalıdır.

Bu çalışmada getiri hesaplamalarında işlem maliyetleri ve piyasa dışındaki durumda tasarrufların değerlendirilmesi ihmal edilmiştir. Bunları da dikkate alacak bir karşılaştırma, sonuçların daha kesin olmasını sağlayacaktır.

Son olarak varsayılan yatırımcı tipi ile sadece alım kararları modellerden veya göstergelerden belirlenmektedir. Bunun yerine al-sat tahmini veren modeller üzerine çalışılması daha iyi sonuçlar verebilir.

KAYNAKÇA

- Akay D., Çetinyokuş T., Dağdeviren M., “Portföy Seçimi Problemi İçin KDS/GA Yaklaşımı”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17 (4), (2002), 125-138
- Alexander, S.S., “Price Movements in Speculative Markets: Trends or Random Walks”, *Industrial Managment Review*, 2 (2), (1961), 7-26
- Allen F., Karjalainen R., “Using Genetic Algorithms To Find Technical Trading Rules”, *Journal of Financial Economics*, 51, (1999), 245-271
- Arthur W. B., Holland J. H., Lebaron B., Palmer R., Tayler, P., “Asset Pricing Under Endogenous Expectations in an Artificial Stock Market” (edt.) Arthur W.B., Lane D., Durlauf S.N., *The Economy as an Evolving Complex System II*, Menlo Park: Addison-Wesley, (1997), 15-44. Aynı zamanda Santa Fe Institute Paper 96-12-093 olarak yayımlanmıştır
- Arthur, W.B. On the Evolution of Complexity, Working Paper, No. 93-11-070, Santa Fe Institute, Santa Fe, N.M. (1993)
- Arthur W.B., “Inductive Reasoning and Bounded Rationality”, *The American Economic Review*, 84 (2), (1994), 406-411
- Baba N., Imoue N., Asakawa N., “Utilization of Neural Networks & GAs for Constructing Reliable Decision Support Systems to Deal Stocks”, Working paper of Information Science, (2000), Osaka- Kyoiku University, Japan
- Back T., Fogel D.B., Michalewich T., *Evolutionary Computation 1: Basic Algorithms and Operators*, Institute of Physics Publishing , Bristol and Philadelphia, 2000
- Balaban E., “Day of The Week Effects: New Evidence From an Emerging Stock Market”, *Applied Economics Letters*, 2, (1995), 139–143
- Bauer R.J.Jr., *Genetic Algorithms and Investment Strategies*, John Wiley & Sons, USA, 1994
- Bingul Z., Sekmen A.S., Palaniappan, S., Sabatto S., “Genetic Algorithms Applied to Real Time Multiobjective Optimization Problems”, *Proceedings of the IEEE SoutheastCon Conference*, (2000), 95-103
- Black F., “Noise”, *The Journal of Finance*, 41(3), (1986), 529-543

- Bolat B., Erol K.O., Imrak C.E., “Mühendislik Uygulamalarında Genetik Algoritmalar ve Operatörlerin İşlevleri”, *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 4, (2004), 264-271
- Brock W., Lakonishok J., Lebaron B., “Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns”, *The Journal of Finance*, 47 (5), (1992), 1731-1764
- Buguk, C., Brorsen, B.W., “Testing Weak-Form Market Efficiency: Evidence from the Istanbul Stock Exchange”, *International Review of Financial Analysis*, 12, (2003), 579-590
- Butler, J., Tsang E.P.K., “EDDIE Beats the Bookies”, *Journal of Software-Practice and Experience*, 28 (10), (1998), 1033-1043
- Chen S.H., *On the Relevance of Genetic Programming to Evolutionary Economics, Evolutionary Controversies in Economics: A New Transdisciplinary Approach içinde*, Springer Science, 2001
- Chen S.H., Lee W.C., *Option Pricing Eith Genetic Algorithms: A Second Report*, IEEE, (1997), 21-25
- Chen S.H., Yeh C.H., “Toward a Computable Approach to the Efficient Market Hypothesis: An Application of Genetic Programming”, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 21, (1997), 1043-1063
- Chen S.H., Yeh C.H., “Genetic Programming in the Agent-Based Modeling of Stock Markets”, *The Fifth International Conference of the Society for Computational Economics*, (1999), A.B.D.
- Chiraphadhanakul S., Dangprasert P., Avatchanakorn V., “Genetic Algorithms in Forecasting Commercial Banks Deposit”, *IEEE International Conference on Intelligent Proccessing Systems*, (1997), 116-121
- Churchill G.A. *Marketing Research: Methodological Foundations*, 7th edition, Dryden Pres, A.B.D., 1999
- Cowles A., “A Revision of Previous Conclusions Regarding Stock Price Behavior”, *Econometrica*, 28 (4), (1960), 909-915
- Cowles A., Jones H.E., “Some a Posteriori Probabilities in Stock Market Action”, *Econometrica*, 5 (3), (1937), 280-294
- Cowles A., “Can Stock Market Forecasters Forecast”, *Econometrica*, 1(3), (1933), 309-324

- Davis, L., Genetic Algorithms and Financial Applications (ed) Deboeck GJ, *Trading on the Edge*. Wiley, New York, 133–147, 1994
- Demirer R., Karan M.B., “An Investigation of the Day-of-the-Week Effect on Stock Returns in Turkey”, *Emerging Markets Finance and Trade*, 38 (6), (2002), 47–77
- Dempster M.A.H., Jones C.M., “A Real-time Adaptive Trading System Using Genetic Programming”, *Quantative Finance*, 1, (2001), 397-413
- Desai V.S., Conway D.G., Crook J.N., Overstreet G.A., “Credit Scoring Models in the Credit Union Environment Using Neural Networks and Genetic Algorithms”, *IMA Journal of Mathematics Applied in Business and Industry*, 8, (1997), 323-346
- Diaz M.A., Alvarez A., “Forecasting Exchange Rates Using Genetic Algorithms”, *Applied Economics Letters*, 10, (2003), 319-322
- Dianati M., Song I., Treiber M. “An Introduction to Genetic Algorithms and Evolution Strategies”, Technical Report, University of Waterloo, (2002), www.swen.uwaterloo.ca/~mdianati/articles/gaes.pdf. (30.11.2005)
- Ederington L.H. ve Lee J.H., “The Short-Run Dynamics of the Price Adjustment to New Information” *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 30(1) (1995), 117 - 134
- Egeli B., Özturan M., Badur B., “Stock Market Prediction Using Artificial Neural Networks”, in *Proceedings 3rd Hawaii International Conference on Business, USA*, June 18-21, 2003.
- Eiben A.E., Smith J.E., *Introduction to Evolutionary Computing*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, 2003
- Erdinç Y., *Yatırımcı ve Teknik Analiz Sorgulanıyor*, Siyasal Kitabevi, 2004
- Fama E.F., “Efficient Capital Market: A Review of Theory and Empiric Works”, *Journal of Finance*, 25 (2), 1970, 383-417
- Fama E.F., “The Behavior of Stock Market Prices”, *The Journal of Business*, 38 (1), (Jan.1965a), 34-105
- Fama E.F., “Random Walks in Stock Market Prices”, *Financial Analysts Journal*, (September-October 1965b), 55-59
- Fama E.F. ve French K.R., “Permanent and Temporary Components of Stock Prices”, *Journal of Political Economy*, 96(2), (1988), 246-273

- Fama E.F., "Efficient Capital Markets: II", *Journal of Finance*, 46 (5), (1991), 1575-1617
- Fama E.F., "Market Efficient, Long-Term Returns, and Behavioral Finance", *Journal of Financial Economics*, 49, (1998), 283-306
- Feldman K., Treleven P., "Intelligent Systems in Finance", *Applied Mathematical Finance*, 1, (1994), 195-207
- Finnerty J.E., "Insiders and Market Efficiency", *The Journal of Finance*, 31 (4), 1976, 1141-1148
- Forrest S., "Genetic Algorithms", *ACM Computing Surveys*, 28 (1), (1996), 77-80.
- Frick A., Herrman R., Kreidler M., Narr A., Sese D., "Genetic Based Trading Rules- A New tool to beat the Market with?- First empirical results", *AFIR*, 2, (1996) 997-1017
- Fyfe C., Marney J.P., Tarber H.F.E., "Technical Analysis Versus Market Efficiency – A Genetic Programming Approach", *Applied Financial Economics*, 9, (1999) 183-191
- Glass G.A., Extensive Insider Accumulation as an Indicator of Near-Term Stock Price Performance, *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, Ohio State University, 1966
- Glibovets N.N., Medvid S.A., "Genetik Algorithms Used to Solve Scheduling Problems", *Cybernetics and System Analysis*, 39 (1), (2003), 81-90
- Goldberg D.E., *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*, Addison-Wesley Publishing Company, USA, 1989
- Greene W.H., *Econometric Analysis*, Third Edition, Prentice-Hall, USA, 1997
- Grefenstette J.J., Jong K.A.D., William M.S. *Competition-based Learning*, *Foundation of Knowledge Acquisition: Machine Learning*, (Edt), Meyrowitz A., Kluwer Academic Publishers, 1993
- Grefenstette J.J. *Evolutionary Algorithms in Robotics*, Edt. Jamshedi M. and Nguyen C., *Robotics and Manufacturing: Recent Trends in Research, Education and Applications*, Fifth International. Symposium on Robotics and Manufacturing bildiri kitabında, ISRAM 94, ASME Press: New York, (1994), 65-72
- Grossman S.J., "On the Efficiency of Competitive Stock Markets Where Trades Have Diverse Information", *Journal of Finance*, 31 (2), (1976), 573-585
- Grossman S.J., Stiglitz J.E., "On the Impossibility of Informationally Efficient Markets", *The American Economic Review*, 70 (3), (1980), 393-408
- Gürsakal N., *Bilgisayar Uygulamalı İstatistik I*, Marmara Kitabevi Yayınları, Bursa, 1997

- Gürsakal N. Bilgisayar Uygulamalı İstatistik II, Marmara Kitabevi Yayınları, Bursa, 1998
- Harrald P., Economics and Evolution, The panel paper given at the Seventh International Conference on Evolutionary Programming, March 25-27, 1998, San Diego, A.B.D.
- Hirt G.A., Block S.B., Managing Investments, McGraw-Hill Publisher, 2004
- Holland J.H., Adaptation in Natural and Artificial Systems, The University of Michigan Press, Ann Arbor, MI, 1975
- Holland J.H., Adaptation in Natural and Artificial Systems, An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control and Artificial Intelligence (2nd ed), Cambridge, MA, MIT Pres, 1992
- Holland J.H., Holyoak K.J, Nisbett R.E., Thagard P.R., Induction: Processes of Inference, Learning, and Discovery, Cambridge, MA: MIT Pres, 1987
- Hryshko A., Downs T., “System for Foreign Exchange Trading Using Genetic Algorithms and Reinforcement Learning, International Journal of System Science, 35 (13-14), 2004, 763-774
- <http://robot.cmpe.boun.edu.tr/593/evrim.pdf>
- İşçi Ö., Korukoğlu S., “Genetik Algoritma Yaklaşımı ve Yöneylem Araştırmasında Bir Uygulama”, Yönetim Ve Ekonomi, 10 (2), 2003 191-208
- Jaffe J.J., “Special Information and Insider Trading”, The Journal of Business, 47 (3), 1974, 410-428
- James F.E., “Monthly Moving Averages-An Effective Investment Tool”, The Journal of Financial and Quantitative Analysis, 3 (3), 1968, 315-326
- Jensen M.C., “The performance of Mutual Funds in the Period 1945 – 1964”, Journal of Finance, 23 (2), 1968, 389-416
- Joshi S., Parker J., Bedau M. A., “Technical Trading Creates a Prisoner’s Dilema: Results From an Agent-Based Model”, Computational Finance ,(2000), 465–479
- Karan M.B., Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi, Gazi Kitabevi, 2004
- Karemera D., Ojah K., Cole J., “Random Walks and Market Efficiency Tests: Evidence from Emerging Equity Markets”, Review of Quantitative Finance and Accounting, 13 (2), (1999), 171-188
- Katz J.O., McCormick D.L., The Encyclopedia of Trading Strategies, McGraw-Hill, 2000

- Kaufman S.A., *The Origins of Order: Self Organization and Selection in Evolution*, Oxford University Press, 1993
- Kıymaz H., “The Effects of Stock Market Rumors on Stock Prices: Evidence from an Emerging Market”, *Journal of Multinational Financial Management*, 11, (2005), 105-115
- Kim M.J., Han I., Lee K.C., “Hybrid Knowledge Integration Using the Fuzzy Genetic Algorithm: Prediction of the Korea Stock Price Index”, *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 12 (1), (2004), 43-60
- Kingdon J., Feldman K., “Genetic Algorithms and Applications to Finance”, *Applied Mathematical Finance*, 2 (2), (1995), 89-116
- Kiyotaki N., Wright R., “On Money as a Medium of Exchange”, *Journal of Political Economy*, 97, (1989), 927-954
- Korczak J., Roger P., “Stock Timing Using Genetic Algorithms”, *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 18, (2002), 121-134
- Kuo R.J., Chen C.H., Hwang Y.C., “An Intelligent Stock Trading Decision Support System Through Integration of Genetic Algorithm Based Fuzzy Neural Network and Artificial Neural Network”, *Fuzzy Sets and Systems*, 118 (1), (2001), 21-45
- Latemendia L.N., “Trading Systems Designed by Genetic Algorithms”, *Managerial Finance*, 28 (8), (2002), 87-100
- Lebaron B., “Agent-based Computational Finance”, Working Paper, (2005), Brandeis University
- Lebaron B., Arthur W. B., Palmer R., “Time Series Properties of an Artificial Stock Market”, *Journal of Economic Dynamics & Control*, 23, (1999), 1487-1516
- Lenard M.J., Madey G.R., Alam P., “The Design and Validation of a Hybrid Information System for the Auditor’s Going Concern Decision”, *Management Information Systems*, 14 (4), (1998), 219-237
- Li J., Tsang E.P.K., “Investment Decision Making Using FGP: A Case Study”, *Proceedings of Congress on Evolutionary Computation*, Washington DC, USA, 6-9th July 1999
- Li J., Tsang E.P.K., “Reducing Failures in Investment Recommendations Using Genetic Programming”, *Sixth International Conference on Computing in Economics and Finance*, Barcelona, Spain, 6-8th July 2000

- Lo A.W. ve MacKinlay A.C., “Stock Market Prices do not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test”, *The Review of Financial Studies*, 1(1) (1988), 41-66
- Lucas R., *Adaptive Behaviour and Economic Theory*, (editors), Hogarth R., Reder M , *Rational Choice: The Contrast Between Economics and Psychology*, University of Chicago Press, 217-242, 1986
- Mahfoud S., Mani G., “Financial Forecasting Using Genetic Algorithms, *Applied Artificial Intelligence*, 10, (1996), 543- 565
- Malkiel B.G., “The Efficient Market Hypothesis and Its Critics”, *Journal of Economic Perspectives*, 17(1), (2003), 59-82
- Marimon R., McGrattan E., Sargent T., “Money as Medium of Exchange in an Economy with Artificially Intelligent Agents”, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 14, (1990), 329-373
- Markose S., *The New Evolutionary Computational Paradigm Of Complex Adaptive Systems: Challenges And Prospects For Economics And Finance*, S-H. Chen (editor), *Genetic Algorithms and Programming in Computational Finance*, Kluwer Series in Computational Finance, 443-484, 2002
- Markose S., Tsang E.P.K, Er H., *EDDIE for Stock Index Options and Futures Arbitrage*, in S-H. Chen (ed.), *Genetic Algorithms and Genetic Programming in Computational Finance*, Kluwer Academic Publisher, 281-308, 2002
- Marques De Sa J.P., *Applied Statistics Using SPSS, STATISTICA and MATLAB*, Springer-Verlag, Almany, 2003
- Marsh P., “Equity Rights Issues and the Efficiency of the UK Stock Market”, *The Journal of Finance*, 34(4), (1979), 839-862
- Meggison W.L., *Corporate Finance Theory*, Addison-Wesley, A.B.D., 1997
- Mitchell M., *An Introduction to Genetic Algorithms*, MIT Pres, USA, 1998
- Nanda S., Pendharkar P., “Linear Models for Minimizing Misclassification Costs in Bankruptcy Prediction”, *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 10 (3) (2001), 155-168
- Neely C., Weller P., “Predicting Exchange Rate Volatility: Genetic Programming Versus GARCH and RiskMetrics”, *Review (FEDERAL RESERVE BANK OF ST. LOUIS)*, (2002), 43-54

- Neely C., Weller P., Dittmar R., “Is Technical Analysis in the Foreign Exchange Market Profitable? A Genetic Programming Approach”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 32 (4), (1997), 405-426
- Palmer R.G., Arthur W.B., Holland J.H., LeBaron B., Tayler, P., “Artificial Economic Life: A Simple Model of a Stockmarket”, *Physica D.*, 75, (1994), 264-274
- Potvin J.Y., Soriano P., Valleé M., “Generating Trading Rules on the Stock Markets with Genetic Programming”, *Computers & Operations Research*, 31, (2004), 1033–1047
- Romeu R., Serajuddin U., *Technical Analysis for Direct Access Trading: A Guide to Charts, Indicators, and Other Indispensable Market Analysis Tools*, McGraw-Hill Publisher, A.B.D., 2001
- Samanta G.P., Bordoloi S., “Predicting Stock Market- an Application of Artificial Neural Network Technique through Genetic Algorithm”, *Finance India*, 19 (1), (2005), 173-188
- Schulenburg S., Ross P. Explorations in LCS Models of Stock Trading. In Pier Luca Lanzi, Wolfgang Stolzmann, and Stewart W. Wilson, editors, *Advances in Learning Classifier Systems*, volume 2321 of *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, 151-180. Springer-Verlag, Berlin, 2002
- Schulenburg S. ve Ross P. An Evolutionary Approach to Modelling the Behaviours of Financial Traders, In *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference Late Braking Papers Session, GECCO'99*, 245-253, Orlando, Florida, 1999
- Shapiro, S.C., *Artificial Intelligence*, in S. C. Shapiro, Ed. *Encyclopedia of Artificial Intelligence*, Second Edition. New York: John Wiley & Sons, 1991
- Sharpe W.F., “Mutual Fund Performance”, *Journal of Business*, 39 (1), (1966), .119-138
- Subramanian S., Venugopal M.S., Rao U.S., Usefulness of Genetic Algorithm Model for Dynamic Portfolio Selection, *Journal of Financial Management and Analysis*, 17 (1), (2004), 45-53
- Summer L.H., “Does the Stock Market Rationally Reflect Fundamental Values?”, *The Journal of Finance*, 41(3), (1986), 591-601
- Şenel K., Alkan A., Çelebi S., “Using Neuro-Genetic Algorithms for Prediction of Financial Asset Prices: Evidence from the Istanbul Stock Exchange”, *IJSIT Lecture Notes of 1st International Conference on Informatics*, 1 (2), (2004), 152-159

- Taş O., Dursunoğlu S., “Testing Random Walk Hypothesis for Istanbul Stock Exchange”, International Trade and Finance Association 15th International Conference, 2005
- Tatlıdil H. Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz, Akademi Matbaası, Ankara, 1996
- Tomek W.G., Querin S.F., “Random Processes in Prices and Technical Analysis”, The Journal of Futures Markets, 4 (1), (1984), 15-23
- Tsang E.P.K., Li, J., Markose S., Er H., Salhi A., Iori G., EDDIE in Financial Decision Making , Journal of Management and Economics (<http://www.econ.uba.ar/servicios/publicaciones/journal4/contents/contents.htm>), November 2000, elektronik dergi, erişim tarihi: 20.02.2006
- Tsang E.P.K., Li, J., EDDIE for Financial Forecasting, in S-H. Chen (ed.), Genetic Algorithms and Genetic Programming in Computational Finance, Kluwer Academic Publisher, 2002 s. 161-174
- Tsang E.P.K., Yung, P., Li, J., “EDDIE-Automation, a Decision Support Tool for Financial Forecasting”, Decision Support System, 37, (2004), 559-565
- Varetto F., “Genetic Algorithms Applications in the Analysis of Insolvency Risk”, Journal of Banking and Finance, 22, (1998), 1421-1439
- Yümlü M.S., Gürgen F.S., Okay N., Financial Time Series Prediction Using Mixture of Experts, ISICIS-2003 Lecture Notes in Computer Science, 2869 Springer Verlag, s.553-560
- Yümlü M.S., Gürgen F.S., Okay N., “Turkish Market Analysis Using Mixture of Experts”, in Proceeding (CD) of Engineering of Intelligent Systems (EIS), Madeira, March 2004
- Zulauf C.R., Irwin S.H., Market Efficiency and Marketing to Enhance Income of Crop Producers, OFOR Paper Number 97-04 October 1997

EK 1: İMKB Ulusal 100'e Dayalı Olarak GA Yöntemi ile Elde Edilen Modellerin ve Kullanılan Göstergelerin Getirileri

Yıl	İMKB100	R[05-10]									
		RUN1	RUN2	RUN3	RUN4	RUN5	RUN6	RUN7	RUN8	RUN9	RUN10
1988	-0.457	0.443	0.258	0.443	0.443	0.370	0.443	0.171	0.232	0.171	0.443
1989	4.883	2.168	1.718	2.168	2.168	2.168	2.168	2.168	1.606	2.168	2.168
1990	0.408	0.222	0.315	0.222	0.222	0.244	0.222	0.244	0.286	0.244	0.374
1991	0.403	0.666	0.812	0.666	0.666	0.364	0.666	0.403	0.372	0.364	0.666
1992	-0.074	0.212	0.194	0.212	0.212	0.097	0.212	0.097	0.169	0.097	0.212
1993	4.079	1.372	1.521	1.372	1.372	1.372	1.372	1.481	0.474	1.372	1.372
1994	0.251	-0.205	0.082	-0.205	-0.205	-0.205	-0.205	-0.195	0.471	-0.205	-0.195
1995	0.596	0.262	0.103	0.262	0.262	0.262	0.262	0.103	0.104	0.262	0.262
1996	1.517	0.551	0.806	0.551	0.551	0.551	0.551	0.713	0.294	0.551	0.551
1997	2.469	1.399	1.423	1.399	1.399	1.399	1.399	1.399	0.396	1.399	1.399
1998	-0.300	0.425	0.305	0.425	0.425	0.244	0.425	0.244	0.558	0.244	0.425
1999	4.514	1.554	1.410	1.554	1.554	1.401	1.554	1.420	0.917	1.160	1.554
2000	-0.461	0.296	-0.046	0.296	0.296	0.135	0.296	0.135	0.057	0.135	0.296
2001	0.456	0.432	0.968	0.432	0.432	0.334	0.432	0.334	0.458	0.334	0.432
2002	-0.263	-0.067	-0.073	-0.067	-0.067	-0.107	-0.067	-0.112	0.033	-0.112	-0.067
2003	0.757	0.028	-0.062	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	-0.012	0.028	0.028
2004	0.304	-0.053	-0.074	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.076	0.046	-0.053	-0.053
Ortalama											
Tümü	1.122	0.571	0.568	0.571	0.571	0.506	0.571	0.503	0.380	0.480	0.580
Eğitim	1.261	0.643	0.626	0.643	0.643	0.584	0.643	0.559	0.464	0.559	0.663
Test	0.999	0.507	0.517	0.507	0.507	0.437	0.507	0.454	0.305	0.410	0.507
RUN1-10 Ortalaması		Eğitim		0.603	Test		0.466	TÜMÜ			0.530

Yıl	R[10-15]										
	RUN1	RUN2	RUN3	RUN4	RUN5	RUN6	RUN7	RUN8	RUN9	RUN10	
1988	0.272	-0.063	0.032	0.272	0.096	0.035	0.443	-0.063	0.087	0.054	
1989	1.626	1.585	1.684	1.626	1.585	0.925	2.168	1.626	1.626	1.684	
1990	0.223	0.165	0.131	0.165	0.223	0.037	0.222	0.165	0.181	0.272	
1991	0.419	0.561	0.395	0.561	0.419	0.180	0.602	0.561	0.561	0.595	
1992	0.230	0.230	0.196	0.230	0.230	0.374	0.212	0.230	0.230	0.317	
1993	1.638	1.375	1.903	1.375	1.375	2.690	1.713	1.375	1.638	1.522	
1994	-0.116	-0.116	-0.283	-0.116	-0.116	0.051	-0.379	-0.116	-0.116	-0.077	
1995	0.281	0.408	0.294	0.281	0.408	0.527	0.103	0.281	0.281	0.659	
1996	0.691	0.842	0.844	0.842	0.842	0.760	0.496	0.842	0.691	0.639	
1997	1.399	1.399	1.372	1.399	1.399	1.308	1.571	1.399	1.399	1.258	
1998	0.425	0.532	0.642	0.425	0.532	0.215	0.409	0.425	0.425	0.545	
1999	1.394	1.154	1.680	1.394	1.394	1.061	1.554	1.154	1.154	1.137	
2000	0.171	0.277	0.219	0.277	0.304	0.117	0.289	0.277	0.277	0.171	
2001	1.047	1.101	0.804	1.101	1.101	0.405	0.506	1.101	1.047	0.872	
2002	-0.073	0.101	-0.161	0.101	0.101	0.087	-0.319	0.101	-0.073	-0.031	
2003	-0.044	0.011	0.117	-0.044	0.011	0.273	-0.014	0.011	-0.044	0.092	
2004	-0.080	-0.119	0.064	-0.143	-0.119	0.061	0.023	-0.119	-0.080	0.020	
Ortalama											
Tümü	0.559	0.555	0.584	0.573	0.576	0.536	0.565	0.544	0.546	0.572	
Eğitim	0.572	0.518	0.544	0.549	0.528	0.602	0.636	0.507	0.561	0.628	
Test	0.548	0.589	0.620	0.595	0.618	0.476	0.501	0.577	0.533	0.522	
RUN1-10 Ortalaması		Eğitim		0.565	Test		0.558	Tümü			0,561

	R[15-20]									
Yıl	RUN1	RUN2	RUN3	RUN4	RUN5	RUN6	RUN7	RUN8	RUN9	RUN10
1988	0.182	0.182	0.182	0.182	0.182	0.030	0.182	0.182	0.182	0.182
1989	2.101	2.101	2.101	2.101	2.101	2.101	2.101	2.101	2.101	2.101
1990	0.313	0.330	0.313	0.313	0.313	0.319	0.313	0.645	0.313	0.313
1991	0.828	0.828	0.828	0.828	0.828	0.497	0.828	0.828	0.828	0.828
1992	0.428	0.428	0.428	0.428	0.428	0.293	0.428	0.428	0.428	0.428
1993	2.885	2.885	2.885	2.885	2.885	2.926	2.885	2.885	2.885	2.885
1994	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.062	0.013	0.013	0.013	0.013
1995	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.670	0.375	0.375	0.375	0.375
1996	0.858	0.858	0.858	0.858	0.858	0.858	0.858	0.858	0.858	0.858
1997	1.708	1.708	1.708	1.708	1.708	1.708	1.708	1.708	1.708	1.708
1998	0.483	0.483	0.483	0.483	0.483	0.072	0.483	0.346	0.483	0.483
1999	1.474	1.474	1.474	1.474	1.474	1.326	1.474	1.474	1.474	1.474
2000	0.326	0.326	0.326	0.326	0.326	0.185	0.326	0.326	0.326	0.326
2001	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	0.883	1.010	1.010	1.010	1.010
2002	0.239	0.239	0.248	0.239	0.239	0.248	0.239	0.239	0.239	0.239
2003	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.064	0.115	0.115	0.115	0.115
2004	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072
Ortalama										
Tümü	0.789	0.790	0.789	0.789	0.789	0.724	0.789	0.800	0.789	0.789
Eğitim	0.891	0.893	0.891	0.891	0.891	0.862	0.891	0.932	0.891	0.891
Test	0.698	0.698	0.699	0.698	0.698	0.602	0.698	0.683	0.698	0.698
RUN1-10 Ortalaması			Eğitim	0.892		Test	0.681		Tümü	0.784

	R[20-25]									
Yıl	RUN1	RUN2	RUN3	RUN4	RUN5	RUN6	RUN7	RUN8	RUN9	RUN10
1988	0.182	-0.132	-0.106	0.269	-0.186	-0.106	-0.051	0.182	0.182	-0.106
1989	2.101	2.148	2.718	2.297	2.776	2.718	2.053	2.053	2.101	2.718
1990	0.167	0.249	0.341	0.167	0.160	0.104	0.204	0.313	0.167	0.104
1991	0.828	0.738	0.576	0.828	0.454	0.576	0.662	0.709	0.828	0.576
1992	0.428	0.899	0.132	0.428	0.150	0.132	0.428	0.428	0.428	0.132
1993	2.885	2.618	3.161	2.885	3.161	3.161	2.926	3.200	2.885	3.161
1994	0.013	0.169	0.281	0.007	0.141	0.281	0.062	0.141	0.013	0.281
1995	0.388	0.562	0.710	0.388	0.660	0.727	0.670	0.201	0.388	0.727
1996	0.733	0.945	1.036	0.733	0.960	0.899	0.733	0.808	0.733	0.899
1997	1.757	1.513	1.925	1.757	1.978	1.978	1.757	1.708	1.757	1.978
1998	0.483	0.425	0.298	0.483	0.094	0.298	0.539	0.483	0.483	0.298
1999	1.632	1.320	1.616	1.632	1.783	1.783	1.474	1.474	1.632	1.783
2000	0.326	0.281	0.029	0.326	-0.222	0.029	0.353	0.326	0.326	0.029
2001	1.010	0.925	1.140	1.010	1.440	1.140	1.010	1.010	1.010	1.140
2002	0.239	0.352	0.171	0.239	0.148	0.171	0.239	0.239	0.239	0.171
2003	0.071	0.004	0.245	0.213	0.432	0.353	0.281	0.115	0.071	0.195
2004	0.017	0.238	0.144	0.059	0.062	0.085	0.046	0.088	0.017	0.085
Ortalama										
Tümü	0.780	0.780	0.848	0.807	0.823	0.843	0.788	0.793	0.780	0.834
Eğitim	0.874	0.906	0.977	0.909	0.914	0.949	0.869	0.904	0.874	0.949
Test	0.696	0.667	0.734	0.717	0.742	0.748	0.715	0.695	0.696	0.731
RUN1-10 Ortalaması			Eğitim	0.913		Test	0.714		Tümü	0.807

	R[25-30]									
Yıl	RUN1	RUN2	RUN3	RUN4	RUN5	RUN6	RUN7	RUN8	RUN9	RUN10
1988	-0.334	-0.232	-0.232	-0.232	-0.172	-0.172	-0.288	-0.334	-0.124	-0.172
1989	2.718	2.635	2.635	2.635	2.718	2.718	2.774	2.718	2.718	2.718
1990	0.678	0.405	0.663	0.405	0.668	0.668	0.586	0.678	0.374	0.374
1991	0.454	0.285	0.337	0.285	0.454	0.454	0.422	0.454	0.413	0.454
1992	0.163	0.202	0.231	0.202	0.131	0.131	0.413	0.163	0.114	0.131
1993	3.204	3.243	2.777	3.243	3.161	3.161	2.890	3.204	3.243	3.161
1994	0.344	0.147	0.263	0.147	0.281	0.281	0.540	0.344	0.423	0.281
1995	1.015	0.569	0.908	0.569	0.659	0.659	0.550	1.015	0.214	0.676
1996	1.036	1.021	1.151	1.021	1.036	1.036	1.003	1.036	0.899	0.899
1997	1.925	1.879	1.837	1.879	1.925	1.925	1.559	1.925	2.192	1.978
1998	0.113	0.178	0.178	0.178	0.072	0.072	0.056	0.113	0.072	0.072
1999	1.460	1.761	1.596	1.761	1.616	1.616	1.454	1.460	1.949	1.783
2000	-0.145	-0.069	-0.148	-0.069	-0.162	-0.162	-0.191	-0.145	-0.069	-0.162
2001	1.353	1.270	1.035	1.270	1.351	1.351	0.992	1.353	1.344	1.351
2002	0.148	-0.239	0.079	-0.239	0.148	0.148	0.351	0.148	0.086	0.148
2003	0.219	0.546	0.688	0.546	0.317	0.317	0.356	0.219	0.525	0.432
2004	0.152	0.297	0.180	0.297	0.120	0.120	0.257	0.120	0.183	0.062
Ortalama										
Tümü	0.853	0.818	0.834	0.818	0.842	0.842	0.807	0.851	0.856	0.834
Eğitim	1.030	0.907	0.948	0.907	0.987	0.987	0.986	1.030	0.922	0.953
Test	0.696	0.738	0.733	0.738	0.714	0.714	0.649	0.692	0.798	0.729
RUN1-10 Ortalaması			Eğitim	0.966		Test	0.720		Tümü	0.836

	R[30-35]									
Yıl	RUN1	RUN2	RUN3	RUN4	RUN5	RUN6	RUN7	RUN8	RUN9	RUN10
1988	-0.260	-0.218	-0.231	-0.287	-0.218	-0.284	-0.231	-0.201	-0.260	-0.231
1989	2.820	2.511	2.820	1.689	2.511	1.689	2.820	2.820	2.820	2.820
1990	0.426	0.727	0.426	0.373	0.727	0.279	0.426	0.426	0.426	0.426
1991	0.225	0.330	0.191	0.446	0.330	0.446	0.191	0.225	0.225	0.191
1992	0.282	-0.013	0.129	0.009	-0.013	-0.050	0.129	0.282	0.282	0.129
1993	3.055	3.044	3.134	2.892	3.044	2.892	3.134	3.055	3.055	3.134
1994	0.338	0.280	0.219	0.091	0.280	0.091	0.219	0.338	0.338	0.219
1995	1.035	1.117	0.480	0.450	1.117	0.450	0.480	1.035	1.035	0.480
1996	0.711	0.696	0.711	1.175	0.696	1.175	0.711	0.711	0.711	0.711
1997	1.397	1.510	1.450	2.347	1.510	2.347	1.450	1.397	1.397	1.450
1998	0.017	0.082	0.017	0.350	0.082	-0.165	0.017	0.017	0.017	0.017
1999	1.641	1.891	1.592	2.302	1.891	2.302	1.592	1.641	1.641	1.592
2000	-0.268	-0.208	-0.179	-0.324	-0.208	-0.324	-0.179	-0.268	-0.268	-0.179
2001	0.595	0.723	0.483	0.482	0.723	0.482	0.483	0.595	0.595	0.483
2002	-0.097	-0.079	-0.195	-0.215	-0.079	-0.215	-0.195	-0.097	-0.097	-0.195
2003	0.632	1.006	0.736	0.715	1.006	0.715	0.736	0.632	0.632	0.736
2004	0.314	0.306	0.424	0.496	0.306	0.496	0.424	0.314	0.314	0.424
Ortalama										
Tümü	0.757	0.806	0.718	0.764	0.806	0.725	0.718	0.760	0.757	0.718
Eğitim	0.990	0.972	0.896	0.708	0.972	0.689	0.896	0.997	0.990	0.896
Test	0.549	0.659	0.560	0.814	0.659	0.757	0.560	0.549	0.549	0.560
RUN1-10 Ortalaması			Eğitim	0.901		Test	0.622		Tümü	0.753

	R[35-40]									
Yıl	RUN1	RUN2	RUN3	RUN4	RUN5	RUN6	RUN7	RUN8	RUN9	RUN10
1988	-0.286	-0.286	-0.313	-0.313	-0.313	-0.286	-0.313	-0.286	-0.313	-0.286
1989	1.689	1.689	1.689	1.689	1.689	1.689	1.689	1.689	1.689	1.689
1990	0.366	0.366	0.366	0.290	0.366	0.290	0.366	0.366	0.366	0.366
1991	0.396	0.396	0.396	0.357	0.396	0.248	0.396	0.396	0.396	0.396
1992	0.177	0.177	0.177	0.173	0.177	0.438	0.177	0.177	0.177	0.177
1993	2.892	2.892	2.892	2.571	2.892	3.031	2.892	2.892	2.892	2.892
1994	0.279	0.279	0.279	0.231	0.279	0.136	0.279	0.279	0.279	0.279
1995	0.361	0.361	0.430	0.738	0.430	0.361	0.430	0.361	0.430	0.361
1996	0.963	0.963	0.963	0.933	0.963	0.865	0.963	0.963	0.963	0.963
1997	2.615	2.615	2.615	1.768	2.615	1.618	2.615	2.347	2.615	2.419
1998	-0.134	-0.134	-0.134	0.264	-0.134	0.214	-0.134	-0.134	-0.134	-0.134
1999	2.491	2.491	2.491	2.155	2.491	2.155	2.491	2.491	2.491	2.491
2000	-0.341	-0.341	-0.350	-0.262	-0.350	-0.275	-0.350	-0.341	-0.350	-0.341
2001	0.346	0.346	0.346	0.555	0.346	0.265	0.346	0.346	0.346	0.346
2002	-0.085	-0.085	-0.085	-0.021	-0.085	-0.123	-0.085	-0.085	-0.085	-0.085
2003	1.024	1.024	1.024	0.963	1.024	1.131	1.024	1.024	1.024	1.024
2004	0.429	0.429	0.429	0.437	0.429	0.424	0.429	0.429	0.429	0.429
Ortalama										
Tümü	0.775	0.775	0.777	0.737	0.777	0.716	0.777	0.760	0.777	0.764
Eğitim	0.734	0.734	0.739	0.717	0.739	0.738	0.739	0.734	0.739	0.734
Test	0.812	0.812	0.811	0.755	0.811	0.697	0.811	0.782	0.811	0.790
RUN1-10 Ortalaması			Eğitim	0.735		Test	0.789		Tümü	0.764

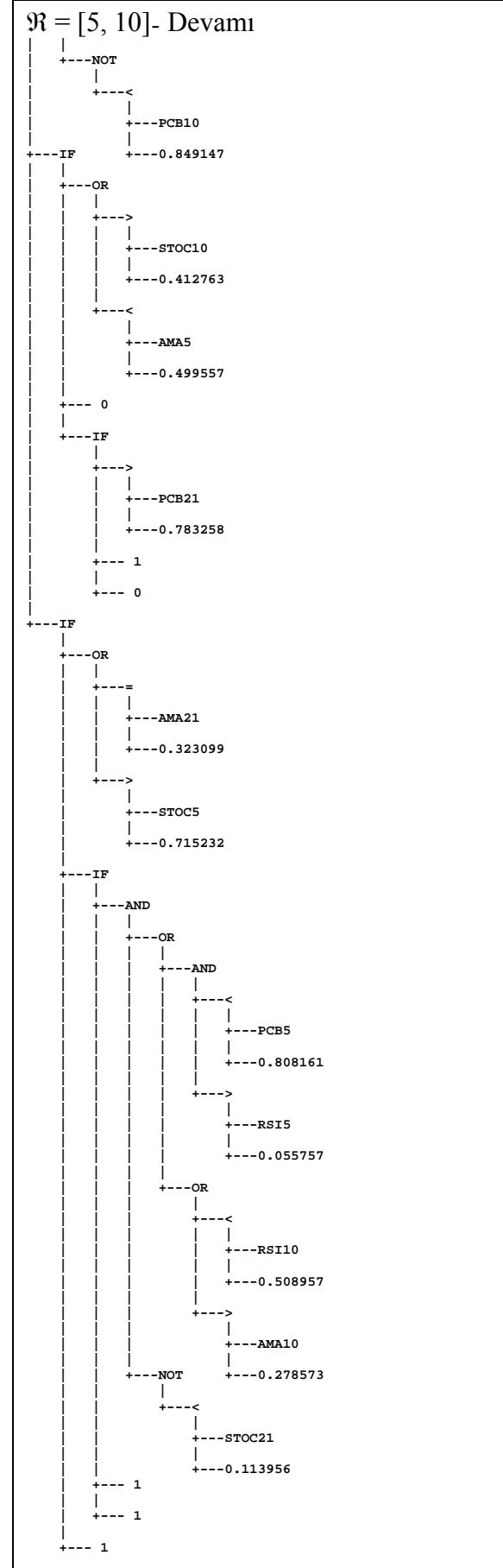
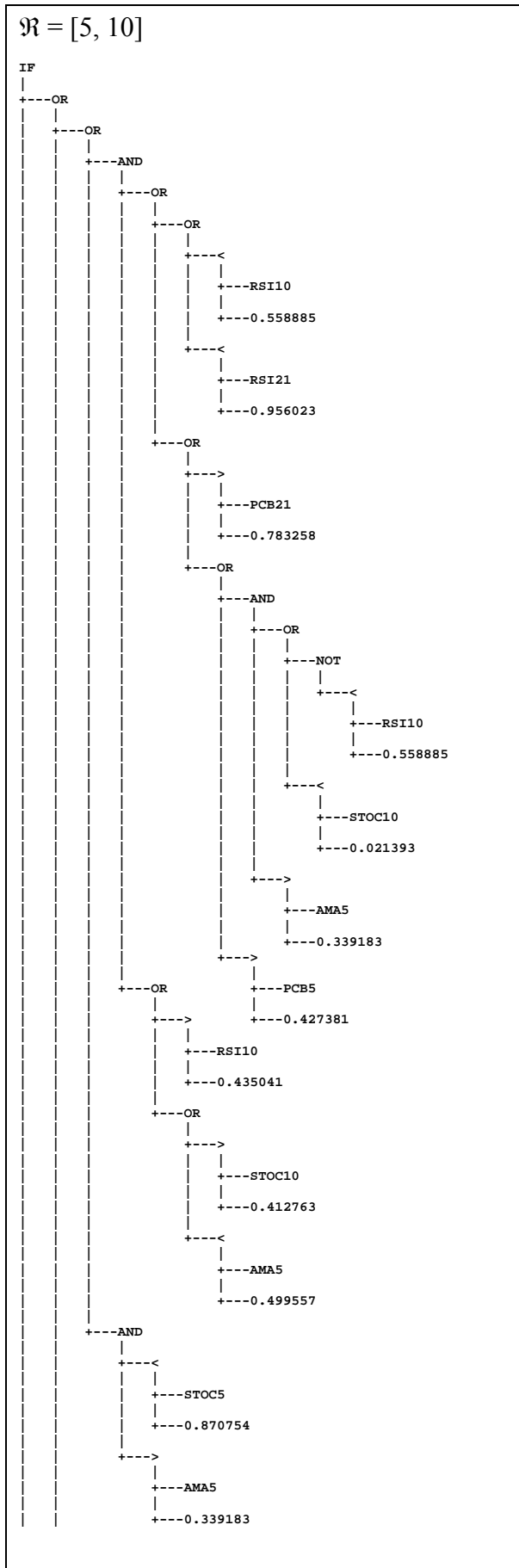
	R[40-45]									
Yıl	RUN1	RUN2	RUN3	RUN4	RUN5	RUN6	RUN7	RUN8	RUN9	RUN10
1988	-0.499	-0.367	-0.103	-0.103	-0.010	-0.038	-0.055	-0.038	-0.086	-0.056
1989	2.147	1.647	2.172	2.172	2.231	2.165	2.230	2.165	2.165	1.152
1990	0.594	0.421	0.124	0.124	0.100	0.115	0.337	0.115	0.009	-0.030
1991	0.143	0.175	0.290	0.290	0.310	0.623	0.575	0.623	0.329	0.100
1992	0.188	0.158	0.326	0.326	0.326	0.464	0.464	0.464	0.326	0.370
1993	3.641	3.118	3.545	3.545	3.512	2.805	3.545	2.805	2.805	2.450
1994	0.116	0.122	-0.128	-0.119	0.150	-0.136	0.174	-0.145	-0.136	0.068
1995	0.341	0.449	0.205	0.225	0.181	0.181	0.225	0.162	0.181	0.038
1996	0.921	1.113	0.832	0.844	1.004	0.844	0.977	0.832	0.844	1.101
1997	2.134	2.512	1.360	1.360	1.295	1.323	1.295	1.323	1.323	1.440
1998	0.157	-0.238	0.079	0.079	0.005	0.178	0.202	0.178	0.029	-0.174
1999	2.990	2.725	1.571	1.571	1.488	1.598	1.573	1.598	1.598	1.652
2000	-0.319	-0.214	-0.129	-0.129	-0.245	-0.056	-0.096	-0.056	-0.123	-0.280
2001	0.651	0.945	0.219	0.219	0.263	0.309	0.429	0.309	0.219	0.411
2002	-0.069	-0.090	0.084	0.084	0.098	0.132	0.130	0.132	0.084	-0.065
2003	0.505	1.361	0.201	0.201	0.219	0.188	0.237	0.188	0.188	0.462
2004	0.436	0.511	0.366	0.403	0.269	0.403	0.299	0.366	0.403	0.466
Ortalama										
Tümü	0.828	0.844	0.648	0.653	0.659	0.653	0.738	0.648	0.598	0.536
Eğitim	0.834	0.715	0.804	0.808	0.850	0.772	0.937	0.769	0.699	0.512
Test	0.823	0.958	0.509	0.515	0.488	0.547	0.561	0.541	0.507	0.557
RUN1-10 Ortalaması			Eğitim	0.770		Test	0.601		Tümü	0.680

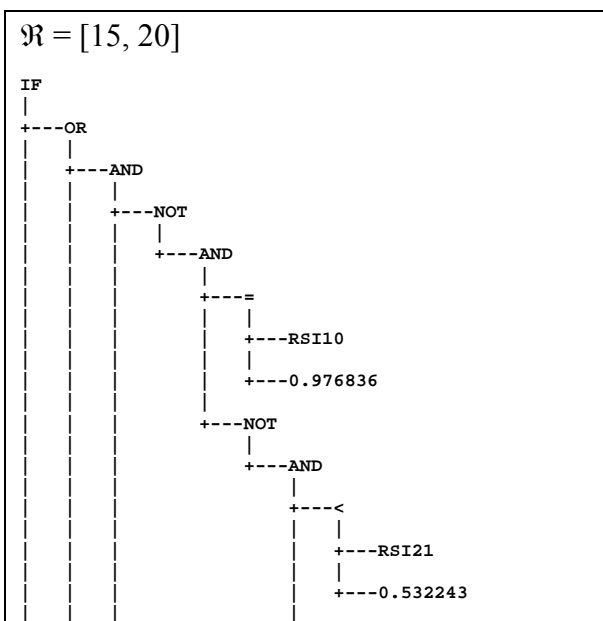
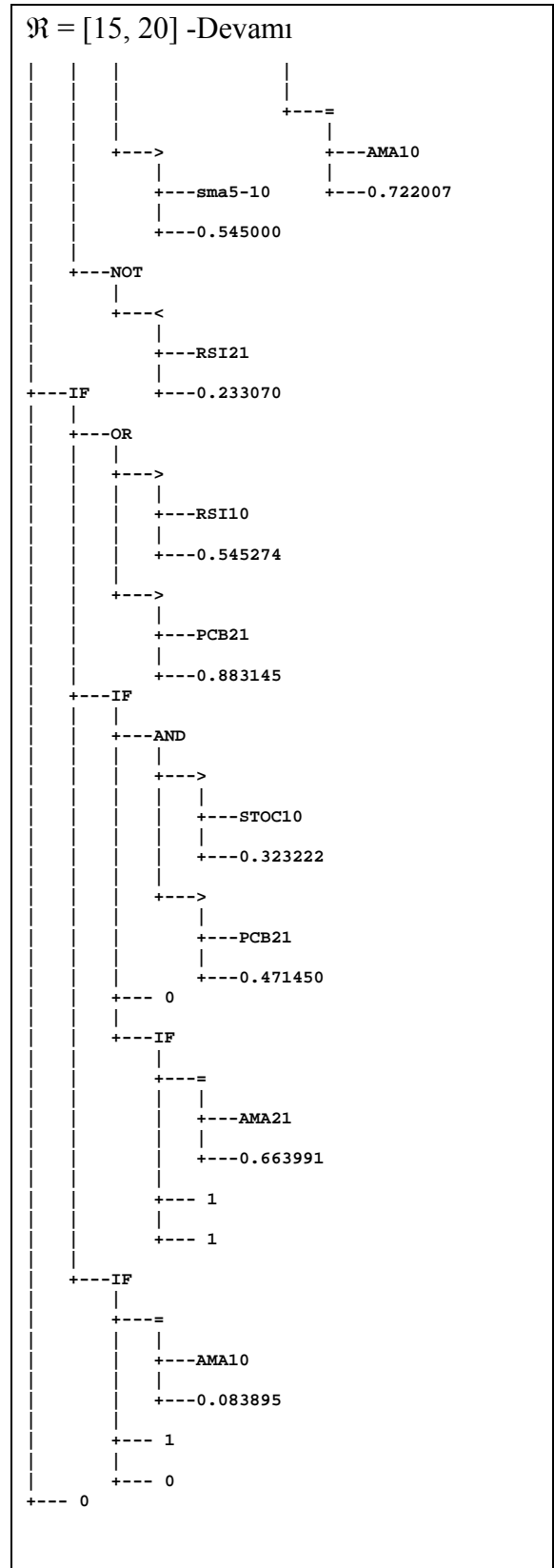
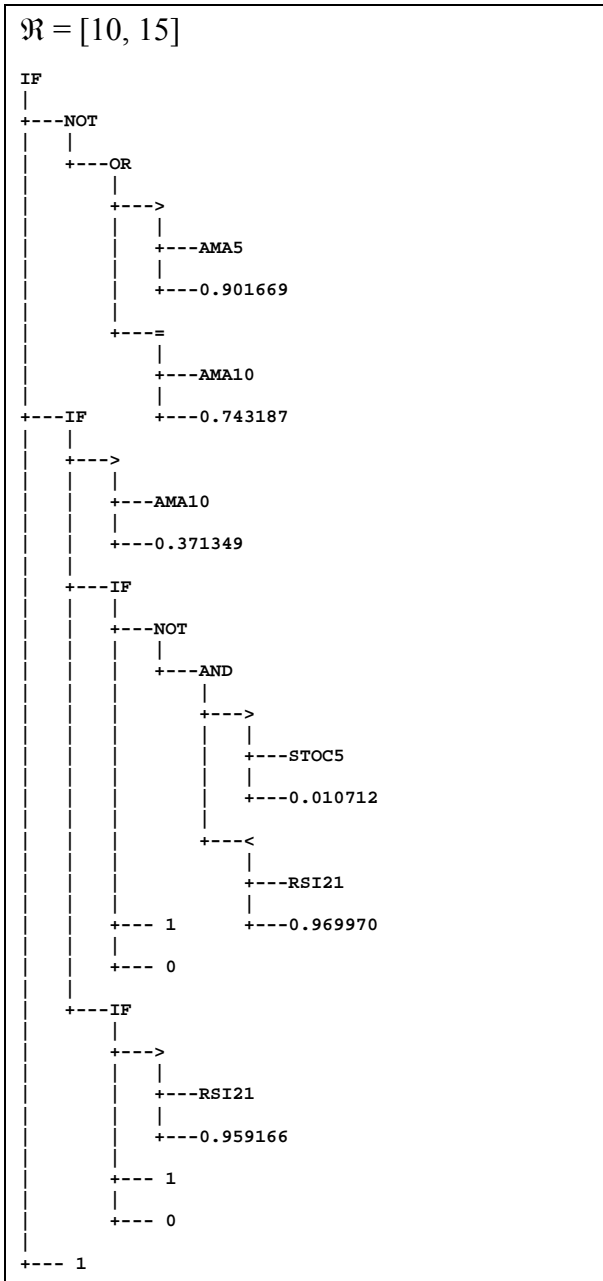
	R[45-50]									
Yıl	RUN1	RUN2	RUN3	RUN4	RUN5	RUN6	RUN7	RUN8	RUN9	RUN10
1988	-0.04	-0.02	-0.21	-0.05	-0.50	-0.20	-0.07	-0.07	-0.02	-0.45
1989	2.20	2.22	2.79	2.20	2.11	2.21	2.22	2.20	2.22	2.01
1990	0.22	0.17	0.10	0.34	0.28	0.07	0.06	0.06	0.29	0.51
1991	0.08	0.46	0.29	0.44	0.03	0.59	0.19	0.30	0.46	0.04
1992	0.38	0.50	0.16	0.42	0.08	0.33	0.35	0.35	0.50	0.16
1993	2.77	3.06	3.08	3.12	2.77	2.72	3.06	2.77	3.06	3.24
1994	-0.13	0.04	0.18	0.04	0.00	-0.01	0.04	0.11	0.04	0.39
1995	0.12	0.17	0.24	0.14	0.45	0.17	0.17	0.15	0.25	0.33
1996	1.01	1.09	0.88	1.13	1.08	1.09	1.09	1.09	1.09	0.88
1997	1.43	1.66	1.51	1.38	3.77	1.81	1.66	1.66	1.66	3.29
1998	-0.33	-0.11	-0.07	-0.04	-0.19	-0.22	-0.22	-0.22	-0.07	0.33
1999	1.71	1.46	1.60	1.53	2.39	1.46	1.46	1.46	1.46	1.82
2000	-0.11	-0.22	-0.31	-0.20	-0.38	-0.22	-0.28	-0.28	-0.22	-0.43
2001	0.66	0.66	0.68	0.41	0.41	0.66	0.55	0.66	0.66	0.20
2002	-0.27	-0.01	0.05	-0.02	0.20	-0.02	-0.06	-0.06	-0.02	-0.12
2003	0.48	0.38	0.40	0.52	0.68	0.33	0.38	0.33	0.38	1.39
2004	0.43	0.49	0.46	0.39	0.08	0.40	0.49	0.37	0.49	0.38
Ortalama										
Tümü	0.624	0.705	0.696	0.691	0.780	0.657	0.652	0.639	0.719	0.821
Eğitim	0.699	0.824	0.828	0.831	0.653	0.735	0.753	0.734	0.850	0.777
Test	0.557	0.599	0.579	0.567	0.892	0.588	0.563	0.556	0.603	0.860
RUN1-10 Ortalaması			Eğitim	0.768		Test	0.636		Tümü	0.698

	KISITSIZ									
Yıl	RUN1	RUN2	RUN3	RUN4	RUN5	RUN6	RUN7	RUN8	RUN9	RUN10
1988	-0.11	-0.33	-0.17	-0.17	-0.33	-0.17	0.18	-0.30	-0.15	-0.12
1989	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.10	2.86	2.72	2.72
1990	0.34	0.68	0.67	0.67	0.34	0.67	0.65	0.68	0.69	0.67
1991	0.58	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.83	0.52	0.52	0.41
1992	0.13	0.16	0.13	0.13	0.13	0.13	0.43	0.46	0.25	0.11
1993	3.16	3.20	3.16	3.16	3.20	3.16	2.88	3.33	3.20	3.08
1994	0.28	0.34	0.28	0.28	0.34	0.28	0.01	0.49	0.34	0.42
1995	0.71	1.02	0.66	0.66	1.02	0.66	0.37	0.78	0.86	0.20
1996	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	0.86	1.08	1.04	1.04
1997	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.71	1.51	1.92	2.13
1998	0.30	0.11	0.07	0.07	0.31	0.07	0.35	0.06	0.18	0.07
1999	1.62	1.46	1.62	1.62	1.46	1.62	1.47	1.60	1.46	1.77
2000	0.03	-0.15	-0.16	-0.16	-0.15	-0.16	0.33	-0.15	0.15	-0.07
2001	1.14	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.01	1.13	1.14	1.34
2002	0.17	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.25	0.25	0.11	0.09
2003	0.24	0.22	0.32	0.32	0.26	0.32	0.12	0.26	0.08	0.40
2004	0.14	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.07	0.25	0.14	0.25
Ortalama										
Tümü	0.848	0.851	0.842	0.842	0.843	0.842	0.801	0.871	0.862	0.854
Eğitim	0.977	1.030	0.987	0.987	0.984	0.987	0.932	1.103	1.054	0.937
Test	0.734	0.692	0.714	0.714	0.718	0.714	0.684	0.665	0.692	0.781
RUN1-10 Ortalaması			Eğitim	0.998		Test	0.711		Tümü	0.846

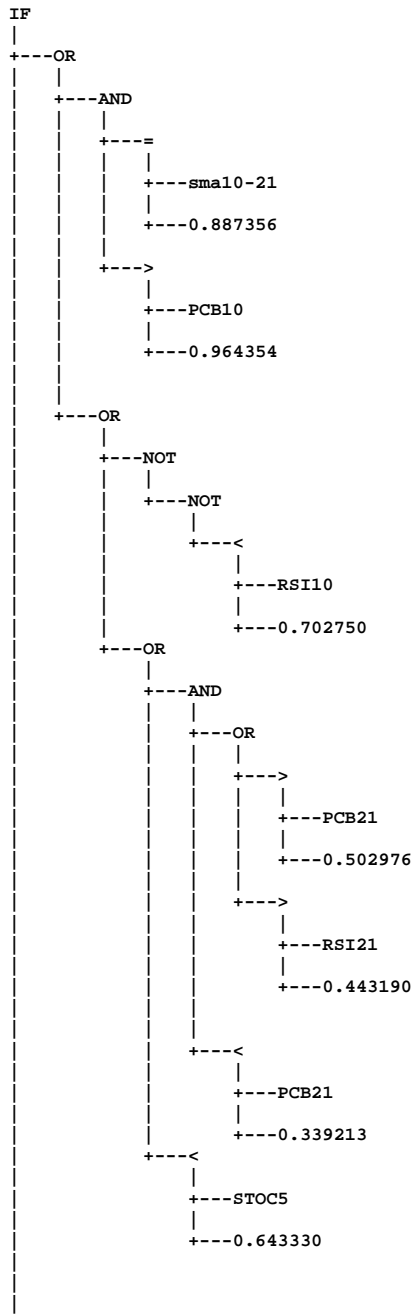
GÖSTERGELER									
Yıl	SMA5-10	SMA10-21	SMA5-21	AMA5	AMA10	AMA21	PCB5	PCB10	PCB21
1988	-0.214	-0.198	-0.326	0.067	0.162	0.000	-0.123	0.108	0.122
1989	1.457	1.670	2.049	1.684	1.566	0.027	1.614	2.236	2.101
1990	0.176	-0.030	0.056	0.024	0.164	-0.004	0.368	0.097	0.057
1991	0.200	0.550	0.302	0.335	0.021	0.188	0.347	0.249	0.497
1992	-0.039	0.197	0.222	0.093	0.094	-0.083	0.130	0.317	0.293
1993	3.179	2.392	2.562	1.903	0.338	0.219	2.634	2.786	2.885
1994	-0.118	-0.198	0.058	-0.283	0.510	0.065	0.053	0.058	0.013
1995	0.325	0.174	0.247	0.294	0.278	0.000	0.255	0.726	0.388
1996	1.083	0.853	1.131	0.693	0.294	0.129	0.884	0.575	0.733
1997	1.378	1.945	2.092	1.372	0.396	0.194	2.347	1.397	1.757
1998	-0.346	0.094	-0.224	-0.062	0.360	0.084	0.341	-0.159	0.294
1999	2.282	1.713	1.549	1.680	0.768	0.210	2.302	1.497	1.632
2000	-0.203	-0.513	-0.344	-0.041	-0.074	0.000	-0.218	0.001	0.161
2001	0.156	0.302	0.750	0.569	0.465	-0.047	0.341	0.204	0.873
2002	-0.315	-0.032	0.028	-0.323	-0.011	0.097	-0.187	0.000	0.187
2003	0.369	0.312	0.330	0.055	0.050	-0.105	0.365	0.382	0.213
2004	0.270	0.263	0.301	0.064	0.076	0.000	0.153	0.295	0.017
Ortalama									
Tümü	0.567	0.558	0.634	0.478	0.321	0.057	0.683	0.634	0.719
Eğitim	0.621	0.570	0.646	0.514	0.392	0.051	0.660	0.822	0.795
Test	0.519	0.549	0.624	0.445	0.258	0.062	0.703	0.466	0.652

GÖSTERGELER ve Hedef							
Yıl	STOC5	STOC10	STOC21	RSI5	RSI10	RSI21	Hedef
1988	-0.496	-0.341	-0.122	-0.392	-0.136	0.053	0.731
1989	0.033	0.147	0.199	0.158	0.199	0.000	6.680
1990	-0.008	0.052	0.093	-0.089	0.164	0.105	3.911
1991	0.039	-0.134	-0.150	-0.141	-0.029	0.221	4.406
1992	-0.182	-0.220	-0.205	-0.369	-0.125	0.104	1.525
1993	0.169	0.027	0.126	0.154	0.071	0.000	6.640
1994	0.266	0.356	0.458	0.119	0.265	0.000	3.489
1995	-0.161	0.075	0.010	-0.094	0.207	0.000	3.644
1996	0.465	0.285	0.141	0.086	0.096	0.000	2.346
1997	0.398	0.461	0.064	0.264	0.080	0.000	7.530
1998	-0.343	0.308	0.000	0.000	-0.172	0.146	5.094
1999	0.319	0.333	0.379	0.433	0.058	0.000	6.068
2000	-0.318	-0.083	-0.250	-0.349	-0.279	0.142	2.412
2001	-0.152	0.119	0.392	-0.062	0.256	0.074	7.989
2002	-0.065	-0.124	-0.096	-0.184	-0.033	0.044	1.530
2003	0.186	0.263	0.232	0.544	0.181	0.000	2.529
2004	0.300	0.133	0.126	0.195	0.044	0.000	1.793
Ortalama							
Tümü	0.027	0.097	0.082	0.016	0.050	0.052	4.019
Eğitim	-0.043	-0.005	0.051	-0.082	0.077	0.060	3.878
Test	0.088	0.188	0.110	0.103	0.026	0.045	4.144

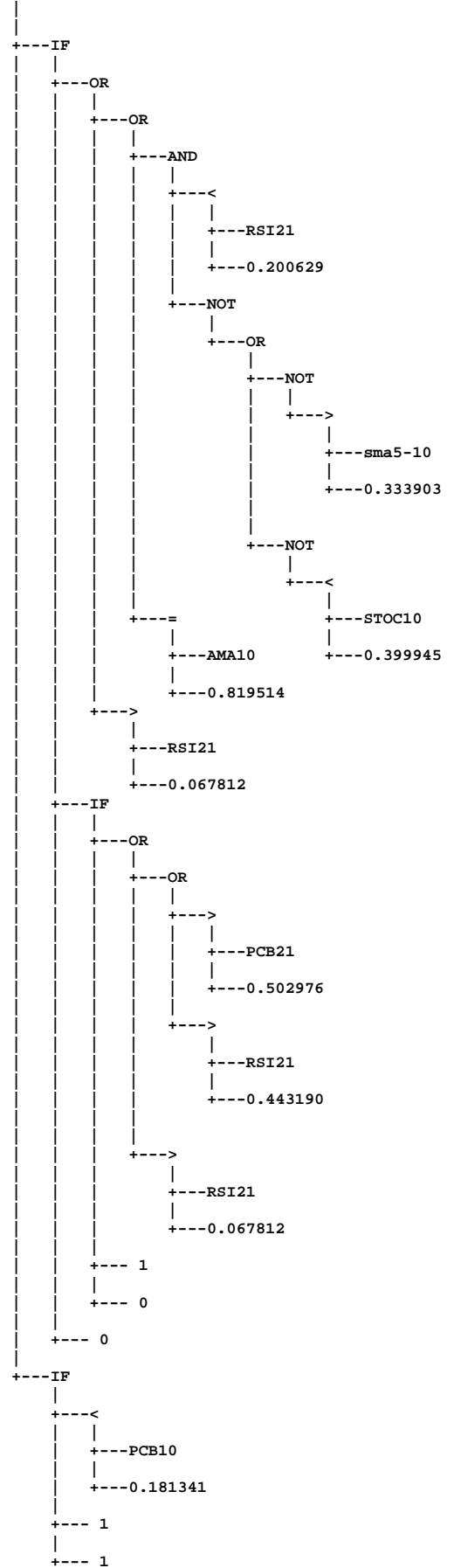
EK 2: Her bir \mathfrak{R} Arahında En İyi GDT Şekli

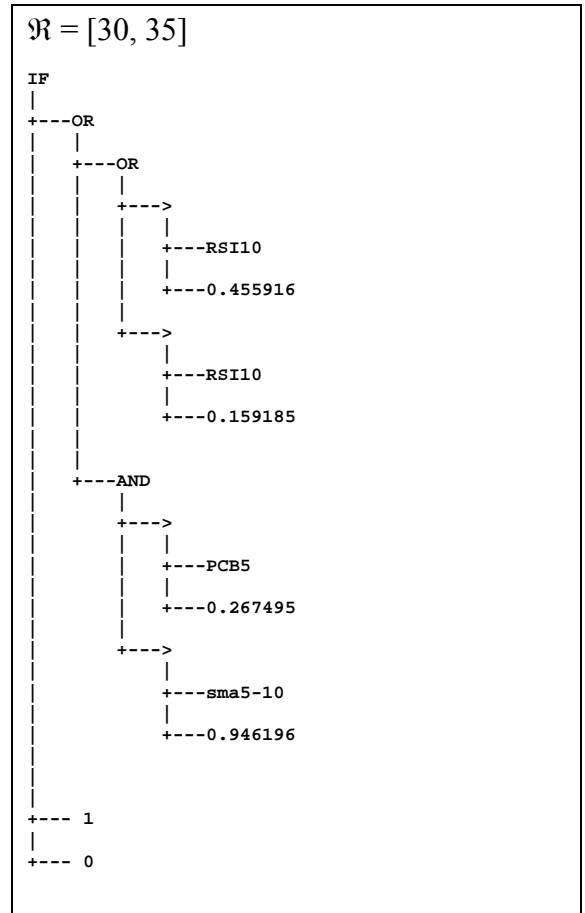
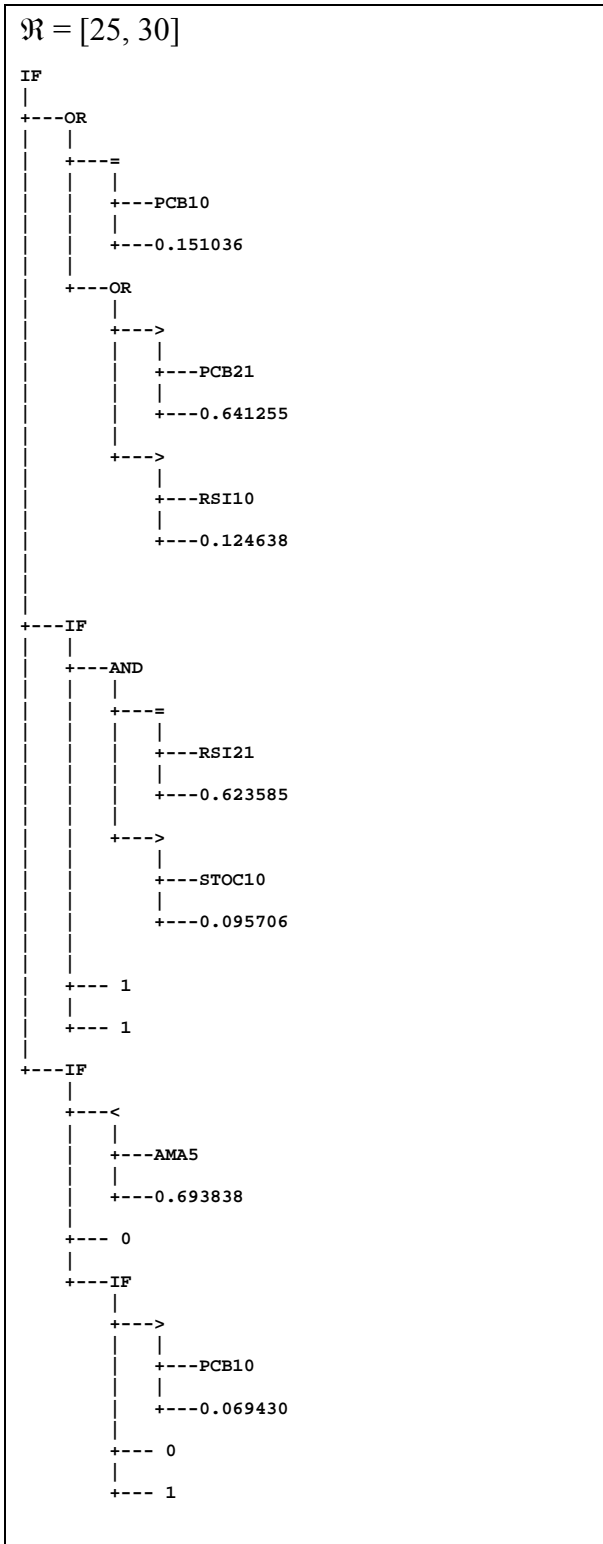


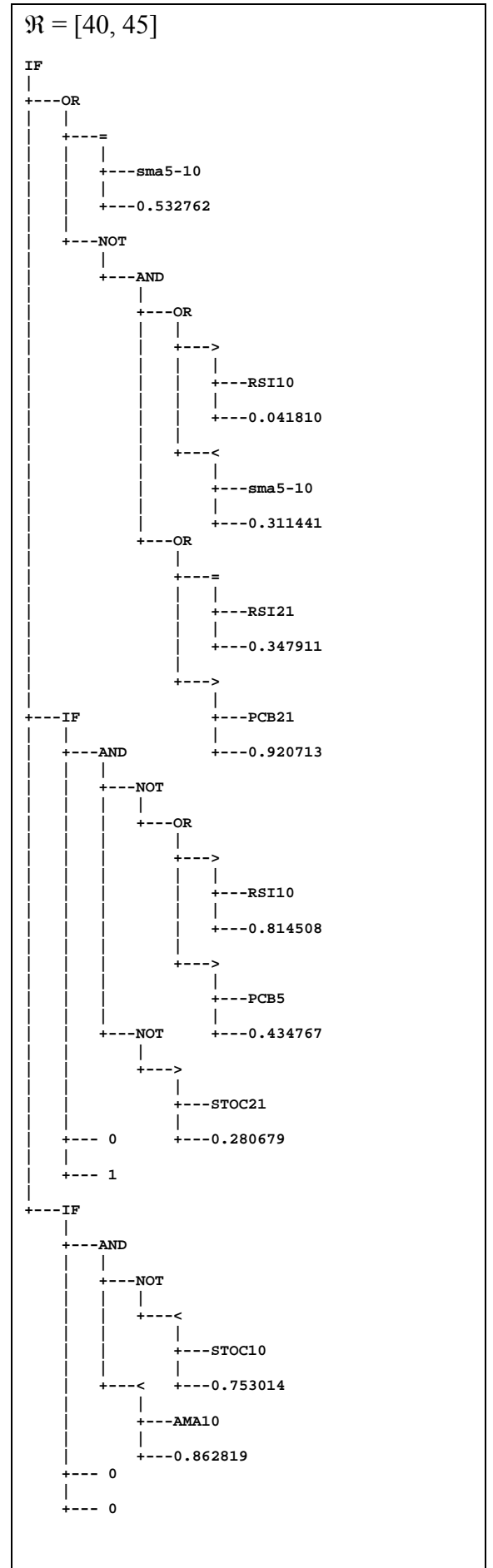
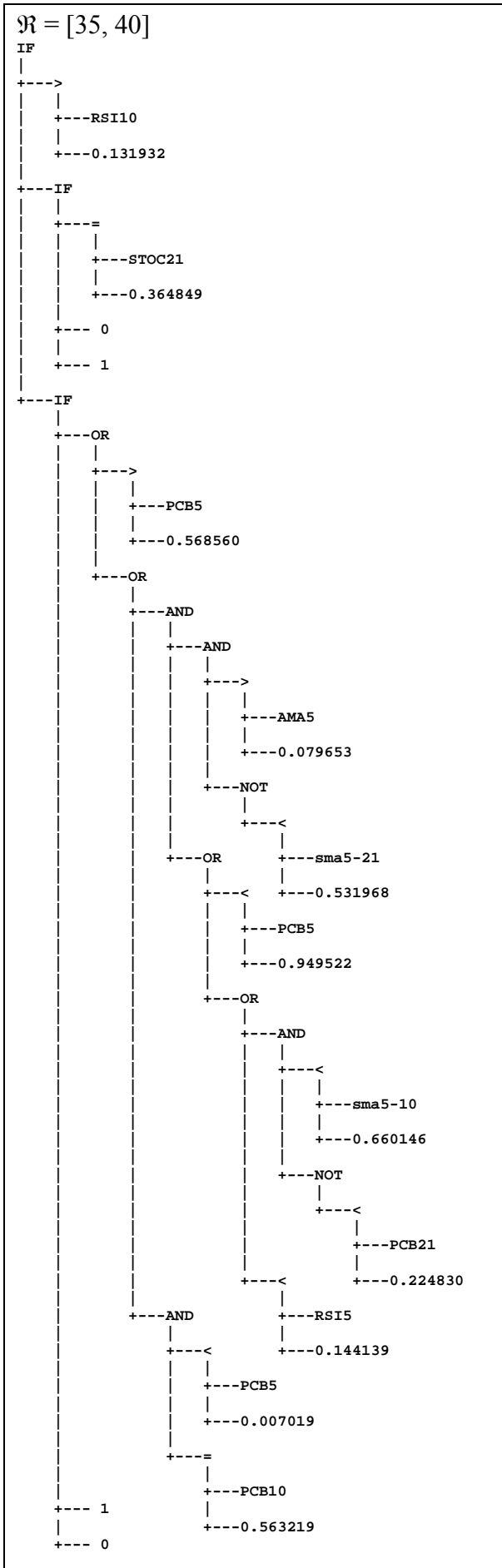
$\mathfrak{R} = [20, 25]$

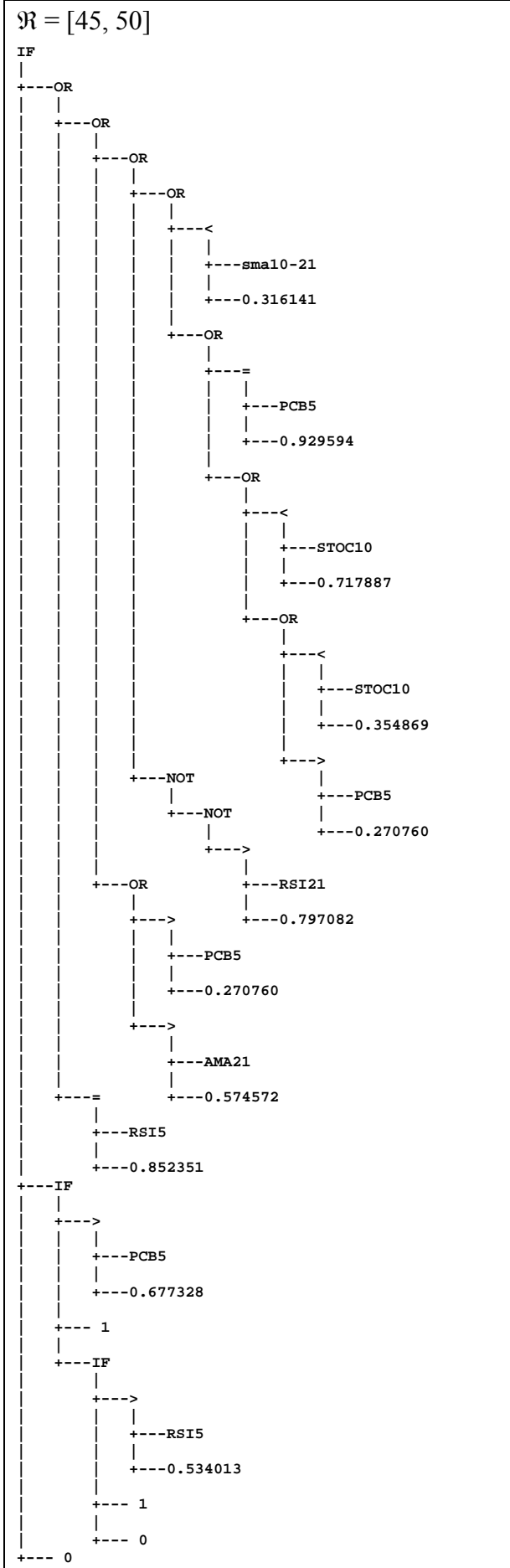


$\mathfrak{R} = [20, 25]$ - Devami









Ö Z G E Ç M İ Ş

Adı ve SOYADI : Mustafa Koray ÇETİN

Doğum Tarihi ve Yeri : 19.01.1972 , Kayseri

Medeni Durumu : Evli

Eğitim Durumu

Mezun Olduğu Lise : İzmir Atatürk Lisesi

Lisans Diploması : Bilkent Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği

Yükseklisans Diploması : Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme A.B.D.

Tez Konusu : İmalat Sanayinde Tekstil ve Konfeksiyon Sektörleri İçin Yapısal Bir Değerlendirme

Yabancı Dil / Diller : İngilizce

İş Deneyimi

Stajlar : -Haker Press ve Döküm Sanayii, Üretim Planlama ve Kalite Kontrol bölümü
-ECA Valf Sanayii, Üretim Planlama bölümü

Projeler : Antalya Ticaret ve Sanayi Odası Ekonomik Rapor 1996 yılı ve 1997 yılı hazırlanması

Çalıştığı Kurumlar : Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Adres : Akdeniz Üniversitesi, İİBF İşletme Bölümü, Kampus, Antalya

Tel. no : 0-242-310 18 36