

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MAKRO EKONOMİK VE FİNANSAL VERİLERİN İMKB ENDEKSLERİ
ÜZERİNDE ETKİSİNİ BELİRLEYEN BİR TAHMİN SİSTEMİ
GELİŞTİRİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ
Feyzi HAZNEDAROĞLU**

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Yapı Mühendisliği

NİSAN 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MAKRO EKONOMİK VE FİNANSAL VERİLERİN İMKB ENDEKSLERİ
ÜZERİNDE ETKİSİNİ BELİRLEYEN BİR TAHMİN SİSTEMİ
GELİŞTİRİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ
Feyzi HAZNEDAROĞLU
(5019702020)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19 Aralık 2008

Tezin Savunulduğu Tarih : 17 Nisan 2009

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Oktay TAŞ (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Reha ARTAN (İTÜ)
Prof. Dr. Mehmet ÖZKAN (Marmara Ü)
Prof. Dr. Hasan DAĞ (KADİR HAS Ü)
Y. Doç. Dr. Uğur MÜNGEN (İTÜ)**

NİSAN 2009

ÖNSÖZ

Yapı İşletmesi Anabilim Dalı'nda disiplinler arası çalışmayı hep özendirerek, finansal konulardaki çalışmalarımda önümü açan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Doğan SORGUÇ'a, tez konusunu seçmemde, tez çalışmamı yönlendirmede büyük katkıları olan danışmanım Doç. Dr. Oktay TAŞ 'a, yapay sinir ağları konusunda bilgilerini benimle paylaşan Prof. Dr. Kerem CIGIZOĞLU'na ve bu son derece uzun, meşakkatli süreci geçirmemde en büyük desteği vererek, çalışmamı tamamlamamı sağlayan eşim Zeynep HAZNEDAROĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2008

Feyzi HAZNEDAROĞLU
(İnş. Y. Müh.)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
SEMBOL LİSTESİ	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Sermaye Piyasalarında Başarı : Zamanlama ve Karar Değişkenleri.....	1
1.2 Çalışmanın Amacı	1
1.3 Çalışmanın Kapsamı.....	2
2. FİNANSAL PİYASALAR VE HİSSE SENEDİ DEĞERLEME.....	5
2.1 Para Piyasaları	5
2.2 Sermaye Piyasaları	5
2.3 Finansal Piyasaların Ekonomiye Etkileri	6
2.4 Borsaların Yapısı.....	7
2.5 Gelişmiş Piyasalar	7
2.6 Gelişmekte Olan Ülkelerde Menkul Kıymet Piyasaları	8
2.7 Menkul Kıymet Piyasalarının Sakıncaları.....	9
2.8 Hisse Senedi Piyasasında Yatırımcı Davranışı	10
2.9 Hisse Senedi Yatırımlarında Getiri ve Hisse Değerleme Yöntemleri	10
2.9.1 Temel analiz	12
2.9.2 Etkin piyasa kuramı	19
2.9.3 Teknik analiz.....	20
2.9.3.1 Teknik analizin avantajları	20
2.9.3.2 Teknik analizin dezavantajları	20
2.9.3.3 Görsel analiz (grafiklerle analiz).....	21
2.9.3.4 Fiyat değişikliklerinin incelenmesi	22
2.9.3.5 Zamanın incelenmesi	22
2.9.3.6 Göstergelerle teknik analiz.....	23
3. HİSSE SENEDİ PİYASALARINDA TAHMİN VE ALIM-SATIM SİSTEMİ MODELLERİYLE İLGİLİ GEÇMİŞ ÇALIŞMALAR.....	25
3.1 Döviz ve Hisse Senedi Piyasaları Endeks, Fiyat ve Getiri Tahmin Modelleri	27
3.2 Finansal Tahminlemede Sinir Ağı Kullanılan Ulusal Çalışmalar	35
3.2.1 Finansal başarısızlık tahmininde sinir ağı kullanılan ulusal modeller	35
3.2.2 Finansal piyasalarda tahminlemede sinir ağı kullanılan ulusal modeller	36
4. FİNANSAL PİYASALARDA KULLANILAN TAHMİN AMAÇLI MODELLEME YÖNTEMLERİ	41
4.1 Bulanık Küme Teorisi ve Uygulamaları	41
4.1.1 Bulanık sistemler.....	41

4.1.2 Bulanık kümeler	42
4.1.3 Üyelik fonksiyonları ve özellikleri.....	43
4.1.4 Üyelik derecelerinin belirlenmesi	44
4.1.5 Kural tabanlı bulanık sistemler	45
4.1.6 Bulanık Sistemlerde çıkarım yöntemi	47
4.1.7 Bulanık sistem problemi çözüm örneği.....	50
4.2 Yapay Sinir Ağlarına Dayalı Modelleme Uygulamaları	54
4.2.1 Yapay sinir ağlarının genel özellikleri	54
4.2.2 Yapay sinir ağı modellerinin dezavantajları.....	56
4.2.3. Yapay sinir ağı modellerinde ağ yapısının önemi	57
4.2.4 Yapay sinir ağı modellemesinde izlenen yol.....	58
4.2.4.1 Yapay sinir ağı yapısı	59
4.2.4.2 Öğrenme kuralları	59
4.2.4.3 İleriye beslemeli geri yayılım algoritması.....	60
4.2.4.4 Yapay sinir ağı modellemesinde diğer önemli parametreler.....	61
4.2.5 Finansal piyasalarda tahminlemede tercih edilen yapay sinir ağları.....	63
4.2.5.1 İleriye beslemeli geriyayılımlı yapay sinir ağları (İBGYYSA)	63
4.2.5.2 Radyal tabanlı fonksiyon yapay sinir ağları (RTYSA)	65
4.2.5.3 Genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları (GRYSA).....	67
4.2.6 Yapay sinir ağına dayalı basit bir finansal tahmin problemi çözümü	69
5. YAPAY SİNİR AĞI (YSA) TAHMİN MODELLERİ KURULMASI VE	
MODEL ÇIKTILARININ YORUMLANMASI	73
5.1 Veri Hazırlama (Veri Sıklığı, Sınır Değerler, Eksik Veriler).....	74
5.2 Girdi ve Çıktı Parametrelerinin Belirlenmesi	76
5.2.1 Çıktı değişkeninin seçimi	76
5.2.2 Girdi değişkenlerinin seçimi	77
5.3 Girdi Değişkenlerinin Düzenlenmesi ve Arındırılması	83
5.4 Korelasyon Analizi İle Girdi Değişkenlerinin Elenmesi.....	84
5.4 Modellemede Kullanılacak Yazılım Seçimi.....	88
5.5 Veri Organizasyonu (Eğitim Ve Test Kümeleri, Normalizasyon)	88
5.6 Yapısal Parametrelerin Belirlenmesi ve Model Oluşturulması	89
5.7 Modelleme Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	93
5.8 Model İyileştirme ve Gelecek Çalışmalar İçin Önerileri	96
6. TAHMİN MODELİNE BAĞLI İŞLEM SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ VE	
GELENEKSEL SİSTEMLERLE KARŞILAŞTIRILMASI.....	101
6.1. İşlem Stratejileri	101
6.1.1 Piyasaya Giriş Stratejisi (Alış)	101
6.1.2 Piyasadan Çıkış Stratejisi (Satış).....	102
6.2 İşlem Sistemlerinin Sınanmasında Kullanılan Veriler	102
6.3 Başarılı Bir İşlem Sisteminin Temel Özellikleri	103
6.4 Sistem Performanslarının Karşılaştırılmasından Kullanılan Ölçütler	104
6.5 İşlem Sistemlerinin Oluşturulması	108
6.6 Geliştirilen İşlem Sistemlerinin Performanslarının İncelenmesi.....	111
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	119
7.1 Borsa Üzerinde Etkili Girdilerin Belirlenmesi ve Düzenlenmesiyle	
İlgili Bulgular	119
7.2 Yapay Sinir Ağı Modelinin Geliştirilmesi ve Model Çıktılarının	
Yorumlanması	121
7.3 Sinir Ağına Dayalı Sistemlerin Geleneksel İşlem Sistemlerine Üstünlüğünün	
Sorgulanması	125

KAYNAKLAR	129
EKLER.....	139
ÖZGEÇMİŞ.....	169

KISALTMALAR

İMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
İSE	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İstanbul Stock Exchange)
İMKB-100	: İMKB 100 Endeksi
İMKB-30	: İMKB 30 Endeksi
DJIA	: Dow Jones Endüstriyel Endeksi
SA	: Sinir Ağları
YSA	: Yapay Sinir Ağları
YZ	: Yapay Zeka
BM	: Bulanık Mantık
IFC	: International Finance Corporation
PD/DD	: Piyasa Değeri / Defter Değeri
F/K	: Fiyat / Kazanç Oranı
AR	: Özbağlımlı (Autoregresive)
ARIMA	: Özbağlımlı hareketli ortalama (autoregresive moving average)
TEFE	: Türkiye İstatistik Kurumu Toptan Eşya Fiyatları Endeksi
TÜFE	: Türkiye İstatistik Kurumu Tüketici Fiyatları Endeksi
FX	: Döviz kuru (Foreign Exchange)
DİBS	: Devlet İç Borçlanma Senetleri
VAR	: Varyasyon
VAZ	: Veri Zarflama Analizi
AFM	: Arbitraj Fiyatlama Modeli
OKH	: Ortalama karesel hata
GSYİH	: Gayri Safi Yurt içi Hasıla
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
MI	: Para arzı
API	: Açık Piyasa İşlemleri
NYSE	: New York Hisse Senedi Borsası (New York Stock Exchange)
TSE	: Tokyo Hisse Senedi Borsası (Tokyo Stock Exchange)
LISE	: Londra Hisse Senedi Borsası (London Stock Exchange)
AMEX	: American Hisse Senedi Borsası (American Stock Exchange)
S&P-500	: Standard & Poor's un 500 hissedenden oluşan endeksi
HS	: Hisse Senedi
KYD B	: Kurumsal Yatırımcı Yöneticileri Derneği B tipi fon Endeksi
TCMB	: Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası
İAB	: İstanbul Altın Borsası
İTO	: İstanbul Ticaret Odası
ÇKA	: Çok katmanlı algılayıcılar
İBGYYSA	: İleri Beslemeli Geri Yayılmalı Sinir Ağı
RYSA	: Radyal yapay sinir ağları
GRYSA	: Genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları
MBRKGE	: Merkez Bankası reel kesim güven endeksi
O/N	: Gecelik repo faiz oranı

MSCI	: Morgan Stanley Bileşik Endeksleri (MS Composite Indexes)
MSCI G-7	: Morgan Stanley yedi gelişmiş ülke endeksi
MSCI World	: Morgan Stanley dünya endeksi
MSCI EU	: Morgan Stanley Avrupa endeksi
MSCI Emg Mrk	: Morgan Stanley gelişmekte olan ülkeler endeksi
MSCI Emg EU	: Morgan Stanley Avrupa gelişmekte olan ülkeler endeksi
MSCI EFTA	: Morgan Stanley EFTA ülkeleri endeksi
MEHO	: Momentuma endeksi hareketli ortalama
MACD	: Hareketli ortalamaların yakınsama/ıraksaması (convergence/devrg)
ADX	: Ortalama yönsel endeks (Average directional index)
OBV	: Denge işlem hacmi (On balance volume)
MFI	: Para akım endeksi (Money flow index)
CCI	: Mal kanal endeksi (Commodity canal index)
VHF	: Yatay-düşey filtre (Vertical horizontal filter)
RSI	: Göreceli güç endeksi (Relative strength index)
StoRSI	: Stokastik göreceli güç endeksi (stochastic relative strength index)
VOB	: Vadeli işlemler ve opsiyon borsası

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1 : Makroekonomik ve finansal piyasa verileri ile hisse senedi getirileri arasında beklenen ilişkiler.....	19
Çizelge 3.1 : Altay ve Satman çalışmalarında model topolojisi.....	36
Çizelge 4.1 : Mamdani modelinin özellikleri.....	47
Çizelge 4.2 : Yapay sinir ağları ve kullanım alanları.....	59
Çizelge 4.3 : İki farklı veriyle öğrenme durumu (başlangıç evresi).....	70
Çizelge 4.4 : İki farklı veriyle öğrenme durumu (ağırlık faktörlerinin mutasyonu sonrası).....	71
Çizelge 5.1 : Orta vadeli YSA modelinde kullanılabilir veriler.....	82
Çizelge 5.2 : Kısa vadeli YSA modelinde kullanılabilir veriler.....	82
Çizelge 5.3 : Makroekonomik ve finansal parametrelerin İMKB-100 endeksi ile korelasyonu.....	85
Çizelge 5.4 : Orta vadeli YSA tahmin modelinde kullanılan parametreler.....	86
Çizelge 5.5 : Kısa vadeli girdi parametrelerinin İMKB-100 endeksi ile korelasyonu.....	87
Çizelge 5.6 : Kısa vadeli YSA tahmin modelinde kullanılan parametreler.....	88
Çizelge 5.7 : Her bir veri grubu içindeki parametreler.....	91
Çizelge 5.8 : Çalışmada geliştirilen 12 modelin girdi ve ara katman yapısı.....	91
Çizelge 5.9 : Kurulan modellerin tahmin performansı sıralaması.....	92
Çizelge 5.10 : Farklı YSA modellerinin karşılaştırılması.....	94
Çizelge 6.1 : Geliştirilen işlem (alım-satım) stratejileri.....	110
Çizelge 6.2 : İşlem stratejileriyle ilgili notasyonlar.....	111
Çizelge 6.3 : Al-tut ve hareketli ortalamalara dayalı işlem sistemlerine ait performans ölçütleri.....	111
Çizelge 6.4 : MACD göstergesine dayalı işlem sistemleri ve YSA ile melezlenen MACD sistemlerine ait performans ölçütleri.....	112
Çizelge 6.5 : YSA tahminlerine dayalı işlem sistemlerine ait performans ölçütleri.....	113
Çizelge 6.6 : YSA ve teknik analize dayalı melez sistemlerine ait performans ölçütleri	114
Çizelge 6.7 : YSA ve teknik analize dayalı melez sistemlerine ait performans ölçütleri ((devam)).....	115
Çizelge 6.8 : İşlem sistemlerinin getiri ve dayanıklılık kriterlerine göre sıralanması.....	118
Çizelge 7.1 : Orta vadeli YSA tahmin modelinde kullanılan parametreler.....	120
Çizelge 7.2 : Kısa vadeli YSA tahmin modelinde kullanılan parametreler.....	121
Çizelge 7.3 : Kısa vadeli YSA tahmin modeli girdileri (14 parametre).....	122
Çizelge B.1 : Aylık serilerin korelasyon değerleri.....	155
Çizelge B.2 : Günlük serilerin korelasyon değerleri.....	157
Çizelge B.3 : Günlük serilerin korelasyon değerleri (devam).....	158

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Günlük fiyat-işlem hacmi grafiği (MetaStock v.10 Yazılım çıktısı)	22
Şekil 4.1 : Klasik küme ile bulanık küme arasındaki farkın gösterimi	42
Şekil 4.2 : Üyelik fonksiyonunun bölümleri.....	43
Şekil 4.3 : Finansal piyasalarda kullanılabilir “Getiri Derecesi (Düzeyi)” ..	44
Şekil 4.4 : Genel bulanık sistem.....	47
Şekil 4.5 : Bulanıklaştırma-durulaştırma birimli bulanık sistem.....	49
Şekil 4.6 : Ağırlık merkezi durulaştırma yöntemi	50
Şekil 4.7 : İki girdili, bir çıktılı ve üç kurallı bir bulanık çıkarım sistemi....	51
Şekil 4.8 : İki girdili, bir çıktılı ve üç kurallı bulanık sistemde çıkarım yöntemi.....	53
Şekil 4.9 : Geriyayılımlı öğrenme algoritması akış diyagramı.....	61
Şekil 4.10 : İleri beslemeli geri yayılım ağı yapısı (İBGYSA).....	63
Şekil 4.11 : Radyal tabanlı fonksiyonlara dayalı yapay sinir ağlarında girdi, gizli ve çıktı birimleri.....	67
Şekil 4.12 : Bir genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağı (GRYSA) yapısı.	69
Şekil 5.1 : 1997-2002 döneminde İMKB-100 Endeksi’nin seyri.....	75
Şekil 5.2 : İBGYYSA tahmin ve gerçekleşme grafiği.....	94
Şekil 5.3 : Radyal YSA tahmin ve gerçekleşme grafiği.....	94
Şekil 5.4 : Genelleştirilmiş regresyon YSA tahmin ve gerçekleşme grafiği.	94
Şekil 6.1 : Başarılı bir işlem sistemine ait varlık değeri eğrisi.....	103
Şekil 6.2 : 15. işlem sistemine ait varlık değeri eğrisi ve İMKB-100 Endeksi.....	104
Şekil 7.1 : Kısa vadeli İBGYYSA modeli tahmin ve gerçekleşme grafiği...	122
Şekil D.1 : Geliştirilen alım-satım sistemlerine ait test dönemi varlık değeri eğrileri.....	163
Şekil D.1 : Geliştirilen alım-satım sistemlerine ait test dönemi varlık değeri eğrileri (devam).....	164
Şekil D.1 : Geliştirilen alım-satım sistemlerine ait test dönemi varlık değeri eğrileri (devam).....	165
Şekil D.1 : Geliştirilen alım-satım sistemlerine ait test dönemi varlık değeri eğrileri (devam).....	166
Şekil D.1 : Geliştirilen alım-satım sistemlerine ait test dönemi varlık değeri eğrileri (devam).....	167

SEMBOL LİSTESİ

a	: Hata Mod Oranı
a_{ij}	: i ve j 'nin birbirlerine göre önem derecesi
$A, B, \dots$	: Klasik Kümeler
$\tilde{A}, \tilde{B}, \dots$	: Bulanık Kümeler
$\tilde{R}$	: Bulanık İlişki
t	: Zaman/operasyon süresi
U	: Evrensel Küme
$w_1, w_2, \dots, w_n$	: Önem ve ağırlıkları
z^*	: Durulaştırma sonucu ortaya çıkan ağırlık merkezi
λ_{maks}	: En büyük Öz Değer
μ	: Üyelik Fonksiyonu
$\mu_A(x)$	: x değişkeninin A kümesine üyelik derecesi
$\mu_C(x)$	: Sonuçta ortaya çıkan üyelik fonksiyonunun değeri
H_j	: Nöronun girdisi
$f(H_j)$	: Nöron çıktısı
θ_j	: Başlangıç veya taraflılık değeri
O_{jn}	: Sinir ağı çıktı değerleri
δ_n	: Her nöron için hata gradyanı
Δw_{ij}	: Ağırlık değişimi
T_{pn}	: p 'inci grup için T_n hedef değeri
O_{pn}	: p 'inci grup için O_n çıktı değeri
$\alpha,$	: Sonuca hızlı ulaşılmasını sağlayan momentum oranı terimi
$\eta,$	: Etap boyutunu ayarlayan öğrenme oranı
r	: İterasyon numarası
$\\ $	: Öklid normu
Φ	: Gerçek değişkenli bir fonksiyon
p	: En fazla n .derecede d sayıda değişkeni olan bir polinom ($p \in \prod_n^d$)

MAKRO EKONOMİK VE FİNANSAL VERİLERİN İMKB ENDEKSLERİ ÜZERİNDE ETKİSİNİ BELİRLEYEN BİR TAHMİN SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

ÖZET

Hisse senedi fiyat hareketlerinin tahmin edilebilmesi, yatırımcılar dışında araştırmacılardan borsa yöneticilerine kadar bir çok tarafa önemli faydalar sağlayacaktır. Araştırmacılar için etkin pazar kuramı sınırlanırken, piyasanın rasyonel hareket ettiği belirlenirse, piyasaya yeni kaynaklar çekilebilecek, yatırımcılar ve yatırım danışmanları için de güvenilir getiri sağlayan bir işlem sistemi oluşturulabilecektir. Günümüze kadar geliştirilen tahmin modelleri, sadece tek bir pazar veya belli bir dönem için geçerli olabilmektedir. İMKB üzerinde yapılan çalışmalar ise oldukça kısıtlıdır.

Çalışmada yatırımcının fazla zaman kaybetmeden kullanabileceği bir sistem kurma amaçlandığından bu amaca daha uygun görülen yapay sinir ağlarıyla modellemeye gidilmiştir. Yatırımcı bakışıyla, kısa ve uzun vade için iki farklı model kurulması amaçlanmıştır.

Geçmiş çalışmalarda girdi sayısının yüksek tutulmasının sistem karmaşıklığını arttırdığı bilindiğinden, bağımsız değişkenler regresyon ve duyarlılık analizi ile elenerek, İMKB-100 endeksi ile en yüksek ilişki içerisinde görülenler model girdisi olarak seçilmiştir (Çizelge 1 ve Çizelge 2).

Çizelge 1: Orta vadeli YSA tahmin modelinde kullanılan parametreler (21 girdi)

Düzeltilmiş işlem hacmi	İTO ücretliler Geçinme Endeksi	Düzeltilmiş reel döviz sepeti kuru	Bono (Gösterge) faizi oranı	Bileşik gecelik (O/N) faiz oranı
Düzeltilmiş KYD B Tipi Fon Endeksi	Reel altın borsası endeksi	Arındırılmış kapanan şirket	Sabit fiyatlarla GSYİH	Bileşik öncü göstergeler endeksi
MBRKGE endeksi (güven endeksi)	İhracat./ ithalat karşılama oranı	Düzeltilmiş iç borç stoku	Dış borç stoku (USD)	Düzeltilmiş cari işlem dengesi
Düzeltilmiş tasarruf mevduatı	Düzeltilmiş yurtiçi krediler	Düzeltilmiş emisyon hacmi	MSCI (*) G-7 endeksi	MSCI (*) World endeksi
MSCI (*) Emg. Mrk. endeksi				

(*) *Morgan Stanley tarafından yayınlanan bileşik borsa endeksleri*

Ağ yapısında logaritmik sigmoid fonksiyon aktivasyon fonksiyonu ve *Levenberg-Marquard algoritması* kullanılmıştır. Kısa vadeli İBGYYSA ile modellemeye en iyi sonuçlar üç katmanlı 1-7-6-5-1 ağında ve Çizelge 3'te sunulan 14 parametre ile elde edilmiştir.

Çizelge 2: Kısa vadeli YSA tahmin modelinde kullanılan parametreler (24 Girdi)

5 Günlük hareketli ortalama	9 Günlük hareketli ortalama	5 Günlük momentum endeksli hareketli ort.	Destek çizgisi	Direnç çizgisi
Parabolik SAR	Stokastik RSI endeksi	Toplananlar / dağıtılanlar endeksi	Denge işlem hacmi (OBV)	Payan göstergesi
ADX göstergesi	RSI göstergesi	Zaman serisi tahmini	Standart sapma bandı	Doğrusal regresyon bandı
Bollinger bant genişliği	Altın borsası endeksi	Gösterge faiz oranı	KYD B tipi fon endeksi	Döviz sepeti
İşlem hacmi	MSCI G-7 endeksi	MSCI World endeksi	MSCI Emg. Mrk. endeksi	

Çizelge 3: Kısa vadeli YSA tahmin modeli girdileri (14 parametre)

RSI göstergesi	Parabolik SAR göstergesi	ADX göstergesi	5 günlük hareketli Ortalama	Standart sapma bandı
Bollinger bandı	Denge işlem hacmi (OBV)	Toplananlar / dağıtılanlar endeksi	Momentum göstergesi	İşlem hacim
Altın piyasası endeksi	Gösterge bono faiz oranı	MSCI G-7	MSCI World	

Kısa vadeli YSA tahmin modeliyle ilgili çıkarımlar şu şekilde özetlenebilir;

- YSA modelinde MSCI endeksleri kullanımı tahmin tutarlılığında önemli artışa neden olmuştur. Günümüzde, global piyasalararası etkileşimin İMKB'deki hareketlerin de en büyük belirleyicilerinden olduğu sonucuna varılmıştır.
- Günlük verilerle kurulan YSA modeli girdi parametrelerine bakıldığında, teknik analiz (9/14 değişken) ve uluslararası piyasaların (2/14 değişken) İMKB-100 endeksi üzerindeki etkisinin yoğun olduğu görülmektedir.
- Kısa vadeli YSA'larıyla geçmiş fiyat verileri ve uluslararası pazar verileri kullanılarak piyasa hareketlerinin tahmin edilebilmesi, İMKB piyasasının etkin olmadığı veya en iyi ihtimalle zayıf formda etkinliği olduğunu göstermiştir.

22 parametre ile orta vadeli YSA tahmin sisteminin kurulmasında başarısız olunmuş, yapılan iyileştirme çalışmaları da sonuç vermemiştir. Başarısızlık nedenleri aşağıda sıralanmıştır;

- Girdi setlerindeki 104 günlük verinin eğitim için kısıtlı olduğu, modelin İMKB-100 endeksi davranışlarını öğrenilmesine yetmediği kanısına varılmıştır. Daha uzun döneme ait veri kullanımı ise kriz dalgalanmaları ve farklı ve zıt ekonomi politikaları barındıracağı için uygun bulunmamıştır.
- Yayınlanan ekonomik göstergelerin ülke ekonomisini temsil etmekte eksik ve yetersiz olduğu düşünülmekte ve 2000-2003 döneminde yayınlanmaya başlayan yeni parametrelerin gelecekte bu açığı kapatabileceği ümit edilmektedir.
- Özellikle döviz kuru ile hemen hemen tüm göstergeler arasındaki korelasyonun düşük olması ve borsadaki yabancı payının 1997 sonunda %38,9'dan 2005 sonunda %66,3'e yükselmiş olması nedenleriyle, yüksek yabancı kaynak etkisinde makroekonomik göstergelerden bağımsız olarak işlem hacmi düşük İMKB'nin likidite bolluğuyla hareket ettiği söylenebilir.

YSA tahminlerinin başarısı, bu tahminlere dayalı işlem stratejileri ile klasik yatırım stratejilerinin karşılaştırılması sayesinde sınanabilir. Geliştirilen alım-satım sistemlerinin performanslarını karşılaştırmada istatistiksel kriterler yanında, finansal piyasalara yönelik getiri ve dayanıklılık ölçütleri kullanılmıştır. İşlem sistemlerinin getiri başarısını değerlendirmede;

- 1- Test döneminde basit kar,
- 2- Test döneminde kümülatif kar,
- 3- İşlem sayısı,
- 4- Başarılı işlem oranı,
- 5- İşlem başına ortalama kar,
- 6- Başarılı işlem başına ortalama kar,
- 7- Başarısız işlem başına ortalama zarar,
- 8- Toplam getiri faktörü (toplam kar / toplam zarar),

ölçütleri seçilmiş, sistemlerin dayanıklılığını ölçmede ise,

- 1- İşlem başına getirinin standart sapması,
- 2- Sharpe oranı [(getirisi – risksiz getiri)/getirinin standart sapması],
- 3- Stirling oranı (kümülatif getiri / en büyük kümülatif zarar),
- 4- En büyük kümülatif zarar (MDD),
- 5- Bir işlemdeki en büyük kar (veya zarar)

testleri kullanılmıştır.

Melezlenmemiş saf sistemler karşılaştırıldığında, YSA tahminlerine dayalı sistemlerin özellikle dayanıklılık kriterleri açısından diğer tüm saf sistemlere büyük üstünlük sağlarken, başarı kriterlerinde de en yüksek performansı gösteren 5 günlük hareketli ortalamalara dayalı sisteme yakın kümülatif getiri elde edildiği görülmüştür. Getiri ölçütlerinde nispeten düşük performans sergileyen ardışık YSA tahminlerine dayalı sistemlerin de uygun işlem filtreleriyle kümülatif getiri ve işlem başarısı artışı sağlanabildiği görülmüştür.

YSA tahminlerinin diğer işlem stratejileriyle birleştirilmesiyle getiri artışı sağlanırken, özellikle YSA tahminlerine dayalı sistemlerin yüksek dayanıklılığı da bu sistemlere aktarılabilmektedir.

En yüksek kümülatif getiri, hareketli ortalamalarla fiyat keşismesine göre teknik analizde alım sinyalinin gelmesi yanında ertesi gün yükseliş beklentisi olması durumlarını ifade eden melez sistemde elde edilmiştir. Söz konusu sistem-25'in diğer getiri ölçütlerine göre de en başarılı sistemler arasında bulunduğu ve ayrıca Sharpe ve Stirling oranlarının da sırasıyla 2,52 ve 2,35 gibi yüksek değerler aldığı görülmüştür.

Sonuç olarak finansal piyasalara yönelik tahminleme sonuçlarını, bütçeleme amacıyla yapılan tahminlemede olduğu gibi doğrudan kullanılabilir veriler olarak görmek yerine, yatırım amaçlı bir karar destek sistemi olarak görmek faydalı olacaktır.

MODELLING A FORECASTING SYSTEM REGARDING THE EFFECTS OF MACROECONOMICS AND FINANCIAL DATA ON ISE

SUMMARY

Forecasting price fluctuations in stocks will benefit many people including investors, researchers and stock board managers. If it can be proved that the market behavior is rational while researchers evaluate the concept of a new efficient market, it would be possible to attract new resources to the market and create a new transaction system in which investors and investment experts believe. Forecasting models developed until today has been only effective in a single market and for a limited period of time. Studies about ISE are quite limited.

Since it has been aimed to come up with a system where the investor would not lose time by using it, a new modeling of artificial neural network (ANN) has been created. A total of two models each for short and long term investments have been created by focusing on investor's perspective.

Knowing from the past studies that the high number of inputs increases system complexity, the variables that are highly correlated to ISE-100 have been selected as the model inputs by eliminating independent variables according to regression and sensitivity analysis (Table 1 and Table 2).

Table 1: Medium term ANN forecast model potential input parameters (21 input)

Adjusted Trading volume	ITO wages earners cost of living index	adjusted real FX rate	benchmark bond rate	compound O/N rate
adjusted KYD Type B fund index	real gold market index	Purified closed firms	deflated GNP	Composite leading indicators index
MBRKGE index (confidence index)	export / import Coverage rate	adjusted internal dept	external dept (USD)	adjusted current balance
Adjusted saving deposits	adjusted domestic credits	adjusted emission volume	MSCI (*) G-7 index	MSCI (*) World index
MSCI (*) Emergent Mrk. index				

The best results were obtained on a 3 hidden layer (1-7-5-1) neural network. Model was constructed with 14 parameters as shown in Table 3. *Logarithmic sigmoid activation function* and *Levenberg-Marquard* training algorithm was used in the architecture.

Table 2: Short term ANN forecast model potancial input parameters (24 input)

5 days moving average	9 days moving average	5 days momentum indexed moving average	support line	resistent line
Parabolic SAR indicator	Stokastik RSI endeksi	accumulation / distribution index	On balance valoume (OBV)	Payan indicator
ADX indicator	RSI indicator	Time series forecast	Standart deviation band	linear regresyon band
Bollinger bands width	gold market index	benchmark Bond rate	KYD Type B fund index	Fx rate
Trading volume	MSCI (*) G-7 index	MSCI (*) World index	MSCI (*) Emergent Mrk. index	

(*) *Global Composite Indexes released by Morgan Stanley*

Table 3: Short term ANN forecast model input parameters (14 parameters)

RSI indicator	Parabolic SAR indicator	ADX indicator	5 days moving average	Standart deviation band
Bollinger bands width	On balance valoume (OBV)	accumulation / distribution index	Momentum indicator	Trading volume
gold market index	Benchmark bond rate	MSCI G-7 index	MSCI World index	

Outcomes of short term ANN model can be covered as following;

- In ANN model, MSCI indexes usage cause a increasing effect on the improvement of forecast accuracy. The global interaction between different markets nowadays has been concluded to be one of the most important determinants of ISE movements.
- It has been noticed that technical analysis (9/14 variables) and international markets (2/14 variables) impact have a significant effect on ISE-100 according to the evaluation of ANN model daily input parameters.
- Forecasting movements of markets by using short term ANN with past price data and inputs of international markets have shown that ISE market is inefficient or slightly efficient in weak form with a rare probability.

Establishing a medium term ANN forecasting system by using 22 parameters was not successful. The efforts regarding to improvement and revision of the system did not give any outcome. The reasons for this failure summarized as below;

- It has been concluded that 104 of daily data input sets are not enough for evaluation and not sufficient to learn the behaviors of ISE-100 Index.
- It has been concluded that published economic indicators are not enough to represent the economic climate of the country and hoped the new parameters published between 2000 and 2003 may cover this gap.
- Due to low correlation between foreign currency exchange rates and the rest of the indicators as well as the total percentage of foreign investment in market has increased from 38.9% in 1997 to 66.3% in 2005, it can be concluded that ISE has been acting with abundant liquidity unrelated to macroeconomic indicators in effect of high amount of foreign resources.

The ANN forecast success could be tested by comparing traditional trade systems with the trade systems generated on ANN forecasting. While distinguishing differences and similarities of the trade strategies performances, besides the

statistical criterion, it has been benefited from the criteria of robustness and financial markets return. Measures of return which have been used to evaluate the trade systems' performance include the:

1. simple profit over a specified period,
2. total profit over a specified period,
3. number of trades,
4. win-ratio (percentage of profitable trades),
5. average profit per trade,
6. average profit per successful trade,
7. average loss per losing trade,
8. the profit factor (total profit on winning trades / total loss on losing trades)

Measures of the robustness of the trading system include:

1. standard deviation of return per trade,
2. Sharpe ratio,
3. Stirling ratio,
4. maximum drawdown, and
5. maximum profit (loss) on a single trade.

When pure trade systems have been compared, systems based on ANN forecasts are superior particularly in robustness against all the other pure trading systems and it is obvious that it acquires cumulative return closer to 5 days moving average system, which has been exhibited highest performance in success criteria.

The systems, based on distinction of two forecasts, which had relatively low return performance, have achieved a rise in system success and cumulative return with the appropriate trade filters.

While accomplishing an increase in return by combining ANN forecasts with the other trade strategies, high robustness of ANN forecast systems could have been transferred to these systems.

The highest cumulative return has been captured with the hybrid system in which hybrid systems indicates the rising expectation on the following day, besides the buying signal acquisition according to the intersection of moving averages and price.

It is also observed that this system is within the most successful systems against the other return criteria. In addition, Sharpe and Stirling ratios had high values as 2.52 and 2.35 respectively.

As a conclusion, it will be beneficial to mark the financial market forecast results as a decision support system aiming investment, instead of accepting as a directly useful data like on budget forecasting.

1. GİRİŞ

Gerek bireysel gerekse kurumsal yatırımcılar, ellerindeki fon fazlasını veya tasarruflarını değerlendirirken temel olarak iki faktöre bağlı hareket etme eğilimindedirler. Bu faktörlerin yatırım aracının reel getirisi ve yatırım aracına duyulan güven (risk) olduğu söylenebilir. Bunun yanında yatırımın vadesi de şüphesiz oldukça önemlidir.

1.1 Sermaye Piyasalarında Başarı : Zamanlama ve Karar Değişkenleri

Diğer yatırım araçlarıyla karşılaştırıldığında, türev piyasaları (gelecek sözleşmeleri – futures-, opsiyon sözleşmeleri -options-) dahil edersek para ve sermaye piyasaları, günümüzde en yüksek getirilerin veya kayıpların gerçekleştiği araçları sunmaktadırlar. Bu durum hiç şüphesiz finansal varlık değerlendirme modelinin (FVDM) de temel mantığını oluşturan yüksek riske yüksek getiri/kayıp varsayımının bir sonucudur. Yatırım kararlarında önemli kriterlerden biri olan yüksek getiri potansiyeline sahip bu araçların, diğer önemli kriter olan güven konusunda yüksek riskin (volatilite) yanında bir takım başka sıkıntıları da olduğu bilinmektedir. Hisse veya piyasa bazında spekülasyon, düşük piyasa etkinliği, şirket ele geçirmeler v.b. konularda yapılan çalışmaların hemen hepsi, “Yatırım zamanlamasında ve karar vermede hangi kriterler ön plana çıkmaktadır ?” sorusuna cevap ararken, arka planda söz konusu güven sorununu ispatlamak veya reddetmek amacıyla da kullanılmaktadır.

1.2 Çalışmanın Amacı

Etkinliğinin düşük olduğu önceki çalışmalarla test edilmiş [1], gelişmekte olan bir piyasa olarak İMKB Hisse senedi piyasası, muhafazakar bir çok bireysel ve kurumsal yatırımcı bakışıyla bir ‘kumarhane’ olarak görülmektedir. Diğer bir kesim ise, büyük yatırımcıların dolaşımdaki hisselerin çoğuna sahip olduğunu düşünmekte ve piyasayı büyük oyuncuların yönlendirdiği bir ortam olarak değerlendirmektedir.

İkinci görüş kısmen doğru da olsa, tüm oyuncuların bir oyun stratejisi çerçevesinde hareket ettiği yadsınamaz bir gerçektir. Her oyuncu stratejisini belirlerken piyasayla ilgili veya ilgisiz bir takım faktörler ışığında hareket eder. Piyasanın bilimsel olarak hangi veriler ışığında hareket ettiğinin tespit edilmesi, yatırımcı güveninin sağlanmasına neden olacaktır. Gerek kurumsal gerek bireysel yatırımcıların sermaye piyasalarına güven duyması ve piyasanın gelişmesi, beraberinde kaynakların etkin dağılımı yoluyla ülke ekonomisinde katkıda bulunacaktır.

Böylece hem pazarın rasyonel hareket edip etmediği, hem de yatırımcılar ve yatırım danışmanları için kullanılabilir bir sistem oluşturulmaya çalışılmıştır.

1.3 Çalışmanın Kapsamı

Tüm dünyada hisse senedi piyasası modellenmesine yönelik araştırmalar 2000’li yıllarda yoğunlaşmıştır. Özellikle makro ekonomik veri sıklığı, aylık ve üç aylık dönemler halinde oluşmaktadır. Bu verilerle oluşturulacak sistemin üreteceği sinyaller de aylık bazda olacaktır. Aylık verilerin uzun vadeli yatırım kararlarındaki etkilerinin tespit edilmesi çalışmanın amaçlarından biri olsa da, İMKB Hisse senedi piyasasında volatilitenin oldukça yüksek olduğu da unutulmaması gereken bir başka gerçektir. Yukarıda değinildiği gibi çalışmanın önemli bir diğer amacı da yatırımcılara bir alım-satım sistemi sunabilmektir. Bu durum güvenilir alım-satım sinyallerinin aylık frekanstan daha sık bir aralıkta üretilmesini gerekli kılmaktadır. Burada kısa süreli veri üreten teknik analiz yöntemini ön plana çıkarmaktadır.

Teknik analiz yönteminde dört ayrı çalışma alanı mevcuttur: formasyonlar-çizgi çalışmaları, göstergeler, otomatik alım-satım sistemleri ve elliott dalga teorisi. Teknik analizle karar verme ile ilgili genel bilgiler verildikten sonra, bulanık mantık ve yapay sinir ağı ile modelleme çalışmasına uygun olan göstergeler kullanılarak modelleme yapılacaktır. Model girdileri arasında uluslararası piyasaların etkisini yansıtmak üzere farklı ülke borsa verileri üzerinden hesaplanan Morgam Stenley Bileşik Endeksleri kullanılacaktır. Ayrıca kısa-orta vadeli bir yatırım sistemi modellenmeye çalışıldığı için, daha önceki çalışmalarda kullanımına pek rastlanmayan, ancak pratikte kısa vadeli yatırımcıların kullandığı takas analizi, yükselenler/düşenler ve günlük para giriş/çıkışı gibi piyasa verileri sisteme dahil edilmesi amaçlanmış, kısa vadeli üretilen ve saklanmayan bu değerlerden ancak yükselenler/düşenler endeksi serisi kullanılabilmektedir.

Çalışmanın en özgün boyutunu ise tahmin modeli verileriyle geliştirilen işlem (alım-satım) sistemlerinin karşılaştırılmasında istatistiksel performans kıstasları (ortalama karesel hata, getirilerin standart sapması) yanında, özellikle portföy performansını değerlemede kullanılan finansal getiri ve dayanıklılık kriterlerinin (başarısız işlem başına ortalama zarar, Sharpe ve Stirling oranları v.b.) kullanılması oluşturmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde finansal piyasaların yapısına değinildikten sonra hisse senedi yatırım kararlarında kullanılan yöntemler açıklanmış ve günümüzde yatırımcılar tarafından tercih edilen yaklaşımlar sıralanmıştır.

Üçüncü bölümde finansal piyasalarda tahmin çalışmaları genel olarak irdelendikten sonra para ve sermaye piyasalarında fiyat hareketlerini tahmin etmeye yönelik çalışmalar kronolojik olarak özetlenmiştir. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'ını (İMKB) konu alan geçmiş çalışmalar detaylı olarak sunulmuştur.

Daha sonra dördüncü bölümde günümüzde para ve sermaye piyasalarında tahmin amacıyla kullanılan başlıca iki bilimsel yöntem olan, bulanık mantık ve yapay sinir ağı yaklaşımları ile ilgili kuramsal ve pratik bilgiler derlenmiştir. Yöntemlerin üstünlük ve sakıncaları sıralanmış ve birer örnek uygulama verilmiştir.

Beşinci bölümde İMKB hisse senedi piyasasında fiyat oluşumu üzerinde etkili olabilecek finansal ve ekonomik veriler gerekli düzeltmelerden sonra derlenmiş, yapay sinir ağı model girdisi olabilecek parametreler çıktı parametresi olarak seçilen İMKB-100 Endeksi ile ilişkileri dikkate alınarak belirlenmiştir. Burada kısa ve orta vadeli iki model kurulması amaçlanmış ve uluslararası piyasaların etkilerini değerlendirmek üzere, Morgan Stanley tarafından yayınlanan farklı piyasalara ait verilerle derlenen bileşik endeksler de değerlendirmeye katılmıştır. Daha sonra farklı sinir ağı modelleri denenmiş ve seçilen ileri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağı için farklı model topolojileri (aktivasyon fonksyonu, ara katman sayısı, öğrenme algoritması v.b.) eğitim ve test verileriyle denenerek geliştirmeye gidilmiştir.

Kısa vadeli yapay sinir ağı modeli tahmin çıktılarının alım-satım işlemlerindeki başarısı ve kararlılığı, altıncı bölümde geliştirilen teknik analiz ve geleneksel al-tut stratejileri ile karşılaştırılarak gösterilmiştir. Son olarak, sinir ağı tahmin modeli çıktılarına dayalı işlem stratejileri, teknik analize dayalı stratejilerle melezlenerek üretilen yatırım stratejilerinin en üstün performans ve dayanıklılığı sağladığı tespit edilmiştir.

Sonuç bölümünde İMKB-100 endeksi ile finansal ve ekonomik veriler ile alternatif piyasalara ait veriler arasındaki ilişkiler özetlendikten sonra, öncelikle hisse senetleri piyasalarında fiyat hareketlerini tahmine yönelik yapay sinir ağı modellerinde uygun bulunan model topoloji ve kısa süreli parametreler vurgulanmış, orta vadeli tahmin sistemi geliştirmedeki başarısızlık nedenleri tartışılmıştır. Gelecekte yapay sinir ağlarına dayalı olarak yürütülecek kısa-orta vadeli fiyat ve getiri tahmin modellemelerinde seçilebilecek yöntemsel farklılıklar, girdi parametrelerinde yapılabilecek iyileştirmeler ve kullanılabilecek yeni girdi parametreleri hakkında görüşler sunulmuştur.

2. FİNANSAL PİYASALAR VE HİSSE SENEDİ DEĞERLEME

Tasarruf fazlası olan ekonomik birimlerle, tasarruf (fon) açığı olan birimlerin karşılaşmasını sağlamak, bu birimler arasında fon akışını gerçekleştirmek amacıyla kurulan kurumlara finansal kurumlar bu kurumların oluşturduğu kesime de finans kesimi denir. Daha kısa bir tanımla, mali piyasalar bir ekonomide tasarrufların, bu tasarrufları daha verimli kullanacak olanlara finansal araçlarla aktarılmasını sağlayan piyasalardır [2].

Finansal piyasaları para piyasası ve sermaye piyasası olarak sınıflandırmak mümkündür.

2.1 Para Piyasaları

Vadesi bir yıla kadar olan fon arz ve talebinin karşı karşıya geldiği piyasaya para piyasası denir. Bu piyasanın kurumları daha ziyade, ticaret bankaları ve devlet kurumlarıdır [2]. İşletmeler kısa vadeli kredilerle işletme finansmanı ihtiyacını karşılarlar. Devlet de, hazine bonosu ve devlet tahvili gibi kısa vadeli araçlar ihraç ederek ihtiyaçlarını gidermeye çalışır. Diğer para piyasası araçları arasında yabancı para (FX) ve faiz sözleşmeleri (futures) gösterilebilir. İşletmelerin ya da bireylerin yazdıkları ticari senetler de bu piyasanın araçları olarak görülebilir. Banka kanalıyla oluşan işlemlerin örgütlenmiş para piyasalarını, banka dışında işletmelerin birbirleriyle ya da müşterileriyle olan kredi ilişkilerinin ise örgütlenmemiş para piyasasını oluşturduğunu söylemek mümkündür.

2.2 Sermaye Piyasaları

Orta ve uzun vadeli fon arz ve talebinin karşı karşıya geldiği piyasaya sermaye piyasası adı verilir. Sermaye piyasasında, fonlar genellikle tahvil, hisse senedi gibi uzun ya da sonsuz vadeli finansal varlıklar karşılığında el değiştirir. İşletmeler para piyasasına genellikle işletme sermayesi gereksinimlerini karşılamak üzere başvururken, sermaye piyasasına, uzun süreli yatırım projelerini finanse etmek, sermayelerini arttırmak üzere başvururlar. Vadenin uzun olması nedeniyle sermaye

piyasasında risk ve buna bağı olarak faiz oranları para piyasasına göre daha yüksektir.

Pratikte para ve sermaye piyasalarını birbirlerinden kesin çizgilerle ayırabilmek mümkün değildir [2]. Bir kere finansal kurumların çoğu her iki piyasada birden faaliyette bulunmaktadır. Örneğin, para piyasasının en önemli kurumu olan ticari bankalar, sermaye piyasasında da önemli fonksiyonlara sahiptirler. Öte yandan, fonların iki piyasa arasında gidip gelebilmesi mümkündür. Örneğin devlet, vadesi gelen kısa vadeli borçlarını uzun vadeli borçlarla değiştirebilir veya banka vadesi gelen tahvil gelirini bir işletmeye kısa süreli borç vermek üzere kullanabilir [3]. Fon arz ve talebinde bulunan bireyler de, yatırım amaç ve politikalarına göre bu piyasalardan herhangi birine başvurabilirler. Sonuç olarak bu etkileşim, iki piyasayı da ayrı ayrı etkileyen değişkenlerin her iki piyasayı birlikte yönlendirmesine neden olabilmektedir.

İki piyasayı birbirinden ayırmayı güçleştiren bir diğer faktör de, sermaye piyasası aracı olarak bilinen bazı menkul kıymetlerin giderek daha kısa vadelerle ihraç edilmeye başlanmış olmasıdır. Örneğin, geçmişte ortalama 7-10 yıl vadeye sahip özel sektör tahvillerinde vade iki yıla kadar inmiştir [2].

Son olarak iletişim teknolojisindeki gelişmeler ve hızlı veri transferi sonucunda günümüzde sermaye piyasalarına giriş ve çıkışları hızlandırarak iki piyasanın bir bütün olarak değerlendirilmesini kaçınılmaz kılmaktadır.

2.3 Finansal Piyasaların Ekonomiye Etkileri

Finansal piyasaların gelişmesinin ekonomiye sağlayacağı faydalar şu başlıklar altında toplanabilir;

- Gelişmiş bir piyasada kaynakların en verimli biçimde kullanılmasıyla, gelir ve refah artışına katkı sağlanabilir. Bireysel düşük verimli yatırımlar veya verimsiz işletmeler yerine, yüksek verimliliği olan kurumsal yatırımlara kaynak aktarılması ülke refahının da artmasına yol açacaktır.
- Gelişmiş bir mali ortamda çok sayıda alternatif piyasa ve kaynak ortaya çıkmasıyla, tarafların ihtiyacına uygun vade ayarlaması yapması mümkündür.

- Dağınık küçük tasarrufların, güven sağlayan geniş tabanlı bir havuzda toplanmasıyla büyük yatırımlara kaynak oluşturması sağlanabilir.
- İyi çalışan bir piyasada risk ve getiri arasında doğru ilişki sağlanarak, çok farklı düzeyde risk seviyelerine göre yatırım imkanı sunulabilir.
- Gelişmiş piyasada düşük finansal maliyetle büyük sanayi kuruluşlarının kurulması ve bunlar hızlı kaynak aktarılması mümkün olur.
- Mülkiyetin tabana yayılması ile toplumda daha dengeli gelir dağılımı sağlanabilir.

2.4 Borsaların Yapısı

Tarihsel gelişim, birçok ülkede ekonomik büyüme ve gelişim ile finansal kurumların gelişimi arasında sıkı bir ilişki olduğu görüşünü doğrulamaktadır. Ekonomik gelişim sürdükçe, finansal sistemin büyümesine cevap verecek hizmetlere ek talep de artacaktır. Bu nedenle bir ülkedeki finansal kurumların boşluğu, onların hizmetlerine olan talebin de yokluğu anlamına gelecektir [4].

Finansal piyasalara işlerlik kazandıran kurumların en önemlisi hiç kuşkusuz borsalardır. Menkul kıymet borsaları, finansal varlıkların gerçek piyasa fiyatlarının saptanmaya çalışıldığı, kote edilmiş pay senetleriyle, tahvillerin, devlet tahvillerinin ve diğer finansal varlıkların alım satım işlemlerinin gerçekleştiği, fiyatların tespit ve ilan işleriyle yetkili olarak tüzel kişiliğe haiz kuruluşlardır [2].

Menkul kıymet borsaları, kuruluşlarındaki yasal özellikleri açısından devlet borsaları ve özel borsalar olarak iki grupta değerlendirilebilir. Devlet borsaları kanunla kurulan resmi kuruluşlar iken, özel borsalar anonin şirket statüsünde olup, özel hukuk hükümlerine göre oluşturulurlar.

2.5 Gelişmiş Piyasalar

Bilinen ilk borsa 1487 yılında Avrupa'nın Anvers kentinde kurulmuş olup [5], günümüzde dünya borsalarının toplam işlem hacminin %60'ı, New York Stock Exchange (NYSE), Tokyo Stock Exchange (TSE) ve London Stock Exchange (LSE) borsalarında gerçekleşmektedir.

Yine işlem hacmine göre bu borsalar dışında büyük çaplı diğer borsalar arasında American Stock Exchange (AMEX), Midwest Stock Exchange - Chicago, Pasific Stock Exchange, Hong Kong, Paris, Milano, Frankfurt ve Amsterdam Borsaları sayılabilir. Özellikle gelişmiş borsalarda ortaklık senetleri yanında emtia ve opsiyonlar ile gelecek sözleşmeleri gibi çok sayıda türev araç işlem görmektedir.

2.6 Gelişmekte Olan Ülkelerde Menkul Kıymet Piyasaları

Uluslararası kalkınma kuruluşları ve gelişmiş ülkeler 1990'lı yıllara kadar, özellikle Güney Amerika ve Asya'daki gelişmekte olan ülkeleri kaynak gereksinimlerini karşılamada özelleştirme yanında para ve sermaye piyasalarına yönlendirmişlerdir. Ancak özellikle Avrupa'daki özelleştirme ve eski doğu bloğu ülkelerinin serbest piyasa uygulamasına geçişinde, Amerika ve İngiltere'deki gibi menkul değer piyasaları yerine, Almanya ve Japonya'daki gibi bankacılık sistemine dayanan bir fonlamanın kalkınmada daha faydalı olacağı, Dünya Ekonomik Forumu toplantılarında, bu ülkelere tavsiye edildiği 1993-95 IFC (International Finance Corporation) bültenlerinde görülmektedir.

Kalkınmada doğru öncelikli kurumsal yapının seçimi hiç şüphesiz yaşanan tecrübeler ışığında tespit edilebilecektir. Söz konusu ülkelerde yapılan araştırma sonuçlarında, ekonomik gelişmenin sağlanmasında bankacılık ve sermaye piyasaları arasında önceliğin belirlenmesinde, ekonomistler arasında görüş birliği oluşmadığı görülmektedir. 1973'te yapılan bir araştırmaya göre Brezilya dışında ulusal sermaye piyasalarının gelişmeye etkilerinin negatif olduğu sonucuna varılmıştır. Bir başka bulgu ise sermaye piyasalarının ekonomik dalgalanmaları büyüttüğü ve refah dağılımını (gelir dağılımını) bozduğu doğrultusundadır. Ancak 1984 – 1985 yıllarında yapılan araştırmalar bu yargıların aksi doğrultudadır. Makro ekonomik koşulların finansal piyasalarla çift yönlü etkisi unutulmamalıdır. Makro ekonomik koşulları 80'li yıllarda istikrarsızlıktan uzak (değişkenlik göstermeyen) Güney Kore ve Hindistan hisse senedi piyasalarına bakıldığında, pazarların büyük atılımla büyüdüğü görülmüştür. Her iki ülkede de sermaye piyasasının gelişimi için gerekli önlemler, makro ekonomik önlemlerle birlikte alınmıştır. Güney Kore'de enflasyonu düşüren, tasarrufları arttıran ve ödemeler dengesini düzelten kararların hepsi aynı anda yürürlüğe konmuştur. Özetle ifade edilirse, menkul kıymet borsaları üzerinden

ekonomik büyüme yaklaşımı, yaratılan tasarrufların sermaye piyasası hacminde artış yoluyla yurtiçi yatırımlara aktarılmasına dayanmaktadır.

2.7 Menkul Kıymet Piyasalarının Sakıncaları

Gelişmekte olan borsalarda yaşanan tecrübeler ışığında, sermaye piyasalarının sakıncalı yönleri üç ana başlık altında toplanabilir:

- İlk sakınca, yönetim ve mülkiyet olgularının birbirinden ayrılmasıyla doğmaktadır. Halka açılmayla ortak sayısı artmakta, yönetim profesyonellere geçmektedir. Kararı alanlarla risk üstlenenlerin farklı oluşu, finans literatüründe, *yönetici problemi* olarak adlandırılır. Yöneticilerin şirket sahiplerinin zararına yol açabilecek kararlar alma olasılığı, şirkete ait bilgilerin hissedarlardan gizlenmesi, şirket sahiplerinin şirketi izleyebilmek için ek maliyetlere katlanmak zorunda oluşu gibi nedenlerle piyasa etkinliği bozulmaktadır.
- İkinci sakınca, sermaye piyasasının işleyişindeki aksaklıklardan oluşmaktadır. Piyasa etkinlikten uzaklaştıkça, beklenen faydaların elde edilmesi imkansızlaşır. Böylece sermaye piyasası giderek kötü amaçla kullanıma elverişli hale gelir. Enflasyon ve ekonomik istikrarsızlıklar gibi ağır koşullar altındaki yeni piyasaların, etkinliği sağlamaları oldukça zordur.
- Sermaye piyasalarındaki üçüncü sakınca ise, serbest piyasa zayıflıklarının bu pazara da yansmasıyla ortaya çıkmaktadır. Sermaye piyasasında toplanan fonların projelere tahsisi, finansal varlıkların günlük fiyatlarına göre yapılır. Fiyat oluşumunda geleceği görmedeki güçlükler nedeniyle kısa vadeli beklentilerin daha fazla önem kazanması sonucu; uzun vadeli, makro ekonomik gelişmeyi hızlandıracak yeni projelere kaynak bulunamamasına ve bu yatırımların gerçekleştirilememesine yol açmaktadır. Bazı ekonomistler, aktif sermaye piyasalarına sahip Amerikan ve İngiliz ekonomilerinin büyüme hızlarının düşmesine rağmen, finansal sistemleri bankacılığa ön planda tutan Japon ve Alman ekonomilerinin üstün başarı göstermesini bu duruma bağlamaktadırlar. Ayrıca fiyatları sadece proje risk ve getirilerine göre belirlemek, sosyal fayda ve zararların ihmal edilmesine de neden olmaktadır.

Sermaye piyasalarındaki bu sakıncaları; pazar etkinliğini sağlamaya yönelik kurumlar ve düzenlemeler geliştirilerek, makro ekonomik istikrar ve büyüme sağlanarak, risk sermayesi şirketleri kurularak v.b. uygulamalarla hafifletilebilir ve bankacılık sistemine göre kaynak dağıtımında daha düşük maliyetli olan sermaye piyasalarından beklenen faydalar sağlanabilir.

Sonuç olarak sermaye piyasalarının sözkonusu sosyal ve ekonomik maliyetlerinden kaçınan bazı ülkelerin kalkınmada bankacılık sektörüne, bazı ülkelerin ise sermaye piyasasına öncelik vermelerine neden olmuştur.

2.8 Hisse Senedi Piyasasında Yatırımcı Davranışı

Makro ekonomik analiz, sektörel büyüme ve eğilimler (trendler) incelenerek (kısaca temel analiz) sektör seçilmesi; daha sonra PD / DD (piyasa değeri/defter değeri) oranı, F/K (fiyat / kazanç) oranı veya kar payı modeli yaklaşımları ile hisse seçimi yapılması; son olarak ta alım-satım zamanlaması için teknik analizin kullanılması, günümüzde, piyasada kabul gören bir yaklaşım haline gelmiştir. Sonuç olarak teknik analiz yakın geçmişe kadar (1990'lara kadar) bilimsel olarak kabul görmez iken, günümüzde tüm sistemlerden yararlanan bir yaklaşım benimsenmektedir.

Global ölçekte değerlendirdiğimizde, piyasa oyuncularının hisse senedi yatırım kararlarında kullandığı yaklaşımları;

- a- Makro Analiz > Temel Analiz > Teknik Analiz,
- b- Portföy Yönetimi,
- c- Alım-satım sistemleri (sinir ağlarına ve bulanık mantığa dayanan),
- d- Alım satım sistemleri (ticari bilgisayar yazılımlarına dayanan)

başlıkları altında toplanabilir. Bu yaklaşımlarda kullanılan bilimsel değerlendirme yöntemleri aşağıda Bölüm 2.9'da detaylı olarak açıklanmıştır.

2.9 Hisse Senedi Yatırımlarında Getiri ve Hisse Değerleme Yöntemleri

Hisse senedi yatırımından beklenen temel getiriler şunlardır:

- Yıllık kar payı veya temettü geliri,
- Piyasa değer artışına bağlı sermaye kazancı,

- Bedelli veya bedelsiz sermaye artışından beklenen getiri.

Sermaye piyasasıyla tanıştığı günden bugüne yüksek enflasyonla yaşayan Türkiye’de yıllık kar payları genellikle hisse senedi yatırımcısı için enflasyonun üzerinde bir getiri sunamamıştır. İşletmelerin piyasa değerindeki artışlar yatırımcının ana kazanç kaynağı haline gelmiştir. Hatta finans teorisinde gerçek bir değer artışını ifade etmeyen bedelsiz sermaye artışları bile, bazı hisselerin değerinde büyük artışlara neden olmuş, ve bazı dönemlerde yatırımcının temel hisse senedi getiri kriteri halini almıştır.

İnsanların duygu ve beklentilerini önceden tahmin etmenin zorlukları, düşünülebilecek her türlü analiz sisteminin tamamen (%100) başarılı olma şansını azaltmaktadır. Bununla beraber fiyatları belirleyen insanların (piyasa profesyonelleri, kurumsal yatırımcılar, spekülâtörler, manipulatörler ve her kesimden yatırımcılar) değişik kültür, eğitim, bilgi yapılarına sahip olması durumu daha da zorlaştırmaktadır.

Hisse senedi değerlemesinde; başka bir deyişle, hisse senedi yatırım kararlarında bilimsel (kuramsal) olarak dört temel yaklaşımdan söz etmek mümkün olup, bunlar;

- Temel Analiz Yöntemi
- Teknik Analiz Yöntemi
- Rassal Yürüyüş Yöntemi
- Portföy Yönetimidir [2].

Portföy Yönetimi yaklaşımı çalışma alanımız dışında kaldığından burada üzerinde durulmayacaktır.

Temel analizde hedef pazardaki etkileri içeren ekonomik faktörlere odaklanılır. Dow kuramına dayanan teknik analizde ise tek bir piyasaya ait veriler girdi olarak alınır. Rassal yürüyüş kuramı güçlü formda etkin bir pazar varsayımına dayanır ki; tam etkin bir piyasanın varlığı günümüzün en gelişmiş ve derin pazarlarında bile tartışma konusudur. Doğrusal olmayan, hatta kaotik ve etkinlikten uzak piyasalar için bilgi üretememektedir. Bu klasik yaklaşımların hiçbiri günümüzün global koşullarında yeterli değildir. Günümüzde para ve sermaye piyasaları bütünleşmiş ve işlem hacimleri yıllık GSMH ile yarışabilecek boyutlara yükselmiştir. Hatta birleşik çalışan sermaye piyasaları mevcuttur (Malezya-Endonezya gibi). Bugün yatırımcıların tek

bir pazara odaklanmamaları kaçınılmazdır. Bu bakışla içsel faktörler dışında dışsal faktörlere de odaklanan bir analitik yaklaşım gereklidir.

2.9.1 Temel analiz

Temel Analiz yönteminde, öncelikle makroekonomik gelişmeler göstergeler yardımıyla (GSMH, ödemeler dengesi, TÜFE, faiz oranları v.b.) izlenerek gelecek dönemdeki seyri belirlenmeye ve hangi sektörlerin büyüme potansiyeli içerdiği belirlenmeye çalışılır. Sektör seçimi ardından, üçüncü aşamada sektörel faktörler altında şirketlerin durumları incelenir. Firma seçiminde, mali tablolar analiz edilerek, firma değerlerinin gelecekte ne şekilde etkileneceği tahmin edilerek, hisse senetlerine değer biçilir. Bu değerler ile şirketlerin piyasa fiyatı ile karşılaştırılarak bir yatırım kararı verilir. Kısaca temel analizde, makroekonomik göstergeler, şirketin ve bağlı bulundukları endüstri kolunun durumu ve büyümesi gibi beklentiler, şirketin geçmiş finansal istatistikleri gibi bilgiler kullanılır.

Hisse senedi yatırımlarında temel analiz yöntemi kullanılıyor ise bu durumun doğal sonucu olarak hisse senedi getirileri ile burada sözü edilen göstergeler arasında olumlu ve olumsuz ilişkiler olması beklenir. Bu nedenle piyasaların güvenilirliğini test etmek ve yatırım kararlarında bilimsel tahminler yapmak amacıyla bir çok araştırmacı, hisse senedi getirileri ile makroekonomik ve finansal veriler arasındaki ilişkileri ölçen araştırmalara yönelmiştir. Çalışmalarda hisse senedi getirileri ile hemen hemen tüm makroekonomik göstergeler, alternatif yatırım araçları, firma finansal verileri arasındaki ilişkiler tespit edilmeye çalışılmıştır. Doktora çalışmasında *finansal ve makroekonomik verilerle* İMKB endeks tahminine yönelik bir yapay sinir ağı geliştirileceğinden, uzun vadeli modelde kullanılacak bu değişkenlerin seçiminde yararlı olacağı düşüncesiyle sözkonusu çalışmalar detaylı olarak incelenmiştir. Çalışma İMKB'ye odaklandığından, burada ulusal araştırmalarda elde edilen bulgulara değinilmiştir:

Karamustafa ve Küçükkale [6], hisse senedi getirilerinin makroekonomik gelişmelerle açıklanabilirliğini araştırmış, oluşturulan VAR (arbitraj fiyatlama) modelinin para arzı, dolar, sanayi üretim endeksi ve dış ticaret dengesinin İMKB ile koentegre olduğu ortaya koymuşlardır. Ancak nedensellik test sonuçları, İMKB'deki gelişmelerin makro ekonomideki gelişmelerin bir sonucu olmadığını ortaya koymaktadır.

Akçoraoğlu ve Yurdakul [7], global faktörler ve hisse senedi getirileri arasındaki ilişkiye İMKB’de ampirik kanıtlar aradıkları çalışmalarında; uluslararası sermaye akımları, ABD hisse senedi endeksleri gibi değişkenler kullanmışlardır. Analizde global değişkenler ve hisse senedi getirileri arasındaki kısa dönemli dinamik ilişkileri analiz etmek için Hendry modelleme stratejisi ve bir hata düzeltim modelinden yararlanılmıştır. Sonuçlar global faktörlerin, İMKB’deki getirileri açıklayan önemli değişkenler arasında olduğunu desteklemektedir.

Aras ve Müslümov [8], kurumsal yatırımcı bakışıyla geliştirdikleri teorik çerçevede hisse senedi getirileri ile sermaye piyasasının getirisi, oynaklığı ve reel faiz oranları arasındaki ilişkiyi çoklu regresyon analizi ile test etmişlerdir. Araştırma bulguları reel faiz oranındaki artışın negatif yönde etkide bulunduğu, diğer değişkenlerin istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığını göstermiştir.

Kasman [9], hisse senedi fiyatları ile döviz kuru arasındaki ilişkiyi nedensellik analizine tabi tutmuş, hisse senedi endekslerini kullanarak uzun dönemde döviz kuru ile endeks getirileri arasında istikrarlı bir ilişkinin olduğunu kanıtlamıştır.

Aksoy [10], tarafından bulanık mantıkla gerçekleştirilen tahmin modelinde, İMKB-100 endeks getirisini tahmin etmede, açıklayıcı değişkenler olarak; GSMH, sanayi üretimi, kapasite kullanımı, ödemeler dengesi, bütçe açığı, FX rezervleri, FX oranı, reel repo oranı ve reel DİBS faiz oranı faktörleri kullanılmıştır.

Akkum ve Vuran [11], 1999-2002 arasında, arbitraj fiyatlama modeli kullanılarak (VAR), bazı İMKB-30 hisse senedi getirileri üzerinde; İMKB-30, mali, sinai ve hizmet endeksleri, büyüme, sanayi üretim endeksi, döviz kuru, enflasyon, para arzı, reel bütçe dengesi, ihracat/ithalat oranı, cari işlemler dengesi, piyasa faiz oranı, altın fiyatı ve vade riski faktörlerinin etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. İMKB endeksleri, büyüme, sanayi üretim endeksi, para arzı, reel bütçe dengesi, ihracat ve ithalat, cari işlemler dengesi değişkenleri hisse senedi getirileri ile pozitif ilişkili, diğer değişkenler ise negatif ilişkili bulunmuştur.

Kandır [12], tüketici güven endeksinin, mali sektör hisse senedi getirilerini tahmin etme kabiliyetini incelemiştir. 2000-2005 döneminde 28 hisse senedi getirileri bağımlı değişken olarak kullanılmış, CNBC-E tüketici güven endeksi değişimi ve üç kontrol değişkeninden ise bağımsız değişken olarak yararlanılmıştır. Tüketici güven

endeksinin, mali sektör hisse getirilerinin çoğunluğu için önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir.

Özün ve Çifter [13], yaptıkları çalışmalarında bankacılık hisse senedi getirileri üzerinde gösterge (benchmark) yıllık bileşik faiz oranlarındaki değişimlerin etkisini analiz etmiştir. Yarı parametrik bir yöntem olan ve ölçeklendirmeye olanak tanıyan, dalgacıklar analizi kullanılmış, yapılan vektör hata düzeltme modeli bazlı nedensellik testi aracılığıyla, banka hisse senedi getirilerinde faiz riski etkisi incelenmiştir. Hisse senedi getirilerinde faiz oranı riskinin önemli bir belirleyici olduğu ve ölçeğe göre değiştiği saptanmıştır.

Mali tablolara ilişkin verilerin, hisse senedi getirileri üzerindeki etkisine yönelik ulusal çalışmalarda tespit edilen bulgular da aşağıda derlenmiştir:

Özer'in 1996'daki [14] çalışmasında, İMKB'de şirketlerin muhasebe kârları ile hisse senedi getirileri arasındaki ilişkiyi incelemiş ve bu değişkenler arasında oldukça tutarlı ilişkilerin varlığına rastlanmıştır.

İMKB hisse senedi performanslarının fiyat/kazanç (F/K) oranlarına göre değerlendirildiği çalışmada ise Karan [15], F/K oranı etkisinin istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde olduğunu belirtmiştir.

Demir, Küçükkiremitçi ve Pekkaya [16], bağımlı değişken olarak hisse senedi getirilerini, kontrol değişkeni olarak da finansal oranların dikkate aldıkları çalışmalarında hisse senedi getirilerini açıklamada finansal oranların anlamlı sonuçlar verdiklerini ortaya koymuşlardır.

Canbaş, Düzakın ve Kılıç [17], birer borsa performans oranı olan fiyat/kazanç oranı (F/K) ve piyasa değeri/defter değeri oranı (PD/DD) ile likidite, kârlılık ve sermaye yapısı oranlarının getiri tahminindeki etkisini incelemişlerdir. İMKB'de yatırımcı için yararlı bilgi sağlayan oranların; likidite, finansal yapı ve kârlılık oranları olduğunu tespit etmişlerdir.

Çıtak [18], fiyat/kazanç (F/K) oranlarıyla İMKB-100 endeksi getirileri arasındaki ilişkiyi farklı dönemler için regresyon analiziyle test etmiş ve ilgili dönemde anlamlı ilişkiler bulmuştur.

Hisse senedi getirileri ile finansal oranlar kullanılarak optimal bir portföy modeli oluşturmaya çalışan Yalçiner, Atan ve Kayacan [19], İMKB-30'da işlem gören

firmaların finansal oranlarını girdi olarak kullanarak, VZA yöntemi ile hisse senedi getirilerinin ne derecede etkin olduğunu belirlemişlerdir.

Yıldız ve Tekencioğlu [20], finansal oranların hisse senedi getirilerini açıklamada gücünü, anket yardımıyla entelektüel sermaye unsurlarını da ekleyerek sınımlardır. Çalışmada öncelikle işletmelerin finansal oranlarıyla hisse getirileri arasındaki ilişki regresyonla ölçülmüş, daha sonra anketlerden elde edilen entelektüel sermaye ile ilgili değişkenler birlikte analiz edilmiştir. Bu şekilde bulunan R^2 ile ilk aşamadaki R^2 karşılaştırılmış ve entelektüel sermaye değişkenleri eklenmiş finansal oranların hisse getirilerini açıklama gücünün arttığı istatistiksel olarak saptanmıştır.

Yalçiner, Atan ve Boztosun [21], şirketlerin etkinlik derecesini ortaya koyan ve birbirlerine benzer ekonomik karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesini sağlayan, *veri zarflama analizi* (VZA) yöntemi ve *malmquist toplam faktör verimliliği endeksi* kullanarak finansal oranlarla hisse getirileri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada söz konusu analiz teknikleriyle finansal oranlarla hisse senedi getirileri arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Analiz sonucunda ulaşılan en önemli bulgu; VZA sonuçlarına göre etkin olan şirketlerle hisse senedi getirileri arasındaki ilişki, ekonomik istikrarın sağlandığı dönemlerde oldukça yüksektir.

Yılğör [22], işletmelerin finansal yapısındaki değişikliklerin hisse senedi getirileri üzerindeki etkisi ve bu değişimin yatırımcılar tarafından nasıl algılandığını incelediği çalışmada, 1996-2000 dönemini dikkate almış ve portföyler kurarak bu analizi gerçekleştirmiştir. Analizde toplam borç/aktif toplam oranını kullanmıştır. Borç kullanma düzeyindeki artışlarının yatırımcılar tarafından, belirli dönemlerde işletmenin geleceğini etkileyen bir bilgi olarak kullanıldığı görülmüştür. Ancak bu bilginin devamlılık göstermediği de ayrıca vurgulanmıştır.

Farklı çalışmalardaki bulgularını kuramsal gerekliliklerle açıklayarak toparlamak gerekirse, makroekonomik ve finansal piyasa verilerinin, hisse senedi getirileriyle ilgili beklenen ilişkileri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

İMKB endeksleri : Faktör modelleri üzerine yapılan uluslararası çalışmaların bir kısmında hisse senedi getirileri ile hisse senetlerinin oluşturduğu endeks değişimleri arasında ilişkiler aranmış ve endeks değişimleri bağımsız değişken olarak kullanılmıştır [23]. Hisse senedi getirileriyle endeks getirilerinin (artışlarının) aynı

yönde hareket etmesi, başka bir deyişle pozitif ilişki içinde olmaları doğal bir sonuçtur.

GSMH veya GSYİH : Ulusal gelir artışı, büyüme; GSMH’da artış ile ölçülür. Teorik olarak gayrisafi yurtiçi hasılanın (GSYİH) yükselmesi, “hükümet harcamalarında artışın yanında, tüketim talebini artırması sebebiyle hisse senedi fiyatlarının artmasına neden olacağından” [24], getiriler ile büyüme oranları arasında pozitif bir ilişki beklenir.

Sanayi üretim endeksi : Ülkedeki reel ekonomik faaliyetlerin gelişimini temsil eden bir gösterge olan Sanayi Üretim Endeksi, Arbitraj Fiyatlama Modeli’ni (AFM) test eden çeşitli ampirik çalışmalarda dikkate alınan temel bir değişkendir. Teorik olarak, firmaları için yatırım fırsatlarının artmasıyla, firma değerlerinin, dolayısıyla fiyatlarının artmasına neden olacaktır. Bu nedenle, ekonomik aktiviteyi temsil eden göstergeler ile hisse senedi getirileri arasında pozitif ilişkiler aranmalıdır.

Döviz kuru sepeti : Firmaların faaliyetlerinin farklı yönde kur riskleri olabileceğinden, hisse senedi getirileri ile döviz kurları arasındaki ilişkinin pozitif veya negatif yönde olduğunun tespiti güç olabilir. Ancak, Türkiye’de dövizin hisse senetlerine alternatif birer yatırım aracı olabileceği düşünüldüğünden, hisse senedi getirileri ile negatif bir ilişki beklenmektedir.

Enflasyon : Yapılan çalışmalarda getiriler ile enflasyon oranları arasında teorik olarak pozitif ilişkiler aransa da, ampirik olarak ilişkilerin genelde negatif yönde çıktığı belirtilmektedir [25]. Türkiye üzerine yapılan bir başka çalışmada, fiyatlar genel seviyesindeki kısa dönemli artışın hisse senetlerinin değerinde artışa, uzun süreli artışın ise, faiz oranlarında yükselme yaratacağından, hisse senetlerinin değerinde düşmeye neden olacağı belirtilmiştir [26].

Para arzı (M1) : Teorik olarak para arzında yaşanan bir genişlemenin toplam talebe etkisi nedeniyle hisse senetlerinin fiyatının artmasına neden olacağı önceki çalışmalarda belirtilmiştir [26].

Reel bütçe dengesi : Hisse senedi getirilerini etkileyen faktörleri belirlemeye yönelik çalışmaların bir kısmında bütçe açıkları ile getiriler arasındaki ilişkiler de analiz edilmiştir. Çalışmalarda, mali politikaların varlık fiyatları üzerindeki etkisi için öncelikle mali politikalar (bütçe açıkları), enflasyon ve faiz oranları arasındaki ilişkiler ele alınmıştır. Bütçe açıklarının finansal piyasalardan borçlanma suretiyle

finanse edilmesi ve devletin aşırı finansman ihtiyacı faiz oranlarının yükselmesine neden olacaktır. Bütçe açıklarının bu şekilde, hisse senedi getirileri üzerinde faiz oranları üzerinden dolaylı bir etkisinin olması beklenebilir. Genelde, ampirik çalışmalarda bütçe açıkları ile hisse senedi getirileri arasında negatif ilişkiler gözlenmiştir.

İhracat / ithalat (İHR/İTH) karşılama oranı : Gerek makro düzeyde, gerekse firma düzeyinde ele alındığında, ihracatın ithalatı karşılama oranındaki artış, ekonomik aktiviteyi olumlu etkileyeceğinden hisse senedi değerlerini arttıracakı düşünülür.

Cari işlemler dengesi : İhracat/ithalat oranının yanında, yurtdışı müteahhitlik hizmetleri, yurtdışı işçi gelirleri yüksek olan ülkemizde, cari işlemler dengesi de ülke ekonomisinin yönünü yansıtması bakımından önemli bir makroekonomik göstergedir ve çeşitli ampirik çalışmalarda dikkate alınmıştır. Cari işlem açıklarının ekonomiyi, dolayısıyla hisse senedi getirilerini olumsuz etkilemesi beklenir. Getirilerdeki değişimler ile cari işlemler dengesindeki değişimler arasında pozitif bir ilişkiden söz edilebilir.

Piyasa faiz oranı : Varlıkların değerlemesinde esas olan bugünkü değer kavramına ve yaygın olarak kullanılan iskontolanmış nakit akımı modellerine göre, piyasa faiz oranlarında oluşacak bir değişim, iskonto oranına dolayısıyla varlıkların bugünkü fiyatına etki edecektir. Böylece, piyasa faizlerindeki yükselişler hisse senedi fiyatlarında düşüşlere neden olacaktır [25]. Bununla birlikte, faiz oranlarındaki yükselişler tahvil fiyatlarında da düşüşler yaratarak, tahvil alımlarının artmasına ve hisse senetlerine olan talebin azalmasına neden olacaktır. Tahvil ve hisse senetlerinin alternatif yatırım araçları oldukları düşünülürse, tahvillere olan talep artışının hisse senetlerinde talep düşüşüne neden olması beklenir. Ampirik çalışmaların çoğunda, teorik olarak beklendiği şekilde, faiz oranlarındaki değişimler ile hisse senedi getirileri arasında negatif ilişkiler gözlenmiştir [25]. Gerek bugünkü değer kavramına bağlı kalarak, gerekse Türkiye’de devletin yüksek borçlanma ihtiyacı nedeniyle ihraç ettiği devlet iç borçlanma senetlerinin yatırımcıların portföylerinde hisse senetlerine alternatif olmaları nedeniyle, piyasa faiz oranları ile hisse senedi getirileri arasında güçlü bir negatif ilişki beklenmiştir.

Vade riski : Vade riski, yatırımcıların önlerini görebilmelerini ve mümkün olduğunca uzun vadeli yatırım yapma isteklerini yansıtan bir faktör olarak dikkate alınabilir. Uzun ve kısa vadeli yatırım araçlarının getirileri arasındaki farkın (vade riskinin) azalması, yatırımcıların uzun vadeli yatırımlarında katlandıkları piyasa riskleri için talep ettikleri primlerin azalması ve uzun vadede ekonomide iyimser beklentilerin bulunması anlamına gelmektedir. Vade riskinin azalmasının hisse senedi getirilerini olumlu yönde etkilemesi beklendiğinden, bu değişkenler arasında ters yönde bir ilişki aranmıştır [27].

Altın fiyatları : Ekonomik gösterelerin hisse senedi getirilerini açıklamadaki yeterliliğini araştıran çalışmalarda, altın fiyatlarındaki hareketlerle, hisse senedi getirileri arasında ilişkinin pek araştırılmadığı görülmektedir. Burada sadece Akkum ve Vuran [11]'ın çalışmasından sözedilebilir. Türkiye'de altının da döviz gibi hisse senetlerine alternatif yatırım araçlarından biri olabileceği düşüncesiyle bu değişken modele alınmış ve getiriler ile altın fiyatları arasında döviz kurlarında olduğu gibi negatif bir ilişki beklenmiştir.

Aşağıda araştırmalarla desteklenen hisse senedi getirisini farklı dönemlerde etkilediği saptanmış, makroekonomik ve finansal göstergeler ile hangi yönde etki sağladıkları Çizelge 2.1'de gösterilmiştir.

Uluslararası borsa getirilerinin, hisse senedi piyasası (F/K, PD/DD gibi) oranlarının, hisse senedi temel analiz oranlarının borsa getirileriyle ilişkisi üzerinde tespiti rastlanmamakla birlikte bu çalışma ilgili verilerinde ilişkisi de araştırılmıştır.

Burada temel analizle ilgili bilgilere nokta koymadan önce, yöntemin kullanılmasına karşı tezler üreten “*Etkin Pazar Kuramı*”ndan bahsetmek faydalı olacaktır.

Çizelge 2.1: Makroekonomik ve finansal piyasa verileri ile hisse senedi getirileri arasında beklenen ilişkiler

Bağımsız Değişkenler	Borsa Getirilerine Etkisi
İMKB endeksleri	+
GSMH büyümesi	+
Sanayi üretim endeksi	+
Döviz kurları	-
Enflasyon	-
Para arzı (M1)	+
Reel bütçe dengesi	-
İhracat / İthalat	+
Cari işlemler dengesi	+
Piyasa faiz oranı	-
Vade riski	-
Altın fiyatları	-

2.9.2 Etkin piyasa kuramı

Kurama göre, piyasada işlem gören fiyatlar, sözkonusu finansal araçla ilgili tüm haber, bilgi ve beklentileri içermektedir. Zira varsayıma göre, yatırımcılar ve piyasa profesyonelleri tüm bu verileri değerlendirerek piyasa fiyatını oluşturan bir alım-satım fiyatında anlaşmaktadırlar. Böylece, hiç bir yatırımcının piyasada boşluklar yakalaması ve sürekli olarak piyasa getirisi üzerinde bir getiri sağlaması mümkün değildir. Bu noktadan hareketle kuram, borsalarda işlem gören bir finansal varlığın fiyatı uzun süre gerçek değeri üzerinde (overpriced/overbought) veya altında (underpriced/oversold) kalmasını imkansız görmektedir.

Kuramın varsayımları aşağıdaki başlıklar altında toplanabilir;

1. Yatırımcının temel amacı fonlarının getirisini ençoklamaktır.
2. Yatırımcılar risk ve getiri temeline dayalı seçimler yapmaktadırlar.
3. Yatırımcıların risk ve getiri beklentileri homojendir.
4. Yatırımcılar birbirinin aynı zaman ufkuna sahiptirler.
5. Bilgi serbestçe ve çok ucuza elde edilebilmektedir.

2.9.3 Teknik analiz

Teknik analiz, Charles Dow tarafından 1900’lerde geliştirilmiş ve bugün Amerikan piyasasının en önemli göstergelerinden biri olarak kullanılan DJIA (Dow Jones Industrial Average) Endeksi bu çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır.

Teknik Analiz, geçmiş finansal bilgiler yardımıyla, fiyat oluşumlarını inceleyerek gelecek için fiyatın yönünü tahmin etmeye çalışmaktadır. Günümüzde çok yoğun kullanılan teknik analiz sadece fiyat ve hacim verilerini incelemek olarak bilinse de, bir hisseye ait geçmiş temel oranlar (rasyolar; hisse başı kar, fiyat/kar v.b.) ve bunlara bağlı fiyat değişimlerini izleyen teknik analiz yöntemleri de mevcuttur. İMKB piyasasında elde edilebilen ve teknik analizde kullanılan altı istatistiki veri mevcuttur. Fiyat bilgileri, günlük en yüksek, en düşük, ağırlıklı ortalama ve kapanış fiyatlarıdır. Hacim bilgisi ise günlük işlem hacmini ve miktarı bilgilerini içermektedir. Çalışmamızda endeks bilgileri kullanılacağından ve İMKB endekslerinin hesaplanma yöntemi nedeniyle, kapanış fiyatı ile ağırlıklı ortalama fiyat aynı değere karşı gelmektedir.

2.9.3.1 Teknik analizin avantajları

- İşletme hakkında ana bilgi kaynağı olan bilanço, gelir tablosu veya finansal bilgilere bağlı olmayıp; hisse senedi piyasasından derlenen veriler kullanılarak analiz yapılmaktadır. Dolayısıyla yöntem finansal bilgilerden ziyade fiyat hareketlerindeki değişimi algılayabilmeye odaklanmıştır.
- Fiyatı belirlenmiş bir hisse senedi için alım ve satım zamanını belirlemede kullanılmaktadır.
- Hisse senetleri dışında tahvil, yatırım fonları, opsiyonlar, döviz kurları, faiz oranları ve emtia piyasalarında da kısa ve uzun vadeli analizlerde kullanılabilir.

2.9.3.2 Teknik analizin dezavantajları

- Fiyat formasyonları kendilerini tekrarlamayabilir.
- Bir kuralın verimliliği herkesin aynı kuralı kullanmasıyla başarısız hale gelebilir.

- Gerçekte teknik analiz kuralları kolay uygulanabilir nitelikte değildir. Yorumlama farklılıklar, objektif ve subjektif yargıların işin içine girmesi nedeniyle aynı verilerle farklı yatırım kararlarının verilmesine yol açabilir.

Bir işleminin gerçekleşmesi için aynı piyasa koşullarında yatırımcıların bir kısmının satış yaparken, bir kısmının da alım yapmaya karar vermesi gerekmektedir. Temel analiz ve teknik analiz gibi analizlerden elde edilen sonuçlar yatırımcıların kararlarını etkilemekle birlikte, kararın ana nedeni beklentilerdir.

Günümüzde teknik analiz, bazı yatırımcıların tek karar verme kaynağı iken; bazı yatırımcılar açısından temel analizle pozisyon almayı kararlaştırdıkları yatırım aracında doğru zamanda pozisyon açma (piyasaya girme) ve kapama (piyasadan çıkma) açısından destekleyici bir analizdir.

Borsada oluşan fiyatların teknik analizle incelemesinde ise dört farklı yöntem kullanılmaktadır:

- Görsel Analiz (Grafiklerle analiz - Formasyon ve trend çizgileri)
- Göstergelerle analiz (Göstergelerin yorumlanması)
- Otomatik İşlem Sistemleri (Sistemlerle teknik analiz)
- Elliott Dalga Teorisi yaklaşımı

Grafiklerle teknik analiz yöntemi ve Elliott Dalga Teorisi yaklaşımı, bulanık mantık ve yapay sinir ağları ile modellemede kullanılmaya doğrudan uygun olmadığı için doktora çalışması kapsamı dışında bırakılmıştır. Bu nedenle burada kısaca bilgi verilmekle yetinilecektir. Hemen hemen tüm para ve sermaye piyasalarında kabul görmüş başlıca teknik analiz göstergeleri Ek-A'da detaylı olarak verilmiştir.

2.9.3.3 Görsel analiz (grafiklerle analiz)

Görsel Analiz, hisse senedinin piyasada oluşan geçmiş fiyat ve hacim bilgilerinin zaman eksenine oturtulmuş grafiklerle yorumlanmasıyla, gelecekteki yönünü ve fiyat düzeyini tahmin etmeye çalışan analiz tekniğidir. Aslında genel anlamda tüm finansal bilgilerin grafikler yardımıyla yorumlanabilir olmasına karşılık günümüzde en yoğun incelenenler fiyat ve işlem hacmi grafikleridir (Şekil 2.1).

Grafik iki ana bölüme ayrılmakta ve grafiğin üst tarafında fiyatın zamana göre değişimi verilirken, aşağı bölümde o fiyat aralığında görülen işlem hacmi yer

almaktadır. Aşağıdaki grafikte yeşil renk yükselişi ifade ederken; kırmızı yaşanan düşüş eğilimini temsil etmektedir.



Şekil 2.1: Günlük fiyat-işlem hacmi grafiği (MetaStock v.10 Yazılım çıktısı)

2.9.3.4 Fiyat değişikliklerinin incelenmesi

Fiyatların en yüksek, en düşük değerleri ve kapanışları arasındaki farklar veya bu değerlerin önceki günlere göre değişimleri ve bu değişimlerinin yönü grafikler yardımıyla incelenmektedir.

2.9.3.5 Zamanın incelenmesi

Grafik skalalarının alt yatay çizgisi incelenen serinin zaman boyutunu yansıtmaktadır. Bu noktada, zaman boyutunu öne çıkaran göstergelerin hazırlanması ve grafikler yardımıyla yatırımcı psikolojisi ve davranış biçiminin hangi aralıklarla tekrarladığı tespit edilmeye çalışılmaktadır.

Grafikte kullanılacak zaman birimi yapılan araştırmanın niteliğine göre belirlenmekte; eldeki verilerin zamana göre davranışları gözlenerek yatırımcıların davranış biçimleri incelenmekte ve geleceğe yönelik tahminler yapılabilmektedir.

2.9.3.6 Göstergelerle teknik analiz

Daha öncede vurgulandığı gibi, teknik analizde fiyat ve işlem miktarı (veya hacmi) gibi iki temel veri dışında hiçbir veri kullanılmamaktadır. Dolayısıyla tüm göstergeler altı temel piyasa verisi kullanılarak oluşturulmaktadır. Göstergeler piyasada fiyat oluşumunun zaman içerisindeki seyrini inceleyerek, alım-satım yapanların hareketlerinden stratejilerini anlamaya yöneliktir. Böylece teknik analistler de piyasanın davranışına paralel hareket ederek yükselen piyasada kazanç sağlamaya çalışmaktadırlar.

İşlem miktarları veya hacimleri, arz ile talep arasındaki gücün ölçüsüdür. Fiyatların ne kadar güçle aşağı veya yukarı doğru hareket ettiklerini yansıtmaktadır.

Piyasadaki oyuncuların duyguları ve heyecanları trendleri oluşturmakta ve derinliğin incelenmesi ile yatırımcıların borsaya bakışları belirlenmeye çalışılmaktadır. Burada yükselenler/düşenler endeksi, yükselen/düşen hisse adedi ve/veya yeni en yüksek/en düşükler gibi araçlarla borsadaki trendin gücü ölçülmektedir. Bunun dışında OBV, Talep endeksi (Demand) benzeri göstergeler de yatırımcının trende (eğilime) bakışını açıklamada kullanılmaktadır. Ayrıca bazı fiyat eğilimini belirlemeye yönelik göstergeler de hacim bilgisini trendin bir bileşeni olarak değerlendirmektedir (Bollinger Bandı gibi).

Görüldüğü gibi piyasadaki farklı özellikleri ölçmek amacıyla farklı göstergeler kullanılmaktadır. Teknik analizde kullanılan göstergeler dört grupta (trend, güç, momentum ve volatilité göstergeleri) değerlendirilebilir.

Trend göstergeleri

Alım-satım sistemlerinin bilinen en önemli problemi pazarın bir trend içinde mi yoksa yatay seyir içinde mi olduğunu belirlemektir. Trend izleyen göstergeler (MACD ve hareketli ortalamalar v.b.) pazar yatay seyre girdiğinde anlamlı sonuçlar üretemezler. Diğer taraftan aşırı alım ve aşırı satım göstergeleri (ki bunlar yatay piyasada iyi sonuçlar verir) trend bölgelerinde aşırı tepkiler verirler ve pozisyonların erken kapanmasına yolaçarlar. Bu nedenle göstergelerle teknik analiz çalışmalarına başlarken hangi göstergelerin kullanılacağına belirlenmesi amacıyla öncelikle trendin (eğilimin) tespitinde kullanılan göstergeler belirlenmelidir.

Momentum göstergeleri

Momentum göstergeleri genellikle 0 veya 50 etrafında salınım gösteren fiyat değişimlerinin oransal olarak ölçüldüğü göstergelerdir. Bir temel gösterge ve buna bağlı sinyal üreten ikinci bir çizgiyle ifade edilirler. Hareketin yönünden çok gücünü ölçmeyi amaçlayan göstergelerdir. Fiyat grafikleriyle birlikte incelendiğinde oluşan uyumsuzluklar trend değişiminin habercisi olarak görülür. Ayrıca destek ve direnç çizgilerinin kırıldığını teyid etmek için de kullanılırlar.

Volatilite göstergeleri

Değişkenlik (volatilite) hisse senedi piyasalarında yoğun araştırmaya konu olmuş bir piyasa özelliğidir. Zira değişkenliği yüksek bir piyasanın sağlıklı çalışması beklenemez. Yüksek değişkenlikte arz ve talebin çok farklı fiyatlarda karşılaşması bir süre sonra taraflardan birinin kaybolmasına yol açacak ve dolayısıyla alım satıma uygun bir ortam kalmayınca pazardan sözetmek mümkün olmayacaktır. Değişkenliğin (volatility) yükseldiği dönemler yatırımcılar için tehlikeli dönemlerdir. Diğer göstergelerle birlikte değişkenlik değerlendirilerek, yüksek volatilite bazen tepedeki trend dönüşlerini kestirmek, çok düşük volatilite de bazen fiyatların yukarı doğru yeni bir trend başlangıcında olduğunu belirlemek amacıyla kullanılır.

Güç göstergeleri

İşlem hacmine dayanan bu göstergeler, alış gücü ile satış gücü arasındaki ilişkiyi göstermekte kullanılır. Teknik analizde her fiyat hareketi (özellikle yükseliş) işlem hacmi ile desteklenmelidir. İşlem hacmi yatırımcının fiyatları yatırım için uygun bulup bulmadığını, başka bir deyişle piyasaya bakışını da yansıtmaktadır.

3. HİSSE SENEDİ PİYASALARINDA TAHMİN VE ALIM-SATIM SİSTEMİ MODELLERİYLE İLGİLİ GEÇMİŞ ÇALIŞMALAR

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak 80’li yıllarda bulanık küme yaklaşımı, sinir ağları ve yapay zeka uygulamaları mühendislik uygulamalarında önemli gelişmelere yol açmıştır. Son 15 yıldır uygulama alanına finansal zaman serileri analizinin de girdiği görülmektedir.

Doksanlı yıllarda yapay zeka (YZ) ve sinir ağları (SA) Modellemeleriyle yapılan çalışmalar iç açıcı bir durum sergilememektedir; Cohen [28], yapay zeka ile ilgili 8.Ulusal Kongre’de yayınlanan 150 makaleyi incelemiş %42’sinde birden fazla örnek üzerinde programın çalıştığını, sadece %30’unda bir şekilde performans gösterdiğini ve %21 gibi çok az bir kısmının hipotez ve başarılı tahminler ürettiğini görmüştür. Yapay zeka sisteminden beklenen tasarım ve analiz hedeflerine ulaşmada, kullanılan yöntemlerin yetersiz olduğu sonucuna varmıştır. Tichy [29], bilgisayar biliminde 400 gibi daha geniş bir araştırma kümesi örneğinin %40’ının tamamen deneysel veri eksikliği olduğunu göstermiş, 16 neden sıralamıştır. Prechelt [30], SA literatüründe de durumun daha iç açıcı olmadığını, önemli dergilerde yayınlanan 190 makalenin, %29’u tek bir gerçeğe veya gerçek öğrenme problemine hizmet etmediğini tespit etmiştir. Bildirilerin sadece %8’i gerçek hayat verilerini kullanarak birden çok problemin çözümünü sunabilmiştir.

Örnekleriyle 4. Bölümde tanıtılan, bulanık mantık ve yapay sinir ağı modelleri, birbirinin tamamlayıcısı olarak görülmektedir. Zira “bulanık mantık (BM); matematik modelleme, bilgi sunma ve uzman bilgide, yapay sinir ağların (YSA) ise; öğrenme ve optimizasyon yeteneklerinde, diğer sisteme üstünlük gösterdiği” bilinmektedir [31]. Tez çalışmasında yapay sinir ağları (YSA) kullanılmış olmakla birlikte, çeşitli araştırmalarda iki yaklaşımı birden kullanan bileşik (hibrit) sistemlerin de geliştirildiği görülmektedir.

Yapay sinir ağlarının temeli olan, çok katmanlı algılayıcıların (ÇKA) temeli 1961’de Caianiello tarafından atılmıştır. Finansal piyasalara yönelik ilk uygulama ise 1988’de, White [32] tarafından IBM hisse senedi üzerinde geliştirilmiştir. “Finansal

yönetim sistemlerinde sinir ağlarının en yaygın kullanımı, mali başarısızlık tahmini, borçlanma riski ve hisse senedi piyasası uygulamalarında gelişmiştir” [33]. YSA modelleri finansal tahminleme konulu bilimsel çalışmalarda yoğun olarak kullanıldığı gibi, çeşitli kurum ve enstitüler tarafından da gelişmiş tahmin araç ve modelleri adıyla ticarileşmektedir.

YSA’larının finans disiplindeki uygulama alanları olarak;

Mali Başarısızlık Tahmini,

Borçlanma riski tahmini,

İşletme Bütçesi Tahmini,

Pazarlama ve satış hacmi tahmini sistemleri [34],

Makroekonomik göstergelerin tahmini [35],

Opsiyon fiyatlandırma modelleri [36],

Döviz kuru fiyat ve oynaklık tahmini modelleri [37],

Finansal piyasalarda endeks, fiyat, getiri ve oynaklık tahmini modelleri [38], [39],

Hisse senedi alım-satım sistemleri [40],

verilebilir.

Finansal piyasalara yönelik YSA araştırmaları ise:

1-Döviz kuru tahmin modelleri [37],

2-Gelecek sözleşmeleri (Forward) ve diğer türev piyasalara (futures, options) yönelik tahmin modelleri [36],

3-Menkul kıymet piyasası oynaklık (volatility) tahmin modelleri,

4-Firma karlılığı (temettü) ile menkul kıymet getirisi arasındaki ilişki analizi,

5-Menkul kıymet risk belirleme sistemleri,

6-Portföy yaklaşımı ile hisse seçimine yönelik modellemeler,

7-Menkul kıymet piyasalarında yön tahmini,

8-Menkul kıymet piyasası endeks tahmin modelleri,

9-Hisse senedi fiyat tahmini modelleri [38], [39],

gruplarında toplanabilir.

Burada da görüldüğü gibi finansal tahminlemeye yönelik çalışmalarının önemli bir kısmını oluşturan, hisse senedi fiyat ve getiri tahminine yönelik modellerde ise temel olarak dört yöntem kullanılmaktadır;

- a- Klasik zaman serileri (özbağımlı = autoregressive) temelli modeller,
- b- Bulanık mantık (BM=FL) tabanlı modeller,
- c- Yapay sinir ağı (YSA=NN) tabanlı modeller,
- d- Yapay zeka (YZ=AI) tabanlı modeller.

Para ve sermaye piyasalarına yönelik araştırmalara baktığımızda, 1990'lı yılların sonlarından itibaren, bulanık kümelerin, doğrusal ve doğrusal olmayan sinir ağlarına dayalı modellemelerin, gelişmiş ve gelişmekte olan pek çok piyasada özellikle fiyat endeksleri performansını değerlendirmede kullanıldığı görülmüştür (New York, [41]; Toronto, Tokyo, Londra, [38]; Kanada, [42]; Malezya, [39]; Kore, [43]; Singapur, [30]; Çin, [44]; Türkiye, [10]; Madrid [45]; İngiltere [46] v.b.)

Bu bölümde çalışma alanımız çerçevesinde öncelikle, *döviz ve hisse senedi piyasaları endeksis, fiyat ve getiri tahmin modeli çalışmaları* gözden geçirilerek önemli bulunanlar kronolojik olarak özetlenmiştir. Daha sonra *finans alanında YSA kullanılan tüm ulusal çalışmalar* değerlendirilmiştir. Burada yer alanlar dışında, bazı çalışmalarda belli YSA tiplerinde modelleme kıstaslarının etkilerini araştıran çalışmalar da mevcuttur. Model yapısının veya topolojisinin [47], eğitim algoritmalarının [48] , girdi parametrelerinin [49] [50] [51] [52], YSA ile tahminleme başarısındaki etkileri de araştırmacılar tarafından incelenmiştir.

3.1 Döviz Ve Hisse Senedi Piyasaları Endeks, Fiyat ve Getiri Tahmin Modelleri

Halbert White [32], sözkonusu bu ilk çalışmada, hisse senedi fiyat hareketlerinde doğrusal olmayan düzenlerin çözülmesi için öğrenme algoritmaları ve YSA modellemesi kullanılarak bazı sonuçlar elde edilmiştir. IBM günlük getirileri üzerine çalışılmış, ekonomik verilerle çıkarımlarda bulunulabileceği, ancak verilerin kullanılması için standart öğrenme tekniklerinde modifikasyona gidilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Takashi ve arkadaşları [53], Tokyo borsası (TOPIX) için, modüler YSA dayalı alım-satım zamanlama sistemi üretilmişlerdir. Bir çok öğrenme algoritması ve tahmin yöntemi seçilmiştir. Sistemin yeterli öngörüye sahip olduğu ve mükemmel getiri sağladığı görülmüştür. Tahmin sistemi Fujitsu ve Nikko desteğiyle geliştirilmiştir.

B. LeBaron [54], hisse senedi ve döviz kuru için, geçmiş oynaklıklardan (volatility) faydalanan doğrusal olmayan tahmin modelleri kurmuş ve tahminleri iyileştirmeye çalışmıştır. Her iki uygulama için kullanılabilir ve tutarlı sonuçlar bulunmakla birlikte, hisse senedi getirisi için tahmin değerleri marjinal düzeyde kalmıştır.

Weigend ve LeBaron [55], YSA tahminlemesinin güvenilirliği ve niteliklerini belirlemek amacıyla önyüklemeden esinlenerek yeni bir metod geliştirmişlerdir. Çok değişkenli zaman serileri tahminlemesi New York Borsası (NYSE) finansal verileri üzerinde kullanılmıştır. YSA modelleri önyüklemeli doğrusal modellerle karşılaştırılarak, başarısı gösterilmiştir.

Chenoweth ve arkadaşları [56], yaptıkları çalışmada filterleme sonrası, Ağ parametreleri aşağıda verilen, ikili bir İBGYYSA (Artış ve Azalış Trendi YSA) modeli oluşturmuşlardır. Ocak 82-Temmuz 93 dönemi Standart and Poors (S&P) 500 incelenmiş, ağ çıktılarına göre al/sat sinyali üreten bir karar kuralı, 4 stratejinin farklı kombinasyonları için 5 yıllık veriyle test edilmiştir.

Yıllık getiri oranları

Al-tut Stratejisi	En başarılı sistem	İşlem Sayısı
% 11,05	% 15,99	54
(Teknik Göstergesiz en iyi Sistem)	% 13,35	126

Yao ve Liu [57], EPNet'in, diğer YSA tasarımlarındaki devre sistemi yaklaşımı yerine genetik nitelikli olduğundan, YSA tasarlanırken evrimsel davranış sergileyen bir sistem kurulmasını sağlayacağını vurgulamışlardır. Kaotik zaman serilerinde tahminleme problemlerine uygulanan EP-Net kullanımıyla, oldukça kısaltılmış YSA'lara ve diğer algoritmalara göre daha iyi tahminleme kabiliyetine ulaşılmıştır.

Yao ve arkadaşları [58], YSA'larına dayalı döviz kuru tahmin metodu oluşturulurken, fiyat ve teknik göstergeler kullanılmıştır. Kurulan sistem verilerle eğitilmeden önce, piyasadaki etkinliğini test etmek amacıyla geleneksel R/S analiz

yapılmıştır. Detaylı piyasa bilgisi veya verileri olmadan, yararlı tahminlemeler yapılabilir ve temel teknik göstergelerle, kayda değer getiriler elde edilebilir.

J. A. Callen [59], SA modellerinin; veriler finansal, mevsimsel veya doğrusal olmayan dahi olsa doğrusal zaman serisi modellerine karşı kesin bir üstünlüğü olmadığı sonucuna varmıştır.

Kohara ve arkadaşları [49], olay bilgisi (habere dayalı bilgilerin hata ölçüsü olarak sisteme girilmesi=Event-knowledge) ve sinir ağları kullanımının günlük hisse senedi fiyatlarını tahmin etmede etkili olduğu gösterilmiştir. Yaklaşımın tahmin hatasının, %5 gibi çoklu regresyon analizine göre oldukça küçük bir değerde kaldığı görülmüştür.

Emad W. Saad ve arkadaşları [60], yanlış trend uyarılarına odaklanılarak risk/getiri oranını kayıplardan korunmak amacıyla kullanmışlardır. Modellemede birleşik gradyan ve gelişmiş Kalman Filtreleri; gecikmeli, olasılıksal ve geri dönüşümlü YSA' a uygulanarak karşılaştırılmıştır. Gecikmeli YSA, GDYSA ve PYSA günlük kapanış fiyatlarını tahmin etmede kullanılabilir niteliktedir.

Thomas ve Kenneth Holmström [61], 1987-1996 döneminde, 207 İsviçre borsası hisse senedi istatistiksel analizle, getirilerin tahmin edilebilirliğini araştırmışlardır. Yıllık verilerle çalışarak otoregresyon ve trend davranışlarının sabit kaldığı, getiriler üzerinde hafta sonu etkisi ve mevsimsel değişkenlerin (yılın hangi ayında olduğu gibi) etkisi tespit edilmiştir. Mevsimsel etkileri değerlendirmeye almayan her yöntem için günlük getiriler ile tahmin edilen arasında farklar oluşmuştur.

Quaha ve Srinivasan [33], teknik göstergeler ve firma finansal verilerini kullanarak, YSA ile tekil hisse performansını değerlemeye çalışmışlardır. Sonuçlar cesaret verici olarak değerlendirilmiştir.

Rodriguez ve arkadaşlarının [45] çalışmasında, YSA yardımıyla bir teknik analiz kuralının Madrid Borsası'nda karlılığı sınanmıştır. İşlem maliyetleri ihmal edildiğinde, yatay ve düşey piyasalarda modelin al-tut stratejisine göre üstün olduğu her zaman görülmüş, diğer taraftan yükselen piyasada al-tut stratejisinin daha etkin olduğu tespit edilmiştir.

J. Yao ve arkadaşları [39], Kuala Lumpur borsasında endeks ile teknik göstergelerin ilişkisini araştırarak, klasik ARIMA Modellerine (otoregresif zaman serilerine dayalı modeller) göre daha başarılı olduğunu bulmuşlardır.

A. Kanas ve A. Yannopoulos [38], Dow Jones ve Financial Times endeksleri aylık getirilerinin tahmin edilmesinde, YSA ile elde edilen tahminlerin, doğrusal tahminlere göre daha tutarlı sonuçlar verdiğini göstermektedir (Diebold ve Mariano testleri ve Clements ve Hendry yaklaşımlarından yararlanılmıştır). Ayrıca YSA modeli tahmin hatalarını açıklayabilirken, doğrusal model açıklayamamıştır. Genetik (GA) modellemenin de çok başarılı olmadığı yargısına varılmıştır. Bulgular temel veriler ile hisse senedi getirisi ilişkisine doğrusal olmayan terimlerin katılmasının örnekleme tahminlerinin tutarlılığında önemli rol oynadığını göstermektedir. Kısaca hisse senedi getirileri ile temel verileri arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını doğrular nitelikte sonuçlara ulaşılmıştır.

C. L. Giles ve arkadaşları [62], yüksek gürültü içeren, durağan olmayan, olasılığı kestirilemeyen zaman serileri olarak beş döviz kuru değerleri kullanılarak, YSA temel sınırlamaları ve sorunlarını gidermeye yönelik bir akıllı sinyal işleme metodu geliştirmişlerdir. Sistem; kendini organize eden YSA (SOM) ile sembolik bir gösterimi geri dönüşümlü yapay sinir ağı (GDYSA) ile bir kuralsal çıkarsamadan (grammatical inference) oluşmaktadır.

Uygulanan yöntem ertesi günkü döviz kuru değişim yönünü % 47,1 hatayla tahmin ederken, tahminde düşük güven veren örnekler çıkarıldığında hata oranı % 40'a indirilebilmiştir.

E. Kalyvas [63] yüksek lisans çalışmasında, S&P ve FTSE 500 Endekslerinde günlük veriler üzerinde fazla getirilerde (kamu borçlanma araçlarına göre), rassallığın olmadığını iki farklı test sonucu tespit etmiştir. Buradan hareketle AR (otoregresif) serileri ve Genetik Algoritmalarla SA Modeli kullanarak endeks tahminlemesine çalışmış ancak tutarlı sonuçlar elde edememiştir. Sonuçta; günlük verilerle çalışmanın uzun vadeli kalıpları tanımlamada ve kalıplar oluşturmada, gürültü (noise) nedeniyle zorluklar çıkardığını, uzun vadeli hatta global kalıpların belki gerçekte mevcut olmadığı, fakat rassallık ta olmadığından, kısa vadeli (yerel) kalıpların mevcut olduğu, fakat belli bir dönemde bir kalıp diğerine ters düştüğünden, toplamda uzun vade de tanımlanamaz bir durum oluştuğunu, öngörememe nedenleri olarak çıkartmıştır. E Kalyvas, elde edilen tecrübelerle iki öneride bulunmuştur;

- a- Serilerin öngörmede gerekli tüm bilgileri içerdiği varsayımının doğruluğu oldukça tartışmalıdır (Girdi verilerinin yeterliliği).

b- Kalıp bulmada daha kısa dönemler için çalışılması uygun olur.

İki yöntemden biri kullanılarak (Haftalık veya aylık veriler seçimi, n-kutu (n-bins) tabanlı fazla getiri sınıflandırması) gürültünün (noise) azaltılması sağlanmalıdır.

R. J. Kua ve arkadaşları [64], Tayvan piyasasında, tahmin sürecine kantitatif faktörlere (temel ve teknik endikatörler gibi), kalitatif (politik veriler gibi) veriler katmaya çalışmışlardır. Kalitatif ve kantitatif faktörler içeren YSA'nın, sadece kantitatif faktörleri içeren sinir ağına göre, alım-satım noktaları ve performansta çok üstün bir başarı sağladığı görülmüştür.

Yi-Fan Wzng [65], veri madenciliği bakışıyla, ikili bir gösterge geliştirmiştir. Güncel hisse fiyat düzeyini görmede bir görsel izleme ajanı (visual display agent) ve alım satım zamanı hakkında karar vermede bir araştırma ajanı (mining agent) oluşturulmuştur. Göstergelerle hisse fiyatının güçlü kurallarını tespit etmede kullanılarak, sistemin etkili sonuçlar sağlayacağı gösterilmeye çalışılmıştır. Yapılan 180 denemede %93 başarı sağlanmıştır.

A.I. Hanna ve D.P. Mandic [66], Normalize edilmiş doğrusal olmayan karmaşık değer gradient azaltımı (FANNCGD) öğrenme algoritması için FIR (sonlu dürtü yanıtı) filtreleri türetilmiştir. Değiştirilmiş ve doğrusal olmayan girdilerin tahminlemesinde FANNCGD'nin benzer gradyan azaltım algoritmalarına göre daha başarı olduğu sonucuna varılmıştır.

A. Chena ve arkadaşları [67], Tayvan Borsası endeks getirisinin yönünü tahmin amacıyla, olasılıksal YSA seçmiş, genelleştirilmiş momentler metodu (GMM) ile karşılaştırmışlardır. Ayrıca tahminleri farklı işlem stratejilerinde kullanmak, performansları parametrik GMM, rassal yürüyüşe dayalı tahmin stratejileri ve al-tut stratejisiyle karşılaştırmışlardır. Yatırım sürecinin uzunluğu ve komisyon oranları da değerlendirilerek, olasılıksal YSA'ya dayalı stratejilerin daha yüksek getiri sağladığı gösterilmiştir.

M. Januskevicius [68], Litvanya Borsası endeksinde farklı alım - satım parametrelerine göre oluşturulan YSA'ları sınamıştır. Ocak 1999-Kasım 2002 döneminde, 4 farklı komisyon oranı, dört farklı getiri beklentisi, iki endeks için kullanılarak 15.180 tahmin verisi oluşturulmuştur. Finansal piyasalarda kullanılabilecek bir işlem simülasyonu yazılımı geliştirilmiştir. Simülasyon sonuçları çoğu durumda, al-tut stratejisine göre YSA verilerinin istatistiksel olarak anlamlı

ölçüde yüksek getiri sağladığını göstermektedir. Bu durum da piyasanın etkinlikten uzak olduğunu doğrular nitelikte bulunmuştur.

A. Abraham ve arkadaşları [69], kaotik hisse senedi endeks tahmini amacıyla, Nasdaq-100 (7 Yıllık), Nasdaq SM, S&P, CNX, NIFTY (4 Yıllık) endeks değerleri, Levenberg-Marquardt algoritmali YSA, Takagi-Sugeno bulanık YSA, SVM, fark yükleme (defference boosting) YSA ile modellemişlerdir. Farklı öğrenmeye dayalı YSA'ların herbirinin endeksi tahmin etmede gerekli düzeyde başarıya ve güvenilirliğe ulaştığı görülmüştür.

D. Olson ve C. Mossman'ın [70] çalışmalarında Kanada borsasında hisse senedi getirilerinin bir yıl önceden YSA ile tahmin edilmesi için geliştirilen model ile en küçük kareler (OLS) ve logistik regresyon teknikleri ile yapılan tahminler karşılaştırılmıştır. 1976-1993 arasında 2352 Hisse senedine ait 61 finansal oranı ile yapılan analizde, 1983 sonrası değerler tahminlerin test edilmesinde kullanılmıştır. YSA'nın en yüksek veya en düşük getirilere ulaşmada, gerek tahmin, gerekse firma sınıflandırmada en başarılı yöntem olarak bulunmuştur.

K. Nygren [71], tezinde İsviçre borsa endeksi ve iki önemli hissenin getirilerini iki farklı YSA kullanılarak tahmin etmiştir, günlük tahminler standart HDYSA ile yapılırken, haftalık tahminler ise geliştirilmiş bir HDYSA ile yapılmıştır. Performans karşılaştırmalarıyla, hisse senetleri ile ilgili sonuçların güvenilirliği daha düşük olmakla birlikte, endeks tahminlerinin oldukça başarılı olduğu bulunmuştur.

G. Armano ve arkadaşları [72], her biri genetik ve nöral teknolojilerle bütünleşen uzmanların etkileşimiyle tahminleme oluşturmuşlardır.Çalışmada geribeslemeli YSA'nın hareketlenmesini kontrol etmek amacıyla tasarlanan genetik bir sınıflayıcı şekillendirilmiştir. Genetik ve YSA bileşenleri farklı bilgilerle sağlanmıştır. Hisse senedi piyasası tahminleme sistemi 2 ayrı hisse senedi piyasası endeksleriyle test edilmiştir. Al-tut stratejisiyle defalarca denenen sistemle iyi bir tahminleme yeteneğine ulaşılmıştır.

M. Jaruszewicz ve J. Ma'ndziuk [73], NIKET endeksinin bir sonraki günkü açılış değerini tahmin etmek amacıyla, Amerikan ve Alman menkul kıymetler borsası (NASDAQ ve DAX) endeksleri ile bu endekslere ait oskülatörler (teknik analiz verileri) kullanmışlardır. Araştırmada ortalama tahmin hatası 43 noktada çıkmış ve

ortalama oynaklık endeksi %0,96 iken, yüzdesel ortalama tahmin hatası % 0,27 olmuştur.

Y. F. Sun ve arkadaşlarının [48], OPA (optimal partition algoritım) ile birlikte radyal tabanlı YSA (RBF) temel fonksiyonları birleştirilmiştir. OPA örnekleri kümelemede, RBF'nin ortası ve genişlikleri ise kümelemeyi temel alarak tanımlanmıştır. Bu metod, hisse senedi fiyat tahmininde kullanılmıştır. HCM (hard c-means algoritım) ile karşılaştırıldığında, OPA metodu tahminleme hassasiyetinde, genellemede ve trendi tahmin etmede büyük fayda sağlamıştır. Ayrıca OPA-OLS birleşimli algoritmaları tahminleme eğilimlerinde daha iyi bir performans sergilemiştir.

F. Yakuwa ve arkadaşlarının çalışmasıyla [74], 1500 günlük Nikkei hisse senedi fiyatları, Hurst katsayısı (H), Ökliden (fractal) boyut (D) ve otokorelasyon katsayısı kullanılarak tahminleme yapılmıştır. üç günün üzerinde rakamlar: $H = 0.6699$ $D=2-H=1.3301$ ve $C = 0.26558$. Edinilen bu bilgi, zaman gecikmeli sinir ağı 1-2-1'in yapısının içine katılmıştır. Tahmin doğruluğu, kısa dönemli geri yayılmalı tipteki ileri sinir ağından daha yüksek çıkmıştır. Çoklu karışimli lokal doğrusal olmayan modelleri yapmak için kullanılmıştır.

W. Huang ve arkadaşları [75], SVM algoritmasının, NIKKEI-225 hareketlerinin yönünü tahmin etmede kullanılabilirliği haftalık verilerle test etmişlerdir. Tahmin yeteneğini değerlendirmek amacıyla Elman GYSA, doğrusal ve kuadratik diskriminant analizleriyle karşılaştırılarak, SVM algoritmasının diğerlerinden başarılı olduğu gösterilmiştir. Tüm sınıflandırma yöntemleriyle bir birleşik model geliştirilerek en iyi sonuçların da bu modelle elde edildiği vurgulanmıştır.

W Huang ve arkadaşlarının araştırmalarında [76], büyük eğitim verisiyle çalışılmanın tahmin performansında daha başarılı sonuçlar üretmediğini bir kez daha gösterilmiştir. Burada eğitim verileri, bir ortalama değişim noktası testi ile (mean-change-point test), farklı eğitim gruplarına bölünerek tasarlanmıştır.

Q. Cao ve arkadaşları [44], Şangay borsasında hisse senedi getirileri tahminlemede tek ve çok değişkenli YSA modelleri kullanılarak, finansal tahminlemedeki doğrusal modellerle karşılaştırmışlardır. YSA'nın doğrusal modellere göre daha başarılı olduğu bulunmuştur.

N. Baba ve T. Nomura [77], teknik analiz çalışmalarını geliştirecek, YSA dayalı yeni bir karar destek sistemi sunmuşlardır. Hareketli ortalamaların kesişimiyle trend

değişimi işaretinin oluşacağı noktayı belirlemeye yönelik olarak YSA kullanılmıştır. Nikkei-225 üzerinde yapılan simülasyonlar sistemin etkinliğini kanıtlamıştır.

A. Chen ve arkadaşları [78], "global ertesi gün etkisi" yle hisse senedi trend dalgalanmasının tahmini amacıyla, uzatılmış öğrenme sınıflama sistemi (XCS) ve yapay zeka metodu kullanmışlardır. DJİ ve TWİ Endeksleriyle tahmine çalışılmış ve model kuramı başarılı bir şekilde simüle edebilmiştir. Model yüksek bir doğruluk oranı sergilemiştir.

W. Leigh ve arkadaşları [79], geçmiş fiyat istatistikleri ve faiz oranı değerleri doğrusal regresyon modeliyle gelecekteki fiyat değişimlerini belirlemeye çalışılmış, ayrıca doğrusal olmayan YSA alım-satım işlemlerini simüle etmek amacıyla kullanmışlardır. 1981-1999 arası NYSE bileşik endeksi verileri test edilmiştir. Sonuçlar ekonomik açıdan belirgin, pozitif, güvenilir, ve sistematiktir. Menkul kıymet piyasasında işlem hacminin rolünü göstermede bilgilendiricidir.

R.N.Yadav ve arkadaşları [80], basit bir toplama fonksiyonu yardımıyla, tam komut (sipariş) (higher-order) bulanık nöron gibi polinomial yapıda yeni bir nöron modeli geliştirmişlerdir. Zaman serisi modelleme sorunlarından biri olan fonksiyon haritalama yeteneği, standart ÇKA ağırlarıyla karşılaştırılarak gösterilmiştir.

K. Lai ve arkadaşlarının çalışmasında [81], JPY/USD ve EUR/USD zaman serileri tahmininde, üssel yumuşatma ve YSA'ları melezlenmiştir. Üssel yumuşatma modelinin doğrusal özellikleri ve YSA'nın doğrusal olmayan kalıplarıyla bir sinerji yaratılmaya çalışılmıştır. Finansal serilerde tahminin gerçeğe yakınlığından çok yönün doğruluğunun daha önemli olduğu vurgulanmış, bu nedenle kök karesel hata (RMSE) dan önce, yön istatistiğinin (D stat (%)) başarısına göre 3 modelin performansı ölçülmüştür. Melez model % 66,13, İBGYYSA %58,06 ve üssel yumuşatma modelinin yön istatistiği ise %51,68 olarak bulunmuştur.

K. Kim [82] araştırmasında ise, katmanlar arası bağlantı ağırlıkları belirlemede, genetik algoritma (GA) kullanılarak, gradyan azaltım algoritmasının sınırlamalarından kurtulma ve öğrenme sürecinde hızlanma sağlanmıştır. YSA için gelecek vadeden bir yaklaşım olduğu ifade edilmiştir.

D. Moreno ve I. Olmeda [83], doğrusal ve doğrusal olmayan modellerin gelişmekte olan ülke borsalarında getiri tahmininde kullanılabilirliği ve YSA'larına dayalı işlemlerin tatminkar karlılık sağlayabilirliği araştırmışlardır. İşlem komisyonları da

dahil edildiğinde, gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalarda karlı olmadığı sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda YSA'nın ve doğrusal yöntemlerden daha yüksek performans sağlamadığı saptanmıştır.

S. Li ve S. Kuo [84], fiyat hareketlerini göstermede K-grafigi teknik analizi ile bir bilgi çıkarım yöntemi ve çok çözümlülük engelini aşmak için de kesikli dalgalık dönüşümünü içeren melez bir yöntemle, iki seviyeli kendi öğrenen bir ağ modeli geliştirmişlerdir. 1991-2002 döneminde TAIEX Endeksi üzerinde işlem getirisi ve tahmin tutarlılığı araştırılmıştır. Trend izleyen ve kısa vadeli yatırımcılar için strateji belirlemek amacıyla, artış ve azalış trendleri arasındaki hareketlerin ilişkilerini açığa çıkartmaya çalışılmıştır. Geliştirilen yatırım modelinin, yatırımcıların kar sağlayan kararlar almasına yardımcı olabileceği vurgulanmıştır.

3.2 Finansal Tahminlemede Sinir Ağı Kullanılan Ulusal Çalışmalar

YSA'larının finansal uygulamalarda kullanımıyla ilgili ulusal çalışmaların iki temel alanda yoğunlaştığı görülmektedir;

1. Finansal başarısızlık tahmini (işletme iflas riski)
2. Finansal piyasalarda tahminleme

3.2.1 Finansal başarısızlık tahmininde sinir ağı kullanılan ulusal modeller

Yapay sinir ağlarının (YSA) Türkiye'de finans alanında en sık kullanıldığı uygulama olan finansal başarısızlık tahminiyle ilgili çalışmalarda lojistik regresyon, diskriminant, çoklu regresyon yöntemleri ile YSA'ların karşılaştırılmasında kullanıldığı görülmektedir.

Yıldız [85], yöntemin diskriminant analizine göre daha sağlıklı sonuçlar ürettiğini göstermiştir. Sektörel olarak ta Benli [86], bankacılık üzerinde YSA kullanımının daha başarılı sonuçlar ürettiğini görmüştür. Boyacıoğlu ve Kara [87] finansal güç derecelendirmesinde logistik regresyona göre YSA'larının daha iyi sonuç verdiğini vurgulamıştır.

3.2.2 Finansal piyasalarda tahminlemede sinir ağı kullanılan ulusal modeller

Diler [88], bir gün sonraki endeks yönünün tahminine yönelik çalışmasında geri yayılım algoritması kullanarak %60,81'lik bir tahmin başarısı elde etmiştir.

B. Egeli ve arkadaşları [89], endeks değeri tahmininde Genelleştirilmiş (GYSA) ve çok katmanlı algılayıcı (ÇKA) modellerini seçmiş, ÇKA için 1, 2 ve 4 katmanlı üçer ayrı model ile, 5 günlük MA ve 10 günlük MA olmak üzere 8 model karşılaştırılmıştır.

Temmuz 2001-Şubat 2003 arasındaki İMKB günlük kapanış verileri. 376 veri geriyayılım algoritmasıyla eğitim için kullanılırken, 41 veri test için kullanılmıştır. Önceki gün İMKB kapanış değeri, dolar kuru, gecelik faiz (O/N) ve beş ayrı günü temsil eden ikili (0-1) kukla parametre olmak üzere, sekiz veri almışlardır.

Altı YSA ile iki MA modeli ortalama göreceli hata (MRE) ile karşılaştırılmış, tüm YSA'ları MA modellerine göre başarılı bulunmuştur. Ayrıca GYSA'larının ÇKA modellerinden başarılı olduğu ve tek katmanlı ağların en iyi sonuçlara ulaştığı vurgulanmıştır. 6 farklı YSA birbirleriyle sınıflama (determinasyon) katsayısı (R2) yla karşılaştırıldığında da aynı sonuçlara ulaşılmıştır.

Altay ve Satman [90], çalışmalarında İMKB-30 ve İMKB-Tüm endeksleri üzerinde YSA Modelleri ile lineer regresyon modelinin günlük, haftalık ve aylık tahmin performanslarını karşılaştırmıştır. 1997-Ocak ile 2005 Şubat sonu arasında;

2003 günlük, 426 haftalık ve 100 Aylık veri, endeks getiri yüzdesinin logaritmik değeri derlenmiştir.

1602 günlük, 340 haftalık ve 78 aylık veri model geliştirilmesinde kullanılmıştır. Üretilen ÇKA tipi 6 YSA modeline ait bilgiler çizelge halinde derlenmiştir;

Çizelge 3.1: Altay ve Satman çalışmalarında model topolojisi

Veriler	Günlük		Haftalık		Aylık	
Endeks	İMKB-Tüm	İMKB-30	İMKB-Tüm	İMKB-30	İMKB-Tüm	İMKB-30
Gizli katman sayısı	2	2	2	2	1	1
Gizli katman yapısı	15 katman 1 7 Katman 2	15 katman 1 7 Katman 2	10 katman 1 10 Katman2	10 katman 1 10 Katman2	80 Katman 1	80 Katman 1
Aktivasyon fonks.	Tanh	Tanh	Tanh	Tanh	Tanh	Tanh
İterasyon miktarı	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Ağırlık güncelleme	yığın	yığın	yığın	yığın	yığın	anlık
Eşik değeri	0,03	0,03	0,06	0,04	0,0008	0,0008

Ortalama mutlak hata, ortalama karesel hata kökü (MAE ve RMSE) ve Theil-U istatistiği ile karşılaştırma yapıldığında, YSA'ların lineer regresyon alternatifine göre az bir üstünlüğü görülmekle birlikte, yön tahmininde çok daha tutarlı sonuçlar tespit edilmiştir (%57,8 günlük; 67,1 haftalık; 78,3 aylık).

YSA alım-satım stratejisi olarak kullanılması, İMKB-Tüm endeksinde günlük veriler hariç tüm durumlarda al-tut ve lineer regresyon modeline göre daha başarılı sonuçlar üretmiştir.

Karaali ve arkadaşları [91], YSA modelinin ortalama karesel hata kökü (RMSE) ile karşılaştırıldığında lineer regresyon modelinden üstün olduğunu göstermişlerdir.

Avcı [92]'nin, 1996 Ocak-2005 Temmuz arası günlük ve seanslık verilerle yaptığı en kapsamlı çalışmada, tahmin parametresi olarak logaritmik endeks değişimlerini kullanılmıştır. Model girdisi olarak; 1, 3 ve 5 gün gecikmeli endeks getirileri, işlem hacmi değişimleri ile 3 ve 5 günlük getirilerin hareketli ortalamaları, işlem hacmi değişimlerinin hareketli ortalamalarından oluşan 10 parametre seçilmiştir.

Farklı yatırımlarda YSA'larının performansını araştırmak ve uzun vade tahminini sınırlamak amacıyla veriler 3'er yıllık 7 ayrı döneme bölünmüş, toplam 10 yıllık dönem de dahil edildiğinde 8 dönem için analiz yapılmıştır. Tek katmanlı 10-7-1, 10-14-1 ve 10-28-1 yapılarındaki ÇKA ağları kullanılmış, hiperbolik tanjant aktivasyon fonksiyonu tercih edilmiştir.

Esas amacın piyasa getirisi üzerinde kar sağlanması olduğu düşüncesiyle, YSA başarısını karşılaştırmada kullanılan karesel hataya dayalı kriterlerden (SSE, MAE, MSE, RMSE ve MAPE) hiç biri kullanılmamıştır. Her modelin karlılığı (alım-satım komisyonları ihmal edilerek), sözkonusu dönem piyasa getirisi ile karşılaştırılmıştır.

İncelenen dönemde YSA'ların getiri performansının zamana göre değişkenlik arzettiği ve bariz bir üstünlüğünün tespit edilemediği, veri sıklığının (frekansının) artırılmasının İMKB-100 modeli tahmin performansını arttırdığı ifade edilmiştir. Etkisi düşük parametrelerin elenmesinin tahmin performansında olumlu etki yarattığı görülmüştür.

Kanımızca buradaki sonuçlar herhangi bir portföy analizinde de elde edilebilir. Çalışma İMKB üzerinde yapılan en kapsamlı araştırma da olsa, *ölçeklendirilmiş eşleştirmeli eğim algoritması (SCG)* gibi yeni geliştirilen bir algoritma kullanılmış da olsa üç temel eksik gözlenmektedir:

YSA alıştırılan dönemler periyodik olarak yılbaşlarında başlayıp yıl sonlarında bitecek şekilde seçilmiştir. Bu şekilde bir analiz ocak etkisi gibi mevsimsel hataları bünyesinde barındıracaktır. Ayrıca uzun vadeli ekonomik göstergelere bakılmaksızın borsada herhangi bir pozisyon taşınması bilimsel ve/veya profesyonel bir bakışta benimsenen bir yaklaşım değildir. Komisyon hesaplanmasa da risk ölçümü amacıyla, en azından kaç işlem yapıldığı bir ölçü kriteri olarak izlenmelidir. nc ve son olarak, uygun parametre ve algoritma seçimi yanında normalizasyon, dönüştürme, uygun ara katman ve nöron sayısı seçme de hayati önem taşımaktadır ve uygulama başarısını doğrudan etkiler. “n ve son (sonuç) veri işleme (pre-post processing) aşamaları dinamik yapıya sahip YSA uygulamalarında son derece önemli süreçleridir. YSA modellerinde seçilen n ve son veri işleme yöntemleri (pre-post processing), performansını doğrudan etkiler” [58].

Hisse senedi piyasalarında özellikle kurumsal yatırımcılar açısından risk olarak algılanan önemli bir değişken de piyasa oynaklığı (volatility) kavramıdır. Gelişmiş piyasalarda sıklıkla incelenen piyasa oynaklığını tahmin etmeye yönelik alışmalar İMKB için de gerçekleştirilmiştir:

M.S. Yümlü ve arkadaşları [93], İMKB endeks getirisinin oynaklığını tahmin etmede, uzman karışımlı (MoE), İBGYYSA, KA, RTYSA, geri dönüşümlü (GDYSA), genelleştirilmiş üssel otoregresif koşulsal dalgalanma (EGARCH) Modelleri kullanmış ve MoE modelinin diğerlerinden üstünlüğünü göstermiştir.

M.S.Yümlü ve arkadaşları [94], MoE, GDYSA ve Jaganathan-Runkle (GJR) yaklaşımlarını kullanarak İMKB’de kısa süreli risk tahminine çalışmışlar ve sonuçta MoE’nin risk tahmininde diğer modellere karşı üstünlüğünü göstermişlerdir.

Yine M.S.Yümlü ve arkadaşları [95], kısa ve uzun vadeli İMKB-100 getiri oynaklığını tahmin etmede, MoE, KA, GDYSA ve EGARCH modellerini incelemişler ve çalışma sonucunda özellikle yönsel performansı ölçüsüne (HIT) bakıldığında MoE’nin diğer modellere üstünlüğü grlmştir.

Son olarak, uzun vadeli modellemede faydalanılabileėėi dşncesiyle, bulanık mantık ile yapılan kapsamlı bir çalışmadan da sözedilebilir:

H.Aksoy ve K.Lebelibicioğlu [96], İMKB endeksi üzerinde, kural tabanlı bulanık mantık modellemesiyle; makroekonomik, teknik ve temel analiz verileri kullanarak kurdukları tahminleme sistemi, aylık getiri tahmini için R-kare değeri %11,8 gibi

standartların üzerinde bir tutarlılık tespit etmişlerdir. Ayrıca onaylama (validation) kümesi olan 2003 aylık verileri için R-Kare %17,6 gibi bir tutarlılık sergilemiştir.

Başarılı sonuçlar iki temel nedene bağlanmıştır:

- a- İMKB gelişmiş ve etkin bir pazar olmadığından, bu pazarlara oranla gelecekteki fiyatların öngörülmesi daha kolaydır.
- b- Yeteri kadar geniş veri kümesiyle, kural tabanlı bulanık küme modellemesi, gelecekteki hareketleri açıklamada geliştirici bir etki yaratmıştır.

“SA tabanlı tahminleme sistemi kurmak için yeteri kadar deneyime ihtiyaç vardır. Sadece tek bir pazar veya belli bir dönem için test edilmesi hiçbir anlam ifade etmez” [97]. Bu durum el ile, deneme yanılma yöntemiyle veya kısa süreli tecrübelerle dayanan sağlam bir model kurulmasına imkan vermemektedir. Tek bir pazar veya dönem için geçerli bir model yerine, daha güçlü ve genel bir modele gereksinim vardır. Endüstriyel modellerin eksikliği ve bilimsel araştırmalardaki başarısızlıklar sonucu yayınlanamayan çalışmalar da düşünüldüğünde, birden çok pazarda, her dönemde kullanılabilir güçlü bir sistem için yeterli bilgi birikiminin oluşmadığı görülmektedir.

4. FİNANSAL PİYASALARDA KULLANILAN TAHMİN AMAÇLI MODELLEME YÖNTEMLERİ

4.1 Bulanık Küme Teorisi ve Uygulamaları

Tez çalışmasına esas olarak, aşağıda Bölüm 4.2’de kuramsal altyapısı sunulan Yapay Sinir Ağı ile modelleme kullanılmış olmakla birlikte, burada Bölüm 2’de ifade edildiği gibi, YSA modellemesinin alternatifi olarak kullanılan bulanık küme mantığı ve uygulamalarından da söz edilecektir.

Risk kavramı her ne kadar olasılık teorisi çerçevesinde iyi tanımlanmaktaysa da, olayların tekil değerlendirilmesinde belirsizleşmekte ve istatistiksel yaklaşım yetersiz kalmaktadır [98-100].

4.1.1 Bulanık sistemler

Bulanıklığın anlamı, incelenen konunun tam kesinlikte bilinmemesi durumunda sahip olunan eksik ve belirsiz bilgilerin tümüdür. İncelenen olay veya mekanizma sadece kesin kurallı, çıkarımlarında kabul ve varsayımlar olan denklemler yerine, onların tamamlayıcısı olarak, onunla ilgili sözel ve oldukça belirsiz bilgiler de göz önünde tutularak modellenenabilir [101]. Veri ve bilgi bakımından bulanıklıktan söz edilse de, bulanık mantık yöntemlerinin işleyişi belirgindir.

Gerçek olayların karmaşıklığı, belirgin denklemlerle tanımlanmalarını ve kontrol edilmelerini oldukça güç hale getirmektedir.

Çoğu gerçek sistemin doğrusal davranması beklenemez, bu yüzden örneğin bütçeleme gibi uygulamalarda emniyet katsayısı adıyla bir çarpan kullanılarak, olabilecek belirsizlikler yine belirgin bir şekilde göz önünde tutulur [101].

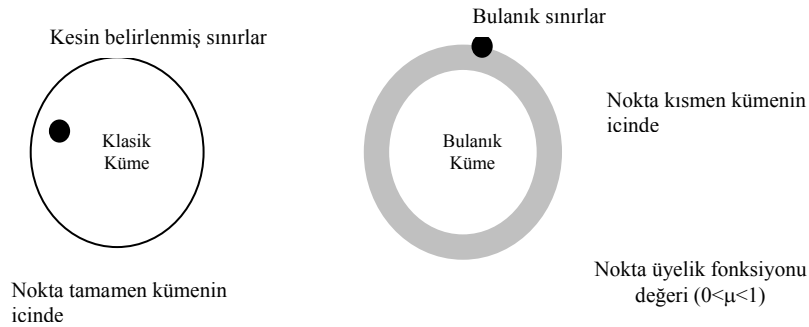
Özellikle sosyal bilimlerde karşılaşılan bu olgu, araştırmacıları veya uygulamacıları çoğu kez yaklaşık ancak çözülebilirliği olanaklı yöntemleri kullanmaya itmektedir. Bulanık küme, mantık ve sistem ilkeleri, uzman kişilerin de vereceği sözel bilgileri işleyerek toptan çözüme gitmeye yaramaktadır. Bulanık yöntemlerin amacı

belirsizlikleri mümkün olduğunca azaltmaya çalışmak veya yönetilebilir, yönlendirilebilir hale getirmeye çalışmaktan ibarettir.

İnsanlar tarafından kullanılan sözel veriler, sisteme müdahale eden veya o sistemi tanıyan insanların beyinlerinde karmaşık süreçlerden geçerek oluşturdukları kümeleri ifade etmektedir. Bu kümelerin kesin matematiksel ifadeleri olmayıp, gözlemler ve yaşanmışlıkların birikiminden doğan deneyimlerin sonucudur. Deneyimli bir finansal piyasa uzmanı, herhangi bir anda pazara baktığında “alım için uygun zaman” ifadesini kullandığında, bu ifadenin pek çok parametreyi içerdiği (uluslararası diğer piyasaların konumu, ülke politika ve ekonomisindeki değişiklikler, gelecekteki nüfus ve tüketici eğilimleri vs.) düşünülmelidir.

4.1.2 Bulanık kümeler

Şekil 4.1’de görüldüğü, klasik bir kümede herhangi bir eleman ya kümenin içinde ya da dışındadır. Ancak bulanık kümelerde elemanların tamamen veya kısmen içinde veya dışındalığından sözedilebilir. Küme elemanının pozisyonu üyelik fonksiyonu (μ) ile tanımlanır. Eleman tamamen küme içindeyse üyelik fonksiyonu 1 değerini ($\mu=1$) alacak, eğer tamamen küme dışındaysa 0 değerini ($\mu=0$) alacaktır. 0 ile 1 arasındaki değerler ($0<\mu<1$) ise ilgili elemanın kısmen kümeye ait olma derecesini gösterecektir.



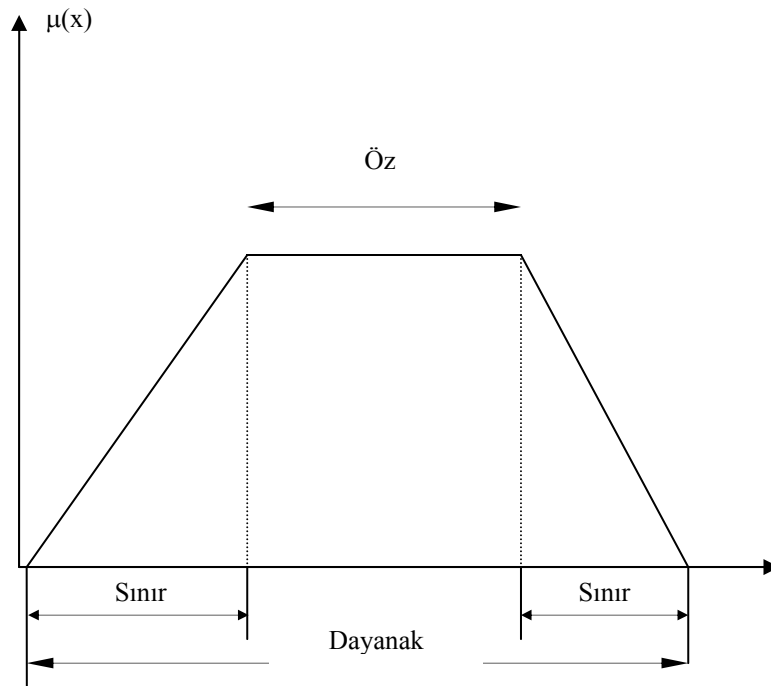
Şekil 4.1: Klasik küme ile bulanık küme arasındaki farkın gösterimi [102].

Bulanık küme teorisi, klasik küme teorisinin genelleştirilmiş biçimidir ve klasik küme işlemlerini de kullanmaktadır. Bir başka ifadeyle klasik küme, bulanık (fuzzy) kümenin özel bir durumudur [103]. Bulanık kümelerde, bir öğeden diğerine geçişler keskin ve ani olmayıp, yumuşak ve sürekli bir şekilde gerçekleşmektedir. Geçişte pusluluk, belirsizlik, hayal gücü ve sezgi gibi düşünceler rol oynamaktadır. Aslında üyelik derecesi fonksiyonu bu düşüncelerin değişik üyelik derecesinde öğelere yayılmasını ifade etmektedir. Bulanık kümede bütün öğelerin değişik derecelerle bir

küme veya farklı kümelerine ait olmaları mümkündür. İleride anlatılacağı gibi, örneğin piyasada oluşan bir getiri oranı hem “yüksek”, hem de “çok yüksek” kümelerine değişik üyelik dereceleriyle üye olabilir.

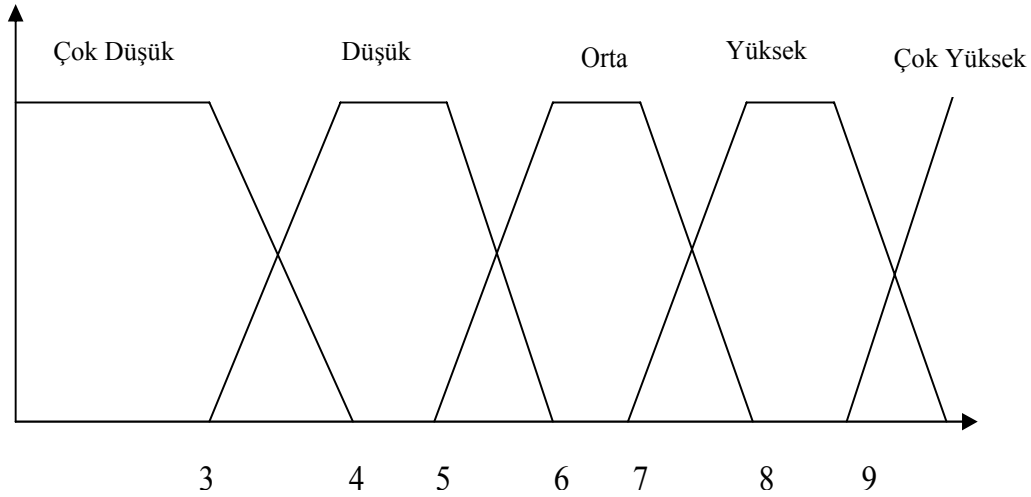
4.1.3 Üyelik fonksiyonları ve özellikleri

En sık kullanılan üyelik derecesi fonksiyonları arasında; üçgen, yamuk ve çan eğrisi şeklindeki gösterimler sıralanabilir. Üyelik fonksiyonları ve özelliklerine ilişkin ayrıntılı araştırmalar çeşitli kaynaklarda mevcuttur [101, 104 - 106]. Burada kısaca üyelik fonksiyonunun özellikleri grafiksel olarak açıklanacaktır.



Şekil 4.2: Üyelik fonksiyonunun bölümleri

Şekil 4.2’de yamuk formda bir üyelik fonksiyonunun özellikleri kısaca ifade edilirse; üyelik dereceleri 1’e eşit olan küme elemanlarının toplandığı bölüme kümenin *özü* (core) dendiğini, bir kümenin tüm elemanlarını kapsayan aralığa ise o kümenin *dayanağı* adı verildiği görülecektir. Üyelik dereceleri 1’den küçük ve 0’dan büyük olan elemanların oluşturduğu bölümler ise üyelik fonksiyonunun *sınırı* veya *geçiş bölgesi* denir. Yukarıda görüldüğü gibi, *normal kümede* en azından bir tane üyelik derecesi 1’e eşit eleman bulunmalıdır. Aksi durumda kümeye *normal olmayan* bulanık küme denilir. Aşağıda finansal piyasalarda kullanılabilir “*Getiri Derecesi (Düzeyi)*” kümesi elemanlarının (alt kümelerinin) üyelik fonksiyonları görülmektedir.



Şekil 4.3: Finansal piyasalarda kullanılabilir “Getiri Derecesi (Düzeyi)”

Şekil 4.3 bakıldığında, farklı kümeler arasında geçişlere izin verdiği görülmektedir, bu da kesin olarak belirlenemeyen değer aralıklarının üyelik derecelerinin bulanık küme yardımıyla ifadesini kolaylaştırmaktadır.

4.1.4 Üyelik derecelerinin belirlenmesi

Bulanık kümelerin gerek üyelik derecelerinin, gerekse de bunların tümünü temsil edebilecek üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde, kişisel sezgi, mantık ve tecrübelerin kullanılmasına sıkça rastlanmakta olup, günlük yaşamda da sorunlarla başedebilmek amacıyla bu yaklaşımların yeterli olduğu görülmektedir. Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden bazıları şu şekilde sıralanabilir [103];

Sezgi	Sinir Ağları
Çıkarım	Genetik algoritmalar
Derecelendirme, Sıralama	Çıkarıma dayalı akıl yürütme (muhakeme)
Açısal bulanık kümeler	

Bir üyelik fonksiyonu üç farklı şekilde tasarlanabilir: Uğraşılan konuya yakın insanlarla konuşmak ve sonrasında belli bir ayarlama, deneme-yanılma yöntemi ile düzenlemek, ikincisi doğrudan veriler yardımıyla oluşturmak, üçüncüsü ise sistemin geri beslemesine göre bir ayarlama gerçekleştirmek [52]. Üçüncü kategoriye, yukarıda sayılan üyelik derecesi belirleme yöntemlerinden sinir ağları ve genetik

algoritmalar gibi yöntemler girmektedir. Bu gibi yöntemler, özellikle 90'lerden itibaren kullanılmaktadır.

Yen ve Langari [105], üyelik fonksiyonlarının şekillerini tasarlamaya çalışan araştırmacılara özellikle az sayıda parametre ile tanımlanabilecek fonksiyonlar kullanmalarını önermektedir. Parametrik hale getirilebilecek fonksiyonlar kullanılması, yalnızca sistemin tasarım süresini kısaltmamakta, sonrasında üyelik fonksiyonunda yapılacak düzenlemeleri de daha kolay hale getirmektedir. Zira, üyelik fonksiyonunun yukarıdaki şekillerden de anlaşılacağı üzere, darlaşması veya genişlemesi doğrudan parametreleri etkileyecektir. Yen ve Langari de özellikle üçgen veya yamuk şekilli üyelik fonksiyonlarına vurgu yapmaktadır.

4.1.5 Kural tabanlı bulanık sistemler

Bilgi işlemlerinin makinalar tarafından algılanma yolu olan yapay zeka alanında, bilgiyi insan diline benzer bir ifade ile temsil etmek, sıkça kullanılan yöntemlerden birdir. Böyle bir ifadede EĞER-İSE (IF-THEN) sözcükleri ile ayrılmış olan iki kısım bulunur. Bunlardan EĞER ile İSE sözcükleri arasında bulunan bölüme *öncül* (ön şart), İSE sözcüğünden sonra gelen kısma ise *sonuç* veya *çıkarım* adı verilir [101].

Daha ayrıntılı bir ifadeyle, bir bulanık mantık bilgi/kural tabanlı sistem aşağıdaki gibi EĞER-İSE kurallarından oluşur:

$$\text{EĞER } x_1, \tilde{A}_1 \text{ İSE ve } \dots \text{ ve } x_n, \tilde{A}_n \text{ İSE, } y \tilde{B} \text{ 'dir} \quad (4.1)$$

Burada $\tilde{A}_1$ ve $\tilde{B}$ sırasıyla $U \subset R$ ve $V \subset R$ içinde bulanık kümeler olup, $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)^T \in U$ ve $y \in V$ bulanık sistemin giriş ve çıkış (sözel) değişkenleridir.

Kural tabanlı bilgiler uzmanların yanısıra, başka kaynaklardan gelen verileri de işleyebilme özelliğine sahiptir. Bulanık mantık modellerinde girdiler veya öncüller dilsel (linguistik) ifadeler ve onların bulanık kümeleridir. Çıktılar ise (çıkarım) yine aynı şekilde bulanık kümeler yoluyla açıklanabilen dilsel değişkenler (Mamdani Modeli) veya doğrusal fonksiyonlar (Sugeno modeli) olabilir [105]. Girdilerin (öncüllerin) bulanıklaştırılması, kuralların değerlendirilmesi ve tüm gerekli kuralların bir araya getirilmesi bulanık çıkarım olarak adlandırılmaktadır. Bulanık mantık ve bulanık çıkarımın matematiksel temelleri farklı kaynaklarda yer almaktadır [104-108].

Finansal uygulamalarda kullanılan bulanık sistemler, genellikle Mamdani modeline dayanmaktadır. Mamdani tipinde çıkarım, her kuralın sonucundan (çıktı, çıkarım, sonul) ortaya çıkan bulanık kümeleri toplama işlemi ile birleştiren ve sonuçta ortaya çıkan bulanık kümeyi durulaştırarak (defuzzification) sistemin çıktısına ulaşan bir yöntemdir. Durulaştırma ile kastedilen, bulanık olan bilgilerin kesin sonuçlar haline dönüştürülmesi için yapılan işlemlerin tümüdür. Yapay zeka çalışmalarında bulanık değişken, küme, mantık ve sistemler önemli olsa da, çıkarımlarının kesin sayılara dönüştürülmesi gerekir. Mamdani tipi çıkarım yöntemi de sonuçları durulaştırarak sözel (dilsel) değil, sayısal olarak vermektedir.

Mamdani modeli kural tabanlı sistemlerde şu operatörleri kullanmaktadır [105]:

- Sup-min bileşim operatörü,
- Kartezyen çarpım için min (en küçük) operatörü,
- Aynı kural içinde yer alan birbirine bağlı koşullar için min operatörü,
- Birden fazla kuralın birleşiminde ise maks (en büyük) operatörü.

Mamdani modelinin özellikleri özet olarak aşağıda Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

İnsan bilgi ve deneyimini, sözel değişkenler yardımıyla, EĞER-İSE kurallarını kullanmak suretiyle sisteme dahil etmek kolaylaşmaktadır. Burada bulanık kuralların başlıca üç özelliğinden de söz etmek gerekmektedir [98]:

Eğer her $x \in U$ için bulanık kural tabanlı sistemde en az bir kural, örneğin 4.1 eşitliğinde verildiği şekliyle r . kural, $\mu_{A_i}(x_i) \neq 0 \quad (i=1,2,\dots,n)$ şartını sağlıyorsa o bulanık EĞER-İSE kural kümesine tamamdır denir. Bu eşitlikten de görüleceği gibi kurallar kümesinin tamamlığı şu anlama gelmektedir; giriş (input) uzayında yer alan herhangi bir nokta en az bir kural tarafından “çalıştırılmaktadır” bir başka ifadeyle o kuralın EĞER bölümünün üyelik değeri sıfırdan farklıdır.

Bir EĞER-İSE kurallar kümesinde, aynı EĞER kısımlarına sahip olup farklı İSE kısımlarına sahip olan kurallar yoksa o kurallar kümesi tutarlıdır.

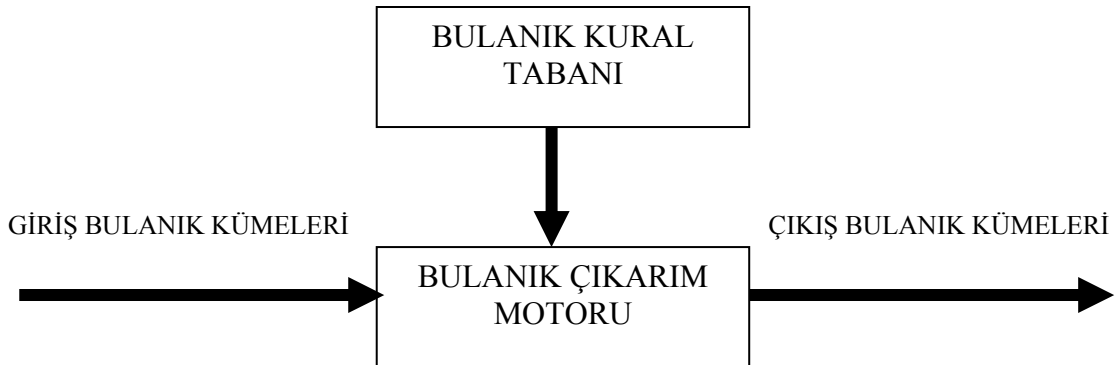
Bir EĞER-İSE kurallar kümesi, İSE kısımlarının kesişimi boş olan komşu kurallardan oluşmuyorsa süreklidir.

Çizelge 4.1: Mamdani modelinin özellikleri

İşlem	Operatör	Norm	Formül
Bileşim (VEYA)	MAKS	T-conorm *	$\square_C(x) = \text{maks}(\square_A(x), \square_B(x)) = \square_A(x) \vee \square_B(x)$
Kesişim (VE)	MIN	T-norm **	$\square_C(x) = \text{min}(\square_A(x), \square_B(x)) = \square_A(x) \wedge \square_B(x)$
Harmanlama çıkarım fonksiyonu (implication)	MIN	T-norm	$\text{maks}(\text{min}(\square_A(x), \square_B(x)))$
Toplama	MAX	T-conorm	
Durulaştırma Yöntemi***	Ağırlık merkezi yöntemi		$\text{COA} = z^* = \frac{\int z \mu_c(z) dz}{\int \mu_c(z) dz}$
$\square_C(x)$ = Sonuçta ortaya çıkan üyelik fonksiyonunun değeri z = absis değeri, ($\square_C(z)$ ordinat değeri). * T-conorm (S-norm olarak da bilinir): Fuzzy bileşim (VEYA) operatörlerinin üst kümesini tanımlayan iki girişli bir fonksiyon olup, maksimum, cebrik toplam gibi parametrik T-conormlarını kapsamaktadır. ** T-norm: Fuzzy bileşim (VE) operatörlerinin üst kümesini tanımlayan iki girişli bir fonksiyon olup, minimum, cebrik çarpım gibi parametrik T-normlarını kapsamaktadır. *** İlerleyen bölümlerde ayrıntılı bir şekilde açıklanacaktır.			

4.1.6 Bulanık sistemlerde çıkarım yöntemi

Yukarıda anlatılan kural tabanlı sistemlerde çıkarımın nasıl yapıldığını anlatmak açısından grafiksel yöntemler tercih edilmektedir. Çıkarım yöntemlerini anlatabilmek için iki öncülü ve bir çıkarımı olan bir EĞER-İSE kural tabanlı sistem alınacak ve açıklamalar bu örnek üzerinden yapılacaktır. Bu örnekteki sistem genel olarak sistem modellenmesinde iki girdisi ve bir çıktısı olan bir sistemi göstermektedir. Genel bulanık sistemin yapısı aşağıdaki şekilde verildiği gibidir.

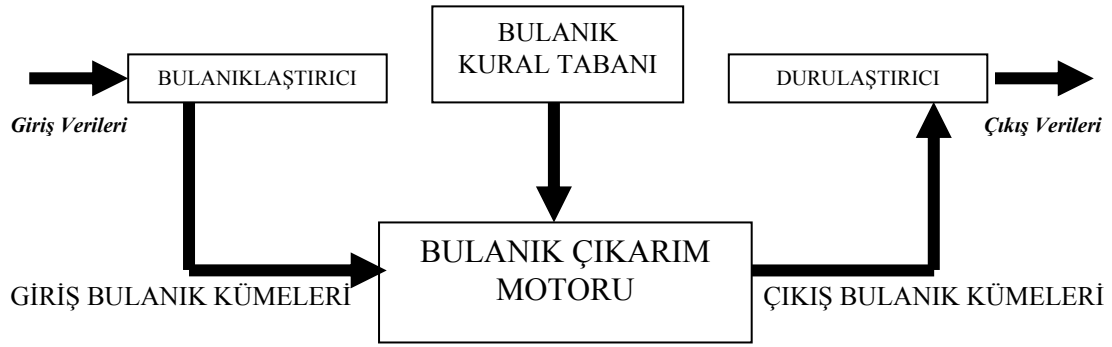


Şekil 4.4: Genel bulanık sistem [101]

Bu sistem içinde ilk kısmı oluşturan Giriş Bulanık Kümeleri, sistemin bilgi tabanı kısmını oluşturmaktadır. İncelenen olayların girdi değişkenleri ve bunlar hakkındaki tüm bilgiler bu kısımda içerilmektedir. Genel veri tabanı ifadesi, buradaki bilgilerin sayısal veya sözel, hatta ikisinin de bir arada bulunabilmesinden kaynaklanmaktadır. Girdi değişkenleri sayısal ve sözel ifadelerin kural tabanlı sistem içinde bir araya getirilmesi ile kullanılmaktadır.

Bulanık sistemdeki bulanık kural tabanı kısmı, genel veri tabanındaki girişleri çıkış değişkenlerine bağlayan mantıksal EĞER-İSE kurallarının tümünü içermektedir.. Bu kuralların yazılmasında, yalnızca girdi verileri ile çıktılar arasında olabilecek tüm bulanık küme bağlantılarının düşünülmekte olup, her bir kuralın girdi uzayının bir parçasını, çıktı uzayına mantıksal olarak bağlaması düşünülmektedir. Bulanık kural tabanında giriş ve çıkış bulanık kümeleri arasında kurulmuş ilişkilerin tümünü bir araya toplayan ve sistemin çıkışını sağlayan işlemler topluluğu Bulanık Çıkarım Motoru kısmı olarak adlandırılabilir. Bu motor her kuralın çıkarımlarını bir araya toplayarak (aggregation) sistemin varolan girdiler ile nasıl bir çıktı vereceğinin belirlenmesini sağlamaktadır. Çıkış bulanık kümelerinin oluşturduğu çıkış kısmı, bilgi ve bulanık kural tabanlarının, bulanık çıkarım motoru yardımıyla elde edilen çıktı değerlerini belirtmektedir.

Öte yandan bulanık sistem çıktılarının mühendislik ve diğer alanlarda kullanılması amacıyla sayılaştırılması gerekmekte, bunun için de bulanık ifadeleri durulaştırmak, bir başka deyimle sayısallaştırmak gerekmektedir. Bulanıklaştırma ve durulaştırma giriş sayılarının bulanıklaşması ve bulanık sayıların sayısallaştırılması anlamına gelmektedir. Sözel bilgilerin modellenebilmesi açısından, Şekil 4.4'deki sistemin son kısmına bir durulaştırıcı eklenmesi, verilerin sayısallaştırılması ve kullanılabilirliği açısından bir zorunluluk olarak kendisini dayatmıştır. Buna uygun sistem ise aşağıda Şekil 4.5'deki gibi yapılandırılacaktır.



Şekil 4.5: Bulanıklaştırma-durulaştırma birimli bulanık sistem [101]

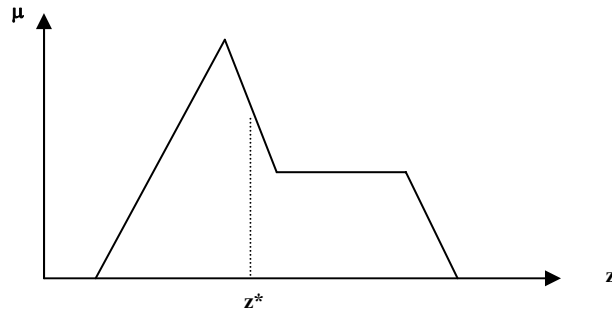
Fuzzy çıkarım motorunun burada yaptığıнын matematiksel ifadesi, evrensel U kümesinde yer alan bulanık $\tilde{A}$ kümesinden, V evrensel kümesi içinde yer alan bulanık $\tilde{B}$ kümesine bir eşleme yapmasıdır. Bulanıklaştırıcı gerçekte $x^* \in U \subset R^n$ noktasından U içindeki $\tilde{A}$ bulanık kümesine bir eşleme olarak tanımlanabilir. Girdi x^* sayısal bir değerdir ve bulanıklaştırıcının bunu dikkate alması gerekmektedir. Keza bulanık çıkarım motorunda gerçekleştirilecek olan hesaplamaların, bulanıklaştırıcı tarafından basitleştirilmesi gerekmektedir.

Öte yandan durulaştırma ise bulanık bir değeri veya ifadeyi, kesin bir değere veya ifadeye çevirmek anlamına gelmektedir, bir başka ifadeyle bulanıklaştırma işleminin tersini ifade etmektedir. Bir bulanık sürecin çıktısı, çıktı değişkeninin ifade edildiği kümede tasarlanmış iki veya daha fazla üyelik fonksiyonunun mantıksal bileşimi olabilir. Bulanık çıkış fonksiyonlarının durulaştırılması için, literatürde araştırmacılar tarafından pek çok yöntem arasından önerilen en az yedi yöntem bulunmaktadır [103]. Bu yöntemler; en büyük üyelik yöntemi, ağırlık merkezi yöntemi, ağırlıklı ortalama yöntemi, ortalama en büyük üyelik yöntemi, Toplamların merkezi yöntemi, en büyük alanın merkezi yöntemi, en büyük (son) üyelik derecesi yöntemidir.

Ağırlıklı ortalama yöntem hesaplama kolaylığı nedeniyle en yaygın kullanılan yöntem olsa da, yalnızca simetrik üyelik fonksiyonlarında kullanılabilmesi söz konusudur. Bu eksiklik göz önünde tutulduğunda ağırlık merkezi yöntemi daha kullanışlı görülmektedir. Bu yöntem Mamdani tarafından da önerilen bir yöntem olup, asimetric üyelik fonksiyonlarında da kullanılabilir ve bulanık çıkarımların gerçekleştirildiği MATLAB Bulanık Mantık Araçları'nda da kolaylıkla hesabı yapılabilmektedir. Ağırlık Merkezi yönteminin cebirsel ifadesi aşağıda verilmiştir.

$$\text{Ağırlık Merkezi} = z^* = \frac{\int z \mu_c(z) dz}{\int \mu_c(z) dz} \quad (4.2)$$

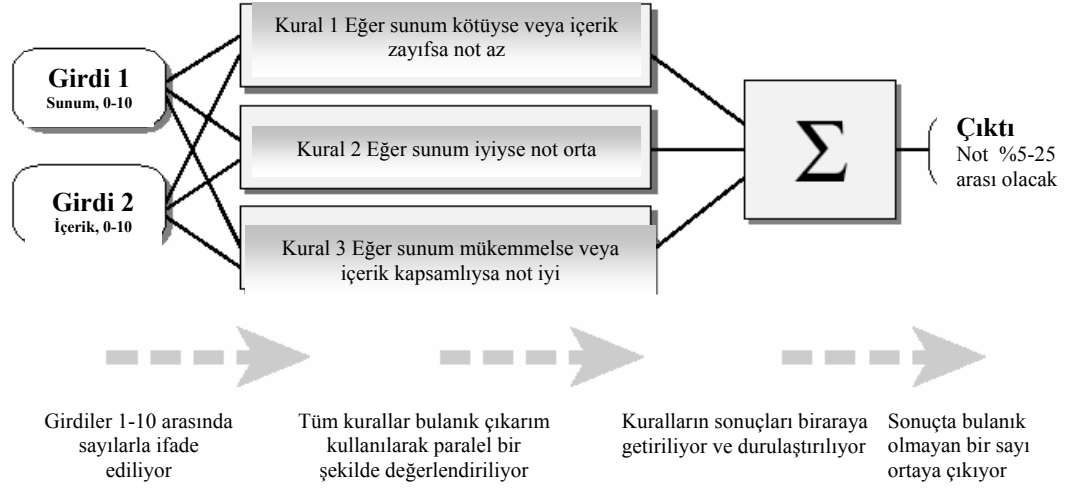
Finansal girdi değişkenlerinin bulanık kümesinin tamamen simetrik olması beklenemez, dolayısıyla çıkış üyelik fonksiyonlarının da simetrik olmayacağı açıktır. O yüzden Şekil 4.6’de grafiksel gösterimi yapılan ağırlık merkezi yönteminin kullanımı uygun görülebilir. Bölüm 4.1.7’de verilen örnekten de görüleceği üzere, çıkış üyelik fonksiyonu, giriş üyelik fonksiyonlarının farklı üyelik dereceleriyle bir bileşkesini oluşturmaktadır. Bu bileşke üyelik fonksiyonu simetrik bir geometrik şekil olmayıp, birden fazla giriş fonksiyonunun bulanık çıkarım sonucundaki birleşim kümesini vermektedir.



Şekil 4.6: Ağırlık merkezi durulaştırma yöntemi

4.1.7 Bulanık sistem problemi çözüm örneği

Yukarıda genel prensipleri açıklanan çözüm sistematiğini somutlaştırmak amacıyla aşağıda iki girdi ve tek çıktı değişkeni olan ve üç kural tarafından “çalıştırılan” bir örnek verilmiştir. Örnekte çıktı değişkeninin kendisi de bir bulanık küme olup, Mamdani tipi çıkarım yöntemi izlenmiştir. Örnekte dönem sonu verilen bir ödevin sunumu ve içeriğinin kalitesi giriş üyelik fonksiyonlarını oluşturmakta, yıl sonu notunun %25’ini oluşturacak olan not ise çıkış üyelik fonksiyonunu oluşturmaktadır. Öğrenciler çalışmalarını bir jüriye sunmakta olup, jüri üyeleri sunum ve içeriğe 1-10 arasında puanlar vermektelerdir.



Şekil 4.7 İki girdili, bir çıktılı ve üç kurallı bir bulanık çıkarım sistemi

Örnekte, jüri üyeleri sunuma 10 üzerinden 3 puan vermiş, içeriğe ise 10 üzerinden 8 puan vermiştir. Sunum girdisi üç sözel bulanık küme ile ifade edilmektedir. Bunlar kötü, iyi ve mükemmeldir. İçerik ise zayıf, orta ve kapsamlı olarak yine üç bulanık küme olarak ifade edilmektedir. 10 üzerinden verilen bu puanlara göre üyelik dereceleri şu şekilde oluşmuştur;

$$\text{Sunum} = \{0,35 / \text{Kötü} + 0,65 / \text{İyi} + 0 / \text{Mükemmel}\}$$

$$\text{İçerik} = \{0 / \text{Zayıf} + 0,3 / \text{Orta} + 0,7 / \text{Kapsamlı}\}$$

Sistemde ortaya konan kurallar, sunum ve içerik kalitesine göre iki girdinin farklı şekillerde bir araya gelme olasılıklarını göstermektedir. Sunumun ve içeriğin kalitesi 10 üzerinden tek bir değer olsa da, bu sayısal ifadenin birden fazla sözel bulanık kümeye farklı üyelik dereceleriyle aidiyeti bulunmaktadır. Burada kuralları çok farklı şekillerde de vermek mümkündür. Sözelimi ikinci kural yalnızca tek girdi ve çıktıdan oluşmaktadır (sunum ve not). Dolayısıyla burada içerik hesaba katılmayacaktır. Problemden diğer önemli nokta ise iki girdinin VEYA ile birbiriyle ilişkilendirilmesidir. Çizelge 4.1 hatırlanacak olursa, VEYA (OR) operatörü; Mamdani çıkarım yönteminde en büyük üyelik derecesinin (MAKS) kullanılması anlamına gelmektedir. Burada grafiksel gösterimden önce MAKS operatörünü kullanarak tek tek kuralları uygulamak ve çıktıya (not bulanık kümesine) ulaşmak daha açıklayıcı olacaktır.

Kural 1: Eğer sunum kötü ise VEYA içerik zayıf ise not az;

Not Sunum İçerik

$$\mu_{Az}(x) = \mu_{Kötü}(x) \vee \mu_{Zayıf}(x) = \max(0.35, 0) = 0.35$$

Kural 2. Eğer sunum iyi ise not orta;

Not Sunum

$$\mu_{Orta}(x) = \mu_{iyi}(x) = 0.30$$

Burada dikkat edilirse, Kural 2’de ikinci girdi olan içerik değişkeninin herhangi bir etkisi yoktur, dolayısıyla orta düzeydeki notun üyelik derecesi 0.3 olmaktadır.

Kural 3. Eğer sunum mükemmelse veya içerik kapsamlıysa not iyi;

Not Sunum İçerik

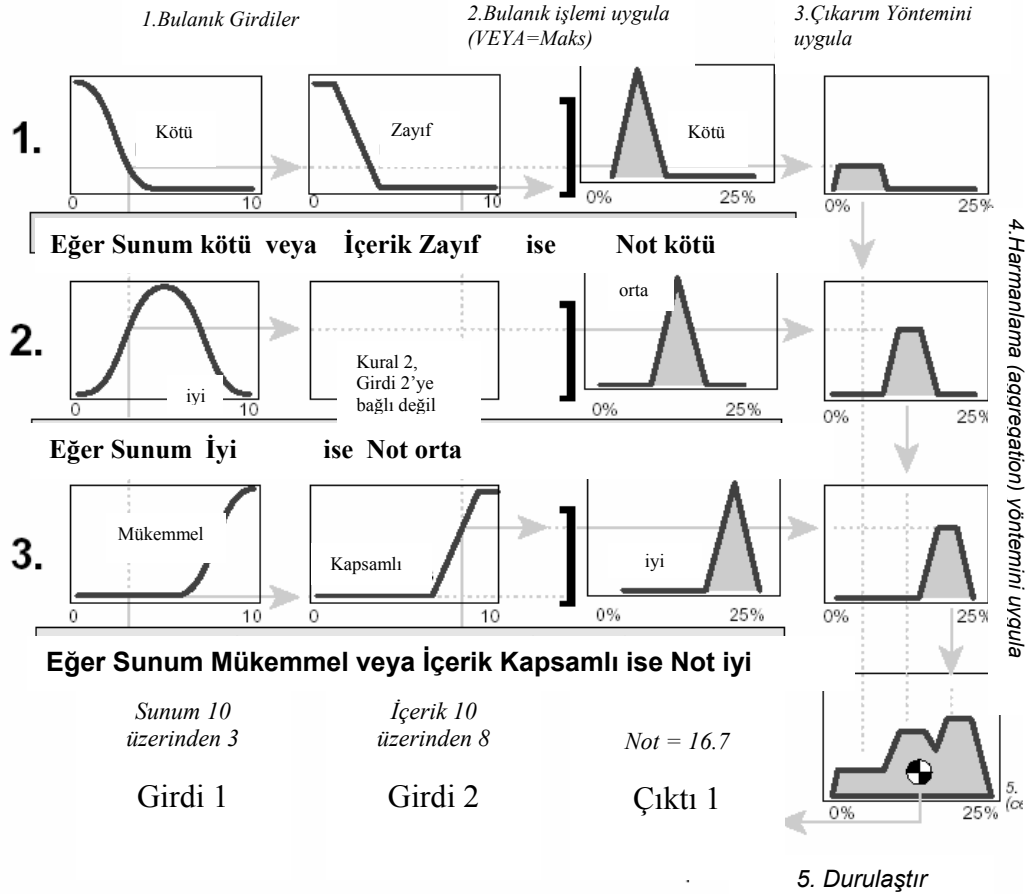
$$\mu_{iyi}(x) = \mu_{mükemmel}(x) \vee \mu_{kapsamlı}(x) = \max(0, 0.7) = 0.7$$

Sunum kalitesinin 10 üzerinden 3 ve içerik kalitesinin 10 üzerinden 8 olduğu bu üç kuraldan oluşan sistemden çıkan sonucu ve dönem ödevine 5 ila 25 arasında verilmesi gereken notu grafik olarak Şekil 4.9’daki gibi göstermek mümkündür.

İlk girdi olarak ödev sunumunu değerlendirirsek ; öğrenciye 3 notu verildiğini, sunum girdisinin kötü, iyi ve mükemmel bulanık kümelerinden oluştuğunu, bu üç küme alt alta dizildiğinde, 10 üzerinden üç noktasının her üç bulanık kümede kestiği noktanın y eksenindeki değerinin üyelik derecesi olduğu anlaşılabacaktır. İkinci değişken için de aynı yol izlenirse ; zayıf, orta ve kapsamlı bulanık kümelerini kestiği nokta bulunabilir.

Her kural için, yukarıda değinildiği gibi en büyük üyelik derecesi alınır. Her kuralda ayrı ayrı bu en büyük değer x eksenine paralel olarak uzatılması ile, çıktı değişkeni olan notun bulanık alt kümeleri iyi, orta ve kötüyü kestiği yer tesbit edilir. Bu kesim noktasının üst kısmı atılır ve ortaya çıkan yamuk şekillerin transpozisi ile bileşke çıktı kümesi bulunur. Bu geometrik şeklin ağırlık merkezi yöntemi ile durulaştırılması ile ağırlık merkezinin x eksenindeki noktası 16,7 bulunarak işlem tamamlanır. Bu basit örnekte üç kurallı bir sistem görülmektedir. Kuralların sayısı çok daha fazla olabilir. Ancak bu işlemler bilgisayar yardımıyla oldukça kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Önemli olan kuralların belirlenmesidir. Örneğin eğer Sunum Kötü veya İçerik Zayıf ise Not Kötü şeklindeki bir kuralın

belirlenmesi belki herkes tarafından kabul edilebilen bir mantıksal önermedir. Ancak değişkenlerin sayısı arttıkça ve sistem daha kapsamlı bir hale geldikçe bu kuralların belirlenmesi, söz konusu sistemem dair bilgisi olan kişilerce gerçekleştirilecek bir iştir. Bu bakımdan araştırmacı açısından kural tabanlı sistemin kurallarının oluşturulması işin temelini oluşturması açısından büyük önem taşımaktadır.



Şekil 4.8: Tek girdi ve çıktıdan oluşan üç kurallı bulanık sistemde çıkarım yöntemi

Sunulan örnekten de görüleceği gibi iki girdili basit bir sistemde kurulması EĞER-İSE kuralları matrisi (2 * 2) form gereği dörde çıkmaktadır. H.Aksoy ve K.Lebelibicioğlu (2002) [109]'nun İMKB endeksi üzerinde kurdukları kural tabanlı bulanık mantık modellemesinde girdi parametresinin yüksekliği (makroekonomik, teknik ve temel analiz verileri) nedeniyle 600'ün üzerinde kural yazılması ile uzun bir bulanıklaştırma ve durulaştırma süreçleri gerekmiştir. Ülkenin sık değişen makroekonomik politikalarında kuralların gözden geçirilmesi gerekebilecek ve böylece bulanık mantık sistemi için bilimsel çalışmanın tekrarlanması gerekebilecektir.

Çalışmada birbirinin tamamlayıcısı olarak görülen bulanık mantık ve/veya sinir ağı modelleri kullanılması düşünülmüştür. Zira bulanık mantık (BM) matematik

modellemede, bilgi sunma ve uzman bilgide, sinir ağıları (SA), öğrenme ve optimizasyon yeteneklerinde, diğer sisteme üstünlük göstermektedir [31].

Ancak çalışma piyasada kullanılabilir (kullanıcının yoğun bilgi ile fazla zaman kaybetmeden kullanabileceği) bir model kurma amaçlandığı için bu amaca daha uygun görülen yapay sinir ağlarıyla modellemeye gidilmiştir.

4.2 Yapay Sinir Ağlarına Dayalı Modelleme Uygulamaları

Zaman serisi analizinde kullanılan mevcut tekniklerin çoğu, değişkenler arasında lineer ilişkiler olduğunu kabul etmektedir. Gerçek olaylarda ise veri setlerindeki zamansal değişiklikler basit düzenli hareketler göstermemektedir. Doğrusal olmayan zaman serilerinin çözümünde ise yapay sinir ağı modelleri günümüzde sıkça kullanılmaktadır. Yapay sinir ağları kendisine gösterilen örnekler üzerinde kendini eğiterek bir çözüm sistemi geliştirmektedir. Bu metod, modelin nasıl bir yapıya sahip olacağı veya çalışacağı konusunda önceden belirlenmiş fikirler içermemektedir. Bir tür kapalı kutu modeli olarak tanımlanabilecek yöntem, farklı seviyede genelleştirmeler sağlama özelliği ile esnek bir yaklaşım sunmaktadır ve küçük veri setlerinde de mantıklı bir çözüm üretebilmektedir. Modelleyicinin veri girdileri üzerinde kontrolü bulunmakta olup, ilgisiz değişkenler belirlenebilmekte veya model oluşma sürecinde ayıklanabilmektedir.

4.2.1 Yapay sinir ağlarının genel özellikleri

Yapay sinir ağı programların çalışma biçimi bilinen programlama yöntemlerine benzememektedir. Sistemin genel özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- *YSA'larında bilgi, diğer programlarda olduğu gibi veri depolanması veya programın içerine gömülme, ağın bağlantılarının değerleri ile ölçülmekte ve bağlantılarda saklanmaktadır* [110]. Sistemin bilgileri ağın üzerinde saklı olup, ortaya çıkarılması ve yorumlanması zordur.
- *YSA'ları makine öğrenmesi gerçekleştirirler.* Bilgisayarlar aracılığıyla olayları öğrenerek benzer olaylar karşısında benzer kararlar vermeye çalışırlar.
- *YSA'ları örneklerle öğrenirler.* Gerçekleşmiş olayları kullanarak problemle ilgili genelleme yeteneğine kavuşurlar (adaptif öğrenme) [110]. Ağa olay

bütün yönleri ile gösterilemez ise başarılı sonuçlar elde edilemez. Bu ağın sorunlu olduğundan değil, olayın ağa iyi gösterilemediğindendir.

- *YSA 'larının güvenle çalışabilmesi için önce eğitimleri ve performanslarının test edilmesi gerekmektedir.* Örnekleri, ağın mekanizmalarını çalıştırarak örnekteki olaylar arasındaki ilişkileri belirlerlemesi sağlanarak öğrenme gerçekleşir. Örnekler iki ayrı sete bölünerek, eğitim ve sinama (test) seti setleri oluşturulabilir.
- Görülmemiş örnekler hakkında genelleme yaparak bilgi üretebilirler.
- Algılamaya yönelik olaylarda kullanılabilirler. Bilgiye dayalı çözümlemelerde uzman sistemlerle birleştirilerek kullanılabilir.
- *Örüntü (Patern) ilişkilendirme, sınıflandırma hatta tamamlama yapabilirler* [110]. Sınıflandırma kararlarında YSA'ları günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır. (yırtık bir resmin kime ait olduğunun belirlenmesi veya resmin tamamlanması gibi)
- *Kendi Kendini organize etme ve eksik bilgi ile öğrenebilme yetenekleri vardır* [111]. YSA'ları kendine gösterilen yeni durumlara adapte olması ve sürekli yeni olaylar öğrenebilmesi mümkündür.
- *Eksik bilgi ile çalışabilmektedirler.* Eğitildikten sonra, gelen yeni örneklerde eksik bilgiler de olsa, sonuç üretebilirler. Eksik bilgi olması tek başına performans düşmesi anlamına gelmez, performans düşmesi eksik bilginin önemine bağlıdır. Önem derecesi ise ancak sonuçtaki performanstan anlaşılabilir. Eğitildikten sonra, gelen yeni örneklerde eksik bilgiler de olsa, sonuç üretebilirler. Performans düşmesi eksik bilginin önemine bağlıdır. Önem derecesi ise ancak sonuçtaki performanstan anlaşılabilir.
- *Hata toleransına sahiptirler ve dereceli (graceful) bozulma gösterirler.* Toleranslı olmanın sonucu olarak, bir problem oluştuğunda, zaman içerisinde yavaş yavaş ve zarıf bir bozulma oluşur. Ağın bazı hücrelerinin bozulması durumunda bile çalışabilmeleri hatalara karşı müsamahalı olmalarını sağlar. Sistem hangi hücre sorumluluklarının önemli olduğuna kendi karar verir.

- *Dağıtık Belleğe sahiptirler.* Bilgi ağa yayılmış olup, hücrelerin birbirleri ile bağlantı değerleri ağın bilgisini gösterir. Ağın tamamı öğrendiği olayın bütününe karakterize etmektedir.
- Sadece sayısal bilgilerle çalışabilirler. Sembolik ifadelerle gösterilen bilgilerin sayısal gösterime çevrilmesi gereklidir.
- Pratikler, maliyet ve zaman açısından verimli çalışırlar.
- Matematik olarak modellenmesi mümkün olmayan veya zor olan doğrusal olmayan ilişkileri modelleyebilirler.

4.2.2 Yapay sinir ağı modellerinin dezavantajları

YSA'larının yukarıda belirtilen birçok üstünlüğünün (avantajlarının) yanında önemli sakıncaları (dezavantajları) aşağıda sıralanmıştır;

- YSA'ları donanıma bağımlı çalışmaları söz konusudur. Paralel işlemleri seri bağlı makinalarda yapmak zaman kaybına yol açmaktadır.
- Bir ağın nasıl oluşturulması gerektiğini belirleyen kuralların olmaması da başka bir sakınca oluşturmaktadır. Probleme uygun ağ yapısının belirlenmesi genellikle deneme yanılma yoluyla yapılması en önemli problemlerden biridir. Zira uygun ağ oluşturulamaz ise, çözümü olan bir problemin çözülememesi veya performansı düşük çözümlerin elde edilmesi durumuyla karşılaşılacaktır. “Bu aynı zamanda bulunan çözümün en iyi çözüm olduğunu da garanti etmez. Yani YSA'ları kabul edilebilir çözümler üretebilir. En uygun (optimum) çözümü garanti etmezler”.
- Bazı ağlarda parametre değerlerinin (öğrenme katsayısı, her katmanda olması gereken proses elemanı –yapay hücre- sayısı, katman sayısı v.b.) belirlenmesinde de bir kural olmaması diğer bir problemidir. Performansı etkileyebilecek parametrelerin belirlenmesi de kullanıcı tecrübesine bağlıdır. Her problemde ayrı faktörleri dikkate almak gereklidir.
- Problemin sayısal gösterimi mümkün olsa bile bunun ağa gösteriliş şekli problemin başarılı bir biçimde çözülmesini etkiler. Örneğin bir olay hem ayrık (binary-ikili) hem de sürekli değerler ile gösterilebilir. Hangisinin daha başarılı bir öğrenme gerçekleştirileceği ise bilinmemektedir. Bu günümüzde

bir çok problemin YSA'larla çözülememesinin en önemli nedenlerinden biridir.

- Ağı eğitiminin ne zaman bitirileceğine karar vermede geliştirilmiş bir yöntem yoktur. Ağı örnekler üzerindeki hatasının belirli bir değerin altına inmesi eğitimin tamamlanması için yeterli görülmektedir. Fakat en iyi (optimum) öğrenmenin gerçekleştiği söylenememekte, sadece iyi çözümler üretebilen bir ağı oluşturulmuş denilebilmektedir.
- En önemli sorun ise, ağı davranışlarının açıklanamamasıdır. Bir probleme çözüm üretildiği zaman bunun nasıl ve neden üretildiği konusunda bir bilgi bulmak mümkün değildir. Bu ise ağı ürettiği sonuçlara duyulan güveni azaltmaktadır [106].

Tüm bunlara rağmen YSA'larıyla çözümlenemeyecek problem sayısı çok azdır. Bunun başarılabilmesi için ise, YSA uygulamalarında uygun metodolojiyi belirleme büyük önem taşır. Uygulamaların başarısı bu metodolojinin en iyi şekilde belirlenmesiyle artacaktır [111].

4.2.3 Yapay sinir ağı modellerinde ağı yapısının önemi

Başarılı bir tasarımda, uygun yapıyı, buna uygun öğrenme algoritmasını ve onun parametrelerini seçme, giriş, arakatman ve çıkış sayılarını belirleme, arakatman nöron sayılarını yeteri kadar seçme, kullanılacak aktivasyon fonksiyonunu belirleme, eğitim ve test setlerini ve bunlarda kullanılacak normalizasyon seviyelerini belirleme gerçekten zor ve zaman alıcıdır. Deneyim kazanmak da uzun süre alabilir. Eğer bunlara dikkat edilmez ise YSA'ların sistem karmaşıklığı artacaktır. Sistem karmaşıklığı, yapısal ve toplam hesaplama karmaşıklığının bir fonksiyonudur. Toplam hesaplama karmaşıklığı (computational complexity), genellikle yapısal karmaşıklığın bir fonksiyonu olarak ortaya çıkar ve bu hesaplamanın en aza indirilmesi amaçlanır. Ağı büyüklüğü, öğrenme seviyesi ve ağırlıkların sınırlandırılma seviyeleri de bir YSA performansını ve genelleme kabiliyetini etkileyen ana faktörlerdir.

En uygun parametrelerle tasarlanması durumunda YSA, sürekli olarak kararlı ve istikrarlı sonuçlar üretebilecek ve bu sayede gürbüz (robust) bir sistem tasarımı gerçekleştirilebilecektir. Ayrıca sistemin tepki süresinin yeterince kısa olabilmesi

için de ağ büyüklüğünün yeterince küçük olması gerekir. İhtiyaç duyulan toplam hesaplama da bu sayede sağlanmış olacaktır.

YSA Uygulamalarında uygun parametrelerin seçiminde karşılaşılan güçlükler aşağıdaki başlıklar altında toplanabilir;

- Probleme uygun YSA yapısı veya mimarisinin (topolojisi) seçimi,
- Kabul edilebilir çözüm kümesini ulaşmada en düşük düzeyde girdi ve çıktı kümelerinin belirlenmesi,
- Arakatmanlarda uygun nöron sayısının tespiti,
- Arakatman sayısının seçimi,
- YSA yapısına uygun öğrenme algoritması seçimi,
- En uygun öğrenme algoritması parametrelerinin seçimi,
- Veri kodlama yapısının seçimi,
- Uygun normalizasyon yöntemi seçimi,
- Probleme uygun transfer fonksiyonu seçimi,
- Probleme uygun toplama fonksiyonu tipinin belirlenmesi,
- Uygun performans fonksiyonu seçimi,
- Uygun iterasyon veya epok seçimi,
- Veri setine uygun önişlem ve artişlem süreçleri seçimi,
- Uygun veri tipi ve girdi miktarının belirlenmesi.

4.2.4 Yapay sinir ağı modellemesinde izlenen yol

Yukarıda belirtildiği gibi en uygun parametre ve yapı seçimi zor ve uzun soluklu bir çalışma gerektirir. Kolaylık sağlaması amacıyla, modellemeye literatürde kullanılan yapılar, yöntemler ve parametreler kullanılarak başlanmıştır. YSA modellemesinde herşeyden önce yapılması gereken ilk çalışma hangi ağ tipinin kullanılacağının belirlenmesidir.

4.2.4.1 Yapay sinir ağı yapısı

YSA uygulamalarının geliştiği 40 yıllık çalışmalar sonucunda hangi tip problemlerin çözümünde hangi YSA'larının kullanılabileceğini gösteren özet bir çizelge aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2: Yapay sinir ağları ve kullanım alanları

Problem türü	Ağ kullanımı	Örnekler	Uygun YSA tipleri
Tahminleme	Ağ girdileriyle bir çıktı değerinin tahmin edilmesi	Finansal tahminleme Yağış ve hava tahmini	Çok Katmanlı Ağlar
Sınıflandırma	Girdilerin hangi sınıfa ait olduklarının belirlenmesi	Makina hataları sınıflama	LVQ, ART, Olasılık Sinir ağları (PNN)
Veri İlişkilendirme Veri Filtreleme Tanıma ve eşleştirme [105].	Girdilerin içindeki hatalı bilgilerin bulunması, eksik bilgilerin tamamlanması	Resim tamamlama Telefonda gürültü azaltma	Hopfield, Kohonen, Boltzmann makinası, Grosberg, çift yönlü birlikli hafıza (BAM)
Teşhis		Arazi durumlarının teşhisi tıpta hastalık tanımlama	Kendini organize eden ağlar (SOM), LVQ, ART

Çok katmanlı algılayıcılar günümüzde kullanımı en yaygın YSA modelidir. Özellikle mühendislik problemlerinin %95'ine çözüm üretebilecek niteliktedir. Gately [112] ise, çok katmanlı algılayıcıların (ÇKA) finansal uygulamalarda en sık kullanılan ağ tipi olduğunu ve çalışmaların eğitim sürecinde %85 oranında *geri yayılım algoritmalarının* kullanıldığını tespit etmiştir.

Bu ağlar temel olarak, işlem yapılmadan dış dünyadan veri girişinin yapıldığı *girdi katmanı*, girdi katmanından gelen ve katman içinde ilişki olmadan farklı girdi veya alt katmanlar gelen bilgilerin işlendiği *ara katmanlar* (karmaşık ilişkiler için birden çok ara katman kullanılabilir) ve ara katmanlardan gelen verileri işleyerek sistem çıktısının oluşturulduğu *çıkış katmanından* oluşur.

4.2.4.2 Öğrenme kuralları

Literatürde kullanılan öğrenme algoritmalarının çoğu, matematik tabanlı olup, ilişki ağırlıklarının güncelleştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Çok parametrelili, ve karmaşık bu işlemlerin basitleştirildiği başlıca dört temel kuraldan (Hebb, Hopfield, Delta, Kohonen) esinlenerek geliştirilmiştir. Burada finansal uygulamadaki YSA'larında kullanılan *geri yayılım algoritmasının* temelini oluşturan üç öğrenme kuralı kısaca açıklanmıştır.

Hebb'in oluşturduğu öğrenme kısaca, “bir nöron diğer bir nörondan giriş alıyorsa ve her iki nöron da aktif ise (matematiksel olarak aynı işarete sahip ise), nöronlar arasındaki ağırlık kuvvetlendirilir” şeklindedir. *Hopfield kuralında* bu bilgiye ek olarak, kuvvetlendirme büyüklüğü için 0 ile 1 arasında değerler atanmaktadır. Öğrenmede en sık kullanılan bu algoritmalarda, öğrenme katsayısı, oranı veya öğrenme sabiti tanımlanmaktadır. Son olarak *delta kuralında* ise, nöronların gerçek çıktıları ile istenen çıktı değerleri arasında farkı azaltacak şekilde, sürekli olarak katsayıları değiştiren bir düşünce vardır. Ortalama karesel hatayı bağlantı ağırlık değerlerinin değiştirilmesiyle (azaltma veya arttırma) düşürme prensibine dayanır.

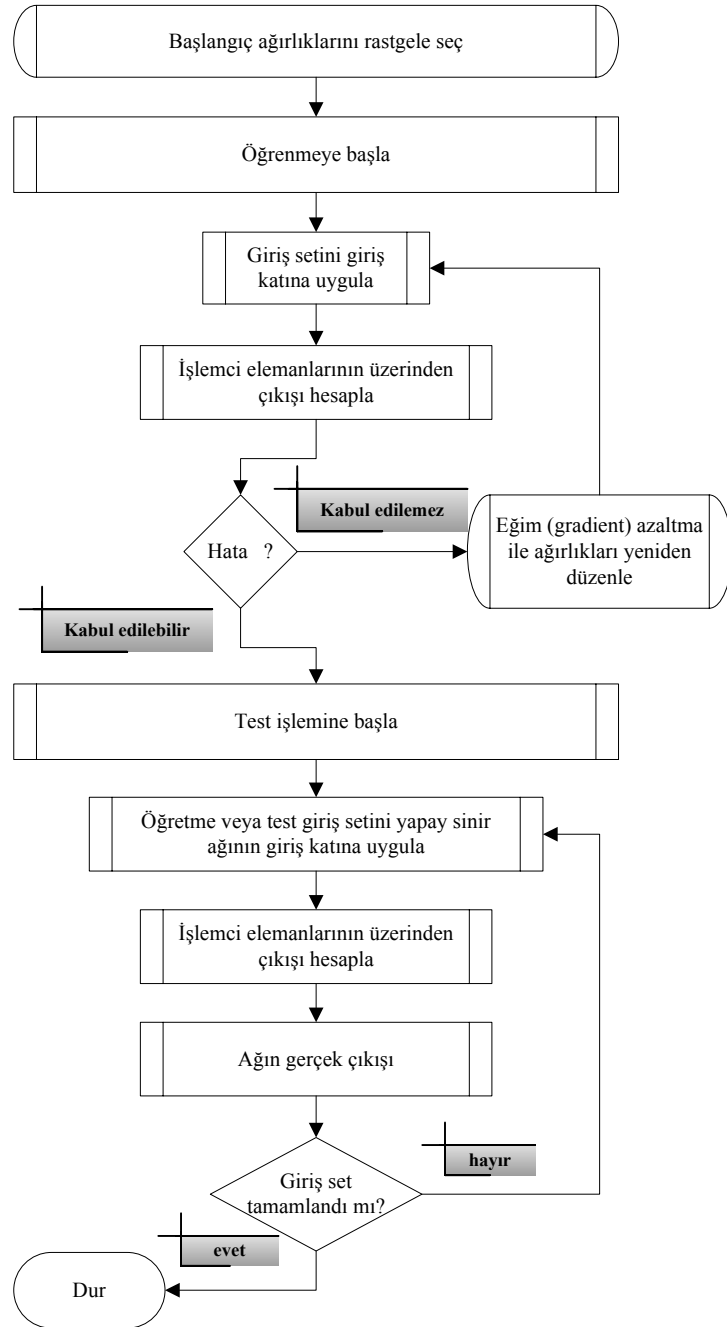
4.2.4.3 İleriye beslemeli geri yayılım algoritması

Adya ve Collopy [113], 1988-1994 arasında yönetim alanında tahminlemede öğrenme algoritması olarak geri yayılım kullanımının %88 olduğunu belirtmiştir. Vellido ve arkadaşları [114], 1992-1998 arasındaki yönetim alanındaki 93 çalışmanın %80’inde geriyayılım algoritmasının kullanıldığını ve bu algoritmaların bu alanda bir standart oluşturmaya başladığını ifade etmiştir.

Geriyayılımlı öğrenme süreci Şekil 4.9’da bir akış diyagramı ile gösterilmiştir. Her katman bir çok nörondan oluşmakta olup katmanlar aralarında ağırlık kümeleri ile bağlanmaktadır. Bağlantı şekli ve her kısımdaki nöron sayısı değişebilmektedir. Aynı kısımdaki nöronlar arasında iletişim olmasına izin verilmemektedir. Nöronlar girdiyi ya başlangıç girdilerinden ya da ara bağlantılardan alırlar. İleriye doğru beslemeli geriye yayılım algoritması iki etaptan oluşmaktadır: Çıktı katmanındaki çıktı bilgi sinyalini hesaplamak için, girdi nöronlarındaki dış girdi bilgisini ileriye doğru ileten bir ileriye doğru besleme etabı ile, çıktı biriminde hesaplanan ve gözlenen bilgi sinyalleri arasındaki farklara dayanarak bağlantı kuvvetleri üzerinde değişikliklerin yapıldığı bir geriye doğru ilerleme etabı [115].

Bir eğitim sürecinin başında, bağlantı kuvvetleri rastgele değerler olarak atanmaktadır. Öğrenme algoritması her iterasyonda eğitim başarı ile tamamlanana kadar kuvveti değiştirmektedir. İterasyon süreci bir sonuca vardığında bağlantı kuvvetleri, eğitim sürecinde kullanılan örneklerdeki mevcut bilgiyi elde eder ve saklar.

Yeni bir girdi grubu sunulduğunda, ileriye doğru besleme ile yapay sinir ağının bağlantı kuvvetlerindeki öğrenilir ve saklanan bilgi sayesinde bir çıktı verileri grubu elde edilir.



Şekil 4.9: Geriyayılımlı öğrenme algoritması akış diyagramı

4.2.4.4 Yapay sinir ağı modellemesinde diğer önemli parametreler

Öğrenme algoritmasına uygun parametrelerin seçimi, giriş ve çıkış sayılarını belirleme, arakatman nöron sayılarını yeterli düzeyde tespit etme, kullanılacak aktivasyon fonksiyonunu seçme, eğitim-test setlerini ve bunlarda kullanılacak

normalizasyon seviyelerini belirleme, model çalışmasını durdurma kriteri yapay sinir ağı modellemesinin başarısı üzerinde önemli parametreler olarak sayılabilir.

Aktivasyon fonksiyonu sistemin başlangıç değerinin seçiminde kullanıldığı bir parametre olup, model çalışmaya başladığında çıktı değerleri ile uyumlu olması istenir. Aktivasyon fonksiyonu olarak finansal tahminlemede sıklıkla logaritmik sigmoid fonksiyon tercih edilmektedir. Bunun yanında hiberbolik tanjant (*tanh*) fonksiyonu da tahmin çalışmalarında kullanılmaktadır. Yapay sinir ağlarının tanıtımında da vurgulandığı gibi giriş, çıkış ve ara katmanların belirlenmesinde malesef deneme ve yanılma yöntemi kaçınılmazdır. Genel olarak ara katman sayısı ve ara katmanlardaki nöron sayısının düşük tutulması tavsiye edilmekle birlikte, finansal piyasalarda tahminleme çalışmalarında dört ara katman ve ara katmanlarda 20'nin üzerinde nörona rastlanmaktadır.

YSA performansını doğrudan etkilediği için oldukça önemli bir parametre olan normalizasyon, giriş verilerinin transfer edilirken fonksiyonun aktif olan bölgesinden aktarılmasını sağlar. Veri normalizasyonu, işlemci elemanlarını kümülatif toplamlarla koruma eğilimleri nedeniyle zorunludur ve aşırı değerlendirilmiş kümülatif toplamların oluşturacağı olumsuzlukların engellenmesini sağlar [111]. Genellikle verinin (0 , 1) veya (-1 , +1) aralıklarından birinde ölçeklendirilmesi önerilmektedir. Ölçeklendirme, verinin geçerli eksen sisteminde sıkıştırılması anlamı taşıdığından veri kalitesi aşırı salınımlar (10 ve 1000 verileri gibi) içeren problemlerin YSA modellerini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu olumsuzluk kullanılacak öğrenme fonksiyonunu da başarısız kılabilir. Genellikle öğrenmenin bipolar bir fonksiyon olduğunda (-1 , +1) aralığında, aksi durumda ise (0 , 1) aralığında ölçeklendirme yapılması önerilmektedir. Bazı girdi parametreleri bipolar olduğundan normalizasyonda (0 , 1) ve (-1 , 1) aralıkları ayrı ayrı test edilmiştir. Bununla birlikte bazı yeni araştırmalarda $[2 \times - (\max - \min)] / (\max + \min)$ fonksiyonuyla normalizasyonda oldukça başarılı sonuçlar alındığı görülmüştür [39]. Son olarak ağırlık ayarlama (öğrenme) sürecini bir noktada durdurmak amacıyla geliştirilen durdurma kriterleri, hata yüzeyine ait yerel veya genel minimum değerlerden yararlanılmaktadır [116]. “Değişme vektörünün normu yeterince küçük bir eşiğe ulaşınca geri besleme algoritmanın yakınsadığı” veya “bir döngü (epok) için ortalama hata karesindeki değişimin mutlak değeri yeterince küçüldüğünde geri besleme algoritmanın yakınsadığı” düşünülerek çalışma sonuçlandırılır. Daha basit

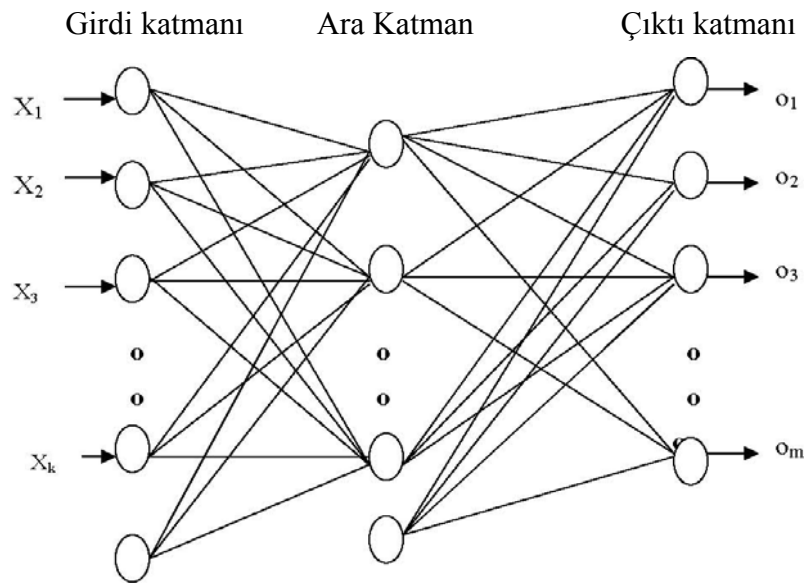
bir anlatımla ortalama karesel hatanın bir sınır değere ulaşması veya belli bir iterasyona ulaşıldığında çalışma durdurulur.

4.2.5 Finansal piyasalarda tahminlemede tercih edilen yapay sinir ağları

Thawornwong ve Enke [117], 1996-2003 arasında mali piyasalara yönelik YSA'larının kullanıldığı yayınlanan 45 makalede geri yayılım algoritmasının kullanıldığını görmüştür. Bu çalışmaların çok büyük kısmında ileri beslemeli geri yayımlı YSA'ları tercih edilmiştir. 1990'lı ve 2000'li yıllarda yapılan çalışmaların geri kalan kısmında ise genellikle geridönüşümlü YSA'ları (1990'larda), radyal ve genelleştirilmiş regresyon YSA'ları (2000'li yıllarda) kullanıldığı görülmektedir. Bu nedenle çalışmada ileri beslemeli geri yayımlı, radyal ve genelleştirilmiş YSA'larının (BPNN, RBNN ve GNN) İMKB-100 Endeksi'ni tahmin etmede kullanılabilirliği sınanmıştır. Bu ağ tipleri aşağıda detaylı olarak anlatılmıştır.

4.2.5.1 İleriye beslemeli geriyayımlı yapay sinir ağları (İBGYYSA)

Bir girdi, bir ara katman ve bir çıktı katmanından oluşan üç katmanlı bir İleriye beslemeli geriyayımlı yapay sinir ağı Şekil 4.10'de gösterilmiştir. Her birinin girdi nöronlarında x_i , $i=1, \dots, k$ girdi değerleri, çıktı nöronlarında da T_n , $n=1, \dots, m$ çıktı değerleri kümesi bulunan toplam N adet girdi grubu bulunmaktadır. Girdi değerleri gizli nöronlardaki ilk ara bağlantı ağırlıkları, w_{ij} , $j=1, \dots, h$, ile çarpılmakta ve sonuçlar i indeksi boyunca toplanmakta ve gizli birimlerin girdileri olmaktadır [118];



Şekil 4.10: İleri beslemeli geri yayılım ağı yapısı (İBGYYSA).

$$H_j = \sum_{i=1}^k w_{ij} x_i, j=1, \dots, h \quad (4.3)$$

Burada $H_{j,j}$ gizli nodunun girdisi, w_{ij} ise i nöronundan j nöronuna doğru olan bağlantı ağırlığıdır. Her gizli nöron bir sigmoid fonksiyonu yardımı ile bir gizli nöron çıktısı, HO_j , oluşturmaktadır. HO_j şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$HO_j = f(H_j) = \frac{1}{1 + \exp[-(H_j + \theta_j)]} \quad (4.4)$$

Burada H_j nöronun girdisi, $f(H_j)$ nöron çıktısı, ve θ_j başlangıç veya taraflılık değeridir.

Başlangıç değeri, θ_j , ağırlıklarla aynı şekilde öğrenilecektir. HO_j çıktısı bir sonraki birimin girdisi olmakta ve bu işlem çıktı birimine ulaşınca kadar devam etmektedir. m adet çıktı nöronlarına ulaşan girdi şu şekilde bulunmaktadır:

$$IO_n = \sum_{j=1}^h w_{jn} HO_j = 1, \dots, m \quad (4.5)$$

Bu girdi değerleri daha önce tanımlanan sigmoid fonksiyonu tarafından işlenerek sinir ağı çıktı değerleri, O_n elde edilmektedir. Daha sonraki ağırlık düzenlemesi ya da öğrenme süreci geriye doğru ilerleme algoritması ile sağlanmaktadır. Çıktı birimindeki, O_n , hedef değeri T_n ile aynı olmayacaktır. Her girdi grubu için hata karelerinin toplamı, e_p , p 'inci girdi grubu için şu şekilde bulunmaktadır:

$$e_p = \sum_{n=1}^m (T_n - O_n)^2 \quad (4.6)$$

Ortalama sistem hatası ya da ortalama karesel hata (OKH), E , bütün girdi grupları için şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$E = \frac{1}{2N} \sum_{p=1}^N \sum_{n=1}^m (T_{pn} - O_{pn})^2 \quad (4.7)$$

burada T_{pn} , p 'inci grup için T_n hedef değeri, O_{pn} ise p 'inci grup için O_n çıktı değeridir. Geriye doğru ilerleme algoritmasının amacı ortalama kare hatasının iterasyonla en aza indirilmesidir. Bu önce çıktı birimindeki her nöron için δ_n gradyanının hesaplanması ile gerçekleştirilir:

$$\delta_n = O_n (1-O_n) (T_n-O_n) \quad (4.8)$$

Hata gradyanı δ_n daha sonra gizli birimler için bir önceki birimdeki hataların ağırlıklı toplamının hesaplanması ile bulunmaktadır:

$$\delta_j = HO_j(1-HO_j) \sum_{n=1}^m \delta_n w_{jn} \quad (4.9)$$

Hata gradyanları daha sonra ağırlıklarını güncellemek için kullanılmaktadır:

$$\Delta w_{ij} (r) = \eta \delta_j x_i \quad (4.10)$$

$$w_{ij} (r+1) = w_{ji}(r) + \Delta w_{ji} (r) \quad (4.11)$$

n'inci veri sunumundan sonraki ağırlık değişimi şu şekildedir:

$$\Delta w_{ji} (r) = \eta \delta_j x_i + \alpha \Delta w_{ji} (r-1) \quad (4.12)$$

Burada α , sonuca hızlı ulaşılmasını sağlayan momentum oran terimi; η , etap boyutunu ayarlayan öğrenme oranı; r ise iterasyon numarasıdır.

4.2.5.2 Radyal tabanlı fonksiyon yapay sinir ağları (RTYSA)

Radyal tabanlı fonksiyonlar kavramı, yapay sinir ağları literatürüne 1988 yılında Broomhead ve Lowe tarafından dahil edilmiştir. Radyal tabanlı fonksiyonlara dayalı yapay sinir ağları modeli insan sinir sistemindeki nöronlarda görülen yerel etki-tepki davranışlarından esinlenilerek oluşturulmuştur [118]. Yerel tepki karakteristiği, sinir sisteminin bazı yerlerinde mesela görme sinirlerinin davranışlarında gözlemlenebilir. Bu sinirler görüş alanında bulunan değişik boyutlardaki görüntülere karşı duyarlıdır. Bu nöronlar yerel olarak tepki vermeye ayarlanmıştır. Bunlar girdi uzayının sınırlı küçük bir bölümüne tepki verebilmektedirler.

Radyal tabanlı fonksiyonlar teorisi çok değişkenli fonksiyonların enterpolasyonuna dayanmaktadır. Burada amaç $(x^s, y^s)_{s=1}^N$ ifadelerinin enterpolasyonunu yapmaktır [118]. Bu durumda $x \in R^d$ olmalıdır. Bu denklemde F lineer uzayda bir fonksiyon olduğundan yani doğrusal bir fonksiyon olduğundan *radyal tabanlı fonksiyonlar yaklaşımında* F enterpolasyon fonksiyonu temel bazı fonksiyonların lineer bir kombinasyonudur:

$$F(x) = \sum_{s=1}^N w_s \varphi (\| x - x^s \|) + P(x) \quad (4.13)$$

Bu denklemde $\|.\|$ öklid normu, $w_1, \dots, w_N$ reel sayılar, φ gerçekte değişkenli bir fonksiyon, $p \in \prod_n^d$ ise en fazla n . derecede olabilen d sayıda değişkeni olan bir polinomdur. Bu interpolasyon probleminde amaç $w_1, \dots, w_N$ değişkenlerini bulmak ve $p = \sum_{j=1}^D a_j p_j$ polinom terimini elde etmektir. Bu polinomda $\prod_n^d$ a standart temel ve $a_1, \dots, a_D$ sayıları da reel katsayılarıdır. Interpolasyon şartları şunlardır:

$$F(x^s) = y^s, \quad S=1, \dots, N \quad (4.14)$$

$$\sum_{s=1}^N w_s p_j(x^s) = 0, \quad j=1, \dots, D \quad (4.15)$$

Eğer veri noktalarından herhangi birisi için interpolasyon problemi tek çözümlü ise φ fonksiyonu *radyal tabanlı fonksiyon* olarak tanımlanır. Bu durumlarda denklem (4.22)'deki polinomun terimleri ihmal edilebilir ve denklem (4.23)'deki terimler ile toplandığında aşağıdaki denklem (4.25) meydana gelir.

$$\varphi w = y \quad (4.16)$$

Bu denklemde $w = (w_1, \dots, w_N)$, $y = (y^1, \dots, y^N)$, ve φ de $N \times N$ bir matristir. Bu matris şöyle tanımlanabilir:

$$\varphi_{k,s} = (\varphi (\| x^k - x^s \|)) \quad (4.17)$$

Eğer φ fonksiyonunun tersi mevcutsa interpolasyon probleminin çözümü olan w değerleri kesin bir şekilde hesaplanabilir ve $w = \varphi^{-1} y$ formunu alır.

En çok kullanılan radyal tabanlı fonksiyonlar *gauss tabanlı fonksiyonlardır*. Kısaca şu şekilde ifade edilir:

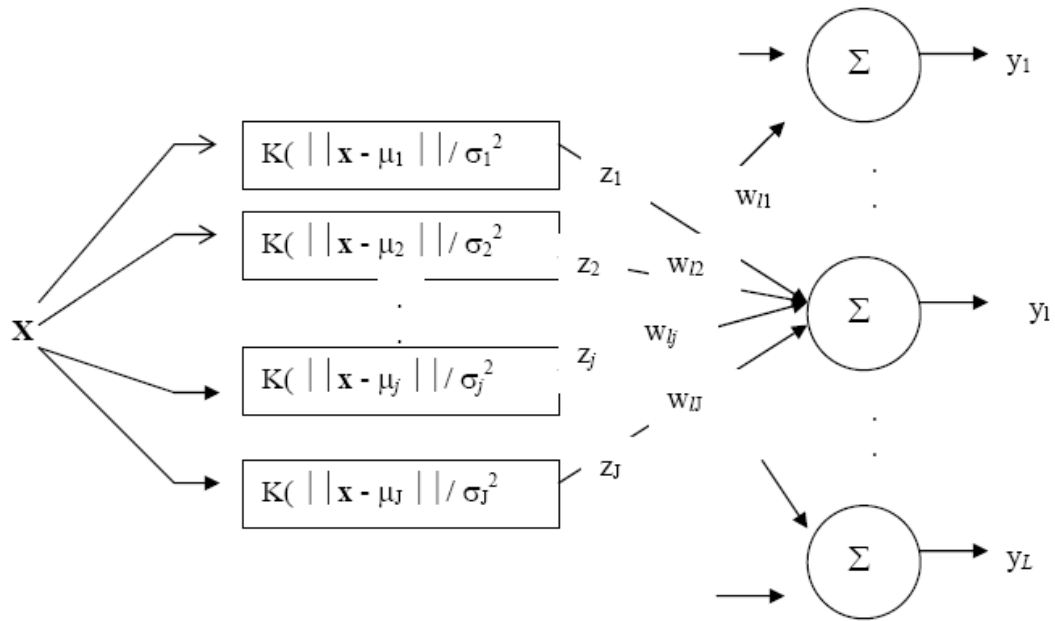
$$\varphi (\| x - c \|) = e^{- (\| x - c \| / 2\sigma)} \quad (4.18)$$

Bu fonksiyonun $c \in R^d$ merkezinde en yüksek değeri alır ve merkezden uzaklaştıkça değeri küçülür.

Radyal tabanlı fonksiyonların interpolasyonunda kesin çözüm her (x^s, y^s) veri noktası için vardır. Normal şartlarda interpolasyon probleminin kesin çözümü verilen

noktalar arasında salınım yapan sıradan bir fonksiyondur. Kesin enterpolasyon prosedüründe karşılaşılan bir başka problem ise temel fonksiyonların sayısı veri noktalarının sayısına eşit olmasıdır. Bu nedenle $\phi_{N \times N}$ matrisinin tersini hesaplamak pratikte çok zor olmaktadır.

Radyal tabanlı fonksiyonlar yöntemi üç tabakadan oluşan bir yapay sinir ağıdır (Şekil 4.11). Girdi tabakası şebekeye giren verilerin yer aldığı tabakadır. Gizli hücre tabakasında ise nöronlar yer alır. Burada temel fonksiyonların çıktıları hesaplanır. Çıktı tabakasında ise temel fonksiyonlar arasında doğrusal bir bağıntı veya kombinasyon bulunmaya çalışılır.



Şekil 4.11: Radyal tabanlı fonksiyonlara dayalı yapay sinir ağlarında girdi, gizli ve çıktı birimleri

4.2.5.3 Genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları (GRYSA)

Specht (1991) tarafından önerilen genelleştirilmiş regresyon sinir ağı geriye yayılımı metodunda olduğu gibi bir iteratif eğitim prosedürü gerektirmemektedir [118]. Genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları (GRYSA), eğitim verisini kullanarak girdi ve çıktı vektörleri arasındaki herhangi bir fonksiyonu tahmin etmektedir. Eğitim seti genişledikçe tahmin hatası sıfıra iner.

GRYSA tıpkı standart regresyon tekniklerinde olduğu gibi sürekli değişkenlerin tahmini için kullanılmaktadır.

Radyal tabanlı fonksiyonlara benzer ve çekirdek regresyon denilen bir standart istatistik tekniğine dayanır. Tanım olarak bilindiği gibi regresyon, x ve eğitim seti

verildiğinde bir y bağımlı değişkeninin en olası değerini bağımsız x değişkenine bağılı olarak tahmin eder. Regresyon metodu ortak kare hatasını en aza indirecek şekilde y'yi tahmin eder. GRYSA, bir eğitim seti verildiğinde x ve y'nin ortak olasılık yoğunluk fonksiyonunu (OYF) tahmin eden bir metottur. OYF veriden bir ön kabul yapılmadan elde edildiği için sistem genel olarak idealdir.

$f(x,y)$ ortak olasılık yoğunluk fonksiyonunun bilinmesi durumunda, bağımsız x değişkenine göre bağımlı y değişkeninin regresyonu;

$$E[y|X] = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} y f(X, y) dy}{\int_{-\infty}^{\infty} f(X, y) dy} \quad (4.19)$$

şeklinde ifade edilir.

Eğer olasılık yoğunluk fonksiyonu bilinmiyorsa gözlenen X^i ve Y^i değerlerinden bu fonksiyon tahmin edilir.

$$\hat{f}(X, Y) = \frac{1}{(2\pi)^{(p+1)/2} s^{(p+1)}} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \exp \left[-\frac{(X - X^i)^T (X - X^i)}{2s^2} \right] \exp \left[-\frac{(Y - Y^i)^2}{2s^2} \right] \quad (4.20)$$

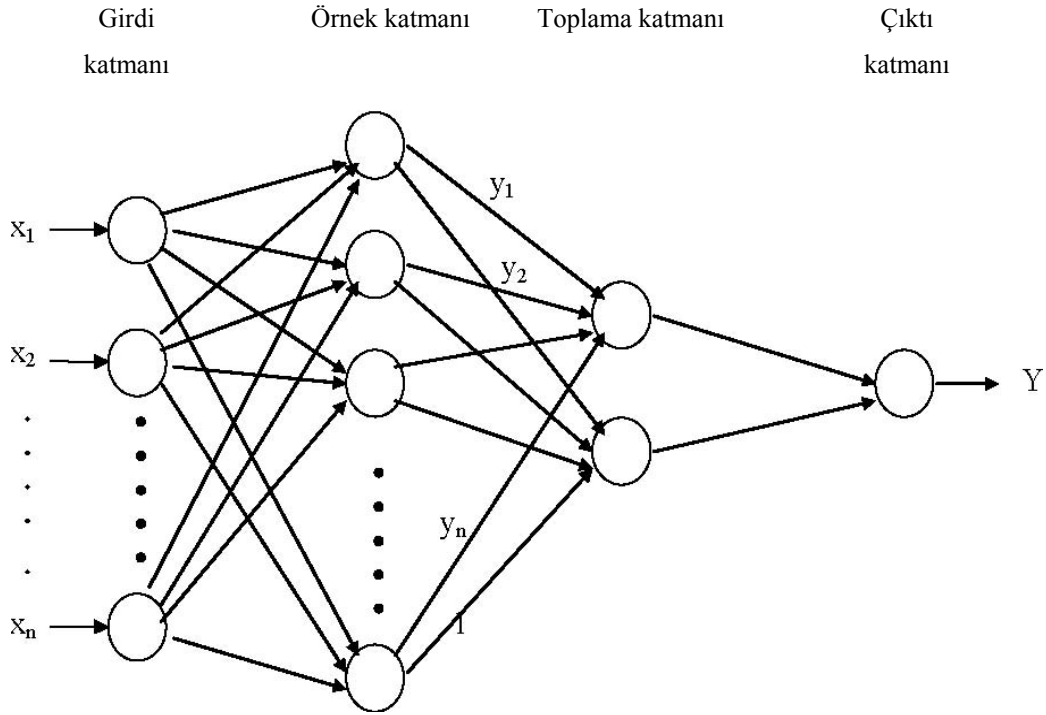
Bu denklemde p, x vektörünün boyutu, n, gözlenen veri sayısı, s ise düzeltme parametresidir. D_i^2 bir skaler fonksiyon olmak üzere,

$$D_i^2 = (X - X^i)^T (X - X^i) \quad (4.21)$$

olarak tanımlanırsa, bağımsız x değişkenine göre bağımlı y değişkeninin regresyonu,

$$\hat{Y}(X) = \frac{\sum_{i=1}^n Y^i \exp \left(-\frac{D_i^2}{2s^2} \right)}{\sum_{i=1}^n \exp \left(-\frac{D_i^2}{2s^2} \right)} \quad (4.22)$$

şeklinde bulunur. GRYSA'nın yapısı Şekil 4.12'te verilmiştir:



Şekil 4.12: Bir genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağı (GRYSA) yapısı

4.2.6 Yapay sinir ağına dayalı basit bir finansal tahmin problemi çözümü

Sinir ağı öğrenmesiyle hisse senedi alım veya satım kararlarına yönelik bir tahmin sistemi kurulması amaçlanmıştır [119]. Sistem girdisi, olarak finansal piyasalara etkisi bilinen beş temel makroekonomik faktör seçilmiştir : GSMH, işsizlik, satışa hazır stoklar, ABD doları kuru, kısa dönem faiz oranları. Buradaki testte, trend veya gösterge gibi önileme verileri kullanılmamıştır. Süreci sadeleştirmek için aşağıda sıralanan yaklaşımlar benimsenmiştir ;

- Her girdi normalizasyonla standartlaştırılmıştır. Limitlerde en zayıftan en güçlüye +100 ve -100 arasında değerler atanması suretiyle sıfır da yönsüz kabul edilmiştir.
- Beş göstergenin birleştirilmiş değerleri +125'i geçtiğinde, hisse senedi alınırlar kararı, -125'in altına düştüğünde ise satılır kararı alınacaktır.
- +125 ve -125 arasındaki birleştirilmiş değerlerde piyasanın yönsüz olduğu düşünülür.

Öğrenme sürecinin nasıl çalıştığını göstermek için durum-1 ve durum-2 olarak Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'te iki olay gösterilmiştir. Çizelge 4.3'teki durum,

ağırlıklandırma faktörlerinin 1.0 olarak seçildiği sinir ağı başlangıç evresini göstermektedir. Güncel öğrenmede, ağıın tüm ağırlıklarının toplamının 1.0 olması gereklidir. Normalize edilmiş güncel girdilerin değerleri çizelgede “göreceli değerler” sütununda gösterilmiştir. Bu değerlerin hisse senedi piyasasına verdiği güçlü ve zayıf tepkiyle ilgili geçmişte yaşanan durum (doğru yanıtlar) çizelgenin son satırında yer almaktadır. Sinir ağıının doğru yanıtı ulaşması için, durum 1’ de +125’ten büyük, durum 2’de -125’in altında bir sonuç üretmesi gerekir. Bütün girdilere 1.0 başlangıç ağırlığı verildiğinde, durum 1’deki değer +75 ve durum 2’deki değer ise +40 olmaktadır. Sistem çözümlerinin ikisi de başarılı olduğundan en iyi ağırlıklandırılma faktörünü aramak üzere sınamaya devam edecektir.

Çizelge 4.3: İki farklı veriyle öğrenme durumu (başlangıç evresi)

	Durum 1				Durum 2			
Girdiler	Göreceli değer		Ağırlık	Net	Göreceli değer		Ağırlık	Net
GSMH	Güçlü	50	1.0	50	Zayıf	-60	1.0	-60
İşsizlik	Düşük	-25	1.0	-25	Yüksek	40	1.0	40
Hazır stoklar	Düşük	-50	1.0	-50	Yansız	15	1.0	15
ABD doları	Çok güçlü	75	1.0	75	Yansız	0	1.0	0
Faiz oranları	Düşüş	-25	1.0	-25	Yükselme	45	1.0	45
Toplam değer		25				40		
Başlangıç eşiği		+/- 125				+/- 125		
Mevcut yanıt		yok				yok		
Güncel pazar tepkisi		Güçlü				Zayıf		

Çizelge 4.4’te, ağırlıklandırma faktörleri genetik algoritma kullanarak dönüşüme uğratılmıştır. Bu örnek sadece +1.0, 0 ve -1.0 ağırlıklandırma faktörleri kullanarak sınanmıştır. Faiz oranları ve işsizlik etkilerini hisse senedi piyasası yönüne ters çevirerek ve ağırlıklandırılma faktörlerin seçimi rastgele yapılarak, sonuçlar hisse senedi hareketinin tarihsel dokusuyla örtüşmeye başlamıştır. Yapay sinir ağı yöntemi, ağırlıklandırma faktörlerinin 0-1 aralığında kademeli değerlerini ve çok sayıda öğrenme olayı durumu kullanarak, hisse senedi piyasası hareketi ile girdiler arasındaki mevcut temel bağlantıyı tam olarak bulacaktır.

Çizelge 4.4: İki farklı veriyle öğrenme durumu
(ağırlık faktörlerinin mutasyonu sonrası)

	Durum 1				Durum 2			
Girdiler	Göreceli değer		Ağırlık	Net	Göreceli değer		Ağırlık	Net
GSMH	Güçlü	50	1.0	50	Zayıf	-60	1.0	-60
İşsizlik	Düşük	-25	-1.0	25	Yüksek	40	-1.0	-40
Hazır stoklar	Düşük	-50	1.0	-50	Yansız	15	1.0	15
ABD doları	Çok güçlü	75	1.0	75	Yansız	0	1.0	0
Faiz oranları	Düşüş	-25	-1.0	25	Yükselme	45	-1.0	-45
Toplam değer		125				-130		
Başlangıç eşiği		+/- 125				+/- 125		
Mevcut yanıt		yok				yok		
Güncel pazar tepkisi		Güçlü				Zayıf		

5. YAPAY SİNİR AĞI (YSA) TAHMİN MODELLERİ KURULMASI VE MODEL ÇIKTILARININ YORUMLANMASI

Bu bölümde YSA modellemesine geçilmeden önce temel prensipler, amaç ve çalışma sınırları vurgulanmış, daha sonra J. Yao ve arkadaşlarının [97], çalışmalarında oluşturulan YSA dayalı finansal tahminleme prensipleri doğrultusunda yapılan çalışmalar, model yapısı ile ilgili seçimler ve uygulanan çözümler aktarılmış, son olarak da model çıktıları yorumlanmıştır.

Fen bilimlerinde sistem kuralları ne kadar karmaşık olursa olsun, farklı modeller de kullanılsa sonuçta benzer davranış özellikleri elde edilebilir. Ancak sosyal bilimlerde farklı YSA modellerinde birbirine karşıt sonuçlara ulaşılması mümkündür. Örneğin finans alanında seçilen değişkenler ve bilinen ilişkiler, seçilen farklı iktisat kuramlarına göre farklı sonuçlara yol açabilmektedir. Başka bir deyişle her ülkenin temel ekonomik dinamikleri farklı olabileceği gibi (Japonya gibi sürekli dış ticaret fazlası veren bir ekonomi ile ABD gibi sürekli bütçe açığı veren bir ekonomi), uygulanan farklı ekonomi politikaları da (sabit kur veya dalgalı kur uygulaması gibi) ekonomik ve finansal değişkenler arası ilişkilerin değişmesine neden olabilmektedir. Bu bağlamda Türkiye’de 80’li yıllardan itibaren sık sık yaşanan krizler ve değişen ekonomi politikaları da düşünülerek ekonomik ve finansal parametrelerin İMKB ile ilişkisinin sınanması düşünülmüştür.

Diğer taraftan, ekonomik ve ticari modellerde sonuçların farklı kriterleri sağlaması beklenebilmektedir. “Bilimsel çalışmalarda bazen %100 tutarlılık beklenirken, piyasa uygulamalarında %60 düzeyinde bir tutarlılığın garanti edilmesi amaçlanabilir. Özellikle tahminleme gibi yüksek belirsizliğin söz konusu olduğu bir alanda, mükemmel bir öngörü imkansızdır. Bu nedenle amacımız sadece mükemmel olmayan tahminlerimizi optimize etmek olmalıdır” [97]. Getiri amaçlı modellerde tatminkar getiriler uygulamacılarının gereksinimlerini karşılamada yeterlidir. Ancak bilimsel bir çalışmada getiri yanında farklı amaçlar da mevcuttur. Çalışma amacında değinildiği gibi, İMKB-100 endeksi ile tüm makro ekonomik, finansal ve teknik

veriler arasındaki etkileşim araştırılarak, endeksin hangi değişkenler ışığında hareket ettiğinin tespit edilmesi de amaçlanmıştır.

5.1 Veri Hazırlama (Veri Sıklığı, Sınır Değerler, Eksik Veriler)

Modellemeye finansal piyasalardaki yatırımcı bakışıyla yaklaşarak, kısa, orta ve uzun vade için üç farklı YSA kurulması düşünülmüştür. İlk bakışta kısa vadeli model için günlük, orta vadeli model için aylık, uzun vadeli model için de üç aylık frekansta verilerin kullanılabileceği öngörülmüştür.

J.Tao ve arkadaşları [97] veri sıklığının (frekansının) yüksek tutulması yoluyla büyük örneklem kullanılmasının tahmin başarısını arttırmada faydalı olamayabileceğini belirtmekle birlikte, özellikle İMKB gibi gelişmekte olan (etkinliği düşük) piyasalar üzerinde yapılan çalışmalarda aylık kapanış verileri yanında, günlük ve hatta seanslık verilerin de kullanıldığı ve bu verilerle daha tutarlı sonuçlar elde edildiği de birçok çalışmada vurgulanmıştır [89,90,92]. Makro ekonomik verilerin aylık - üçer aylık dönemlerde yayınlanması ve kısa vadeli gürültülerin (hataların) giderilmesi gibi nedenlerle veri sıklığı olarak aylık veriler tercih edilmektedir.

Ancak kısa vadeli tahminlemede önemli parametreler olan teknik analiz göstergelerinin uzun dönem İMKB endeks tahmininde kullanılabılır olmadığı önceki çalışmada gösterilmiştir [120]. Dolayısıyla orta ve uzun vadeli YSA kurulurken makro ekonomik ve finansal faktörler önemli değişkenlerdir. Bazı finansal göstergeler (kredi ve mevduat hacmi, dolaşımdaki para gibi) haftalık yayınlansa bile, önemli makro değişkenlere ait verilerin çoğunun aylık, hatta önemli bazı göstergelerin (GSYH, bilançolar gibi) üç aylık frekanslarda yayınlanması söz konusudur. Bu nedenle orta vadeli tahmin için aylık veriler kullanılabilmıştır.

Ayrıca İMKB'nin oynaklığı (volatility) yüksek [121] ve etkinliği düşük [122] bir piyasa olduğu düşünüldüğünde, yaşanan sert dönüşler ve uzun soluklu trendler işlem fırsatlarının kaçırılmasına neden olabilecektir. Örneğin hisse senedi pozisyonu taşıyan bir portföyde, ayın üçüncü işgününde yaşanan uzun vadeli trend dönüşü (düşüş), aylık kapanış verilerine göre karar alındığı için ancak bir sonraki aybaşında satış fırsatı olarak değerlendirilebilecektir. 90'lı yıllarda sık yaşanan (1993-1997-1999-2001) ekonomik krizler ve İMKB piyasasının bu krizlere verdiği sert tepkilere baktığımızda, 3-12 aylık (orta-uzun vadeli) kazançların haftalar içerisinde (kısa

Sonuç olarak her bir aylık veri seti için 122, ve günlük veri setleri için de 1750 veri kullanılmıştır.

Zaman serileriyle analizin temel varsayımı geçmiş verilerdeki kalıpların gelecekte de korunduğu prensibidir. Uygun bir bölümlendirme için geçmiş çalışmalardan yola çıkılarak, öğrenme için verilerin %85'i, modelin test edilmesi için ise verilerin %15'inin kullanılması düşünülmüştür.

5.2 Girdi ve Çıktı Parametrelerinin Belirlenmesi

Daha önce de değinildiği gibi hisse senedi fiyatları, olağanüstü sayıda farklı değişkenin etkisiyle hareket ederler, bu değişkenler arasında finansal veriler olabileceği gibi geçmişte astrolojik etkileri dahi araştıran çalışmalar gözlenmiştir. Tahmin edilecek çıktıyı seçerken ise manipülasyon ve mevsimsel etkileri göz önünde bulundurmak gereklidir. Tahmin modeli kurulurken girdi ve çıktı seçimi ile bu veriler üzerinde uygun düzeltmelerin yapılması gereklidir.

5.2.1 Çıktı değişkeninin seçimi

Mevsimsellik ve hisse bazında gürültü (noise) etkilerini azaltmak amacıyla çıktı verisi olarak İMKB-100 Endeksi tahmin edilecek çıktı verisi olarak seçilmiştir. Geçmiş çalışmalarda *mutlak kapanış verisi* yerine normal dağılıma yakınlaşmak ve trend ivmesini korumak gibi amaçlarla *değişim miktarının*, *oranının* veya *logaritmik değişim oranının* de kullanıldığı görülmektedir. Logaritmik ölçüm; moment etkisi olduğu düşünüldüğünde, her noktada değişimin şiddetini ölçmede kullanışlı görülmektedir. Teknik analizde de trend çizgilerinin daha tutarlı kılınması amacıyla yine logaritmik skala tercih edilmektedir.

Bu şekilde bir veri düzenlemesi *nominal* değişimi ifade edecektir. “Amaç doğrultusunda *reel değişim* (enflasyondan arındırılmış) en iyi hedef fonksiyonu olabilir” [97]. Ancak YSA kullanılacağından, zaman serisini durağanlaştırmak veya normal dağılıma uydurmak için değişimi zaman serisi olarak almak bir zorunluluk değildir. Nitekim yapılan ön test çalışmalarında mutlak değer yerine değişim oranlarının kullanılması sonucunda, tahminler ile gerçekleştirmeler arasındaki sapmaların (karesel hata) mutlak endeks değerine göre daha yüksek olduğu

görülmüştür. Bu nedenle mutlak endeks değeri tahmin edilecek değişken olarak alınmıştır.

Çıktı değişkeni olarak hisse senedi kapanış fiyatları kullanıldığında, sermaye arttırımı ve kar payı ödemeleri gibi nedenlerle fiyatların ilgili dönemlerde geriye doğru düzeltilmesi gerekmektedir. Endeks verileri bu değişimleri doğal olarak bünyesinde barındırdığından, fiyat düzeltilmesine ihtiyaç duyulmamaktadır. Yine hisse fiyatları yerine endekslere ait veriler kullanılarak şirket bazında kısa vadeli spekülasyondan kaçınılabileceği düşünülmüştür.

Ancak sektörel endeksler aynı sektörde işlem gören çok az sayıda şirket olduğundan, spekülasyonun tüm sektörde yapılabilmesi mümkündür. Kısa vadeli spekülasyonun etkisini gidermek amacıyla, az sayıda şirket içeren ve düşük hacimli bu endekslerin kullanılması sakıncalıdır. Menkul kıymet piyasalarına global perspektifte bakıldığında ise İMKB'nin gelişmekte olan ve işlem hacmi açısından sığ bir piyasa olmasına bağlı olarak, en yüksek işlem hacmini barındıran İMKB-100 endeksinin kullanımı uygun görülmüştür. Ayrıca böylece kapanış verileri aynı zamanda ağırlıklı ortalama verileri ile örtüşecektir. Böylece piyasa bazında manipülasyon etkisinden de kaçınılmış olacaktır.

Günlük endeks kapanış bilgisi yanında, en yüksek, en düşük, işlem hacmi bilgileri de YSA girdi parametresi olarak teknik analiz göstergelerinin hesaplanmasında da kullanılacağından ek girdi olarak derlenmiştir.

Amacımız doğrultusunda en iyi hedef fonksiyonu olarak İMKB-100 endeks değeri seçilmiştir. Zira dönemsel getiri fonksiyonu mutlak getiriyi ifade etmektedir ve tahminlemenin amacı endeks değerini bilebilmek ve buna göre yatırım stratejisi oluşturmaktır. Böylece kullanıcı model çıktılarında doğrudan endeks değerini görebilecek, getiriler üzerinden geri dönüşüm yaparak tahmini endeks değerini hesaplamak zorunda kalmayacaktır.

5.2.2 Girdi değişkenlerinin seçimi

Sermaye piyasalarında hisse senedi fiyatını belirlemede etkili faktörler Bölüm 3'te sıralanmıştır. Buradan hareketle İMKB-100 Endeks tahminine yönelik modellemede kullanılabilecek sözkonusu başlıca değişkenler olarak makroekonomik göstergeler, alternatif yatırım piyasalarında oluşan fiyatlar ve şirketlerin finansal performans göstergeleri sıralanabilir.

Yine Bölüm 3'te değinildiği gibi Etkin Pazar Kuramı (EPK) ve beraberinde rassal yürüyüş hipotezi ortaya çıktığı 70'li yıllardan bugüne, akademik çalışmalarda sıklıkla incelenen ve kabul gören bir yaklaşım olagelmıştır. [123]. Rassal yürüyüş hipotezi ise teknik analizin çıkış noktası olan geçmiş piyasa fiyatlarını belirlemede etkili olabileceği düşüncesini reddetmektedir.

Ancak 19 Ekim 1987'de Dow Jones Endeksi'nde (DJIA) yaşanan büyük düşüş kuramın varlığının tartışılmasına yolaçmış ve geçmiş tecrübelerle gelecekteki hisse senedi getirilerinin tahmin edilebilirliği, Campbell [124] ile Lo ve MacKinlay [125] gibi bir çok araştırmacı tarafından tartışılmaya başlanmıştır.

Gelişmiş piyasalarda bile etkinliğin inanılandan zayıf olduğu görülmüş [126] ve Lo ve MacKinlay [125, 127] çalışmalarında Amerikan piyasalarında haftalık fiyatlarla belli düzeyde gelecek getirilerin tahmin edilebildiği gösterilerek rassal yürüyüş hipotezinin reddediği vurgulanmıştır.

Taylor ve Allen [128] tarafından gerçekleştirilen anket çalışmasında günüçi işlem yapan yatırımcıların %90'ının teknik analiz verilerini kullandığı ve %60'ının bu verilerin en az temel ekonomik veriler kadar önemli olduğuna inandığını testip etmişlerdir. Frankel ve Rose'un [129] araştırmasında ise standart para arzı, faiz oranları, cari işlemler dengesi gibi temel verilerin en azından kısa vadede yüksek döviz kuru dalgalanmalarını açıklamada veya tahmin etmede asla başarılı olmadığı belirtilmiştir.

Özetle başta döviz ve emtia piyasaları olmak üzere finansal piyasalarda teknik analiz verilerinin fiyat tahmini amacıyla kullanılabilirliği bir çok çalışmada gösterilmiştir ve yapay sinir ağları ile modellemede özellikle 2000'li yıllardan sıklıkla kullanılır hale gelmiştir. Ayrıca etkin pazar kuramının geliştirilmesine rağmen sermaye piyasalarında özellikle kısa vadeli işlem gerçekleştiren yatırımcıların alım satım zamanlamasında teknik analiz verilerini dikkate aldıkları, piyasadaki psikolojik olumlu ve olumsuz faktörler teknik analiz sayesinde yatırım kararlarına aktarıldığı düşünülerek teknik analiz verileri finansal tahminleme çalışmaları açısından vazgeçilmez girdi parametreleridir.

Bunun dışında günümüzde bilişim sistemleri ve globalizasyon süreci sayesinde uluslararası para hareketleri oldukça hızlanmış ve bu durumun doğal bir sonucu olarak uluslararası sermaye piyasaları arasındaki etkileşim piyasaların birlikte hareket

etmelerine neden olmaktadır. Uluslararası piyasaların etkilerini değerlendirmek üzere tahmin modeline detayı aşağıda açıklandığı gibi uluslararası bileşik borsa endeksleri dahil edilmiştir.

Sonuç olarak hisse senedi piyasası üzerinde etkili olabilecek ekonomik ve finansal veriler dört grupta değerlendirilebilir;

- 1- Makroekonomik ve finansal piyasalara ait veriler,
- 2- Hisse senedi piyasasına ilişkin temel finansal veriler,
- 3- Teknik analiz göstergeleri [130],
- 4- Global piyasalarla etkileşimi gösteren Morgan Stanley Bileşik Endeksleri (MSCI),

Merkez Bankası, Hazine Müsteşarlığı ve TÜİK tarafından yayınlanmakta olan makroekonomik veriler Merkez Bankası internet sitesinden (www.tcmb.gov.tr) alınmıştır. Alternatif piyasa verileri de genellikle Merkez Bankası'nda bulunmakla birlikte, işlem gören gösterge devlet tahvili faizleri İMKB internet sitesinden (www.imkb.gov.tr/veri.htm), bütçe dengesi ve hazine ihaleleri faiz oranları DPT aylık raporlarından, altın piyasası verileri İstanbul Altın Borsası internet sitesinden (www.iab.gov.tr/veriler.asp), yatırım fonu endeksleri Türkiye Kurumsal Yatırımcı Yöneticileri Derneği internet sitesinden (www.tkyd.org.tr), Morgan Stanley Bileşik Endeksleri (MSCI) finansal veri dağıtım şirketi Bloomberg veri tabanından elde edilmiştir.

İkinci grupta yer alan, temel analizde kullanılan mali tablolara ilişkin başlıca değişkenler olarak, fiyat/kazanç (F/K) oranı, piyasa değeri/defter değeri (PD/DD) oranı, temettü verimi, net satış karlılığı, likidite oranı bilgilerinin modellemede kullanılabileceği düşünülse de, endeks bazında YSA modeli kurulacağından, endekse dayalı temel analiz verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. İMKB, hisse senedi piyasasına ilişkin günlük, haftalık ve aylık periyotlarda fiyat ve işlem hacmi bilgilerini uzun zamandır yayınlamakla birlikte, endeks bazında temel göstergelerden ancak 4 tanesi 2000'den itibaren üçer aylık dönemlerde yayınlanmaya başlamıştır;

- | | |
|-------------------------|------------------------------------|
| 1- Fiyat / nakit akışı, | 2- Temettü verimi, |
| 3- Fiyat / kazanç, | 4- Piyasa değ. / defter değ. oranı |

Ancak bu veriler arasında temettü (kar payı) verimi serisi dışındakilerin 2001 krizinde tanımsız kaldığı (matematiksel olarak hesaplanamadıkları) görülmüştür. Sadece üçer aylık temettü verimi bilgisinin kullanımıyla temel analiz bilgilerinin endeks üzerinde etkisinin ölçülemeyeceği düşünülerek, YSA girdi parametreleri arasında temel analiz verileri kullanılmamıştır.

Teknik analiz yönteminin çıkış noktası piyasanın dalgalanmalarla hareket ettiği düşüncesidir. Üretilen yüzlerce göstergenin amacı, bir kısmı trend izleyen piyasalarda, diğer kısmı ise yatay (hareketsiz) piyasa olarak nitelendirilen, fiyatların konsolidasyona girdiği dönemlerde alım-satım sinyalleri üretmektir. Bu nedenle teknik analizin ilk aşamasını trendin tespitine yönelik (yükseliş - düşüş - yatay eğilim) çalışmalar oluşturmaktadır. Tespit edilen piyasa eğilimi (trend) diğer göstergeler ve özellikle işlem hacmi ile teyid edilmelidir. Trend dönüşlerinin hacim patlamaları ile oluştuğu düşünüldüğünden, çoğu fiyatlara odaklı göstergelerle trend belirlendikten sonra, hacime odaklı göstergelerle, işlem hacminin trendi onaylaması beklenir. Ayrıca güç göstergeleriyle eğilimin gücü, oynaklık (volatility) göstergeleriyle de risk düzeyinin ölçümü ve yine trendin onayı aranır. Bununla birlikte mevcut yüzlerce teknik analiz göstergesine her gün yenileri ve modifiye edilenleri eklenmektedir.

Üçüncü grubu oluşturan; Ek-A'da tanımları, hesaplanma yöntemleri, yorumları detaylı olarak verilen teknik analiz göstergelerine, en büyük işlemi gerçekleştiren beş aracı kurumun alış-satış farkını gösteren para giriş-çıkışı göstergesi eklenmiştir;

- 1- Trend göstergeleri,
- 2- Momentum göstergeleri,
- 3- Oynaklık (volatilité) göstergeleri,
- 4- Güç göstergeleri,
- 5- İMKB-100 işlem hacmi,
- 6- Para giriş / çıkışı.

Ancak teknik analiz göstergeleri sadece beş temel piyasa verisiyle (İMKB'de günlük bazda sadece; işlem hacmi, kapanış, ağırlıklı ortalama, en yüksek, en düşük fiyat istatistikleri yayınlanmaktadır) türetildiğinden, aralarındaki korelasyonun yüksek olması ve birbirine çok yakın sinyaller üretmeleri doğal bir sonuç olacaktır.

Bu amaçla girdi parametresi olarak, öncelikle trend tespitinde kullanılan onlarca göstergeden İMKB-100 endeksi üzerinde etkili (İMKB ile korelasyonu yüksek), doğru (düşük hata payı ile işlem sinyali üreten) ve çabuk (alım-satım zamanlamasında başarılı) sinyal üreten ikişer trend, momentum, güç göstergesi ve

işlem hacmine odaklı gösterge seçilmesi amaçlanmıştır. Her gruptan ikişer gösterge seçilmesinin amacı, endeks hareketlerine hızlı tepki veren ilk gösterge belirlendikten sonra, güvenilir sinyal üreten ikinci bir göstergeyle (göreceli olarak az işlemi yaptıran gösterge) sinyalin onaylanmasıdır.

Fakat göstergeler arasındaki çok yüksek korelasyon (muhtemel oto regresif uyum) ve göstergelerin çok farklı yorumlanmaları seçilmesi planlanan gösterge sayısının 10'a (8 teknik analiz göstergesi + işlem hacmi + para giriş çıkışı) indirilememesine neden olmuştur. Ayrıca para giriş / çıkışı verisi, sadece aynı işlem günü hesaplanmasına rağmen, İMKB veya herhangi bir güvenilir veri sağlayıcısı tarafından arşivlenip yayınlanmadığından, çalışma döneminin tümünü kapsayan veri setine ulaşamamıştır. Bunun yerine başka bir yaklaşıma başvurulurken modelde kullanılacak teknik analiz parametreleri; piyasada kabul görmüş sık kullanılan göstergeler, İMKB üzerinde türetilen yerli göstergeler ve son yıllarda popülaritesi gittikçe artan dinamik göstergeler ile sınırlandırılmıştır.

Para ve sermaye piyasalarında analiz ve tahmin modellemesiyle ilgili çalışmalarda yukarıda sıralanan üç gruptaki veriler kullanılırken, bu çalışmada global menkul değer piyasalarıyla etkileşimi gösteren Morgan Stanley Bileşik Endeksleri'nin (MSCI) de değerlendirilmesi düşünülmüştür. Morgan Stanley tarafından dünyanın 23 gelişmiş ve 33 gelişmekte olan piyasasına ait borsa kapanış verileri kullanılarak günlük olarak hesaplanan; tüm, gelişmiş ve gelişmekte pazarlar başlıkları altında farklı ülke grupları için yayınlanan bileşik endeksler (www.mscibarra.com) arasında, İMKB ile etkileşim içinde olabileceği düşünülen altı endeks (MSCI World, EM, EU, Emg. EU, EFTA) parametreler arasına eklenmiştir.

Yüksek sayıda parametre kullanımının, tahmin modeli oluşturulurken ciddi sıkıntılar yaratacağı bilinmesine rağmen, kasıtlı olarak çok sayıda veri çalışmaya dahil edilmiştir. Zira çalışmanın bir amacı model oluşturmak olsa da, diğer önemli bir amacı da endeks getirisine etki potansiyeli taşıyan istatistik verilerin mümkün olduğu kadar geniş bir kısmını tespit etmektir.

Böylece modellemeye geçmeden aşağıda Bölüm 5.3'de belirtilen mevsimsellikten ve enflasyondan arındırılma işlemleri sonrasında, seçilen değişkenler arasında Bölüm 5.4'te değinilen regresyon analizi ile yüksek bağımlılıklar tespit edilerek, içlerinden İMKB-100 ile en yüksek ilişkisi olanlar model için seçilecektir.

Aşağıda Çizelge 5.1’de orta vadeli tahmin modelinde ve Çizelge 5.2’de kısa vadeli tahmin modelinde kullanılabilir bulunan potansiyel girdi parametreleri verilmiştir. Çizelge 5.1’de alternatif finansal piyasalara ilişkin veriler açık gri, makroekonomik ve finansal veriler gri, uluslararası piyasalara ait veriler ise koyu gri ile gösterilmiştir. Çizelge 5.2’de ise, trend göstergeleri açık gri, momentum göstergeleri gri, oynaklık göstergeleri koyu gri, güç göstergeleri yine gri, alternatif piyasa verileri açık gri ve son olarak uluslararası piyasalara ait veriler de beyaz tonlarla gösterilmiştir.

Çizelge 5.1: Orta vadeli YSA modelinde kullanılabilir veriler

Düzeltilmiş İMKB-100 işlem hacmi	İTO ücretliler geçinme endeksi	Düzeltilmiş reel döviz sepeti	Bono (gösterge) faizi oranı	Bileşik gecelik (O/N) faiz oranı
Mevduat faiz oranı (Yıllık)	Reel hazine bileşik faizi	Yıllık DİBS Fiyat Endeksi	Düzeltilmiş KYD B Tipi Fon Endeksi	Reel altın borsası endeksi
Arındırılmış açılan şirket	Arındırılmış kapanan şirket	Sabit fiyatlarla GSYİH	Bileşik öncü göstergeler endeksi	MBRKGE endeksi (güven endeksi)
İthalat hacmi	İhracat hacmi	İhracat./ ithalat karşılama oranı	Arındırılmış sanayi üretim endeksi	Arındırılmış kap. kullanım oranı
İmalatta çalışılan saat endeksi	Düzeltilmiş iç borç stoku	Dış borç stoku (USD)	Uluslararası Rezervler (net)	Düzeltilmiş cari işlem dengesi
Düzeltilmiş bütçe dengesi	Düzeltilmiş tasarruf mevduatı	Düzeltilmiş yurtiçi krediler	Düzeltilmiş para arzı	Düzeltilmiş emisyon hacmi
Düzeltilmiş dolaşımdaki para	Düzeltilmiş D1 (M1+Dol)	Düzeltilmiş API	MSCI G-7 Endeksi	MSCI World Endeksi
MSCI Emg. Mrk. Endeksi	MSCI EU Endeksi	MSCI Emg. EU Endeksi	MSCI EFTA Endeksi	

Çizelge 5.2: Kısa vadeli YSA modelinde kullanılabilir veriler

İşlem Hacmi	5 günlük hareketli ortalama	9 günlük hareketli ortalama	13 günlük hareketli ortalama	5 günlük momentuma endeksli HO	Uyarlamalı HO
Aron artış	Aron düşüş	Ortalama yönsel endeks (ADX)	Negatif yönsel endeks (- DI)	Pozitif yönsel endeks (+ DI)	Parabolik SAR göstergesi
Kısa vadeli direnç çizgisi	Kısa vadeli destek çizgisi	Yatay-Düşey Fitre (VHF)	MACD göstergesi	Momentum göstergesi	Mal kanal endeksi (CCI)
Göreceli güç endeksi (RSI)	Stokastik görece. güç endeksi (StoRSI)	TRIX	Payan Göstergesi	Doğrusal regresyon eğrisi	Bollinger bantları
Bollinger bant aralığı	Std. hata bandları	Std. sapma göstergesi	Zaman serisi tahmin göst.	Denge işlem hacmi (OBV)	Para Akım Endeksi (MFI)
Top / Dağ Endeksi	Yükselenler - düşenler Endeksi	İTO ücretliler geçinme endeksi	Düzeltilmiş reel döviz sepeti kuru	Bono (gösterge) faizi oranı	Bileşik gecelik (O/N) faiz oranı
Mevduat faiz oranı (Yıllık)	Reel hazine bileşik faizi	Yıllık DİBS Fiyat Endeksi	Düzeltilmiş KYD A Tipi Fon Endeksi	Düzeltilmiş KYD B Tipi Fon Endeksi	Reel altın borsası endeksi
MSCI G-7 Endeksi	MSCI World Endeksi	MSCI Emg. Mrk. Endeksi	MSCI EU Endeksi	MSCI Emg. EU. Endeksi	MSCI EFTA Endeksi

5.3 Girdi Değişkenlerinin Düzenlenmesi ve Arındırılması

Özellikle geniş tutulan makroekonomik ve finansal potansiyel girdi kümeleri elemeye tabi tutulmadan önce, bazı verilerde enflasyon ve mevsimsel faktörlerden arındırma yapılması, İMKB-100 Endeksi üzerinde etkili olan bazı değişkenlerin elenmesinin önüne geçilebilecek, aslında enflasyon nedeniyle İMKB-100 üzerinde etkili gibi gözükken bazı değişkenlerin de elenmesi mümkün olacaktır.

Sanayi üretim endeksi, kapasite kullanım oranı, açılan ve kapanan şirketler istatistikleri mevsime bağlı ürün, hizmet veren işletmeler nedeniyle mevsimsel etki altındadır. Mevsimsel etkilerden kurtulmak amacıyla ekonomik analizlerde 12 aylık ortalamalar kullanılır. Çizelge 5.1’de arındırılmış ifadesi kullanılan bu değişkenlerde 12 aylık ortalamalar kullanılmıştır.

İkinci olarak döviz kuru üzerinde düzeltme yapılmıştır. Bu düzeltmeye analiz dönemi içinde birbirine karşıt iki farklı kur politikası uygulanması nedeniyle gerek duyulmuştur. 2000’lerin başında döviz çıpası uygulamasıyla baskı altında tutulan döviz kurları, kriz sonrasında dalgalı kur uygulamasıyla serbest bırakılmıştır. Bu nedenle TCMB tarafından hesaplanan reel döviz kuru sepeti kullanılmıştır.

Yine aylık veriler üzerinde üçüncü ve en önemli düzeltme enflasyon etkisinden arındırma için yapılmıştır. GSYİH verisi sabit fiyatlarla yayınlanmasına rağmen, para arzı, emisyon hacmi, mevduat, krediler, borsa işlem hacmi gibi finansal verilerin doğası gereği böyle bir imkan yoktur. Bu tip hacimsel veriler için aylık olarak enflasyon düzeltmesi yapılmış ve Çizelge 5.1’de ilgili değişkenlerin başına düzeltilmiş ifadesi eklenmiştir.

Aynı zamanda girdi parametrelerinden biri olan aylık enflasyon oranının seçiminde güçlüklerle karşılaşmıştır. Zira 2003 yılında ulusal enflasyon endekslerinde değişikliğe gidilmiş ve 2003 - 2004 yılları dışında, ne yeni endeks geçmişe doğru hesaplanmış, ne de eski endeks geleceğe doğru yayınlanmaya devam edilmemiştir. 2003 ve 2004 yılları için yayınlanan her iki endeks bazında enflasyon karşılaştırıldığında aralarında önemli farklılıklar gözlenmektedir. İlgili dönemde fiyat değişimleri %1- %2 mertebesine inmesine rağmen, endeksler arasında toptan %4,57 ve tüketici fiyatlarında %1,14’e varan farklar görülmektedir.

Enflasyon göstergesi olarak alınabilecek diğer endeksler de incelendiğinde, İTO İstanbul ücretliler geçinme endeksi, DİE-TÜİK tüketici fiyatları endeksi (geriye doğru eski TÜFE ile uyumlaştırılmış) ve son olarak ta DİE-TÜİK üretici fiyatları (geriye doğru eski TEFE ile uyumlaştırılmış) endeksleri arasında uygun bir seçim yapılması kararlaştırılmıştır. Enflasyon düzeltmesine bağlı olarak bir çok girdi parametresini etkileyen enflasyon parametresi seçilirken, üç farklı enflasyon endeksine göre düzeltilmiş verilerle İMKB-100 endeksi arasında korelasyonun büyüklüğü esas alınmıştır. Enflasyon düzeltmesi yapılan değişkenlerle İMKB arasındaki korelasyonu en yüksek kılan gösterge olarak İTO İstanbul ücretliler geçinme endeksi bulunmuş ve düzeltme bu veri ile yapılmıştır.

5.4 Korelasyon Analizi İle Girdi Değişkenlerinin Elenmesi

Daha önce de vurgulandığı gibi gerek YSA, gerekse ekonometrik modellemede yüksek girdi parametreleriyle karmaşık modellerin daha tutarlı sonuçlar üretmediği bilinmektedir. Tahminde kullanılacak verilerin uygun organizasyon ve işleme tabi tutulması gereklidir. “Seçilecek göstergelerin duyarlılık analizine tabi tutulması veri tekrarlarının elenmesine yardımcı olacaktır” [97]. Bu nedenle modelleme öncesi, regresyon, duyarlılık ve otokorelasyon analizleri sonucu çıktı üzerinde (İMKB-100 endeksi) etkisi düşük ve otoregresif (durağanlık içeren) makro ekonomik, finansal göstergeler de tespit edilerek elenmiştir.

Regresyonla parametrelerin azaltılmasında;

- a- Çıktı serisiyle korelasyonu çok düşük olanlar ile etapta elenmiştir.
- b- Verilerin (temel ve teknik) kendi aralarındaki korelasyonun yüksek olması aynı kaynaklardan üretilmelerinden kaynaklanabilir. Nitelik bakımından aynı alt gruplarda bulunan seriler arasından çıktı ile en yüksek korelasyona sahip olan dışındakiler de elenmiştir. Aşağıda Çizelge 5.3'te orta vadeli model girdileri olan makroekonomik parametrelerin endeks ile korelasyonları % 20'lik dilimler halinde gösterilmiştir. Koyu renkle ifade edilen göstergeler negatif ilişkiyi temsil etmektedir.

Potansiyel girdilerin endeks ile korelasyon değerlerini gösteren çizelge ise Ek-B'de verilmiştir. Verilerin kendi aralarındaki korelasyonu incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

Çizelge 5.3: Makroekonomik ve finansal parametrelerin İMKB-100 endeksi ile korelasyonu

İMKB-100 korelasyonu	PARAMETRELER					
% 81-100	İTO Ücretliler geçinme endeksi	Reel kur sepeti	Bileşik öncü göstrg. endeksi	ithalat	ihracat	Cari işlem dengesi
	Dış borç stoku	Yurtiçi krediler	Tasarruf mevduatı	Emisyon hacmi	Dolaşımdaki para	
% 51-80	Düzl. kur	Kapanan şirket sayısı	MBRKG	B tipi fon endeksi	Sabit fiyatlarla GSYİH	İç borç stoku
% 31-50	Düzl. gösterge faiz oranı	Düzl. hazine faiz oranı	Döviz tevdiat faiz oranı	Düzl. altın endeksi	Çalışılan saat endeksi	İşlem hacmi
% 21-30	Açık piyasa işlemleri (APİ)	Sanayi üretim endeksi	Bütçe dengesi			
% 11-20	Kapasite kullanım oranı	Açılan şirket sayısı	İhracat / ithalat			
% 00-10	Gecelik faiz oranı (O/N)					

- İşlem hacmi verisi, çoğu önemli göstergeyle ilişkili,
- Hareketli ortalama göstergelerinin birbirleriyle, oynaklık göstergeleriyle, MSCI endeksleriyle, altın ve yatırım fonu endeksleriyle yüksek ilişkili, ayrıca gösterge faiz oranıyla yüksek ters ilişkili,
- Diğer trend göstergelerinin aralarında ve momentum göstergeleriyle %50 mertebesinde korelasyon içinde,
- Yatırım fonlarının momentum göstergeleri ve bazı oynaklık göstergeleri dışındaki hemen tüm göstergelerle yüksek ilişkili,
- Döviz sepeti kurunun, yatırım fonları ve ters yönlü ilişkisi olduğu gösterge faizi dışında hemen tüm göstergelerle oldukça düşük ilişkili,
- MSCI endeksleri, yatırım fonu endeksi ve doğrusal regresyona dayalı oynaklık göstergelerinin birbirlerine çok benzer biçimde trend göstergeleri dışındaki göstergelerle yüksek ilişkili,
- Gösterge faiz oranının da yukarıdaki girdiler gibi trend göstergeleri dışındaki hemen tüm verilerle ters yönlü yüksek sayılabilecek düzeyde ilişkili,

oldukları görülmüştür.

Endeks ile %30'dan düşük korelasyon ilişkisi nedeniyle veya benzer göstergeler arasında yüksek korelasyon nedeniyle; açılan şirket sayısı, mevduat faiz oranı, hazine bileşik faiz oranı, yıllık DİBS fiyat endeksi, döviz tevdiatı faiz oranı, gecelik faiz oranı, kapasite kullanım oranı, sanayi üretim endeksi, uluslararası rezervler, para

arzı, D1, dolaşımdaki para, açık piyasa işlemleri, bütçe dengesi verileri yanında, negatif ilişki görülen imalatta çalışılan saat endeksi de elenmiştir.

Ancak farklı ekonomik programlar nedeniyle (faiz ve döviz kuru politikaları v.b.) analiz döneminde İMKB-100 üzerinde etkisi düşük gözükken reel döviz kuru sepeti değişkeninin elenmesi engellenmiştir

Ayrıca ihracatın ithalatı karşılama oranı, korelasyonu yüksek ithalat ve ihracat rakamlarının yerine bileşik etkisini göstermesi açısından elenmemiştir. Bazı göstergelerin sermaye piyasalarıyla ilgili beklenen ilişkilerle çeliştiği görülmüş ve ilgili yorumlar sonuç bölümünde değerlendirilmiştir.

Son olarak MSCI endeksleriyle İMKB-100 arasında (MSCI EU ile %72,7'lik korelasyon hariç) %92,4 ve üstü korelasyon görülmüş, gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalara ait endekslerle birlikte tüm dünya endeksi de orta vadeli model parametreleri olarak seçilmiştir (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4: Orta vadeli YSA tahmin modelinde kullanılan parametreler (21 girdi)

Düzeltilmiş işlem hacmi	İTO ücretliler Geçinme Endeksi	Düzeltilmiş reel döviz sepeti kuru	Bono (Gösterge) faizi oranı	Bileşik gecelik (O/N) faiz oranı
Düzeltilmiş KYD B Tipi Fon Endeksi	Reel altın borsası endeksi	Arındırılmış kapanan şirket	Sabit fiyatlarla GSYİH	Bileşik öncü göstergeler endeksi
MBRKGE endeksi (güven endeksi)	İhracat./ ithalat karşılama oranı	Düzeltilmiş iç borç stoku	Dış borç stoku (USD)	Düzeltilmiş cari işlem dengesi
Düzeltilmiş tasarruf mevduatı	Düzeltilmiş yurtiçi krediler	Düzeltilmiş emisyon hacmi	MSCI G-7 endeksi	MSCI World endeksi
MSCI Emg. Mrk. endeksi				

Kısa vadeli modelin temel girdilerini oluşturan teknik analiz göstergeleri ve alternatif piyasa verilerinin endeks ile korelasyonunun % 20'lik dilimler halinde gösterimi de Çizelge 5.5'te yapılmıştır.

Çizelge 5.5: Kısa vadeli girdi parametrelerinin İMKB-100 endeksi ile korelasyonu

Korelasyon düzeyi	PARAMETRELER						
	Destek ve Direnç çizgileri	5-9-13 günlük hareketli ortalamalar	5g momentuma endeksli ortalama	Uyarlamalı hareketli ortalamalar	Parabolik SAR göstergesi	Toplananlar/dağıtılanlar Endeksi	Denge işlem hacmi (OBV)
% 81 - 100	MSCI Endeksleri	Bollinger bant genişliği	Zaman sırsı tahmini	Doğrusal regresyon bandı	Bollinger bandları	KYD B tipi fon endeksi	Altın borsa endeksi
% 41 - 70	İşlem hacmi	Stadart sapma bandı	Gösterge faiz oranı				
% 21 - 40	Payan göstergesi	Görece oynaklık endeksi	ADX göstergesi				
% 0 - 15	Rölatif güç endeksi (RSI)	Stokastik RSI endeksi	Momentum göstergesi	CCI göstergesi	Aroon göstergesi		
	TRIX göstergesi	Para Akım Endeksi (MFI)	Döviz sepeti	Yatay / düşey filtre	Chaikin oynaklık Endeksi	Ercan göstergesi	

Açık gri renkle gösterilen momentum göstergelerinin, endeks ile çok düşük regresyonu olduğu görülmektedir. Burada oskülatör şeklindeki göstergelerin örüntüleri (patern) yakalayamadığı söylenebilir. Gri ile gösterilen oynaklık göstergeleri genellikle %40'ın üzerinde korelasyon gösterirken, koyu gri ile gösterilen güç göstergelerinden toplananlar / dağıtılanlar endeksi ve denge işlem hacmi (OBV) göstergeleri yüksek korelasyon göstermiştir. En yoğun kullanımı bulunan trend göstergeleri (aroon ve ADX göstergeleri dışındakiler) oldukça yüksek korelasyon sergilerken, yerel piyasada geliştirilen payan ve ercan göstergelerinin İMKB-100 ile ilişkileri zayıf çıkmıştır. Burada alternatif piyasa verileri arasında görülen döviz sepeti ile İMKB-100 arasındaki ilişkinin çok zayıf çıkmasının, ancak uygulanan dalgalı kur rejiminin bir sonucu olabileceği düşünüldüğünden, olası kur politikası değişimde bu girdinin sistem dışı kalmasını önlemek için elenmemiştir. Böylece regresyon analizleri sonucunda sadece benzer göstergelerde eleme yapılmıştır. Doğrusal regresyon ve standart sapma bandları ile zaman serisi tahmini göstergeleri sınıma kriteri regresyon analizi olduğu için elenememiş, duyarlılık analizine öncelikle bu üç değişkenle başlanması düşünülmüştür.

Günümüzde menkul kıymet piyasaları, ulusal veriler dışında özellikle uluslararası piyasaların yoğun baskısı altındadır ve regresyon sonuçları da global endekslerle İMKB-100 endeksinin yüksek korelasyon içerisinde olduğunu göstermektedir. Orta vadeli parametrelerde kullanılan üç MSCI endeksi de eklenerek, kısa vadeli YSA modeli kurulması için seçilen girdiler Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6: Kısa vadeli YSA tahmin modelinde kullanılan parametreler

5 Günlük hareketli ortalama	9 Günlük hareketli ortalama	5 Günlük momentum endeksli hareketli ortalama	Destek çizgisi	Direnç çizgisi
Parabolik SAR	Stokastik RSI endeksi	Toplananlar / dağıtılanlar endeksi	Denge işlem hacmi (OBV)	Payan göstergesi
ADX göstergesi	RSI göstergesi	Zaman serisi tahmini	Standart sapma bandı	Doğrusal regresyon bandı
Bollinger bant genişliği	Altın borsası endeksi	Gösterge faiz oranı	KYD B tipi fon endeksi	Döviz sepeti
İşlem hacmi	MSCI G-7 endeksi	MSCI World endeksi	MSCI Emg. Mrk. endeksi	

5.4 Modellemede Kullanılacak Yazılım Seçimi

Ticari olarak işletme bütçelemesi ve finansal piyasa uygulamalarında kullanılmak üzere geliştirilen FuzzyTech ve Neuroshell Daytrader yazılımları bulunmakla birlikte, bilimsel çalışmalarda bulanık mantık ve yapay sinir ağı ile modellemede güvenilirliği ispatlanmış MathLAB yazılımı en kapsamlı yazılım olarak belirlenmiş ve çalışmada kullanılmıştır. MATLAB R2008a'da YSA araç kutusunda üç farklı YSA (İBGYYSA, RYSA, GRYSA) için geliştirilen yazılım kodları Ek-C'de verilmiştir.

5.5 Veri Organizasyonu (Eğitim ve Test Kümeleri, Normalizasyon)

Zaman serileriyle analizin temel varsayımı geçmiş verilerdeki kalıpların gelecekte de korunduğu prensibidir. Eğitim (alıştırma) için verilerin %85'i ve sonuçların test edilmesi için de %15'i kullanılmıştır. Aylık verilerde 104 veri modelin alıştırtılmasına, 18 veri tahmin sonuçlarının test edilmesine ayrılırken; aynı şekilde 1500 günlük veri öğrenme sürecinde, kalan 250 günlük veri ise kurulan modelin test edilmesinde değerlendirilmiştir.

YSA'larının en belirgin özelliklerinden olan doğrusal olmama özelliğini anlamlı kılan yaklaşım, verilerin bir normalizasyona tabi tutulmasıdır. Verilerin normalizasyonu için seçilen yöntem YSA performansını doğrudan etkileyecektir. Çünkü normalizasyon, giriş verilerinin transfer edilirken fonksiyonun aktif olan bölgesinden aktarılmasını sağlar. Veri normalizasyonu, işlemci elemanlarını kümülatif toplamlarla koruma eğilimleri nedeniyle zorunludur ve aşırı değerlendirilmiş kümülatif toplamların oluşturacağı olumsuzlukların engellenmesini sağlar [106]. Genellikle verinin (0 , 1) veya (-1 , +1) aralıklarından birinde ölçeklendirilmesi

önerilmektedir. Ölçeklendirme, verinin geçerli eksen sisteminde sıkıştırılması anlamı taşıdığından veri kalitesi aşırı salınımlar (10 ve 1000 verileri gibi) içeren problemlerin YSA modellerini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu olumsuzluk kullanılacak öğrenme fonksiyonunu da başarısız kılabilir. Genellikle öğrenmenin bipolar bir fonksiyon olduğunda (-1 , +1) aralığında, aksi durumda ise (0 , 1) aralığında ölçeklendirme yapılması önerilmektedir. Bazı girdi parametreleri bipolar olduğundan normalizasyonda (0 , 1) ve (-1 , 1) aralıkları ayrı ayrı test edilmiştir. Bununla birlikte bazı yeni araştırmalarda $[2 \times - (\max - \min)] / (\max + \min)$ fonksiyonu ile normalizasyonla oldukça başarılı sonuçlar alındığı görüldüğünden [36], üçüncü bir normalizasyon yöntemi olarak denenmiştir. (0 , 1) aralığında ölçeklendirme tahmin verisi ile gerçekleşen endeks değeri arasında daha düşük karesel sapmalara yol açmış ve tercih edilen normalizasyon yöntemi olarak benimsenmiştir.

5.6 Yapısal Parametrelerin Belirlenmesi ve Model Oluşturulması

4. Bölümde detaylı olarak anlatıldığı gibi ÇKA'lara dayanan tahmin modellerinde; YSA tipi, aktivasyon fonksiyonu, öğrenme algoritmaları, katman sayısı, her katmandaki düğüm sayısı, düğümler arasındaki ağırlık gibi birçok faktörün deneme yanılma yöntemiyle seçilmesi gereklidir ve sistemin başarısı oluşturulmaya çalışılan modelin bu yapısal değerleriyle yakından ilgilidir.

Gately [112], çok katmanlı algılayıcıların finansal uygulamalarda en sık kullanılan ağ tipi olduğunu ve çalışmaların eğitim sürecinde %85 oranında geri yayılım algoritmalarının kullanıldığını tespit etmiştir. Adya ve Collopy [113], 1988-1994 yılları arasında yönetim alanında tahminlemede öğrenme algoritması olarak geri yayılım kullanımının %88 olduğunu belirtmiştir. Vellido ve arkadaşları [114] ise, 1992-1998 yılları arasındaki yönetim alanındaki 93 çalışmanın %80'inde geriyayılım algoritmasının kullanıldığını ve bu algoritmaların bu alanda bir standart oluşturmaya başladığını ifade etmiştir. Thawornwong ve Enke [117], 1996-2003 yılları arasında mali piyasalara yönelik YSA'larının kullanıldığı yayınlanan 45 makalede geri yayılım algoritmasının kullanıldığını görmüştür. 1990'lı ve 2000'li yıllarda yapılan finansal piyasalarda tahmine yönelik çalışmaların geri kalan kısmında ise genellikle geridönüşümlü YSA'ları (1990'larda), radyal ve genelleştirilmiş regresyon YSA'ları (2000'li yıllarda) kullanıldığı görülmektedir. Bu nedenle çalışmada üç tip yapay sinir

ağının kullanılabilirliği sınanmıştır; İleri beslemeli geri yayımlı, radyal fonksiyon tabanlı ve genelleştirilmiş regresyon YSA'ları (BPNN, RBNN ve GNN).

Aktivasyon fonksiyonu olarak finansal tahminlemede sıklıkla kullanılan logaritmik sigmoid fonksiyon tercih edilmiştir. Ayrıca hiperbolik tanjant (*tanh*) fonksiyonu da denenmiş, fakat yine de logaritmik fonksiyonun daha başarılı olduğu görülmüştür.

YSA yapılandırılırken yakınsama (convergence) ve genelleme (generalization) arasında bir denge kurulmalı ve yerel minimumdan kurtulacak algoritmalar araştırılmalıdır. Günümüzde modellemelerde paket programlara eklenen YSA modülleri sayesinde basit öğrenme kurallarından başlayarak, hızlı öğrenme sağlayan ve yerel yakınsamalara takılmamada avantaj sağlayan birçok algoritma geliştirilmiş ve test edilip kullanıma açılma süreci hızlanmıştır. Finansal pazarlarda tahmin amaçlı modellerde öğrenmede ise özellikle *eğimli değişim ölçüsü (gradient descent)* geri yayılım kuralları tercih edilmektedir.

Çalışmada geri yayımlı *Levenberg - Marquard* algoritması çabuk yakınsama sağladığından, türev algoritmalar arasında öncelikle tercih edilen algoritma olmuştur. Bununla birlikte geri yayımlı *eğimli değişim, uyarlamalı öğrenme oranlı ve momentli eğimli değişim ölçüsü, esnek geriyayılım (Resilient Backpropagation)* algoritmaları ile özellikle son yıllarda geliştirilen ve yüksek iterasyon sayısı gerektirmesine rağmen, doğru üzerinde arama gerçekleştirmediğinden yerel minimumdan kurtulmada kolaylık sağlayan [111] özellikleriyle dikkat çeken, *ölçeklendirilmiş eşleştirmeli eğilim algoritması da (Scaled Congugate Gredient, SCG)* denenmiştir.

Öğrenme sürecinde durdurma kriteri olarak 2000 iterasyonla çalışmaya başlanmıştır. İterasyon sayısı 800'e kadar düşürüldükten sonra 1000 iterasyonda durdurulmasına karar verilerek, bu seviyeden sonra ortalama hata karesindeki değişimin mutlak değerinin yeterince küçüldüğü varsayılmıştır.

İBGYYSA mimarisinde aktivasyon fonksiyonu olarak sıklıkla kullanılan *Logaritmik sigmoid fonksiyon* ve öğrenme sürecinde son yıllarda geliştirilen *ölçeklendirilmiş eşleştirmeli eğilim algoritması* kullanılarak, hangi tür girdi parametreleri ve ne düzeyde ara katman kullanımının çıktıların tahmin başarısını arttırdığı incelenmiştir. Bu amaçla girdi parametreleri; trend ve güç göstergeleri, alternatif yatırım araçlarına ait göstergeler, momentum göstergeleri ve uluslararası bileşik menkul değer piyasaları

endeksleri olmak üzere dört kategoride gruplandırılmıştır (Her grupta yer alan endeks ve göstergeler Çizelge 5.7’de verilmiştir).

Daha sonra sırasıyla bir, iki ve üç ara katman kullanılarak alternatif yatırım araçları ile trend ve güç göstergeleri sabit kalmak kaydıyla, momentum göstergeleri ile MSCI endekslerinin farklı kompozisyonları için 12 (3 x 4) model kurulmuştur.

Çizelge 5.7: Her bir veri grubu içindeki parametreler

Veri seti	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
1- Trend ve güç göstergeleri	Endeks (t-1)	Endeks (t-5)	İşlem hacmi	5 Günlük fiyat ort.
	Par SAR göstergesi	ADX göstergesi	OBV göstergesi	Toplananlar /Dağıtılanlar
2- Alternatif piyasa gösterg.	IAB Altın Endeksi	Döviz sepeti	Gösterge faiz oranı	
3- Momtentum göstergeleri	MACD göstergesi	RSI göstergesi		
4- MSCI Endeksleri	MSCI-Wrd End.	MSCI-EM Endeksi		

Sonuç olarak ölçeklendirilmiş 1500 günlük veri ile eğitilen modellerin 250 günlük test verisiyle ortalama karesel hata (OKH) ve yönsel değişim istatistiği (Grad) kriterlerine göre tahmin performansları karşılaştırılmıştır. Üç farklı ara katman düzeyi ve dört farklı grupta girdi parametresi için üretilen 12 modele ait sistem mimarisi bilgileri Çizelge 5.8’de verilmiştir.

Çizelge 5.8: Çalışmada geliştirilen 12 modelin girdi ve ara katman yapısı

Grp	Model No	Girdi sayısı	Ara katmanlar	Veri seti 1	Veri seti 2	Veri seti 3	Veri seti 3
1	1	11	7-1	Trend ve Güç Göstergeleri	Alternatif piyasa Göstergeleri		
	2	11	7-6-1				
	3	11	7-6-5-1				
2	4	13	7-1	Trend ve Güç Göstergeleri	Alternatif piyasa Göstergeleri	Momentum Göstergeleri	
	5	13	7-6-1				
	6	13	7-6-5-1				
3	7	15	7-1	Trend ve Güç Göstergeleri	Alternatif piyasa Göstergeleri	Momentum Göstergeleri	MSCI Endeksleri
	8	15	7-6-1				
	9	15	7-6-5-1				
4	10	13	7-1	Trend ve Güç Göstergeleri	Alternatif piyasa Göstergeleri		MSCI Endeksleri
	11	13	7-6-1				
	12	13	7-6-5-1				

Modeller Çizelge 5.9’de görülebileceği gibi normalize edilmiş ortalama karesel hata (OKH) ve yönsel değişim istatistiği (Grad) kriterlerine göre sıralandığında; 12 farklı

model arasında en başarılı sonuçlar sırasıyla 7, 12, 4 ve 1 sistemlerinde elde edilmiştir.

En başarılı tahminlere ulaşan 7. model parametreleri tüm değişken gruplarını içeren tek ara katmanlı model olmakla birlikte, yine tüm değişken gruplarını içermekle birlikte üç ara katmanlı 9. model, 0.04232 gibi çok yüksek bir normalize edilmiş ortalama karesel hata (NOKH) değeriyle en başarısız sistem olarak dikkat çekmektedir.

Çizelge 5.9: Kurulan modellerin tahmin performansı sıralaması

<i>Model No</i>	<i>OKH</i>	<i>NOKH</i>	<i>Sıra</i>	<i>Grad</i>	<i>Sıra</i>	<i>Grad*</i>	<i>Sıra</i>
01	2779	0.00296	4	0.552	10	0.568	5
02	3252	0.00405	5	0.556	7	0.568	6
03	3850	0.00568	9	0.560	6	0.564	8
04	2710	0.00282	3	0.588	4	0.608	4
05	4340	0.00722	10	0.560	5	0.564	7
06	3420	0.00449	6	0.628	3	0.644	3
07	1746	0.00117	1	0.632	1	0.652	2
08	3669	0.00516	7	0.536	12	0.540	12
09	10507	0.04232	12	0.628	2	0.664	1
10	3732	0.00534	8	0.536	11	0.564	9
11	5482	0.01152	11	0.556	8	0.560	10
12	2611	0.00261	2	0.552	9	0.556	11

* 0.002 düzeyindeki endeks değişimleri ihmal edildiğinde

Sadece bu gruptaki modeller dikkate alınırsa (7-8-9. modeller) geçmiş çalışmalarda da değinilen ara katman sayısının yüksek tutulmasının başarısız sonuçlara yol açtığı söylenebilir. 1. ve 2. grup modeller (1,2,3 ve 4,5,6. modeller) için de geçerli görünen bu çıkarım, momentum göstergelerini modelleme dışında tutan 4.grup modeller için geçerli olamamıştır. İkinci en tutarlı sonucu veren model olarak 12. sinir ağı sistemi göze çarpmaktadır.

Simetrik bir ölçüm olan ortalama karesel hata yerine yönsel değişim istatistiğine göre modellerin tutarlılığını incelediğimizde yine 7. modelin % 63,2'lik başarıyla hareket yönünü doğru tahmin ettiği görülmektedir.

Her iki kritere göre en tutarlı sonuçları üreten model aynı çıksa da her zaman bu kriterlerin birbirini teyid ettiği söylenemez. Zira NOKH kriterine göre en başarısız sistem olan 9. Model, yönsel değişim istatistiğine göre ikinci tutarlı model olarak karşımıza çıkmıştır. Hatta Çizelge 5.9'daki % 0,2'lik sapmaların ihmal edildiği son sütuna göre modeller değerlendirildiğinde en başarılı model olarak ta görülebilir.

Yine NOKH kriterine göre en başarılı 2. sistem olan 12. model, yönsel değişim istatistiğine göre oldukça arka sıralarda (% 55,2 lik başarıyla 12 model arasında 9.sırada) kalmaktadır. Bununla birlikte 2. gruptaki modellerin (özellikle 4 ve 6. modeller), her iki kritere göre tutarlılık sıralamasında yakın sıralarda yer aldığı söylenebilir.

Sonuç olarak *Scaled conjugate gradient* algoritmasıyla, farklı girdi parametreleri ve ara katman yapısına sahip yapay sinir ağları geribeslemeli ileri yayılım yapay sinir ağlarında (İBGBYSA) çalıştırılmış ve model çıktısı olan tahmin verileri 250 günlük verilerle NOKH ve yönsel değişim istatistiğine göre test edilmiştir. Her iki kritere göre en yüksek başarıyı tüm gruplardaki girdi parametrelerini (15 parametre) içeren tek ara katmanlı (1-7-1) yedinci modelin (M-7) sağladığı görülmüştür.

Finansal piyasalarda tahminlemede ara katman ve girdi parametresi sayılarının yüksek tutulmasının sistem karmaşıklığını arttırdığı ve bu durumun başarılı sonuçlar almasını engelleyebileceği genel kabul görmüş bir ilke olmakla birlikte, bir standart olarak düşünülmemesi gerektiği görülmüştür.. Ayrıca daha önce de vurgulandığı gibi, simetrik bir ölçüm kriteri olan karesel hataya (OKH) dayalı mantığın ağ ağırlıkların belirlenmesinde de kullanıldığı unutulmamalıdır. Test sürecinde model sınanırken ve model iyileştirmesi yapılırken gelecekteki fiyat hareketlerine ait yön bilgisinin yatırım kararlarında hareketin şiddeti kadar önemli bir diğer kriter olduğu göz önüne alınarak model oluşturulması, özellikle yatırım amaçlı karar destek sistemi olarak çalıştırılacak yapay sinir ağlarında kaçınılmazdır.

Buradaki çıkarımlar dışında MATHLAB programında yazılan kodlardaki parametreler değiştirilerek *Scaled conjugate gradient* algoritması yerine *Levenberg - Marquard* algoritması kullanıldığında daha başarılı sonuçlar alındığı görülmüştür.

5.7 Modelleme Sonuçlarının Değerlendirilmesi

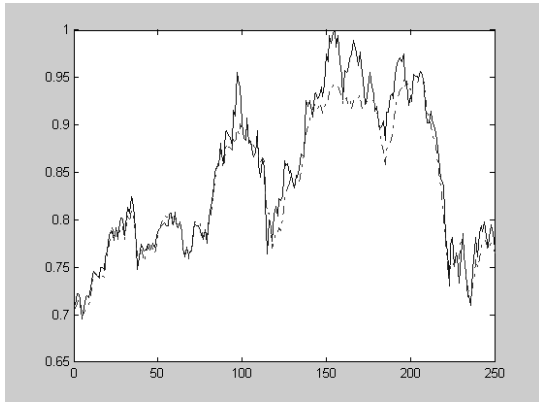
Farklı topolojilerdeki YSA modellerinin tutarlılığının sınanmasında Bölüm 4'te de değinildiği gibi ortalama karesel hata ve örtüşme düzeyi gibi (OKH, NOKH, R^2) istatistikleri tercih edilmektedir. Çizelge 5.10'de görüldüğü gibi çalışmada ortalama karesel hata ve kök ortalama karesel hata ölçümleri kullanılmıştır.

Genelleştirilmiş ve radyal YSA modelleri ile yapılan ön modelleme çalışmalarında, ileriye beslemeli geri yayımlı YSA'na göre oldukça yetersiz sonuçlar elde edilmiştir.

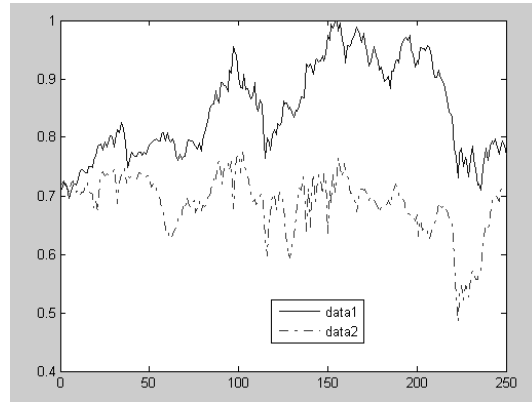
Çizelge 5.10: Farklı YSA modellerinin karşılaştırılması

YSA Yapısı	OKH	NOKH
[7-6-5-1] İBGY YSA	1421018.7	0.000419
Radyal YSA	109269182.2	0.032224
Genelleştirilmiş R.YSA	82034391.6	0.024192

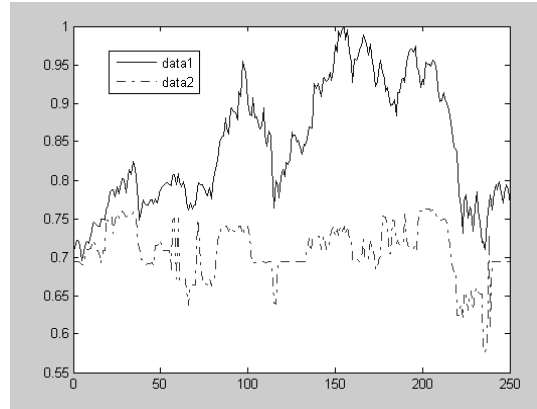
İBGYYSA, radyal YSA ve genelleştirilmiş regresyon modellerine ait normalize edilmiş değerlerle tahmin ve gerçekleşme sonuçları sırasıyla Şekil 5.2, 5.3 ve 5.4'te sunulmuştur.



Şekil 5.2: İBGYYSA tahmin ve gerçekleşme grafiği



Şekil 5.3: Radyal YSA tahmin ve gerçekleşme grafiği



Şekil 5.4: Genelleştirilmiş regresyon YSA tahmin ve gerçekleşme grafiği

Radyal tabanlı ve genelleştirilmiş regresyon ağ yapılarında oldukça farklı ve zayıf tahminler yapılabilmesinin başlıca iki nedeni olduğu düşünülmektedir;

- İBGYYSA'ları çok sayıda farklı öğrenme algoritması kullanılabilmekte ve bu algoritmalara yenileri eklenmektedir. Bu ağ yapısında farklı parametreler değiştirilerek tahmin sonuçlarının gerçekleştirmelere yakınsaması hızlandırılabilir. Diğer YSA ağlarında kısıtlı parametre ve standart algoritmalar mevcuttur. Özellikle Radyal YSA'larında tek parametre söz konusudur.
- İkinci olarak YSA'larında başlangıç değerine bağlı olarak yerel en küçük değere yakınsama nedeniyle farklı sonuçlar elde edilebilmektedir.

Öncelikle tek gizli katman kullanılarak sistem test edilmiştir. Daha sonra 1-5-1 katman yapısı ile başlanarak ikinci ve üçüncü gizli katmanlar eklenmiştir. Son olarak ilk gizli katmandaki düğüm noktası sayısı artırılarak yediye kadar yükseltilmiştir. Sonuç olarak en düşük hatalar üç katmanlı yapay sinir ağına 1-7-6-5-1 ara katman yapısında ve 14 parametre ile elde edilmiştir. 14 - 24 aralığında girdi ile çalıştırılan farklı İBGYYSA'ları arasında, diğer başarılı yapılar 1-7-6-1, 1-6-6-1, 1-6-5-1, 1-6-1 olarak sayılabilir. En düşük kök karesel ortalama hatayı veren modelde kullanılan girdileri ise şu şekilde sıralanmaktadır;

- 1- Rölatif güç göstergesi (RSI),
- 2- Parabolik SAR göstergesi,
- 3- Wilder'in yönsel hareket göstergesi (ADX),
- 4- 5 Günlük Hareketli Ortalama,
- 5- Standart sapma band genişliği,
- 6- Bolling bandı genişliği,
- 7- Denge işlem hacmi (OBV),
- 8- Toplananlar /Dağıtılanlar endeksi (Acc./Dist),
- 9- Hisse Senedi işlem hacmi,
- 10- Momentum göstergesi (Mom),
- 11- İMKB Altın Piyasası Endeksi,
- 12- Gösterge bono faiz oranı (Banchmark),
- 13- Morgan Stanley (MSCI) G-7 ülkeleri endeksi (MXGS),

14- Morgan Stanley (MSCI) dünya endeksi (MXW).

Kurulan kısa vadeli YSA modeliyle sırasıyla 5 ve 10 günlük tahminler için tekrarlanarak modelin hangi vade için daha başarılı sonuçlar verdiği belirlenmeye çalışılmış, fakat mevcut bir gün sonraki tahminler dışında başarılı olunamamıştır. YSA tahmin modelinin yalnızca ertesi gün için tahmin edilebilir sonuçlar vermesi, İMKB'nin kısa vadeli değişkenlere ait bilgilere günlük tepki verdiği şeklinde yorumlanmıştır. Sermaye piyasaları verilere anlık tepki gösterirler. Özellikle beklentilerin çabuk değiştiği Türkiye ortamında beş günlük etkilerin unutulması beklenen bir durumdur.

Kısa vadeli YSA tahmin modeliyle ilgili çıkarılan diğer sonuçlar;

- Günlük verilerle kurulan YSA modeli girdi parametrelerine bakıldığında, teknik analiz (9/14 değişken) ve uluslararası piyasaların (2/14 değişken) İMKB-100 üzerindeki etkisinin yoğun olduğu görülmektedir. Kullanılan parametrelerden MSCI World endeksi, Toplananlar / dağıtılanlar endeksi, gösterge bono faiz oranı, bollinger bant genişliği, işlem hacmi göstergelerinin İMKB-100 endeks tahmini üzerinde yüksek etkili olduğu tespit edilmiştir.
- YSA'larıyla geçmiş fiyat verileriyle piyasanın yönünü ya da değişimini kabul edilebilir bir düzeyde tahmin edilebilirse, bu durum zayıf formda dahi olsa pazarın (İMKB'nin) etkinliğini tartışılır kılacaktır [68]. Kısa vadeli YSA tahmin sisteminin yoğun olarak teknik analiz ve geçmiş uluslararası pazar göstergeleriyle kurulabilmiş olması, İMKB piyasasının etkin olmadığı veya en iyi ihtimalle zayıf formda etkinliği olduğunu göstermiştir.
- Kurulması planlanan orta vadeli model için 22 adet aylık parametrenin farklı kombinasyonları ile yapılan çalışmalarda olumlu sonuç üretememiştir.

5.8 Model İyileştirme ve Gelecek Çalışmalar İçin Önerileri

Orta vadeli YSA tahmin sistemindeki ilk çalışmalardaki başarısızlık sonrası, üç çeşit iyileştirme yapılmıştır:

- Sisteme MSCI endeksleri ve GSMH gibi yeni girdiler eklenmiş,
- Ölçeklendirilmiş eşleştirmeli eğilim algoritması (SCG) gibi farklı öğrenme algoritmaları kullanılmış,

- Normalizasyon için $[2 \times (\max - \min)] / (\max + \min)$ fonksiyonu denenmiştir.

Ancak bu çalışmalar da tutarlı çıktılarına ulaşılmasını sağlayamamıştır. Test dönemi verileriyle elde edilen sonuçlarda, kök karesel ortalama hata %0,5 gibi makul düzeylere indirilememiştir. Orta vadeli YSA modellemesinde muhtemel başarısızlık nedenleri ve yazarın tespitleri aşağıda sıralanmıştır;

- Girdi setlerindeki 104 verinin eğitim için yetersiz olduğu, başka bir değişle kısıtlı örneklem kütesiyle, İMKB-100 endeksinin davranışlarının model tarafından öğrenilmesinin engellendiği kanısına varılmıştır.
- Yayınlanan ekonomik göstergelerin ülke ekonomisini temsil etmekte eksik ve yetersiz olduğu görülmüştür. 2000-2003 döneminde yayınlanmaya başlayan yeni parametreler gelecekte bu açık kapatabilecektir.
- Model çalışmasının yürütüldüğü dönemde (Aralık 1997-Şubat 2008), bazı ekonomik göstergelerin hesaplanma sistematığının değişmesi (enflasyon, güven endeksi ve GSMH gibi değişkenlerin hesaplanma yöntemlerinin değişmesi), bazı verilerin dijital ortama aktarılmasında yaşanan farklılıklar (Mernis projesi ve nüfus sayımı yönteminin değişmesi gibi nedenlerle nüfus ve seçmen sayısı verilerinde %10'ları aşan aşağı yukarı oynamalar) gibi nedenler yayınlanan istatistiklerin güvenilirliği hakkında kaygı uyandırmaktadır. İlgili zaman serilerinin düzenli olarak aynı bazda yayınlanamıyor olma ihtimali, verilerin kullanılamaz halde olduğunu düşündürmektedir.
- Özellikle döviz kuru ile hemen tüm göstergeler arasındaki korelasyonun düşük olması ve borsadaki yabancı payının 1997 sonunda %38,9'dan 2004 sonunda %66,3'e yükselmiş olması [131] da bu bağlamda değerlendirildiğinde, yoğun yabancı kaynak etkisinde makroekonomik göstergelerden bağımsız olarak İMKB'nin likidite bolluğuyla hareket ettiği söylenebilir.
- Güncel çalışmalarda tespit edilen uzun dönemde geçmiş piyasa verilerinin (teknik analiz verileri) kaotik formdaki İMKB-100 endeksini tahmin etmede kullanılamayacağı gibi [120], yoğun sıcak para akışı nedeniyle mevcut makroekonomik ve finansal verilerin de uzun dönemde İMKB-100 endeksini tahmin etmede başarısız olduğu görülmüştür.

Yeni çalışmalarda girdilere yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılabilir;

- Türkiye’de etkinliğini son 10 yılda oldukça arttıran uluslararası sermaye hareketlerinin İMKB-100 Endeksi üzerindeki etkisini ölçmede MSCI Endeksleri yanında, İMKB-100 Endeksi’ne bağlı yabancı fonların ve brokerlarının açığa satış işlemleri de borsa tarafından aylık olarak yayınlanmaktadır. Bu istatistiklerin girdi parametresi olarak değerlendirilmesi orta vadeli tahmin modelinin oluşturulmasına yardımcı olacaktır.
- Bazı göstergelerin (öncü göstergeler gibi) piyasalar üzerinde gecikmeli etkisi olabileceğinden, İMKB ile düşük korelasyon içerisinde olduğu için elenen parametrelerin gecikmeli (lag) etkisi incelenmelidir. Böylece orta vadeli YSA’larında kullanılabilecek yeni parametreler sisteme ilave edilebilir.
- Kanımızca 2000 yılı sonrasında yayınlanmaya başlayan finansal piyasalardaki değişim hakkında hızlı bilgi veren yeni istatistiklerin kullanımı ile orta vadeli modelleme mümkün olacaktır. Piyasanın güçlü veya zayıf olduğunu hızlı bir şekilde gösterme potansiyeli olan protestolu senetler tutarı, BDDK tarafından yayınlanan kredi kartı kullanımı ve bankaların mali durum bilgileri gibi istatistiklerin yeterli örneklem büyüklüğüne ulaştığında orta vadeli tahmin oldukça kolaylaşacaktır.
- Ayrıca ülkemizdeki tek emtia piyasası olan Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası (VOB)’nın ürün çeşitliliği ve hacminin artmasıyla, gelişmiş piyasalarda öncü gösterge olarak kullanılan, sanayi sektörlerinin önemli girdisi olan bakır demir, alüminyum gibi malların fiyatlarının YSA modeline dahil edilmesi sonucu tahminlemede önemli avantajlar sağlanabilecektir.

Model girdileri dışında aşağıda sıralanan farklı model yapısı ve parametreleriyle çalışma da düşünülebilir:

- YSA tahmin modellerinin yapılarıyla ilgili çalışmalarda tahmin tutarlılığını arttırmadığı ve sistem karmaşıklığına yol açabileceği için ara katman sayısının iki ile sınırlı tutulması önerilmekle birlikte, kısa vadeli İMKB Endeks tahminine yönelik çalışmamızda üç katmanlı ağların kök ortalama karesel hata kriterine göre daha başarılı sonuçlar verdiği, dolayısıyla finansal piyasalara yönelik gelecek modellemelerde üç dört ara katman sayısının denenmesi uygun görülmüştür.

- Doğrusal regresyon tabanlı teknik analiz göstergelerinde ikili band şeklindeki göstergelerden Bollinger bandlarının bant genişliği kullanımının model çıktılarının olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Bu nedenle benzer göstergelerde de doğrudan göstergenin kendi yerine, alt üst bant farkından oluşan bant genişliği daha kullanışlı olabilecektir.
- Belirli bir yön (trend) izleyen piyasalar ve yatay piyasalar için modelin ikiye bölünmesi çalışmamızda da düşünülmüş, ancak bir modelden diğerine geçerken, her örneklem seti ile bir gün önceki örneklem seti arasındaki ilişkinin (özellikle teknik analiz verilerinde) ne şekilde kopartılabileceği belirlenememiştir. Bunun yerine bulanık mantık yardımıyla melez bir YSA modelinde girdilerin trendin mevcudiyetine göre değişmesi sağlanabilir. Trend mevcudiyetinin sınanmasında da bilimsel çalışmalarda tercih edilen Hurst katsayısı (H) kullanılabilir.
- Girdi parametrelerinin elenmesinde korelasyon ve duyarlılık analizleri yerine genetik algoritmalar kullanılarak geniş potansiyel girdi kümesinden hızlı ve güvenilir verilerle tahminlemeye gidilebilir.
- Son yıllarda popüleritesi artan *Dalgacık dönüşümü (wavelet)* ile veri kodlama metodu geliştirilebilir.
- *Parçacık sürü eniyilemesi (Particle swarm optimization)* ve daha çok sınıflandırma problemlerinde kullanılan *kendini organize eden YSA (Self Organizing Map)* kullanımı ile melez ağların oluşturulabilirliği araştırılabilir.
- Son olarak 17. yüzyıldan beri kullanılan mum grafikleri ile analiz, İMKB'nin sağladığı beş veri dışında açılış değerlerini de gerektirdiğinden Türkiye piyasasında kullanılamamaktadır. Ancak bu verilerin de sağlandığı piyasalar için YSA ile tahminleme amacıyla, mum grafiklerin tekralanan şekillerinden belli örüntü (patern) kalıplarını yakalamaya yönelik çalışmalar da geliştirilebilir [132].
- YSA modelleri tahminlemede tek araç olmadığı gibi en iyi araç olduğu da söylenemez. Hangi tür zaman serilerinin sinir ağları uygulamalarına en uygun olduğu da tam olarak bilinmemektedir [36].

- “YSA teknolojisi ne kadar gelişirse gelişsin, sinir ağları tabanlı işlem sistemi tasarımı bir sanat olarak kalacaktır. Her zaman farklı yaklaşımlar ve tecrübeler sisteme ek fayda sağlayabilecektir” [97].

YSA tahminine dayalı yatırım stratejileri ve klasik yatırım stratejilerinin performansları arasında bir değerlendirme yapabilmek amacıyla bir alım-satım sistemi oluşturulması uygun görülmüş ve Bölüm 6’da geliştirilen yatırım stratejileri ve geleneksel yatırım stratejileriyle karşılaştırılmasına ait sonuçlar sunulmuştur.

6. TAHMİN MODELİNE BAĞLI İŞLEM SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ ve GELENEKSEL SİSTEMLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

Para ve sermaye piyasaları konusunda yayınlanmış pek çok eserde (“Duygusuz Yatırımcı” [133] gibi), pozisyon alınırken dikkat edilmesi gereken önemli bir hususun da, duygusallıktan uzak hareket edilmesi olduğu vurgulanmaktadır. Özellikle piyasayı sürekli takip eden piyasa oyuncuları, ani fiyat hareketlerinde, kısa süreli karı veya zararı karşı konulamaz bir pozisyon kapama fırsatı olarak görebilir, uzun süreli plan ve beklentileri gözardı ederek hemen harekete geçebilirler. Bu nedenle yatırımcılar, statik veya dinamik mantıksal işlem (alım-satım) stratejileri geliştirmekte ve işlemlerini bu stratejiler doğrultusunda gerçekleştirmektedirler. Bu bölümde işlem stratejisi geliştirmede izlenen yaklaşıma kısaca değinildikten sonra; geleneksel al-tut stratejisine, teknik analize ve YSA’ya dayalı geliştirilen işlem stratejileri tanıtılmış ve YSA’ya dayalı işlem stratejisinin performans ve dayanıklılık ölçütlerine göre diğer sistemlerden üstünlüğü gösterilmeye çalışılmıştır. Son olarak söz konusu farklı işlem stratejilerine dayalı sistemlerin birleştirilmesi suretiyle daha başarılı ve dayanıklı alım-satım stratejilerinin geliştirilebilir olup olmadığı araştırılmıştır.

6.1 İşlem Stratejileri

Finansal piyasalarda gerçekleştirilen yatırımlarda en önemli unsur alım-satım fiyatları ve zamanlamasıyla ilgili stratejilerin önceden tespit edilmesidir.

6.1.1 Piyasaya giriş (alım) stratejisi

Piyasaya girerek pozisyon alınmadan önce, sistemin alım (veya açığa satış) sinyali üretmesi için bir tahmin motoru tarafından gereksinim duyulan çıktı, piyasaya giriş stratejisi olarak tanımlanır [130]. İMKB’de açığa satış işlemi yasal olmadığından, bu piyasa için giriş stratejisi alım stratejisi olarak da ifade edilebilir.

Alım-satım sisteminin gelecekteki 10 gün içerisinde %3 veya daha fazla bir artış olacağını bildirmesiyle hisse senedi almak, basit bir piyasaya giriş stratejisine örnek

gösterilebilir. Daha karmaşık piyasaya giriş stratejileri, sistemin ürettiği sinyalin gücüne bağlı olarak değişken yatırım tutarları ile çeşitlendirilebilir [130].

Alım filtreleri, maliyetine değmeyen küçük fiyat aralıklarında işlemler yapılmasını önlemek amacıyla yuvarlak fiyat kademelerinde ve en düşük sayıda işlem yapılmasını garanti edecek biçimde alım-satım sistemine yerleştirilebilir.

6.1.2 Piyasadan çıkış (satış) stratejisi

Açılmış işlem pozisyonlarının (alış) kapanmasını gerektiren durum ise piyasadan çıkış stratejisi olarak tanımlanır. Açılan pozisyon zarara yol açtığında veya piyasa ters yöne döndüğünde, kazanç elde etmek ve ek kayıpları önlemek amaçlarıyla taşınan pozisyon kapatılabilir. Yatırımcı, zarar kesme noktası (stop-loss) ve piyasa fiyatlarıyla karı realize etme sinyallerini (take-profit triggers) kullanarak işlem riskini azaltabilir [130].

Zarar kesme noktası uygulamasında, kayıp portföy değerinin belli bir oranı (%X) veya belli bir tutarda (X TL) zarar oluştuğunda pozisyon kapatılır. Uygun zarar kesme noktası seçimi, ya simülasyonla ya da tecrübeyle belirlenir.

Potansiyel karı realize etme sinyalleri de, benzer şekilde kazanç yüzdesi veya karın belli bir tutara ulaşmasına bağlı olarak kullanılabilir. Piyasadan çıkış için vadeye bağlı kar realizasyonu sinyalleri de çeşitlendirilmiştir.

Zarar kesme noktası kullanımının yatırımcıyı koruyucu etkisi olsa da, piyasa açılmadan önce şirket hakkında yapılan olumsuz bir açıklamada, hatalı sonuçlar üretebilir. Zarar kesme noktası uygulaması bir risk yönetimi aracıdır, risk sigortası olarak düşünülmemelidir [130].

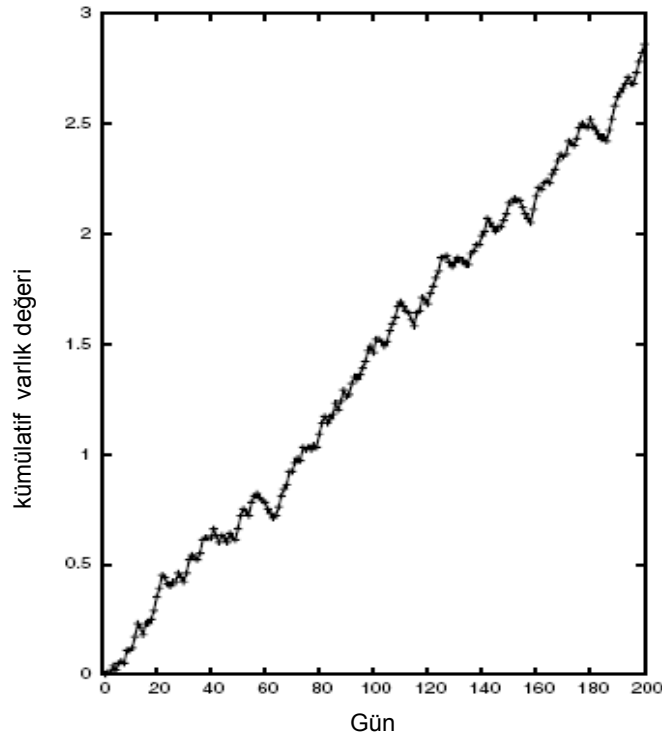
6.2 İşlem Sistemlerinin Sınanmasında Kullanılan Veriler

Yatırım tutarının sınırlı olması, işlem sisteminin ürettiği kayıp özelliklerini (riski) önemli kılmaktadır. Oluşturulan işlem sistemleri eğitim verileriyle geliştiğinden uygulamaya geçmeden önce ciddi biçimde onaylanması (test edilmesi) gereklidir. Alım satım modelleri tarihsel piyasa verileriyle test edilebildiğinden, çalışmamızda YSA tahmin modelinin sınanmasında faydalanan 2007 Mart başından 2008 Şubat sonuna kadar İMKB-100’de gerçekleşen kapanış verileri kullanılmıştır. İşlem sistemi getirileri hesaplanırken; 100 TL’lik başlangıç yatırım tutarının borsa dışında kaldığı

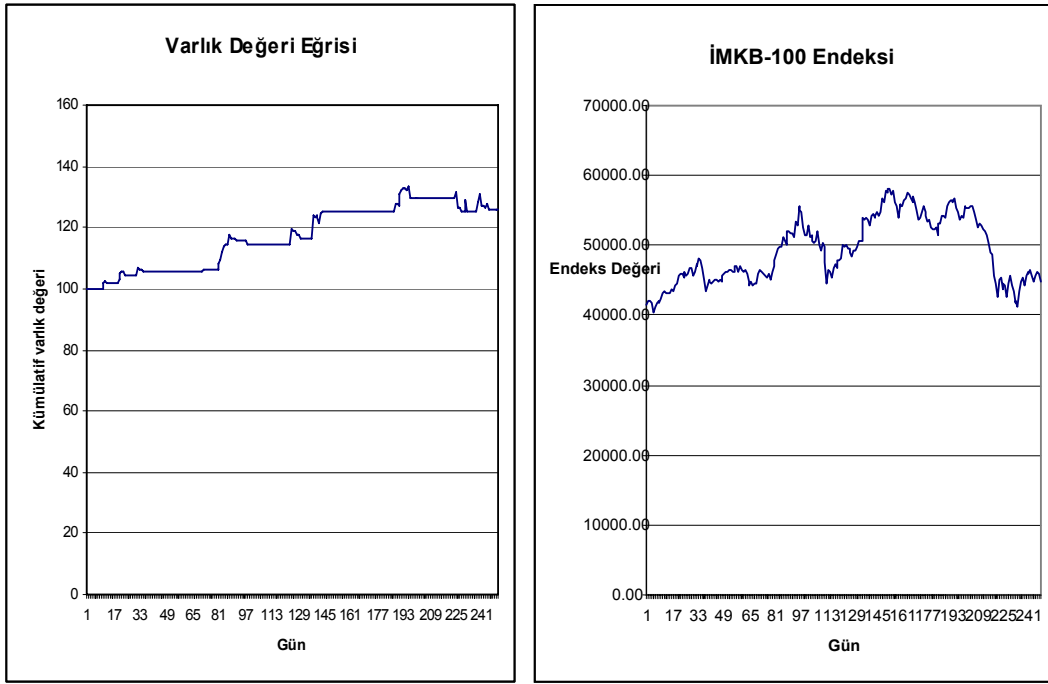
dönemlerde KYD B tipi likit yatırım fonu endeksinde değerlendirildiği düşünülmüş, iki günlük takas süreci hesaplamalara dahil edilirken, alış ve satışta aracı kurumlar tarafından uygulanan toplam komisyon oranı (en düşük komisyon ve masraflar %0,42) ihmal edilmiştir.

6.3 Başarılı Bir İşlem Sisteminin Temel Özellikleri

Varlık değeri eğrisi, belli bir zaman diliminde bir alım-satım sistemi tarafından sağlanan kümülatif getiri eğrisi olarak tanımlanırken [134], “Varlık değeri eğrisinin görsel olarak sorgulanması, alım satım sistemince üretilen getiri ve kayıpların hangi dönemlerde oluştuğunun izlenmesine yardımcı olacaktır” [130]. “Genellikle başarılı yatırım stratejilerinin veya işlem modellerinin üç temel özelliğinden söz edilebilir; Yüksek toplam getiriler üretirler, varlık getiri eğrileri zaman içerisinde yumuşak bir artış gösterir ve kayıp kümeleri küçüktür (sınırlı kayıplara yol açarlar)” [121]. Başarılı bir sisteme ait varlık değeri eğrisi Şekil 6.1’de çalışmamızda geliştirilen YSA’ya dayalı alım satım sistemlerinden birine ait (sistem-15) varlık değeri eğrisi ise Şekil 6.2’de verilmiştir.



Şekil 6.1: Başarılı bir işlem sisteminin varlık değeri eğrisi



Şekil 6.2: 15. işlem sistemine ait varlık değeri eğrisi ve İMKB-100 Endeksi

Varlık değeri eğrileri bütünü Ek-D’de sunulmuş olan, geliştirilen diğer işlem sistemlerindeki benzer biçimde 200. günden sonra getirilerde gözle görülür bir bozulma Şekil 6.2’de de izlenmektedir. Söz konusu dönemden sonra sistem verimi (performansı) belirgin biçimde olumsuzla döndüğünden (zarar), sistemin yeniden eğitime ihtiyacı olduğu söylenebilir. Ancak bozulma ilgili dönemde endeks ve / veya ekonomik faktörlerden, dolayısıyla piyasa dinamiklerinin değişiminden de kaynaklanıyor olabilir. Başka bir deyişle açığa satışın mümkün olduğu bir piyasada, varlık değeri eğrisinin sürekli ve düzenli bir yükseliş göstermesi mümkün görülse de, İMKB piyasasında fiyat düşüşlerinden yararlanılamadığından, eğrinin düşüş göstermesi piyasadaki düşüşün bir sonucu olarak da karşımıza çıkabilmektedir. Bu noktada sisteme başarılı zarar kesme ve hatalı işlemleri önleme filtreleri yerleştirilerek eğrinin yatay bir seyir izlemesi sağlanabilir.

6.4 Sistem Performanslarının Karşılaştırılmasından Kullanılan Ölçütler

Geçmiş çalışmalarda gerek YSA tahmin modelinin, gerekse alım-satım sistemi performansını karşılaştırmada karesel hata ölçütünün kullanıldığı görülmektedir. YSA tahmin modeli ve alım-satım sistemi oluşturulması arasında şu ayrımı yapmakta fayda görülmektedir: YSA tahmin modeli ile makroekonomik ve finansal verilerin İMKB-100 endeksini açıklayabilirliği ve piyasa etkinliğinin araştırılması

amaçlanırken, alım-satım sistemi oluşturulması ile bu ilişkilerin yatırımcılar açısından diğer alım-satım sistemlerine göre anlamlı ve daha başarılı bir getiri sağlayıp sağlayamayacağı test edilmeye çalışılmaktadır. Dolayısıyla iki farklı araştırma için farklı karşılaştırma ölçütleri (kriterleri) kullanılması düşünülmüştür.

YSA'larında ÇKA'lar gibi bir çok algoritma, ortalama karesel hata (OKH) veya kök ortalama karesel hata (KOKH) gibi kriterlerle tahmin hatalarını en düşük düzeye indirmeye çalışsalar da; bu yöntemler alım satım amaçlı modellerin kurulmasında yüksek verim sağlayamazlar. Karesel hata kriteri genellikle model kurulum sürecinde büyük hataları engellemeyi amaçlar, ancak bu durum sonuç modelin tüm büyük hataları önlemede ve doğru biçimde tanımlamada yeterli olduğunu garanti etmez. Ortalama karesel hatanın küçük olması, modelin büyük hatalar üretmemesi dışında, örneğin küçük fiyat değişiklikleri nedeniyle işlem maliyetleri yüzünden karlı işlem yapılamamasından da kaynaklanabilir. Ayrıca OKH ve R^2 gibi ölçümlerde tahmin hatalarının maliyeti simetriktir. Bu olgu ise daha önce de vurgulandığı gibi finansal tahminlemede geçersizdir. Yatırımcı açısından hata maliyeti hatanın büyüklüğü ile birlikte yönüne de bağlıdır [130].

Ayrıca bir alım-satım sistemi yüksek bir getiriyi az sayıda yüksek kazançlı işlemle sağlayabileceği gibi, çok işlem üreterek nispeten küçük karlarla da elde edebilir. Her işlemde alım satım komisyonu ve pozisyon taşıma riski söz konusu olduğundan, birinci durum ikinci duruma tercih edilir. Başka bir deyişle her işlemin sağlam (en düşük hatayla) ve yüksek getiri sağlaması istenir. Bunlara ilave olarak öğrenme sürecinde katsayıların ayarlanmasında da yine karesel hata istatistiği kullanılmakta olup, aynı istatistikî yöntemin model geliştirme ve performansını ölçmede kullanılması sistematik bir hataya yol açabilecektir.

Bu yargılardan hareketle geliştirilen alım - satım sistemlerinin performanslarını karşılaştırmada geçmiş çalışmaların hemen hepsinde kullanılan istatistiksel ölçütler yanında, finansal piyasalarda ve özellikle portföy yönetimi alanında kullanılan getiri ve dayanıklılık ölçütlerinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Alım satım sistemlerinin getiri performansını değerlendirmede;

- 1- Test döneminde basit kar,
- 2- Test döneminde kümülatif kar,
- 3- İşlem sayısı,

- 4- Başarılı işlem oranı,
- 5- İşlem başına ortalama kar,
- 6- Başarılı işlem başına ortalama kar,
- 7- Başarısız işlem başına ortalama zarar,
- 8- Toplam getiri faktörü (toplam kar / toplam zarar),

ölçütleri seçilmiş,

Sistemlerin dayanıklılığını ölçmede ise,

- 1- İşlem başına getirinin standart sapması,
- 2- Sharpe oranı,
- 3- Stirling oranı,
- 4- En büyük kümülatif zarar (MDD),
- 5- Bir işlemdeki en büyük kar (zarar).

testlerinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Sistem getiri ölçütleri rahatlıkla anlaşılabilir olmakla birlikte, sistem dayanıklılık ölçütlerinden Sharpe ve Stirling oranları ile en büyük düşüş ve tek işlemdeki en büyük kar/zarar kavramlarını tanımlamak gerekli görülmüştür.

$$S(x) = (r_x - R_f) / \text{Std Dev}(x) \quad (6.1)$$

Sharpe oranı, Denklem (6.1)'de x yatırımı için ortalama dönemsel getiri oranıyla (r_x) risksiz getiri oranı (R_f) arasındaki farkın yine dönemsel getirilerin (r_x) standart sapmasına bölünmesiyle bulunduğu görülmektedir. Rasyonun amacı bir portföyün performansını diğerleriyle karşılaştırılabilirliğini sağlamak için risk düzeltmesi yapmaktır. Örneğin A portföyü %15, B portföyü %12 getiri sağladığında, A portföyünün daha başarılı olduğu düşünülebilir. Ancak bu durum A portföyünün daha yüksek risk üstlenmesinden kaynaklanıyor olabilir. Risksiz getiri düzeyi %5, A ve B portföyleri getirilerinin standart sapmaları sırasıyla %8 ve %5 ise, sharpe oranları da sırasıyla 1,25 ve 1,4 olacağından, B portföyünün risk düzeltmesi sonrası getirisinin daha yüksek olduğu görülür. Portföy çeşitlendirmelerinde orandan faydalanarak, yatırımın bir kısmının risksiz yatırım araçlarına yatırılmasıyla daha yüksek Sharpe oranları elde edilebilir.

Alım-satım sistemlerinin dayanıklılığı ölçülürken Sharpe oranı iki farklı biçimde kullanılabilir. Kümülatif varlık değeri üzerinden dönemler (aylık veya günlük) itibariyle getiri ve standart sapmalar hesaplanabileceği gibi, açılan her pozisyon kapandığında da getiri ve bu getirilerin standart sapmaları hesaplanabilir. Çalışmamızda her iki yöntem de kullanılarak her sistem için üç sharpe oranı hesaplanmıştır (günlük getirilerle, aylık getirilerle, işlem getirileriyle).

Ancak işlem getirileriyle sharpe oranı hesaplanırken bir düzeltmeye gidilmiştir. Zira alım-satım sisteminde pozisyon taşınmayan dönemlerde risksiz getiri oranı olarak alınan gösterge devlet tahvili faiz oranının kazanılacağı düşünülmüştür.

Her sistem için hesaplanan üç Sharpe oranı karşılaştırıldığında hisse senedi piyasasındaki dalgalanmaların yüksekliğine bağlı olarak, günlük Sharpe oranının çok küçük (-0,0838 ile 0,0644 aralığında) ve aylık Sharpe oranının da küçük (-0,351 ile 0,308 aralığında) değerler aldığı görülmüştür. İşleme bağlı Sharpe oranları ise Stirling oranları mertebesinde bulunmuştur (%-3,18 ile 5,99 aralığında). İşleme bağlı Sharpe oranına göre performans sıralaması ile dönemsel Sharpe oranına göre sistemlerin sıralanmasında önemli farklılık görülmemesi yanında, oranda bulunan standart sapmanın işlem başına getiri üzerinden hesaplanması daha sağlıklı olacaktır.

Sonuç olarak karşılaştırma ölçütü olarak, denklem (6.2)'deki şekliyle işlem getirileri üzerinden hesaplanan Sharpe oranı kullanılmıştır;

$$\text{Sharpe oranı} = \frac{(\text{işlem getirisi} - \text{risksiz getiri})}{\text{işlem getirisinin standart sapması}} \quad (6.2)$$

Stirling oranı da Sharpe oranı gibi getiri performansını riskle birlikte değerlendiren bir ölçüttür (Denklem 6.3). Burada risksiz getiri oranı dikkate alınmazken, paydada işlem sistemiyle şekillenen varlık değerindeki en büyük düşüş değerlendirilmektedir. En büyük kümülatif zarar, yatırımcıya söz konusu sistem ya da portföyün sağladığı getirinin en büyük riskle karşılaşıldığında ne kadarlık bir kaybı olduğu bilgisini vermektedir. %30 getiri sağlayan bir sistem, test döneminde %10'luk bir düşüş gösteriyorsa, Stirling oranı 3 (0,3 / 0,1) olacaktır.

$$\text{Stirling oranı} = \text{kümülatif getiri} / \text{en büyük kümülatif zararı} \quad (6.3)$$

Sistemlerin dayanıklılığı değerlendirilirken, Sharpe ve Stirling oranlarının büyük değerleri, en büyük kümülatif zararın ise küçük değerleri tercih edilir.

Öte yandan daha önce de vurgulandığı gibi, getiri performansı ölçütleri seçilirken, salt getiri yanında, sistemin hangi sıklıkta işlem yaptırdığı ve bunların hangi oranda (yüzde kaçında) karlı işlemler olduğu önemlidir. Örneğin bir işlem sistemi aşağıdaki amaçlara göre kurulabilir;

- Sharpe oranının en büyük olmasını sağlamak,
- İşlem getirisinin en büyük kümülatif zarara oranını (Stirling oranı) en büyükmek,
- İşlem getirisinin oynaklığını (standart sapmasını) en küçük kılmak.

Sonuç olarak performans değerlendirmesinde kullanılan ölçütlerin tümü, yüksek getiri sağlayan az sayıda işlem ile, sınırlı düzeyde kayıp oranı veya getiri sapması olan sistemlerin tercih edilmesine odaklanmaktadır.

6.5 İşlem Sistemlerinin Oluşturulması

“Sistem kurulurken, işlem yapmaya isteklilik (tutuculuk) ve işlemin süresel ufku tanımlanmalıdır” [130]. Ayrıca böylece yatırımcı davranışı veya eğilimlerine uygun bir sistem davranışı sağlanmış olunacaktır.

Çalışmada öncelikle basit teknik analiz ve YSA’ya dayalı alım satım sistemleri oluşturulmuş ve daha sonra sistemler üzerinde iyileştirmeler ve birleştirmeler geliştirilirken aşağıda sıralanan yaklaşımlar benimsenmiştir:

- Zarara veya kar kaybına yol açan işlem hatalarını azaltmak amacıyla, hem alım hem de satım aşamasında yüzdesel filtreler sınanarak en iyileri daha sonra geliştirilen sistemlerde kullanılmıştır,
- Benzer gösterge ve tekniklerden geliştirme sürecinde başarısız olanlar elenmiştir,
- Bileşik sistemlerin oluşturulması ve geliştirilmesinde performans ve dayanıklılık kriterlerine göre sağlam sonuçlar üretmeyen kurallar budanmıştır.

Literatürde hemen her çalışmada al-tut stratejisini simgelemek için test dönemi başlangıcı ile sonu arasındaki getiri kullanılmıştır. Ancak bu yaklaşımla karşılaştırma amacıyla kullanılacak performans ve dayanıklılık ölçütlerinin bir kısmının hesaplanması mümkün olmamaktadır. Alternatif al-tut sistemi olarak ve Yao, J. ve

arkadaşları [39] tarafından da kullanılan iki gün üst üste İMKB-100 endeksi yükselişi ile alım, yine iki gün üst üste düşüşle satış yaptıran yatırım stratejisi yanında, İMKB-30 endeksinin benzer hareketleriyle işlem yaptıran alım satım sistemleri oluşturulmuştur.

Bölüm 2’de değinildiği gibi teknik analizde trend, momentum, oynaklık ve güç ölçmeye yönelik bir çok gösterge ve bunların farklı yorumları mevcuttur. Çalışma amacı YSA tahminlerine dayalı sistemlerin performansını ölçmek olduğundan, teknik analize dayalı sistemleri oluşturulmasında basit, yoğun kullanımı ve güvenilirliği olan hareketli ortalamalardan ve trend göstergelerinden MACD’dan yararlanılmıştır.

YSA tahminlerine dayalı alım-satım amaçlı üç temel sistem ve bunların geliştirilmesiyle toplam altı sistem kurulmuştur. İlk sistemdeki basit alım satım prensibi bir gün önceki kapanışa göre yükseliş veya düşüş ($T_t > G_{(t-1)}$) beklentisidir (sistem-10). Günlük tahminler arası ilişkiyi ifade eden ($T_t > T_{(t-1)}$) kuralı ile sistem-12 oluşturulmuştur. Üçüncü sistemde al-tut stratejisine benzer biçimde, gerçekleşen bir günlük yükseliş/düşüş ardından yükseliş/düşüş tahminine ($T_t > G_{(t-1)}$ ve $G_{(t-1)} > G_{(t-2)}$) göre alış gerçekleştiren sistem-11 geliştirilmiştir. Bu sistem kısmen ikinci al-tut sistemi ile YSA tahminlerine dayalı sistemin birleşimi olarak da görülebilir.

YSA tahminlerine dayalı diğer işlem sistemleri, yukarıda tanımlanan üç sistemden performans ve dayanıklılık başarıları zayıf olanların geliştirilmesi amacıyla yüzdesel alım-satım filtreleri uygulanmasıyla elde edilmiştir.

Son olarak geliştirilen dokuz bileşik işlem sistemi, YSA tahminlerine dayalı farklı işlem stratejileri ile teknik analize dayalı farklı işlem stratejilerinin birlikte kullanılmasıyla ve beş bileşik işlem sistemi de bu bileşik sistemlere yüzdesel alım-satım filtreleri eklenmesiyle oluşturulmuştur.

Al-tut statejisine, teknik analize, YSA tahminlerine dayalı olarak ve üç farklı stratejinin birleştirilmesiyle geliştirilen işlem stratejilerine ait alış ve satış kararlarında kullanılan sinyallerin mantıksal ifadeleri aşağıda Çizelge 6.1’de sözkonusu Çizelgede kullanılan notasyonla ilgili açıklamalar ise Çizelge 6.2’de sunulmuştur.

Çizelge 6.1: Geliştirilen işlem (alım-satım) stratejileri

	Strateji	Alış Sinyali	Satış Sinyali
1	Al-tut 1	G_t	G_{250}
2	Al-tut 2	$G_{(t-1)} > G_{(t-2)}$ ve $G_{(t-2)} > G_{(t-3)}$	$G_{(t-1)} < G_{(t-2)}$ ve $G_{(t-2)} < G_{(t-3)}$
3	Al-tut 3	$G_{IMKB30(t-1)} > G_{IMKB30(t-2)}$ ve $G_{IMKB30(t-2)} > G_{IMKB30(t-3)}$	$G_{IMKB30(t-1)} < G_{IMKB30(t-2)}$ ve $G_{IMKB30(t-2)} < G_{IMKB30(t-3)}$
4	Teknik 1	$G_{(t-1)} > G_{(t-2)}$ ve $G_{(t-1)} > G_{(t-1 \max 10)}$	$G_{(t-1)} < G_{(t-2)}$ ve $1,03 * G_{(t-1)} < G_{(t-1 \max 10)}$
5	Teknik 2a	$G_{(t-2)} < 5HO_{(t-2)}$ ve $G_{(t-1)} > 5HO_{(t-1)}$	$G_{(t-2)} > 5HO_{(t-2)}$ ve $G_{(t-1)} < 5HO_{(t-1)}$
6	Teknik 2b	$G_{(t-2)} < 5MEHO_{(t-2)}$ ve $G_{(t-1)} > 5MEHO_{(t-1)}$	$G_{(t-2)} > 5MEHO_{(t-2)}$ ve $G_{(t-1)} < 5MEHO_{(t-1)}$
7	Teknik 2c	$G_{(t-2)} < 9HO_{(t-2)}$ ve $G_{(t-1)} > 9HO_{(t-1)}$	$G_{(t-2)} > 9HO_{(t-2)}$ ve $G_{(t-1)} < 9HO_{(t-1)}$
8	Teknik 3a	$MACD_{(t-1)} > 0$ ve $MACD_{(t-1)} > MACD_{Dort(t-1)}$	$MACD_{(t-2)} > MACD_{Dort(t-2)}$ ve $MACD_{(t-1)} < MACD_{Dort(t-1)}$
9	Teknik 3b	$MACD_{(t-2)} < 0$ ve $MACD_{(t-1)} > 0$	$MACD_{(t-2)} > MACD_{Dort(t-2)}$ ve $MACD_{(t-1)} < MACD_{Dort(t-1)}$
10	YSA 1	$T_t > G_{(t-1)}$	$T_t < G_{(t-1)}$
11	YSA 2	$T_t > G_{(t-1)}$ ve $G_{(t-1)} > G_{(t-2)}$	$T_t < G_{(t-1)}$ ve $G_{(t-1)} < G_{(t-2)}$
12	YSA 3	$T_t > T_{(t-1)}$	$T_t < T_{(t-1)}$
13	YSA 4	$T_t > 1.010 * T_{(t-1)}$	$T_t < T_{(t-1)}$
14	YSA 5	$T_t > 1.010 * T_{(t-1)}$ ve $G_{(t-1)} > G_{(t-2)}$	$T_t < 0.010 * T_{(t-1)}$ ve $G_{(t-1)} < G_{(t-2)}$
15	YSA 6	$T_t > 1.015 * T_{(t-1)}$	$T_t < T_{(t-1)}$
16	Bileşik 1	$T_t > 1.010 * 5HO_{(t-1)}$	$T_t < 5HO_{(t-1)}$
17	Bileşik 2	$T_t > 1.010 * 5MEHO_{(t-1)}$	$T_t < 5MEHO_{(t-1)}$
18	Bileşik 4a	$T_t > G_{(t-1)}$ ve $T_t > 1.015 * 5MEHO_{(t-1)}$	$T_t < G_{(t-1)}$ ve $T_t < 1.015 * 5MEHO_{(t-1)}$
19	Bileşik 4b	$T_t > G_{(t-1)}$ ve $T_t > 1.010 * 5MEHO_{(t-1)}$	$T_t < G_{(t-1)}$ ve $T_t < 1.015 * 5MEHO_{(t-1)}$
20	Bileşik 5a	$T_t > G_{(t-1)}$ ve $T_t > 1.010 * 5HO_{(t-1)}$	$T_t < G_{(t-1)}$ ve $T_t < 5HO_{(t-1)}$
21	Bileşik 5b	$T_t > T_{(t-1)}$ ve $T_t > 1.010 * 5HO_{(t-1)}$	$T_t < T_{(t-1)}$ ve $T_t < 5HO_{(t-1)}$
22	Bileşik 10	$T_t > G_{(t-1)}$ ve $T_t > 5HO_{(t-1)}$	$T_t < G_{(t-1)}$ ve $T_t < 5HO_{(t-1)}$ ve $G_{(t-1)} < 5HO_{(t-1)}$
23	Bileşik 6	$T_t > G_{(t-1)}$ ve $G_{(t-1)} > 5HO_{(t-1)}$ ve $G_{(t-2)} < 5HO_{(t-2)}$	$T_t < G_{(t-1)}$ ve $G_{(t-1)} < 5HO_{(t-1)}$ ve $G_{(t-2)} > 5HO_{(t-2)}$
24	Bileşik 7	$T_t > G_{(t-1)}$ ve $T_t > 5HO_{(t-1)}$ ve $G_{(t-1)} < 5HO_{(t-1)}$	$T_t < G_{(t-1)}$ ve $T_t < 5HO_{(t-1)}$ ve $G_{(t-1)} > 5HO_{(t-1)}$
25	Bileşik 12	$T_t > 1.010 * T_{(t-1)}$ ve $G_{(t-1)} > 5HO_{(t-1)}$ ve $G_{(t-2)} < 5HO_{(t-2)}$	$T_t < T_{(t-1)}$ ve $G_{(t-1)} < 5HO_{(t-1)}$ ve $G_{(t-2)} > 5HO_{(t-2)}$
26	Bileşik 13	$T_t > T_{(t-1)}$ ve $G_{(t-1)} > 5HO_{(t-1)}$ ve $G_{(t-2)} < 5HO_{(t-2)}$	$T_t < T_{(t-1)}$ ve $G_{(t-1)} < 5HO_{(t-1)}$ ve $G_{(t-2)} > 5HO_{(t-2)}$
27	Bileşik 14	$T_t > T_{(t-1)}$ ve $G_{(t-1)} > 5HO_{(t-1)}$ ve $G_{(t-2)} < 5HO_{(t-2)}$	$T_t > G_{(t-1)}$ ve $1,03 * G_{(t-1)} < G_{(t-1 \max 10)}$
28	Bileşik 9a	$T_t > G_{(t-1)}$ ve $MACD_{(t-2)} < 0$ ve $MACD_{(t-1)} > 0$	$T_t < G_{(t-1)}$ ve $MACD_{(t-2)} > MACD_{Dort(t-2)}$ ve $MACD_{(t-1)} < MACD_{Dort(t-1)}$
29	Bileşik 9b	$T_t > G_{(t-1)}$ ve $MACD_{(t-1)} > 0$ ve $MACD_{(t-1)} > MACD_{Dort(t-1)}$	$T_t < G_{(t-1)}$ ve $MACD_{(t-2)} > MACD_{Dort(t-2)}$ ve $MACD_{(t-1)} < MACD_{Dort(t-1)}$

Çizelge 6.2: İşlem stratejileriyle ilgili notasyonlar

$G_{(t) (t-1) (t-2)}$	Bugünkü, bir ve iki gün önceki gerçekleşen endeks kapanış değeri
$T_{(t) (t-1) (t-2)}$	Bugünkü, bir ve iki gün önceki tahmini endeks kapanış değeri
$G_{IMKB30 (t-1) IMKB30 (t-2)}$	Bir ve iki gün önceki bir gün önceki gerçekleşen İMKB-30 endeks kapanış değeri
$5HO_{(t-1) (t-2)}$	Bir ve iki gün önceki gerçekleşen 5 günlük basit hareketli ortalama
$5MEHO_{(t-1) (t-2)}$	Bir ve iki gün önceki gerçekleşen 5 günlük momentuma endeksli hareketli ortalama
$9HO_{(t-1) (t-2)}$	Bir ve iki gün önceki gerçekleşen 9 günlük basit hareketli ortalama
$MACD_{(t-1) (t-2)}$	MACD göstergesinin bir ve iki gün önceki değerleri
$MACDort_{(t-1) (t-2)}$	MACD göstergesi ortalamasının bir ve iki gün önceki değerleri
$G_{(t-1 \max 10)}$	Bir gün öncesine kadar 10 gün kapanışların en yüksek değeri

6.6 Geliştirilen İşlem Sistemlerinin Performanslarının İncelenmesi

Test dönemi verileriyle, Al-tut ve hareketli ortalamalara dayalı işlem stratejileriyle yapılan işlemlere ait performans sonuçları aşağıda Çizelge 6.3’de verilmiştir. İki gün üst üste yükseliş ve düşüşe göre işlem yaptıran basit al-tut sistemi S-2, dönemsel getiriye ifade eden S-1 sistemi stratejisine göre önemli bir getiri artışı sağlayamamıştır.

Çizelge 6.3: Al-tut ve hareketli ortalamalara dayalı işlem sistemlerine ait performans ölçütleri

Sistem no	S-1	S-2	S-5	S-6	S-7	S-4
Sistem türü	Al-tut	2g artış	5g HO	5g Meho	9g HO	Max-10
Sistem karlılık ölçütleri						
1 Basit Kar	8.14%	9.54%	25.81%	-2.54%	22.36%	13.43%
2 Test sürecinde kümülatif kar	8.14%	8.55%	26.44%	-4.14%	22.06%	13.80%
3 İşlem sayısı	1	23	34	11	21	30
4 Başarılı işlem oranı		52.17%	64.71%	27.27%	47.62%	50.00%
5 İşlem başına ortalama kar		0.41%	0.76%	-0.23%	1.06%	0.45%
6 Başarılı işl. başına ortalama kar		2.56%	2.68%	7.48%	4.85%	1.83%
7 Başarısız işl. başına ortalama zarar		-2.19%	-2.76%	-2.99%	-2.37%	-0.94%
8 Toplam getiri faktörü (top. K / Z)		1.169	0.971	2.504	2.042	1.956
Sistem dayanıklılık ölçütleri						
1 İşlem getirisinin standart sapması		0.0349	0.0374	0.0580	0.0493	0.0184
2 Sharpe oranı		-0.8916	3.7570	-3.1789	1.7853	3.5098
3 Stirling oranı		0.5344	1.5112	-0.1912	1.7321	2.4334
4 Toplam en büyük düşüş		16.01%	17.49%	21.66%	12.74%	5.67%
5 Bir işlemdeki en büyük kar/zarar		8.957%	10.43%	-10.84%	13.23%	5.08%

Teknik analiz yönteminin geliştirildiği ilk yıllardan günümüze fiyat ortalamaları alım-satım stratejilerinde oldukça yoğun olarak kullanılmaktadır. Zaman içerisinde farklı vadeler ve yöntemlerle hareketli ortalamalar geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında kısa vadeli analizler için kullanılan beş ve dokuz günlük basit hareketli ortalamalar ile, son yıllarda geliştirilen ve piyasa hareketlerine daha hızlı reaksiyon verdiği düşünülen değişken parametrelili hareketli ortalamalara örnek olarak da beş

günlük MEHO (momentuma endeksli hareketli ortalama) kullanılarak işlem sistemleri kurulmuştur. Son olarak kapanış endeksinin 10 günlük en yüksek değerin üzerinde gerçekleşmesi durumunda alış sinyali üreten bir sistem kurulmuştur. Bu grupta toplam dört temel sistem mevcuttur. 10 günlük en yüksek ve en düşük değere göre hareket eden sistem, dayanıklılık kriterlerinde oldukça yüksek başarı sağlarken (özellikle getirinin standart sapmasından geliştirilen en başarılı sistem olmuştur), performans kriterlerinde basit al-tut sistemi getirisinin üzerine çıkmakla birlikte, beş ve dokuz günlük hareketli ortalamalara göre zayıf kalmıştır. Beş günlük MEHO ve HO yöntemleri arasında beklenenin aksine basit hareketli ortalamalar daha başarılı ve tutarlı sonuçlar üretmiş ve ayrıca sözkonusu S-5 sistemi dokuz günlük HO'nun da üzerinde getiri ve dayanıklılık sağlamıştır.

YSA bir günlük tahmin değerlerinin hareketli ortalamalara dahil edilmesiyle tahmin içeren hareketli ortalamalar elde edilmiş, ancak bu değerlerle kurulan işlem sistemlerinin zararlı sonuçlanan ve dayanıksız sistemler olduğu görülmüş ve tümü elenmiştir.

Çizelge 6.4: MACD göstergesine dayalı işlem sistemleri ve YSA ile melezlenen MACD sistemlerine ait performans ölçütleri

Karar değişkenleri		MACD		MACD + YSA	
Sistem no		S-8	S-9	S-29	S-28
Sistem türü		5-Macd1	6-Macd2	Blşk-9b	Blşk-9a
Sistem karlılık ölçütleri					
1	Basit Kar	11.51%	15.32%	26.69%	26.81%
2	Test sürecinde toplam kar	11.07%	15.45%	27.92%	28.07%
3	İşlem sayısı	7	5	3	2
4	Başarılı işlem oranı	57.14%	80.00%	66.67%	100%
5	İşlem başına ortalama kar	1.64%	3.06%	8.90%	13.41%
6	Başarılı işl. başına ortalama kar	5.01%	5.01%	13.41%	13.41%
7	Başarısız işl. başına ortalama zarar	-2.85%	-4.73%	-0.12%	0.00%
8	Toplam getiri faktörü (top K / Z)	1.760	1.061	115.599	-
Sistem dayanıklılık ölçütleri					
1	İşlem getirisinin standart sapması	0.0566	0.0621	0.1072	0.1038
2	Sharpe oranı	0.4456	1.3424	1.4796	1.6336
3	Stirling oranı	0.9227	1.6045	1.4579	1.4656
4	Toplam en büyük düşüş	11.998%	9.629%	19.151%	19.151%
5	Bir işlemdeki en büyük kar/zarar	9.612%	9.612%	20.749%	20.749%

Performans ölçütleri Çizelge 6.4'de verilen MACD göstergesi ile kurulan sistemlerin, Çizelge 6.3'teki hareketli ortalamalara dayalı teknik analiz sistemlerine göre kümülatif getirileri daha düşük iken, işlem başına ortalama karlılıkta daha olumlu sonuçlar sağladığı görülmektedir. Bu durum sistemlerin daha az sayıda işlem

üretmesi yanında, özellikle Sistem-9'un başarılı işlem oranının oldukça yüksek (%80) çıkmasından kaynaklanmıştır. Sistem dayanıklılığı kriterlerinde ise hareketli ortalamalara dayalı sistemlerin toplam en büyük düşüş göstergeleri dışında üstünlüğü görülmektedir. MACD göstergesinin 0 eksenini aşmasıyla işlem yaptıran S-9 sistemi ise göstergenin ortalamasıyla ilişkisine dayalı alım sinyali üreten S-8 sistemine göre daha yüksek dayanıklılık ve getiri elde edilmesi mümkün olmuştur. YSA tahminlerine dayalı kurallarla birlikte kullanıldığında karlılık göstergelerinde çok olumlu artışlar (özellikle başarılı işlem oranı %100'e ulaşabilmiş) sağlanırken dayanıklılık göstergeleri farklılıklar sergilemiştir. Reel getiri riskini ölçmede kullanılan Sharpe ve Stirling oranları olumlu yükseliş kaydederken, olumsuz olarak standart sapma ve en büyük düşüş oranlarının da ciddi miktarda artmış olduğu görülmüştür. Ancak toplam en büyük düşüş miktarının yüksek olması %100 başarılı işlem yaptıran bir sistemdeki yüksek karlılıktan kaynaklanmaktadır.

Çizelge 6.5: YSA tahminlerine dayalı işlem sistemlerine ait performans ölçütleri

	Sistem no	S-10	S-11	S-12	S-13	S-14	S-15
	Sistem türü	YSA1	YSA2	YSA3	YSA4	YSA5	YSA6
	Sistem karlılık ölçütleri						
1	Basit Kar	19.86%	-5.66%	10.57%	14.15%	11.34%	23.66%
2	Test sürecinde toplam kar	20.75%	-6.22%	9.17%	13.98%	11.61%	25.53%
3	İşlem sayısı	41	11	52	26	13	16
4	Başarılı işlem oranı	43.90%	45.45%	36.54%	38.46%	53.85%	56.25%
5	İşlem başına ortalama kar	0.48%	-0.51%	0.20%	0.54%	0.87%	1.48%
6	Başarılı işl. başına ortalama kar	2.19%	2.17%	2.77%	3.25%	2.31%	3.44%
7	Başarısız işl. başına ortalama zarar	-0.85%	-2.75%	-1.28%	-1.14%	-0.81%	-1.04%
8	Toplam getiri faktörü (top K/Z)	2.571	0.788	2.172	2.836	2.864	3.308
	Sistem dayanıklılık ölçütleri						
1	İşlem getirisinin standart sapm.	0.0222	0.0380	0.0269	0.0292	0.0230	0.0323
2	Sharpe oranı	5.2843	-3.0642	-2.1751	1.8343	2.8650	5.9942
3	Stirling oranı	2.4443	-0.4075	0.5975	1.6627	3.1252	4.0579
4	Toplam en büyük düşüş	8.490%	15.258%	15.349%	8.408%	3.715%	6.292%
5	Bir işlemdeki en büyük kar/zarar	9.476%	-8.37%	9.480%	9.476%	6.289%	9.476%

YSA tahminlerine dayalı olarak üç temel sistem kurulmuş, basit ($T_t > G_{(t-1)}$) kuralı (S-10) en başarılı getiri ve dayanıklılık kriterlerini üretmiştir. Tahminler arası ilişki barındıran ($T_t > T_{(t-1)}$) kuralı (S-12) vasat başarı ve düşük dayanıklılık performansı gösterirken, gerçekleşen günlük yükseliş sonrası günlük yükseliş tahminine göre alış gerçekleştiren sistem (S-11) zarara yol açmış ve negatif Sharpe ve Stirling oranları bulunmuştur. Ancak şaşırtıcı biçimde, performansı ve dayanıklılığı en düşük sistem olan sistem-11'e, %1'lik bir alış filtreleri uygulandığında, başka bir deyişle küçük

fiyat hareketlerinde pozisyon açılmaması sağlandığında, hem dayanıklılık ve hem performans açısından sağlam olduğu görülen sistem-14 elde edilmiştir. Aynı şekilde vasat bir başarı ile düşük dayanıklılığı olan sistem-12'ye %1 ve %1,5'luk alış filtreleri eklendiğinde sırasıyla sağlam ve çok sağlam olarak nitelendirilebilecek sistem-13 ve sistem-15 elde edilmiştir. Sistem-15 geliştirilen tüm sistemler içinde Sharpe ve Stirling oranlarında en yüksek değeri sağlarken, %25,63 gibi başarılı bir toplam karlılık üretmiştir. Saf YSA tahminlerine dayalı sistemlerde basit yüzdesel filtre ile sağlanan yüksek düzeyde dayanıklılık ve başarı artışına diğer sistemlerde rastlanmamıştır.

YSA işlem sistemleri al-tut stratejisine oranla, tıpkı teknik analize dayalı sistemler gibi üstün olup, özellikle dayanıklılıkta önceki kapanışla ertesi günkü tahmini karşılaştıran sistem 10 ve % 1,5 filtrelenmiş sistem-15'in tüm saf sistemlerin üzerinde dayanıklılık gösterdiği hemen tüm dayanıklılık ölçütlerinden görülmektedir.

Çizelge 6.6: YSA ve teknik analize dayalı melez sistemlere ait performans ölçütleri

	Sistem no	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21
	Sistem türü	Blşk-1	Blşk-2	Blşk-3a	Blşk-3b	Blşk-4a	Blşk-4b
	Sistem karlılık ölçütleri						
1	Basit Kar	14.39%	7.76%	16.64%	12.74%	14.97%	12.20%
2	Test sürecinde toplam kar	14.76%	7.13%	17.47%	12.70%	15.49%	12.28%
3	İşlem sayısı	12	6	3	4	9	12
4	Başarılı işlem oranı	58.33%	50.00%	100%	75.00%	66.67%	50.00%
5	İşlem başına ortalama kar	1.20%	1.29%	5.55%	3.19%	1.66%	1.02%
6	Başarılı işl. başına ortalama kar	3.13%	5.43%	5.55%	6.14%	3.24%	3.44%
7	Başarısız işl. başına ortalama zarar	-1.50%	-2.84%	0.00%	-5.69%	-1.49%	-1.40%
8	Toplam getiri faktörü (top K / Z)	2.086	1.912	-	1.080	2.171	2.449
	Sistem dayanıklılık ölçütleri						
1	İşlem getirisinin standart sapması	0.0320	0.0594	0.0329	0.0634	0.0342	0.0323
2	Sharpe oranı	2.8399	-0.4268	2.0095	0.1139	3.1977	1.9948
3	Stirling oranı	2.3795	0.4993	1.2282	0.8932	2.9471	1.9808
4	Toplam en büyük düşüş	6.20%	14.28%	14.22%	14.22%	5.25%	6.20%
5	Bir işlemdeki en büyük kar/zarar	7.62%	12.34%	9.23%	9.23%	7.70%	7.63%

Hareketli ortalamalarla YSA tahminlerinin birleştirildiği melez sistemlerin ilk ikisinde, günlük tahminlerin hareketli ortalamaların %1 üzerinde olduğunda işlem yaptıran sistem-16 ve sistem-17'ye bakıldığında (Çizelge 6.6) basit hareketli ortalama içeren sistemle MEHO'ya dayalı sistem arasındaki getiri ve dayanıklılık performansı farkının daha da açıldığı görülmektedir. Saf sistemlerle karşılaştırıldığında Sistem-16'nın dayanıklı fakat vasat karlılıkta olduğu söylenebilir. 18., 19. ve 20. sistemlerde bu işlem kriterlerine ek olarak tahmin ile önceki günlük

kapanış karşılaştırması eklenmiştir. Düşük performanslı MEHO'ya göre işlem yaptıran sistemlerde alım filtresinin yükseltilmesiyle özellikle Stirling ve Sharpe oranların performans artışı gözlenmekle birlikte, bunun temel nedeninin doğru işlem yaptırma (başarılı işlem oranı) olduğu görülmektedir. Sistem-21'de ise tahmin-önceki kapanış ilişkisi yerine tahminler arası ilişki (sistem-10 yerine sistem-12 kuralı) ile Çizelge 6.6'daki diğer sistemler gibi tahmin-hareketli ortalama ilişkisine göre işlem yaptıran sistem birleştirilmiştir. Günlük tahminlerin hem hareketli ortalamaları hem de bir gün önceki değerlerin üzerinde veya altında olmalarına göre işlem yaptıran tüm bu sistemlerin vasat getiri ve tatminkar dayanıklılığı olduğu söylenebilir. Getirileri saf YSA tahminlerine dayalı sistemlerin üzerine çıkamamakla birlikte, dayanıklılığı zayıf hareketli ortalamaların melezlemeyeyle güçlendirildiği görülmüştür.

Çizelge 6.7: YSA ve teknik analize dayalı melez sistemlere ait performans ölçütleri (devam)

	Sistem no	S-22	S-23	S-24	S-26	S-25	S-27
	Sistem türü	Blşk-10	Blşk-6	Blşk-7	Blşk-13	Blşk-12	Blşk-14
	Sistem karlılık ölçütleri						
1	Basit Kar	10.06%	15.63%	-2.41%	23.23%	32.37%	22.43%
2	Test sürecinde toplam kar	9.33%	14.82%	-2.95%	23.89%	34.11%	21.38%
3	İşlem sayısı	20	3	13	4	6	8
4	Başarılı işlem oranı	40.00%	66.67%	30.77%	75.00%	83.33%	62.50%
5	İşlem başına ortalama kar	0.50%	5.21%	-0.19%	5.81%	5.40%	2.80%
6	Başarılı işl. başına ortalama kar	3.65%	12.03%	3.01%	8.97%	8.16%	7.87%
7	Başarısız işl. başına ortalama zarar	-1.59%	-8.43%	-1.60%	-3.67%	-8.43%	-5.64%
8	Toplam getiri faktörü (top K / Z)	2.289	1.427	1.875	2.444	0.968	1.396
	Sistem dayanıklılık ölçütleri						
1	İşlem getirisinin standart sapması	0.0346	0.1229	0.0315	0.0932	0.0917	0.0922
2	Sharpe oranı	0.7112	0.7315	-2.0763	1.86857	2.5170	1.0360
3	Stirling oranı	1.2447	0.9802	-0.2745	3.2358	2.3535	1.1371
4	Toplam en büyük düşüş	7.499%	15.118%	10.732%	7.383%	14.494%	18.801%
5	Bir işlemdeki en büyük kar/zarar	8.389%	15.414%	8.389%	17.089%	17.089%	17.089%

Çizelge 6.7'de ilk olarak sistem-20'ye üçüncü bir satış kriteri olarak günlük tahmin yanında son kapanışın da hareketli ortalamanın altında olması durumu eklenmiş, sonuç olarak ortalamanın altında bir dayanıklılık ve getiri sağlanabilmiştir. Bu çizelgedeki diğer sistemler, gerçekleşen kapanışların hareketli ortalamaları kesmesiyle teknik analizde işlem sinyali oluştuktan sonra tahmin durumuna göre işlem yaptıran stratejileri göstermektedir. Sadece zarara yol açan, negatif Sharpe ve Stirling oranlarına sahip sistem-24'le, kesişme anı tahminine göre alım-satım yaptıran sistem ifade edilmiştir. Burada tıpkı gelecekteki hareketli ortalamaların

tahminlere dayalı hesaplanması durumunu ifade eden ve yine zarar ile kötü dayanıklılık sergileyen sistemlerde olduğu gibi bir durum söz konusudur. Kısaca zarar ve çok zayıf dayanıklılık veren sistemlerin tahmin verilerinin gerçekleşmiş gibi teknik analizde kullanılması durumunda olduğu yargısına varılmıştır. Sistem-23'te ise teknik analize göre aynı sinyal oluştuktan sonra tahmin verileriyle teyid edilerek işlem yapılan sistemin, tüm sistemlerin ortalamasına göre tatminkar getiri ve vasat bir dayanıklılığa sahip olduğu görülmektedir.

Bu sistemin işlem filtreleri ile performansı arttırılamazken, sistem-26'daki iki günlük tahminlere göre işlem yaptıran sistemin zaten sistem-23'ten yüksek olan getirisi filtrelemeyle (sistem-25) daha da yükseltilmiştir. Aynı fiyat - hareketli ortalama keşismesiyle teknik analiz sinyali geldikten sonra, sistem 23'teki kapanış - tahmin karşılaştırması yerine ardışık tahmin verileriyle karar alınan sistem-26'nın yüksek getiri ve dayanıklılık performansı sergilemesi şaşırtıcı bulunmuştur. Zira saf YSA'larında ardışık tahminlere göre işlem yaptıran sistem-12 vasat getiri ve düşük dayanıklılık göstermiştir. Sistem-25 sistem-26'ya %1 alış filtresi uygulanmasıyla ve sistem-27'de endeksin 10 günlük seviyenin %3 altına düşmesi sonucu satış yaptırmalarıyla elde edilmiştir. Alış filtresiyle getiri %9 arttırılırken dayanıklılık korunmuş, fakat satış filtresi hem getiri hem de dayanıklılıkta bozulmaya neden olmuştur.

Öte yandan tahmin-önceki kapanış ve tahmin-önceki tahmin değerleri karşılaştırılmasına bağlı işlem sistemlerinin test sonuçlarını, tahmin-gerçekleşme grafikleriyle birlikte değerlendirirsek; gerçekleşen sert yükselişlerde tahmin verilerinin daha yavaş artış göstermesine bağlı olarak, tahmin grafiğinin gerçekleşen değerlere yetişememesi sonucu tahminler arası artış beklentisi varken, tahmin ile önceki kapanış arasında yükseliş beklentisi görülemeyebilmektedir. Bu nedenle Sistem-23, endeksin yaklaşık 52.000'lerden 57.000'lere kadar yükseldiği dönemde pozisyon açmayarak veya erken kapatarak, iki tahmini karşılaştıran sistem-26'nın aksine, düşük getiri üretebilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar değerlendirilirken, test dönemi boyunca İMKB-100 endeksi seyrinin yaklaşık tam bir ters V formu oluşturduğu (yükselen ve ardından düşen piyasa) ve en basit al-tut stratejisi olan, ilk gün ile son gün endeks değerleri arasındaki getirinin %8,14 olduğu bir piyasa için geçerli olduğu unutulmamalıdır.

Saf al-tut, teknik analiz ve YSA dayalı sistemler değerlendirildiğinde, YSA dayalı sistemlerin özellikle dayanıklılık kriterleri açısından saf al-tut ve teknik analize dayalı sistemlere büyük üstünlük sağladığı görülmüş, performans kriterlerinde de en yüksek performansı gösteren 5 günlük hareketli ortalamalara dayalı sisteme yakın kümülatif getiri elde edilmiştir. Getiri ölçütlerinde nispeten düşük performans sergileyen ardışık tahminlere dayalı sistemlerin de uygun filtrelerle büyük kümülatif getiri ve işlem başarısı artışı sağlanabildiği görülmüştür.

Kümülatif getiriler haricinde, performans kriterlerinde teknik analize dayalı sistemlerin YSA'ya dayalı sistemlere üstünlük sağladığı tespit edilmiş, bu duruma ise, teknik göstergelerin trend tespit edildiğinde, daha başarılı ve az sayıda işlem yaptırmasının neden olduğu sonucuna varılmıştır.

Genel olarak al-tut ve teknik analiz kuralları, YSA tahminlerine dayalı kurallarla birleştirilerek oluşturulan melez sistemlerin, saf sistemlerden daha yüksek performans ve dayanıklılık (saf YSA tahminine dayalı sistemler hariç) sağlanabilmiştir. Başka bir deyişle YSA tahminlerinin diğer işlem stratejileriyle birleştirilmesiyle getiri artışı sağlanırken, özellikle YSA tahminlerine dayalı sistemlerin yüksek dayanıklılığı da bu sistemlere aktarılabilmektedir.

Teknik analiz ve YSA tahminlerine dayalı bir melez sistem kurulurken tahminlerin gerçekleşmiş veriler gibi teknik analiz göstergelerine katılmasıyla ve teknik analiz göstergelerinin tek bir YSA tahmini ile karşılaştırılmasıyla performans düzeyi düşük (al-tut stratejisinin altında getiri sağlayan) ve hatta zarara yol açan sonuçlara ulaşılmıştır. YSA tahmin çıktıları ve teknik analiz verilerini birlikte kullanmak yerine, her iki yöntemin kararlarının birleştirilmesi, iki yöntemin birbirini onaylaması performans ve dayanıklılık performanslarını arttırmada faydalı olacaktır.

Geliştirilen işlem sistemleri her bir getiri ve dayanıklılık kriterine göre büyükten küçüğe sıralanmasıyla Çizelge 6.8 elde edilmiştir. Çizelgedeki değerler incelenirken getirilerin standart sapması, başarısız işlem başına ortalama zarar, kümülatif en büyük düşüş, bir işlemdeki en büyük düşüş ve işlem sayısı değerleri küçük olan sistemlerin tercih edilebilir olduğu unutulmamalıdır.

Çizelge 6.8: İşlem sistemlerinin getiri ve dayanıklılık kriterlerine göre sıralanması

Sıra No	Sharpe Oranı	Stirling Oranı	getirinin std. Sapması	kümülatif kar	işlem başına ort. kar	Başarılı işlem oranı	Başarılı işlem ort. kar	Başarısız işl. ort. zarar	Toplam Getiri Faktörü	Küm. en büyük düşüş	Bir işlemde en büyük kar/zarar	İşlem Sayısı
1	15	15	23	25	28	28	28	28	28	6	28	12
2	10	26	29	28	29	18	29	18	18	28	29	10
3	5	14	28	29	26	25	23	29	29	29	26	5
4	4	20	26	5	18	9	26	14	15	27	25	4
5	20	10	27	15	25	26	25	10	14	5	27	13
6	14	4	25	26	23	19	27	4	13	2	23	2
7	16	16	19	7	19	29	6	15	10	12	7	7
8	25	25	9	27	9	20	19	13	6	11	17	22
9	18	21	17	10	27	23	18	12	21	23	5	3
10	21	7	6	18	20	5	17	21	26	3	9	15
11	26	13	8	20	8	27	8	20	22	25	8	14
12	13	9	7	9	15	16	9	16	12	17	12	24
13	7	5	3	23	17	8	7	22	20	18	15	21
14	28	28	11	16	16	15	22	24	16	19	13	16
15	29	29	5	3	7	14	21	3	7	7	10	6
16	9	22	2	13	21	3	15	2	4	8	18	11
17	27	18	22	4	14	2	3	7	17	24	19	20
18	3	27	20	19	3	4	13	11	24	9	3	27
19	23	23	18	21	5	21	20	5	8	10	2	8
20	22	3	21	14	13	17	16	17	3	13	22	17
21	8	8	15	8	22	7	24	8	23	22	24	25
22	19	19	16	22	10	11	12	6	27	26	20	9
23	17	12	24	12	4	10	5	26	2	15	16	26
24	2	2	13	2	2	22	2	9	19	21	21	19
25	24	17	12	17	12	13	14	27	9	16	14	18
26	12	6	14	24	24	12	10	19	5	4	4	29
27	11	24	10	6	6	24	11	25	25	20	11	23
28	6	11	4	11	11	6	4	23	11	14	6	28

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Doktora çalışması; iki farklı sıklıkta (günlük ve aylık) İMKB-100 endeks verileri üzerinde yürütülen, başlıca üç aşamadan oluşmaktadır; İlk aşamada İMKB-100 endeks tahmininde kullanılabilecek makroekonomik ve finansal piyasa verilerinin belirlenmesi, zaman serilerinde gerekli düzenlemelerin yapılması, endeks üzerinde etkisi düşük olanların elenmesiyle, girdilerin yapay sınır ağı modelinde kullanılabilir hale getirilmesini kapsayan girdi değişkenlerinin seçimi ve düzenlenmesi sağlanmıştır. İkinci olarak ağı modeli yapısının (öğrenme algoritması, aktivasyon fonksiyonu ve katman yapısı v.b.) oluşturulması ve tahmin tutarlılık açısından uygun YSA modelinin seçimi, modelde kullanılan öğrenme verilerinin geçerlilik süresi ve 5 ve 10 gün gecikmeli verilerin performanslarının irdelenmesinden oluşan YSA modellemesi gerçekleştirilmiştir. Son olarak ta tahmin sonuçlarına dayalı işlem stratejileri geleneksel işlem stratejileriyle performans ve tutarlılık açısından karşılaştırılmıştır.

Literatürde karşılaştırma amacıyla genellikle ekonometrik performans ve tutarlılık kriterlerinin (toplam getiri, getirinin standart sapması, karesel hata) kullanıldığı görülmekle birlikte, bu çalışmada YSA tahminine dayalı işlem sistemlerinin, geleneksel sistemlerle karşılaştırılmasında istatistiksel kriterler yanında finansal piyasalarda kullanılan performans ve dayanıklılık kriterlerine (Stirling ve Sharpe oranları, en büyük kümülatif zarar, başarılı işlem başına ortalama getiri v.b.) göre de karşılaştırma yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlar da yukarıda belirtilen üç süreçte göre özetlenmiş ve gerek YSA gerekse alım-satım sistemi ile ilgili gelecek çalışmalara yol gösterebilecek öneriler sıralanmıştır.

7. 1 Borsa Üzerinde Etkili Girdilerin Belirlenmesi ve Düzenlenmesiyle İlgili Bulgular

2003 sonrası yayınlanan zaman serilerinin bir çoğunun hesaplanma sistematığının değişmesi, sözkonusu aylık istatistiklerin çalışmada kullanımını güçleştirmiştir (nüfus, BÖGE, GSMH ÜFE v.b.). Özellikle enflasyon endekslerinin değişmesi, eski ve yeni serilerin 2003-2004 dışında, yayınlanmasına devam edilmemesi nedeniyle sürekliliği olan bir endeks araştırılmış,

İMKB-100 endeksi ve diğer göstergelerle korelasyonu en yüksek İTO İstanbul ücretliler geçinme endeksi kullanılabılır bulunmuştur.

Geçmiş çalışmalarda da vurgulanan [97], çok sayıda girdi parametresi (bağımsız değişken) kullanımının modeli karmaşıktırdığı ve başarılı sonuçlar elde edilmesini güçleştirdiği, günlük 40 ve aylık 39 veri seti kullanıldığında ortalama karesel hatanın çok yüksek çıkmasıyla, İMKB verileriyle de doğrulanmıştır.

Dökümü Ek-C’de verilen girdiler arası ve girdilerle çıktılar arası korelasyonlar incelendiğinde elde edilen önemli bulgular aşağıda özetlenmiştir;

- 1- İşlem hacmi, hareketli ortalamalar, oynaklık göstergeleri, MSCI Endeksleri ve yatırım fonu endeksi gerek birbirleriyle gerekse İMKB-100 ile çok yüksek ilişkili,
- 2- Gösterge faiz oranının da yukarıdaki girdiler gibi trend göstergeleri dışındaki hemen tüm verilerle ters yönlü yüksek düzeyde ilişkili,
- 3- Altın fiyat endeksi de momentum göstergeleri dışında yüksek ilişki sergilerken,
- 4- Döviz kuru sepetinin yatırım fonları ve ters yönlü ilişkide olduğu gösterge faizi dışında hemen tüm göstergelerle oldukça düşük ilişkili çıkmıştır.
- 5- Girdiler ve İMKB-100 endeksi arasındaki korelasyon ilişkileri içinde sadece döviz kuru sepetine ait ilişkiler beklenenin dışında şaşırtıcı bulunmuştur. Bu durumun temel nedeninin, düşük kur yüksek faiz politikasına bağlı olarak yoğun ve kısa süreli yabancı kaynak girişi olduğu düşünülmektedir. İnceleme dönemi başında borsadaki yabancı payının %38,9’dan 2004 sonunda %66,3’e yükselmiş olması [131] ve döviz kuru düşüşüne bağlı olarak yıllık bazda risksiz %60'lara varan reel getiri sağlanmış olması bu durumu teyid etmektedir.

Regresyon ve duyarlılık analizleri sonucu seçilen günlük ve aylık parametreler aşağıda sırasıyla Çizelge 7.1 (orta vadeli model) ve Çizelge 7.2’de (kısa vadeli model) sunulmuştur;

Çizelge 7.1: Orta vadeli YSA tahmin modelinde kullanılan parametreler

Düzeltilmiş işlem hacmi	İTO ücretliler Geçinme Endeksi	Düzeltilmiş reel döviz sepeti kuru	Bono (Gösterge) faizi oranı	Bileşik gecelik (O/N) faiz oranı
Düzeltilmiş KYD B Tipi Fon Endeksi	Reel altın borsası endeksi	Arındırılmış kapanan şirket	Sabit fiyatlarla GSYİH	Bileşik öncü göstergeler endeksi
MBRKGE endeksi (güven endeksi)	İhracat./ ithalat karşılama oranı	Düzeltilmiş iç borç stoku	Dış borç stoku (USD)	Düzeltilmiş cari işlem dengesi
Düzeltilmiş tasarruf mevduatı	Düzeltilmiş yurtiçi krediler	Düzeltilmiş emisyon hacmi	MSCI G-7 endeksi	MSCI World endeksi
MSCI Emg. Mrk. endeksi				

Çizelge 7.2: Kısa vadeli YSA tahmin modelinde kullanılan parametreler

5 Günlük hareketli ortalama	9 Günlük hareketli ortalama	5 Günlük momentum endeksli hareketli ortalama	Destek çizgisi	Direnç çizgisi
Parabolik SAR	Stokastik RSI endeksi	Toplananlar / dağıtılanlar endeksi	Denge işlem hacmi (OBV)	Payan göstergesi
ADX göstergesi	RSI göstergesi	Zaman serisi tahmini	Standart sapma bandı	Doğrusal regresyon bandı
Bollinger bant genişliği	Altın borsası endeksi	Gösterge faiz oranı	KYD B tipi fon endeksi	Döviz sepeti
İşlem hacmi	MSCI G-7 endeksi	MSCI World endeksi	MSCI Emg. Mrk. endeksi	

7. 2 Yapay Sinir Ağı Modelinin Geliştirilmesi ve Model Çıktılarının Yorumlanması

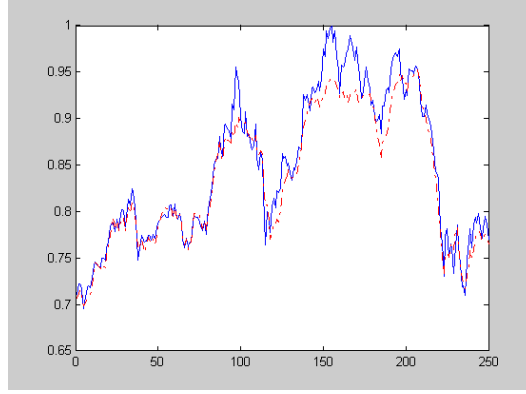
Kısa vadeli modelleme için 2001 yılı ekonomik kriz sonrasında (Mart 2001) başlayarak Şubat 2008'e kadar veriler kullanılırken, orta vadeli modele yeterli öğrenme süreci tanımak amacıyla aylık olarak Aralık 1997-Şubat 2008 dönemi kullanılmıştır.

Ağ tipi seçiminde, normalize edilmiş karesel ortalama hata (NMSE) kriterlerine göre geliştirilmiş YSA ve radyal YSA kullanılmış, ileri beslemeli geri yayımlı YSA modelleri sınanmış ve diğer ağ tiplerine göre oldukça yüksek başarı sergileyen ileriye beslemeli geri yayımlı YSA tercih edilmiştir.

Ağ yapısı oluşturulurken, *logaritmik sigmoid aktivasyon fonksiyonu* ve öğrenme sürecinde çabuk yakınsama sağlayan *Levenberg-Marquard algoritması* kullanılmış, veri normalizasyonu (0/1) dönüştürmesi ile sağlanmıştır. Öğrenme süreci 1000 iterasyon işletilerek durdurulmuştur.

Diğer ağ yapılarında oldukça zayıf tahminler yapılabilmesinin başlıca iki nedeni olduğu düşünülmektedir;

- İBGYYSA'arı çok sayıda farklı öğrenme algoritması kullanılabilmekte ve bu algoritmalara yenileri eklenmektedir. Bu ağ yapısında farklı parametreler değiştirilerek tahmin sonuçlarının gerçekleştirmelere yakınsaması hızlandırılabilir. Diğer YSA ağlarında kısıtlı parametre ve standart algoritmalar mevcuttur..Özellikle Radyal YSA'larında tek parametre söz konusudur.
- İkinci olarak YSA'larında başlangıç değerine bağlı olarak yerel en küçük değere yakınsama nedeniyle farklı sonuçlar elde edilebilmektedir.



Şekil 7.1: Kısa vadeli İBGYYSA modeli tahmin ve gerçekleşme grafiği

Kısa vadeli modellemede katman yapısıyla ilgili en iyi sonuçlar 1-7-6-5-1 üç katmanlı ağda ve 14 parametre ile elde edilmiştir (Şekil 7.1). 14-24 parametre ile çalıştırılan farklı İBGYYSA arasında diğer başarılı ağların topolojileri 1-7-6-1, 1-6-6-1, 1-6-5-1, 1-6-1 olarak sıralanmıştır. Kısa vadeli nihai YSA tahmin modelinin girdi parametreleri ise Çizelge 7.3’de sunulmuştur.

Çizelge 7.4: Kısa vadeli YSA tahmin modeli girdileri (14 parametre)

RSI göstergesi	Parabolik SAR göstergesi	ADX göstergesi	5 günlük hareketli Ortalama	Standart sapma bandı
Bollinger bandı	Denge işlem hacmi (OBV)	Toplananlar / dağıtılanlar endeksi	Momentum göstergesi	İşlem hacim
Altın piyasası endeksi	Gösterge bono faiz oranı	MSCI G-7	MSCI World	

Kısa vadeli YSA tahmin modeliyle ilgili diğer çıkarımlar şu şekilde özetlenebilir;

- YSA modelinde MSCI endeksleri kullanımı tahmin tutarlılığında önemli artışa neden olmuştur. Günümüzde global piyasalararası etkileşimin İMKB’deki hareketlerin de en büyük belirleyicilerinden olduğu yargısına varılmıştır.
- Günlük verilerle kurulan YSA modeli girdi parametrelerine bakıldığında, teknik analiz (9/14 değişken) ve uluslararası piyasaların (2/14 değişken) İMKB-100 endeksi üzerindeki etkisinin yoğun olduğu görülmektedir. Kullanılan parametreler tekrar duyarlılık analizine sokulduğunda; MSCI endeksleri, Toplananlar / dağıtılanlar endeksi, gösterge bono faiz oranı, bollinger bandı, işlem hacmi göstergelerinin İMKB-100 endeks tahmini üzerinde yüksek etkili olduğu tespit edilmiştir.
- Kısa vadeli YSA’larıyla geçmiş fiyat verileri ve uluslararası pazar verileri kullanılarak piyasa hareketlerinin tahmin edilebilmesi, İMKB piyasasının etkin olmadığını veya en iyi ihtimalle zayıf formda etkinliği olduğunu göstermiştir.

- Ayrıca, girdi parametresi olarak düşünülen; takas analizi, para giriş / çıkışı göstergeleri piyasada günlük olarak değerlendirildiği, saklanmadığı ve periyodik olarak yayınlanmadığı için kullanılamamıştır. İMKB’de fiyat ve hacim bilgileri yanında bu bilgilerin yayınlanması durumunda kısa vadeli trendlerin daha rahat tespit edilebilmesi ve oluşturulan YSA tahmin modelinin daha tutarlı sonuçlar vermesi sağlanabilecektir.

22 parametre ile orta vadeli YSA tahmin sisteminin kurulmasında başarısız olunmuş, yapılan iyileştirme çalışmaları da sonuç vermemiştir. Orta vadeli YSA modellemesinde muhtemel başarısızlık nedenleri ve yazarın tespitleri aşağıda sıralanmıştır:

- Girdi setlerindeki 104 verinin eğitim için yetersiz olduğu, başka bir deyişle kısıtlı örneklem külesiyle, İMKB-100 endeksinin davranışlarının model tarafından öğrenilmesinin engellendiği kanısına varılmıştır.
- Yayınlanan ekonomik göstergelerin ülke ekonomisini temsil etmekte eksik ve/veya yetersiz olabileceği düşünülmektedir. 2000-2003 döneminde yayınlanmaya başlayan yeni parametreler gelecekte bu açığı kapatabilecektir.
- Model çalışmasının yürütüldüğü dönemde (Aralık 1997-Şubat 2008), bazı ekonomik göstergelerin hesaplanma sistematığının değişmesi (enflasyon, güven endeksi ve GSMH gibi değişkenlerin hesaplanma yöntemlerinin değişmesi), bazı verilerin dijital ortama aktarılmasında yaşanan farklılıklar (Mernis projesi ve nüfus sayımı yönteminin değişmesi gibi nedenlerle nüfus ve seçmen sayısı verilerinde %10’ları aşan aşağı yukarı oynamalar) gibi nedenler, yayınlanan istatistiklerin güvenilirliği hakkında kaygı uyandırmaktadır. İlgili zaman serilerinin düzenli olarak aynı bazda yayınlanamıyor olma ihtimali, verilerin kullanılamaz halde olduğunu düşündürmektedir.
- Özellikle döviz kuru ile hemen tüm göstergeler arasındaki korelasyonun düşük olması ve borsadaki yabancı payının 1997 sonunda %38,9’dan 2004 sonunda %66,3’e yükselmiş olması [131] da bu bağlamda değerlendirildiğinde, yoğun yabancı kaynak etkisinde, makroekonomik göstergelerden bağımsız olarak düşük işlem hacmi bulunan İMKB’nin likidite bolluğuyla hareket ettiği söylenebilir.
- Güncel çalışmalarda tespit edilen uzun dönemde geçmiş piyasa verilerinin (teknik analiz verileri) kaotik formdaki İMKB-100 endeksini tahmin etmede kullanılamayacağı gibi [120], yoğun sıcak para akışı nedeniyle mevcut

makroekonomik ve finansal verilerin de uzun dönemde İMKB-100 endeksini tahmin etmede başarısız olduğu görülmüştür.

Yeni çalışmalarda girdilere yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılabilir;

- Artan uluslararası sermaye hareketlerinin İMKB-100 Endeksi üzerindeki etkisini ölçmede MSCI Endeksleri yanında İMKB-100 Endeksi'ne bağlı yabancı fonların ve brokerlarının açığa satış işlemleri de son yıllarda borsa tarafından aylık olarak yayınlanmaktadır. Bu istatistiklerin girdi parametresi olarak değerlendirilmesi orta vadeli tahmin modelinin oluşturulmasına yardımcı olacaktır.

- Bazı göstergelerin (öncü göstergeler gibi) piyasalar üzerinde gecikmeli etkisi olabileceğinden, İMKB-100 ile korelasyonu zayıf bulunduğu elenen parametrelerin gecikmeli (lag) etkisi incelenebilir. Böylece orta vadeli YSA'larda kullanılabilecek yeni parametreler sisteme ilave edilebilir.

- Kanımızca 2000 yılı sonrasında yayınlanmaya başlayan finansal piyasalardaki değişim hakkında hızlı bilgi veren yeni istatistiklerin kullanımı ile orta vadeli modellemede başarı sağlanacaktır. Piyasanın güçlü veya zayıf olduğunu hızlı bir şekilde gösterme potansiyeli olan protestolu senetler tutarı, BDDK tarafından yayınlanan kredi kartı kullanımı ve bankaların mali durum bilgileri gibi istatistiklerin yeterli örneklem büyüklüğüne ulaştığında orta vadeli tahmin oldukça kolaylaşacaktır. Ayrıca ülkemizdeki tek emtia piyasası olan Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası (VOB)'nın ürün çeşitliliği ve hacminin artmasıyla, gelişmiş piyasalarda öncü gösterge olarak kullanılan, sanayi sektörlerinin önemli girdisi olan bakır, demir, alüminyum gibi malların fiyatlarının YSA modeline dahil edilmesi sonucu tahminlemede önemli avantajlar sağlanabilecektir.

Girdiler dışında model yapısında yapılabilecek düzenlemeler aşağıda sıralanmıştır:

- Geçmiş çalışmalarda tahmin tutarlılığını arttırmadığı ve sistem karmaşıklığına yol açtığı için ara katman sayısının iki ile sınırlı tutulması önerilmekle birlikte, kısa vadeli İMKB-100 Endeks tahminine yönelik çalışmamızda üç katmanlı ağlarda daha başarılı sonuçlar alınabildiği görülmüştür. Dolayısıyla yeni araştırmalarda yüksek sayıda ara katman sayısının denenmesi düşünülmelidir.
- Doğrusal regresyona dayalı ikili bant şeklindeki teknik analiz göstergelerden bollinger bandlarına ait bant genişliği kullanımının model çıktılarının olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Bu nedenle benzer göstergelerin kendi yerine, alt üst bant farkının parametre olarak seçilmesi kullanışlı olabilecektir.

- Bu çalışmada değerlendirilemeyen firma mali bilgilerinin, endeks bazında aylık dönemlerde yayınlanmamasına rağmen, diskriminant analizine sokulmasıyla İMKB-100 endeks tahmininde kullanılabilmesi mümkündür.
- Yön (trend) izleyen piyasalar ve yatay piyasalar için modelin ikiye bölünmesi çalışmamızda da düşünülmüş, ancak bir modelden diğerine geçerken, her örneklem seti ile bir gün önceki örneklem seti arasındaki ilişkinin (özellikle teknik analiz verilerinde) ne şekilde kopartılabileceği belirlenememiştir. Bunun yerine bulanık mantık yardımıyla melez bir YSA modelinde girdilerin trendin mevcudiyetine göre değişmesi sağlanabilir. Trend mevcudiyetinin sınanmasında da bilimsel çalışmalarda tercih edilen Hurst katsayısı (H) kullanılabilir.
- Girdi parametrelerinin elenmesinde korelasyon ve duyarlılık analizleri yerine genetik algoritmalar kullanılarak geniş potansiyel girdi kümesinden hızlı ve güvenilir verilerle tahminlemeye gidilebilir. Son yıllarda popülaritesi artan *Dalgacık dönüşümü (wavelet)* ile veri kodlama metodu geliştirilebilir.
- *Parçacık sürü eniyilemesi (Particle swarm optimization)* ve daha çok sınıflandırma problemlerinde kullanılan *kendini organize eden YSA (Self Organizing Map)* kullanımı ile melez ağların oluşturulabilirliği araştırılabilir.
- Son olarak 17. yüzyıldan günümüze kullanılan mum grafikleri ile analiz, İMKB'nin sağladığı beş veri dışında açılış değerlerini de gerektirdiğinden Türkiye piyasasında kullanılamamaktadır. Ancak bu verilerin de sağlandığı piyasalar için YSA ile tahminleme amacıyla, mum grafiklerin tekrarlanan şekillerinden belli örüntü (patern) kalıplarını yakalamaya yönelik çalışmalar da geliştirilebilir [132].

7.3 Sinir Ağına Dayalı Sistemlerin Geleneksel İşlem Sistemlerine Üstünlüğünün Sorgulanması

Özellikle alım-satım esas olacak bir finansal tahminlemede OKH gibi simetrik hata ölçüm kriterleri yerine, hata büyüklüğünün yönünde ölçülmesi gereklidir. Hata ölçüsü belirlenirken riske bağlı işlem karlılığını gösteren bir seçim yapılması gereklidir. Bu nedenle, geliştirilen alım-satım sistemlerinin performanslarını karşılaştırmada geleneksel istatistikî ölçütler yanında, finansal piyasalarda ve özellikle portföy yönetimi alanında kullanılan performans ve dayanıklılık kriterleri kullanılmıştır.

Alım-satım sistemlerinin getiri performansını değerlendirmede; test döneminde kümülatif kar, işlem sayısı, başarılı işlem oranı, işlem başına ortalama kar, başarılı işlem başına ortalama kar, başarısız işlem başına ortalama zarar, toplam getiri faktörü kriterleri hesaplanmıştır.

Sistemlerin dayanıklılığını ölçmede ise; işlem başına getirinin standart sapması yanında, Stirling oranı, Sharpe oranı, en büyük kümülatif zarar, Bir işlemdeki en büyük kar (zarar). Başarılı işlem başına ortalama kar kriterleri tercih edilmiştir.

Alım satımda uygulanan komisyonlar ihmal edilerek, pasif al-tut, teknik analiz, YSA tahminine dayalı işlem stratejileriyle kurulan 28 işlem statejisi test verileriyle çalıştırılarak yukarıda sıralanan kriterlere göre karşılaştırılmıştır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar değerlendirilirken, test dönemi boyunca İMKB-100 endeks yükselen ve ardından düşen bir hareket gösterdiği ve en basit al-tut stratejisi olan, ilk gün ile son gün endeks değerleri arasındaki getirinin %8,14 olduğu unutulmamalıdır.

Teknik analize dayalı işlem stratejileri al-tut stratejileriyle karşılaştırıldığında, momentuma endeksli hareketli ortalamalar dışında oldukça yüksek getiri performansı ve vasat dayanıklılık göstermişler, hareketli ortalamalar MACD göstergelerine göre yüksek getiri ve dayanıklılık sağlamışlardır. YSA tahminlerine dayalı sistemlerle melezlendiğinde MACD göstergesine dayalı işlem sisteminin getiri ve dayanıklılığı hem saf hem de YSA ile melezlenen hareketli ortalamalara dayalı sistemlerin üzerine çıkmıştır.

En yüksek kümülatif getiri, hareketli ortalamalarla fiyat keşismesine göre teknik analizde alım sinyalinin gelmesi yanında ertesı gün yükseliş beklentisi olması durumlarını ifade eden melez sistemde elde edilmiştir. Söz konusu sistem-25'in diğer getiri ölçütlerine göre de en başarılı sistemler arasında bulunduğu ve ayrıca Sharpe ve Stirling oranlarının da sırasıyla 2,52 ve 2,35 gibi yüksek değerler aldığı görülmüştür.

Dayanıklılık açısından en başarılı sistemlere baktığımızda, saf sistemlerden YSA tahminine dayalı sistem-10 ve 15'in yanında, işlem getirilerinin standart sapması en düşük olan, saf teknik analize dayalı sistem-4 göze çarpmaktadır.

YSA dayalı işlem stratejileri; tahmin ile önceki kapanış ve tahmin ile önceki tahmin değerleri karşılaştırılmasına bağlı al-sat sinyalleri elde edilmektedir. Bu iki stratejiyi karşılaştırırken, test sonuçlarını ve tahmin-gerçekleşme grafikleriyle birlikte değerlendirildiğinde; gerçekleşen sert yükselişlerde tahmin verilerinin daha yavaş artış göstermesine bağlı olarak, tahmin grafiğinin gerçekleşen değerlere yetişememesi sonucu tahminler arası artış beklentisi varken, tahmin ile önceki kapanış arasında yükseliş beklentisi grlemeyebilmektedir. Bu nedenle

Sistem-20 endeksin yaklaşık 52.000'lerden 57.000'lere kadar yükseldiği dönemde pozisyon açmayarak veya erken kapatarak, iki tahmini karşılaştıran sistemin aksine, düşük getiri üretebilmiştir.

Saf al-tut, teknik analiz ve YSA tahminlerine dayalı sistemler karşılaştırıldığında, YSA tahminlerine dayalı sistemlerin özellikle dayanıklılık kriterleri açısından diğer tüm saf sistemlere büyük üstünlük sağlarken, performans kriterlerinde de en yüksek performansı gösteren beş günlük hareketli ortalamalara dayalı sisteme yakın kümülatif getiri elde edildiği görülmüştür. Getiri ölçütlerinde nispeten düşük performans sergileyen ardışık YSA tahminlerine dayalı sistemlerin de uygun işlem filtreleriyle büyük kümülatif getiri ve işlem başarısı artışı sağlanabildiği görülmüştür.

Kümülatif getiriler dışındaki performans kriterlerinde bazı teknik analize dayalı sistemlerin (beş ve dokuz günlük hareketli ortalamaya göre işlem yaptıran sistemler) YSA dayalı sistemlere az da olsa üstünlük sağladığı belirlenmiş, bu duruma teknik göstergelerce trend yakalandığında daha başarılı ve az sayıda işlem yaptırmasının neden olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak al-tut ve teknik analiz kuralları, YSA tahminlerine dayalı kurallarla birleştirilerek oluşturulan melez sistemlerin saf sistemlerden daha yüksek performans ve dayanıklılık (saf YSA tahminine dayalı sistemlerin Sharpe ve Stirling performansları hariç) sağlanabilmiştir. Başka bir deyişle YSA tahminlerinin diğer işlem stratejileriyle birleştirilmesiyle getiri artışı sağlanırken, özellikle YSA tahminlerine dayalı sistemlerin yüksek dayanıklılığı da bu sistemlere aktarılabilmektedir.

Teknik analiz ve YSA tahminlerine dayalı bir melez sistem kurulurken, tahminlerin gerçekleşmiş veriler gibi teknik analiz göstergelerine katılmasıyla ve teknik analiz göstergelerinin tek bir YSA tahmini ile karşılaştırılmasıyla performansı düşük (al-tut stratejisinin altında getiri sağlayan) ve hatta zarara yol açan sonuçlara ulaşılmıştır. YSA tahmin çıktıları ve teknik analiz verilerini birlikte kullanmak yerine, her iki yöntemin kararlarının birleştirilmesi, iki yöntemin birbirini onaylaması performans ve dayanıklılığı arttırmada faydalı olacaktır.

Burada sağlanan sonuçlar test amaçlıdır ve her geçmiş gerçekleşme verisiyle yapılan sına gibi sonuçlar analiz dönemi ile sınırlıdır. Finansal piyasalara yönelik tahminleme sonuçlarını, bütçeleme amacıyla yapılan tahminlemede olduğu gibi doğrudan kullanılabilir veriler olarak görmek yerine, yatırım amaçlı bir karar destek sistemi olarak görmek gereklidir.

Sonuç olarak, yapay sinir ağıları yardımıyla günlük veriler kullanılarak test döneminde %0,0419’lık NOKH (hata) üreten bir tahminleme yapılabilmiş ve böylece İMKB hisse senedi piyasasının etkinlikten uzak olduğu görülmüştür.

YSA tahmin çıktıları, alım-satım işlemlerinde kullanıldığında, geleneksel yatırım stratejilerine göre, getiri ve özellikle dayanıklılık performansında üstün sonuçlar elde edilmiştir.

Teknik analiz ve YSA dayalı stratejilerin melezlenmesiyle, pasif al-tut sistemi getirisinin % 8,11 olduğu test döneminde, %34,11’lik bir getiri ve 2,35 lik stirling oranlarına sahip bir sistem geliştirebilmiştir. Böylece finansal zaman serileri analizi konusunda ileride yapılacak çalışmalarda yararlanabilecek bir kaynak oluşturulmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Aksoy, H. ve Sağlam, İ., 2001: Sınıflayıcı (Classifier) Sistem ile İMKB’de Yeni Bir Anomali Gözlemi Çalışma Makalesi, Ekonomi Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi, No: 15, s.8.
- [2] Bolak, M, 2001: *Sermaye Piyasası Menkul Kıymetler ve Portföy Analizi* -4.Bası, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul., 294 s.
- [3] Hatiboğlu Z., 1977: İşletme Yöneticiliğinin Temelleri, İşletme İktisadı ve Yönetimi N:5, Divan Matbaacılık, İstanbul, s.271
- [4] Sağcan M., 1987: *Menkul Kıymetler ve Hisse Senetleri*, Cumhuriyet Matbaası İzmir, s:98.
- [5] Karşlı M., 2003: *Borsa Menkul Kıymetler*, Alfa basım yayım dağıtım, 5.Baskı, İstanbul, 670 s.
- [6] Karamustafa, O. ve Küçükkale Y., 2002: Hisse Senedi Getirileri ve Makro ekonomik Değişkenlerin Koentegrasyon ve Nedensellik İlişkileri, 6. *Türkiye Finans Eğitimi Sempozyumu*, Aralık, Isparta.
- [7] Akçoraoglu, A. ve Yurdakul, F., 2002: Global Faktörler ve Hisse Senedi Getirileri: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası’na İlişkin Ampirik Kanıtlar, *İMKB Dergisi*, Yıl 6, Sayı 21, Ocak-Şubat-Mart.
- [8] Aras, G. ve Müslümov, A., 2003: Sermaye Piyasalarının Gelişmesinde Kurumsal Yatırımcıların Rolü: OECD Ülkeleri ve Türkiye Örneği, *Kurumsal Yatırımcılar Derneği*, İstanbul.
- [9] Kasman, S., 2003: The Relationship Between Exchange Rates and Stock Prices: A Causality Analysis, Dokuz Eylül Üniversitesi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt:5, Sayı:2, 70–79.
- [10] Aksoy, H., 2005: Dinamik Sistemlerde Bulanık Mantık Metodu ve Örnek Olarak Hisse Senedi Piyasasının Modellenmesi, Yayınlanmamış Çalışma, s.12.
- [11] Akkum, T. ve Vuran, B., 2005: Türk Sermaye Piyasasındaki Hisse Senedi Getirilerini Etkileyen Makroekonomik Faktörlerin Arbitraj Fiyatlama Modeli ile Analizi, *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, Yıl 20, Ağustos, 28-45.
- [12] Kandır, S. Y., 2006: Tüketici Güveni ve Hisse Senedi Getirileri İlişkisi: İMKB Mali Sektör Şirketleri Üzerinde Bir Uygulama, Çukurova Üniversitesi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt:15, Sayı:2, 217–230.
- [13] Özün, A. ve Çifter, A., 2006: Bankaların Hisse Senedi Getirirlerinde Faiz Oranı Riski: Dalgacıklar Analizi ile Türk Bankacılık Sektörü Üzerine Bir Uygulama, *Bankacılar Dergisi*, Sayı 59, 3-15.

- [14] **Özer, G.**, 1996: Muhasebe Karları ile Hisse Senedi Verimleri Arasındaki İlişkiler: İMKB’de Deneysel Bir Analiz, *SPK Yayınları*, Yayın No:31, Ankara.
- [15] **Karan, M. B.**, 1996: Hisse Senetlerine Yapılan Yatırımların Performanslarının Fiyat / Kazanç Oranına Göre Değerlendirilmesi: İMKB Üzerine Ampirik Bir Çalışma, *İşletme ve Finans Dergisi*, Sayı:119, s.14.
- [16] **Demir, A.O., Küçükkremiççi S. P. ve Üreten A.**, 1997: İMKB’de Sanayi Şirketlerinin Hisse Senedi Getirileri ile Finansal Oranları Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi ve Bu İlişkilere Göre Şirketlerin Sıralandırılması, 1992-93-94 Yılları İçin Bir Uygulama, *SPK Yayınları*, No: 56.
- [17] **Canbaş, S., Düzakın, H. ve Kılıç, S.B.**, 1997: Türkiye’de Hisse Senetlerinin Değerlendirilmesinde Temel Finansal Verilerin ve Bazı Makroekonomik Göstergelerin Etkisi, Uludağ Üniversitesi, *II. Ulusal Ekonomi ve İstatistik Sempozyumu*, Mayıs, s.4.
- [18] **Çıtak, L.**, 2004: F/K Oranları ile İMKB 100 Endeksi Getirileri Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir Araştırma, Dokuz Eylül Üniversitesi, *İşletme Fakültesi Dergisi*, Cilt 5, Sayı1, 2004, 73-88.
- [19] **Yalçın, K., Atan M. ve Kayacan M.**, 2004: İMKB 30 Endeksinde Etkinlik Analizi ile Hisse Senedi Seçimi, *I. Uluslararası Manas Üniversitesi Ekonomi Konferansı*, 23-24 Eylül, Manas Üniversitesi, Bişkek/ Kırgızistan.
- [20] **Yıldız, B. ve Tenekecioğlu, B.**, 2004: Entelektüel Sermayenin İşletmelerin Piyasa Değeri Üzerindeki Etkisi ve İMKB100 İşletmelerinde Görgül Bir Çalışma, *3. Ulusal Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi*, 25-26 Kasım 2004, Bildiriler, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- [21] **Yalçın, K., Atan, M. ve Boztosun, D.**, 2005: Finansal Oranlarla Hisse Senedi Getirileri Arasındaki İlişki, *Muhasebe Finansman Dergisi*, Sayı27, Temmuz, 176-187.
- [22] **Yılğör, A.G.**, 2005: İşletmelerin Borçlanma Düzeylerindeki Değişimin Hisse Senedi Getirileri Üzerindeki Etkileri, *Dokuz Eylül Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*, Cilt 20, Sayı:1, 15-28.
- [23] **King, B.**, 1964: Market and Industry Factors in Stock Price Behavior, *Journal of Business*, pp.15.
- [24] **Hacıhasanoğlu, E.**, 2002: *Menkul Kıymet Piyasalarında Volatilitenin Modellenmesi İMKB İçin Bir Deneme*, *SPK Yayınları*, No.139.
- [25] **Özçam, M.**, 1997: An Analysis of The Macroeconomic Factors That Determine Stock Returns In Turkey, *Capital Market Board*, Publication No: 75, Ankara.
- [26] **Kanalıcı, H.**, 1997: *Hisse Senedi Fiyatlarının Tespiti ve Tesir Eden Faktörler*, Ankara, *SPK Yayınları*, No:77.
- [27] **Güngör, G.**, 2001: İMKB 30 Hisse Senetleri Kullanılarak Yapılan Portföy Yönetiminde Arbitraj Fiyatlaması Teorisinin Kullanılması Üzerine Bir Çalışma, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Finans Bilim Dalı, *Yayınlanmamış Doktora Seminer Çalışması*, İstanbul.

- [28] **Cohen, P. R.**, 1992: A Survey of the Eighth National Conference on Artificial Intelligence: Pulling Together or Pulling Apart?, *AI Magazine*, Vol. 12, No. 1, pp.17-41.
- [29] **Tichy, W.F., Lukowicz, P., Prechelt, L. and Heinz E.A.**, 1995: Experimental evaluation in computer science: A quantitative study *Journal of Systems and Software*, Vol. 28, Issue 1, January, pp. 9-18.
- [30] **Prechelt, L.**, 1996: A quantitative study of experimental evaluations of neural network learning algorithms: Current research practice, *Neural Networks*, Vol. 9, Issue 3, April, pp. 457-462.
- [31] **Fukuda, T. and Shibata T.**, 1994: Fuzzy – Neuro - GA based Intelligent Robotics, *Computational Intelligence Imitating Life*, 352-362, New York, IEEE Press, pp.26.
- [32] **White H.**, 1988: Economic prediction using neural networks: the case of IBM daily stock returns, *Neural Networks*, IEEE International Conference, 24-27 Jul, pp.451 – 458, vol.2.
- [33] **Quah, T. and Srinivasan, B.**, 1999: Improving returns on stock investment through neural network selection, *Expert Systems with Applications*, 17, 295–301, Elsevier Science Ltd., pp.25.
- [34] **Kong, J.H.L. and Martin, G.P.M.D.**, 1995: A backpropagation neural network for sales forecasting, *Neural Networks*, Proceedings, *IEEE International Conference* on Vol. 2, Issue , Nov/Dec, pp.1007 – 1011.
- [35] **Moody J.**, 1995: Economic Forecasting: Challenges and Neural Network Solutions, *International Symposium on Artificial Neural Networks*, Hsinchu, Taiwan.
- [36] **Yao, J., Tan, C.L. and Li, Yi.**, 2000: Option price forecasting using neural networks, *Omega*, Vol. 28, Issue 4, August, pp.455-466.
- [37] **Yao, J. and Tan, C.L.**, 2000: A case study on using neural networks to perform technical forecasting of forex, *Neurocomputing*, Vol. 34, Issues 1-4, September, pp.79-98.
- [38] **Donaldson, R.G. and Kamstra, M.**, 1997: An artificial neural network – GARCH Model for international stock return volatility, *Journal of Empirical Finance* 4, Elsevier, pp.17-46.
- [39] **Yao, J., Tan, C.L. and Poh, H.**, 1999: Neural networks for technical analysis: a study on KLCI, *International Journal of Theoretical and Applied Finance* Vol.2, No.2, World Scientific Publishing Company, pp.221-241.
- [40] **Chapman, A. J.**, 1994: Stock market reading systems through neural networks: developing a model, *Int. J. Appl. Expert Systems* 2(2), pp.88-100.
- [41] **Leigh, W., Hightower, R. and Modani, N.**, 2004: A computational implementation of stock charting: abrupt volume increase as signal for movement in New York stock exchange composite index, *Decision Support Systems*, Vol.37, Issue.4.

- [42] **Olson, D. and Mossman, C.**, 2003: Neural network forecasts of Canadian stock returns using accounting ratios, *International Journal of Forecasting*, Elsevier, Vol. 19 (3), pp.453-465.
- [43] **Kim, S.S.**, 1998: Time-delay recurrent neural network for temporal correlations and prediction, *Neurocomputing*, 20, pp.253-263.
- [44] **Cao, Q., Leggio, K. B. and Schniederjans, M.J.**, 2005: A comparison between Fama and French's model and artificial neural networks in predicting the Chinese stock market, *Computers & Operations Research*, Vol. 32, Issue 10, October, pp.2499-2512.
- [45] **Fernandez-Rodriguez F., Gonzalez-Martel C., and Sosvilla-Rivero S.**, 1999: On the profitability of technical trading rules based on artificial neural networks: Evidence from the Madrid stock market, *Working Papers* 99-07, FEDEA.
- [46] **Kanas, A. and Yannopoulos, A.**, 2001: *Comparing linear and nonlinear forecasts for stock returns*, Department of Economics, University of Crete, Greece, pp.27.
- [47] **Brownstone, D.**, 1996: Using percentage accuracy to measure neural network predictions in stock market movements, *Neurocomputing*, 10, pp.237-250.
- [48] **Sun, Y.F., Liang, Y.C., Zhang, W.L., Lee, H.P., Lin, W.Z. and Cao, L.J.**, 2005: Optimal partition algorithm of the RBF neural network and its application to financial time series forecasting, *Neural Computation & Application*. 14, pp.36–44.
- [49] **Kohara, K., Ishikawa, T., Fukuhara, Y. and Nakamura, Y.**, 1997: Stock price prediction using prior knowledge and neural networks, *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 6, pp.11-22.
- [50] **Phua, P.K.H., Ming, D. and Lin, W.**, 2001: Neural network with genetically evolved algorithms for stock prediction, *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 18, pp.103-107.
- [51] **Stansell, S.R. and Eakins, S.G.**, 2003: Forecasting the direction of change in sector stock indexes: An application of neural networks, *Journal of Asset Management*, 5/1, pp.37-48.
- [52] **Lam, M.**, 2004: Neural Network techniques for financial performance prediction: integrating fundamental and technical analysis, *Decision Support Systems*, 37, pp.565-581.
- [53] **Takashi K., Kazuo A., Morio Y. and Masakazu T.**, 1990: Stock market prediction system with modular neural networks, *International Joint Conference on Neural Networks-IJCNN 90*, pp 1-6.
- [54] **LeBaron, B.**, 1992: Persistence of the Dow Jones Index on Rising Volume, *Working papers*, 9201, Madison, Wis., Social Systems Research Institute University of Wisconsin.
- [55] **LeBaron, B. and Weigend, A.S.**, 1994: Evaluating Neural Network Predictors by Bootstrapping, *Finance*, 9411002, EconWPA.

- [56] **Chenoweth, T., Zoran O. and Sauchi S. L.**, 1996: Embedding Technical Analysis into Neural Network Based Trading Systems, *Applied Artificial Intelligence*, Vol. 10, No. 6, pp.523-542.
- [57] **Yao, X. and Liu, Y.**, 1996: A population-based learning algorithm which learns both architectures and weights of neural networks, *Chinese Journal of Advanced Software Research*, Allerton Press, Inc., New York, pp.54-65.
- [58] **Yao, J., Poh, H.L. and Jasic, T.**, 1996: Foreign Exchange Rates Forecasting with Neural Networks, *ICONIP '96, International Conference on Neural Information Processing*, Hong Kong, Sept. 24-27, 1996, pp.754-759.
- [59] **Callen, J.A.**, 1996: Neural network forecasting of quarterly accounting earnings *International Journal of Forecasting*, Vol. 12, Issue 4, December, 475-482, pp.27.
- [60] **Saad, E.W., Prokhorov, D.V. and Wunsch, D.C.**, 1998: Comparative study of stock trend prediction using time delay, recurrent and probabilistic neural networks, *IEEE Transactions on Neural Networks*, Vol.9, no.6 pp.1456-1470.
- [61] **Holmström, T. and Holmström, K.**, 1998: The Relevance of Trends for Predictions of Stock Returns - Workshop Notes from the Application of Machine Learning and Data Mining in Finance at the *10th European Conference on Machine Learning*.
- [62] **Giles, C. L., Lawrence, S. and Tsoi, A. C.**, 2001: Noisy Time Series Prediction using Recurrent Neural Networks and Grammatical Inference, *Machine Learning*, Vol. 44, pp.161-183.
- [63] **Kalyvas, E.**, 2001: Using Neural Networks and Genetic Algorithms to Predict Stock Market Returns, *PhD thesis*, pp.28.
- [64] **Kuo, R.J., Chen, C.H. and Hwang, Y.C.**, 2001: 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, 21-45, Elsevier Science B.V.
- [65] **Wang, Y.F.**, 2002: Predicting stock price using fuzzy grey prediction system, *Journal of Expert Systems with Applications*, Vol.22, No.1, pp.33-38.
- [66] **Hanna, A.I. and Mandic, D.P.**, 2003: A fully adaptive normalized nonlinear gradient descent algorithm for complex-valued nonlinear adaptive filters, *IEEE transactions on signal processing*, Vol. 51, No. 10, pp.2540-2549.
- [67] **Chen, A.S., Leung, M.T. and Daouk, H.**, 2003: Application of Neural Networks to an Emerging Financial Market: forecasting and trading the Taiwan Stock Index, *Computer and Operations Research*, pp.901-923.
- [68] **Januskevicius, M.**, 2003: Testing stock market efficiency using neural networks case of Lithuania, SSE Riga, *Working Papers*, 2003:17 (52).

- [69] **Abraham, A., Philip, N.S. and Saratchandran, P.,** 2003: Modeling chaotic behavior of stock indices using intelligent paradigms, *Neural, Parallel & Scientific Computations*, Vol.11, Issue 1 & 2, pp.143 – 160.
- [70] **Olson, D. and Mossman, C.,** 2003: **Neural network forecasts of Canadian stock returns using accounting ratios**, *International Journal of Forecasting*, Elsevier, vol. 19(3), pages 453-465
- [71] **Nygren, K.,** 2004: Stock Prediction – A Neural Network Approach, *Master Thesis*, Royal Institute of Technology, KTH.
- [72] **Armano, G., Marchesi, M. and Murru, A.,** 2005: A hybrid genetic-neural architecture for stock indexes forecasting, *Inf. Sci.* 170(1), pp.3-33.
- [73] **Jaruszewicz M. and Mańdziuk, J.,** 2004: One Day Prediction of Nikkei Index Considering Information from Other Stock Markets, *ICAISC 2004, LNAI 3070*, pp.1130-1135.
- [74] **Yakuwa, F., Dote, Y., Yoneyama, M. and Uzurabashi, S.,** 2003: Time Series Analysis and Prediction of Stock Trading Using Fractal Theory and Time Delayed Neural Network, *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, Vol. 104, pp.97-106.
- [75] **Huanga, W., Nakamoria, Y., Wang, S.Y. and Lai, K.K.,** 2004: Forecasting Foreign Exchange Rates with Artificial Neural Networks: A Review, *International Journal of Information Technology & Decision Making*, Vol: 3, Issue: 1, (March), pp.145 – 165.
- [76] **Huang, W., Nakamoria, Y., Wang, S.Y. and Zhang, H.,** 2005: Select the Size of Training Set for Financial Forecasting with Neural Networks, *ISNN 2005, LNCS 3497*, pp.879-884.
- [77] **Baba, N. and Nomura, T.,** 2005: An Intelligent Utilization of Neural Networks for Improving the Traditional Technical Analysis in the Stock Markets, *9th International Conference, KES 2005, LNAI Vol. 368*, Springer , Melbourne, Australia, pp.8-14.
- [78] **Chen, A.P., Chen, Y.C. and Huang, Y.H.,** 2005: Applying Two-Stage XCS Model on Global Overnight Effect for Local Stock Prediction. Soft Computing Techniques in Stock Markets ?, *9th International Conference, KES 2005, LNAI Vol. 368*, Springer , Melbourne, Australia, pp.34-40.
- [79] **Leigh, W., Hightower, R. and Modani, N.,** 2005: Forecasting the New York Stock Exchange Composite Index with Past Price and Interest Rate on Condition of Volume Spike, *Experts Systems With Applications*, Vol. 28/1, pp.1-8.
- [80] **Yadav, R. N., Kalra, P. K. and John, J.,** 2007: Time series prediction with single multiplicative neuron model, *Applied Soft Computing* , Vol. 7, Issue 4, pp.1157-1163.
- [81] **Lai, K., Yu, L., Wang, S.Y. and Huang, W.,** 2006: Hybridizing Exponential Smoothing and Neural Network for Financial Time Series Prediction, *ICCS 2006, Part IV, LNCS 3994*, pp.493-500.

- [82] **Kyoung-jae K.**, 2006: Artificial neural networks with evolutionary instance selection for financial forecasting, *Expert Syst. Appl.*, 30(3), pp.519-526.
- [83] **Moreno, D. and Olmeda, I.**, 2007: Is the predictability of emerging and developed stock markets really exploitable?, *European Journal of Operational Research*, Elsevier, Vol. 182(1), pp. 436-454.
- [84] **Li, S.T. and Kuo, S.C.**, 2008: Knowledge discovery in financial investment for forecasting and trading strategy through wavelet-based SOM networks, *Expert Syst. Appl.*, 34(2), pp.935-951.
- [85] **Yıldız, B.**, 2001: Finansal başarısızlığın öngörülmesinde yapay sinir ağı kullanımı ve halka açık şirketlerde ampirik bir uygulama, *İMKB Dergisi*, 17, s.51-67
- [86] **Benli, Y.K.**, 2005: Bankalarda mali başarısızlığın öngörülmesi lojistik regresyon ve yapay sinir ağı karşılaştırması. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16, s.31-46.
- [87] **Boyacıoğlu, M.A. ve Kara, Y.**, 2006: Türk bankacılık sektöründe finansal güç derecelerinin tahmininde yapay sinir ağları ve çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinin performanslarının karşılaştırılması. *10. Ulusal Finans Sempozyumu*, 01-04 Kasım, İzmir.
- [88] **Diler, A.İ.**, 2003: İMKB Ulusal-100 endeksinin yönünün yapay sinir ağları hata geriye yayma yöntemi ile tahmin edilmesi, *İMKB Dergisi*, 25-26, s.65-81.
- [89] **Egeli, B., Özturan, M. ve Badur, B.**, 2003: Stock Market Prediction Using Artificial Neural Networks, *Proceedings of the 3rd Hawaii International Conference on Business*, Hawaii, USA.
- [90] **Altay, E. ve Satman, M. Hakan**, 2005: Stock market forecasting: artificial neural network and linear regression comparison in an emerging market, *Journal of Financial Management and Analysis*, 18(2), s.18-33
- [91] **Karaath, M., Güngör, İ., Demir, Y. ve Kalaycı, Ş.**, 2005: Hisse senedi fiyat hareketlerinin yapay sinir ağları yöntemi ile tahmin edilmesi, *Balıkesir Üniversitesi İİBF Dergisi*, 2(1), s.22-48.
- [92] **Avcı, E.**, 2007: Forecasting daily and sessional returns of the ISE-100 Index with neural network models, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8 (2), p.128-142
- [93] **Yümlü M.S., F.S. Gürgen ve N. Okay**, 2003: Financial Time Series Prediction Using Mixture of Experts, *Proceedings of the Eighteenth International Symposium on Computer and Information Sciences*, ISCIS 2003, p. 553-560, Springer Verlag LNCS 2869.
- [94] **Yümlü M.S., F.S. Gürgen ve N. Okay**, 2004: Turkish Stock Market Analysis Using Mixture of Experts, in *Proceedings of Engineering of Intelligent Systems (EIS)*, Madeira.

- [95] **Yümlü M.S., F.S. Gürgen ve N. Okay**, 2005: A comparison of global, recurrent and smoothed-piecewise neural models for Istanbul stock exchange (ISE) prediction, *Pattern Recognition Letters*, Vol. 26, Issue 13, p. 2093-2103.
- [96] **Aksoy, H. ve Leblebicioğlu K**, 2004: Modelling stock market via fuzzy rule based systems, Advanced control strategies for social and economic systems (ACS'04): a proceedings volume from the IFAC Multitrack Conference, Vienna, Austria, 2-4 September, p.103-108.
- [97] **Yao, J. and Tan, C.L.**, 2001: Guidelines for financial forecasting with neural Networks, *8th International Conference on Neural Information Processing ICONIP 2001*, 14-18, Shanghai, China.
- [98] **Wang, L.X.**, 1997: *A course in fuzzy systems and control*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, pp.30.
- [99] **Mamdani, E.H. and Assilian, S.**, 1975: An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller, *Internat. J. Mach. Studies*, 1–13.
- [100] **Sii, H.S., Ruxton T. and Wang J.**, 2001: A fuzzy-logic-based approach to qualitative safety modelling for marine systems, *Reliability Eng. & System Safety*, 73, p. 19-34.
- [101] **Şen, Z.**, 2001: *Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri*, Bilge Kültür Sanat, İstanbul.
- [102] **Gentile, M., Rogers, W.J. and Mannan, M.S.**, 2003: Development of an inherent safety index based on fuzzy logic, *AIChE Journal*, Vol. 49. No.4, p. 959-968.
- [103] **Zadeh, L. A.**, 1965: Fuzzy sets, *Information and Control* 8, p. 338-353.
- [104] **Ross, T.J.**, 1998: *Fuzzy logic with engineering applications*, McGraw-Hill, New York.
- [105] **Yen, J., and Langari, R.**, 1999: *Fuzzy Logic: Intelligence, Control and Information*, Prentice Hall.
- [106] **Zimmerman H.J.**, 1991: *Fuzzy set theory and its application*. Norwell, Ma: Kluwer, pp. 35.
- [107] **Dubois, D. and Prade, H.**, 1998: Possibility Theory: An approach to computerized processing of uncertainty, *Kluwer Academic Pub.*, pp.42.
- [108] **Schmucker, K.J.**, 1984: Fuzzy sets, natural language computations, and risk analysis, *Computer Science Press*, Rockville, MD.
- [109] **Aksoy, H.** 2004: A Discriminant Analysis for the Performance Prediction of the Industrial Companies in the Istanbul Stock Exchange, MFC-091, *16th Annual Conference of the Multinational Finance Society, MFS 2004*, Istanbul, Turkey, pp.20.
- [110] **Öztemel, E.**, 2003: *Yapay Sinir Ağları*, Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- [111] **Sağıroğlu Ş., Beşdok, E. ve Erler, M.**, 2003: *Mühendislikte Yapay Zeka Uygulamaları-I, Yapay Sinir Ağları*, Ufuk Kitap Kırtasiye-Yayıncılık Tic. Ltd.Şti., Kayseri.

- [112] **Gately, E.**, 1996: *Neural Networks for Financial Forecasting*, John Wiley & Sons Inc.
- [113] **Adya, M. and Collopy, F.**, 1998: How Effective are Neural Networks at Forecasting and Prediction: A Review and Evaluation, *Journal of Forecasting*, 17, p.481-495.
- [114] **Vellido, A., Lisboa, P.J.G., and Vaughan, J.** 1999: Neural networks in business: a survey of applications (1992-1998), *Expert Systems with Applications*, 17, p.51-70.
- [115] **Eberhart, R.C. and Dobbins, R.W.**, 1990: *Neural Network PC Tools: A Practical Guide*, Academic Press, San Diego, pp.52.
- [116] **Yurtoğlu, H.**, 2005: Ekonomik Modeller ve Stratejik Araştırmalar Genel Müdürlüğü, DPT, *DPT Uzmanlık Tezi*, Şubat, Yayın No: 2683, Ankara.
- [117] **Thawornwong, S. and Enke, D.** 2003: Forecasting Stock Returns with Artificial Neural Networks, *Neural Networks in Business Forecasting*, Zhang, P.G. (Ed.), Idea Group Inc., p. 47-74.
- [118] **Cığızoğlu, K.**, 2007: Yapay Sinir Ağları ve Zaman Serileri Analizinde Kullanımı, *Seminer Notları*, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- [119] **Kaufman, J.P.**, 1998: *Trading Systems and Methods*, John Wiley & Sons, NY, USA, p. 497-498.
- [120] **İşeri M., Çağlar H. ve Çağlar N.**, 2008: A model proposal for the chaotic structure of Istanbul stock exchange, *Chaos, Solitons and Fractals*, 36, p. 1392–1398.
- [121] **Gencay, R., Ballochi, G., Dacorogna, M., Olsen, R. and Pictet, O.**, 2002: Real-time trading models and the statistical properties of foreign exchange rates, *International Economic Review*, 43(2), p. 463-491.
- [122] **Kıyılar M.**, 1997: *Etkin Pazar Kuramı ve Etkin Pazar Kuramının İMKB’de İrdelenmesi -test edilmesi*, SPK Yayınları, 1997, 152 sayfa.
- [123] **Dempster, M.A.H., Payne, Tom W., Romahi, Y, Thompson, G.W.P.**, 2001: Computational Learning Techniques for Intraday FX Trading Using Popular Technical Indicators, *IEEE Transactions on neural networks*, July, vol.12, No.4.
- [124] **Campbell, J.Y.** 1987: Stock Returns and the Term Structure, *Journal of Financia Economics*, 18(2): 373–99.
- [125] **Lo, A. W., MacKinlay, A. C.**, 1999: *A Nonrandom Walk Down Wall Street*. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press.
- [126] **LeBaron, B.**, 1999: Technical trading rule profitability and foreign exchange intervention, *J. Int. Economics*, vol. 49, pp. 124–143.
- [127] **Lo, A. W., MacKinlay, A. C.**, 1988: Stock market prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test, *Rev. Financial Studies*, vol. 1, pp. 41–66.
- [128] **Taylor, M. P. and Allen, H.**, 1992: The use of technical analysis in the foreign exchange market, *J. Int. Money Finance*, vol. 11, pp. 304–314.

- [129] Frankel J. A., Rose, A. K., 1994: A survey of empirical research on nominal exchange rates, Nat. Bureau Economic Res., September, Working Paper No. 4865.
- [130] Brabazon, A. and O'Neill, M., 2006: Biologically Inspired Algorithms for Financial Modelling, *Natural Computing Series*, Springer, XVI, 275 pages, pp.123-138.
- [131] Türkiye Sermaye Piyasası raporu-2004, 2005: Türkiye Sermaye Piyasası Aracı Kuruluşları Birliği, Nisan.
<<http://www.tspakb.org.tr/tr/DesktopDefault.aspx?tabid=152>>, s.22.
- [132] Lee C.L., Liu A. and Chen W., 2006: Pattern discovery of fuzzy time series for financial prediction, *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, Vol.18, no.5, pp.613-625.
- [133] Sheard, R., 1998: *Duygusuz Yatırımcı Borsayı Yenmek İçin Basit Sistemler*, Scala Yayıncılık, İstanbul.
- [134] Url-1 <http://www.trade2win.com/traderpedia/Equity_curve>, alındığı tarih 10.5.2008

EKLER

EK A : Göstergelerle Teknik Analiz

EK B : Aylık ve günlük değişkenlerle İMKB-100 arasındaki korelasyonlar

EK C : MatLAB Neural Network Toolkit üzerinde kullanılan program kodları

EK D : Alım-Satım Sistemlerine Ait Varlık değeri eğrileri

EK A - Göstergelerle Teknik Analiz

1. Trend göstergeleri

Alım-satım sistemlerinin bilinen en önemli problemi pazarın bir trend içinde mi yoksa yatay seyir içinde mi olduğunu belirlemektir. Trend izleyen göstergeler (hareketli ortalamalar v.b.) pazar yatay seyre girdiğinde anlamlı sonuçlar üretmezler. Diğer taraftan aşırı alım ve aşırı satım göstergeleri (ki bunlar yatay piyasada iyi sonuçlar verir) trend bölgelerinde aşırı tepkiler verirler ve pozisyonların erken kapanmasına yolaçarlar. Bu nedenle göstergelerle teknik analiz çalışmalarına başlarken hangi göstergelerin kullanılacağını belirlenmesi amacıyla öncelikle trendin tespitinde kullanılan göstergeler belirlenmelidir.

Hareketli ortalamalar

"Hareketli" kelimesi aslında fiyat ortalamasının durağan olmayıp, zaman içinde eklenen veriye göre sürekli olarak kendini yeniden ayarlaması anlamında kullanılır. En eski ve sık kullanılan trend tespit yöntemidir. Çok sayıda hareketli ortalama hesap yönteminden bahsedilebilir; yöntemler arasındaki temel fark ortalama hesaplanırken son günlerdeki fiyatların ağırlığının değişmesidir. Ancak "Ağırlıklı" hareketli ortalama yönteminde kullanılan strateji farklıdır. Bu yöntemde fiyatın ağırlığı o günkü oynaklığa bağlı olarak hesaplanır. oynaklık yükseldikçe ağırlık artar.

Basit hareketli ortalama, n gün için kapanış fiyatları toplanıp, n 'e bölünerek bulunur. Her günün ağırlığı eşittir. Üssel ve artan ağırlıklı hareketli ortalama son günlerin ağırlığı daha fazladır. Regresyonel hareketli ortalama, regresyon tekniği kullanılarak hesaplanır.

Hareketli ortalamaların en popüler kullanımlarından birisi hisse fiyatı ile bir veya iki farklı dönemli ortalamayı kendi aralarında karşılaştırmaktır. Fiyat ortalamayı yukarı yönde keserse alım, kapanış fiyatı ortalamayı aşağı yönde keserse satım yapılması uygundur. Aynı şekilde, kısa dönemli ortalama uzun dönemliyi yukarı keserse alış, kısa dönemli ortalama uzun dönemliyi aşağı keserse satış sinyali algılanır.

Hareketli ortalama kullanımında en kritik nokta ortalama döneminin seçimidir. Kısa vadeli yatırım için 3, 5, 7, 9 günlük ortalamalar, uzun vadeli yatırım için ise 21, 50, 100, 200 günlük ortalamalar önerilmektedir. Üçlü hareketli ortalamaların ikiyeşerli farkları incelenerek orta ve uzun vadeli trend göstergeleri de elde edilebilmektedir.

Yönel hareket endeksi (Directional Movement Index = ADX)

Directional Movement sistemi beş göstergeden oluşur. Bunlar +DI, -DI, ADX, ADXR, ve DX göstergeleridir. Directional Movement sisteminin temellerinden birisi +DI ve -DI göstergeleridir. +DI göstergesi -DI 'yı yukarı kestiğinde alış, aşağı kestiğinde ise satış yönünde pozisyon alınmalıdır. Bu basit alım satım sistemini kullanırken "Uç Nokta Kuralı" adı verilen kuralı uygulayarak bu sistemden daha fazla verim almanız olasıdır. Bu kural yapılan alım satım sayısını azaltmayı amaçlamaktadır.

Uç nokta kuralı, +DI, -DI 'yı yukarı kestiği gündeki en yüksek fiyat "*Uç nokta fiyatı*" olarak belirlenir ve alım için kesişmeden sonra uç nokta fiyatı aşılana kadar beklenecaktır. Bu durumun tersi satış için de geçerlidir.

Göstergelyi geliştirmiş olan Wilder ayrıca, "Directional Movement sistemini, ADXR göstergesinin değeri 25 'in üzerinde ise uygulayınız. ADXR 20 değerinin altında ise o zaman bu sistemi uygulamaktan kaçının" demektedir.

Aroon Oskülatörü

Aroon göstergesi, esas olarak yukarıda değinilen hangi tip indikatörlerin kullanılacağı sorusuna cevap vermemize yardımcı olur. Aroon, Sanskritçe bir kelime olup şafağın ilk ışıkları yada gecenin gündüze dönmesi anlamındadır. Aroon göstergesi, hisse senedi fiyatlarının trend döneminden alım-satım dönemine geçildiğinin sezilmesini sağlar. En son x-periyot tepe ile en son x periyot dip arasında geçen süre hesaplanarak oluşturulur. Gösterge iki çizgiden oluşur; bir tanesi en son x-periyot tepe üzerinden ne kadar zaman geçtiğini (Aroon artış-Up), diğeri ise en son x-periyot dip üzerinden ne kadar zaman geçtiğini gösterir (Aroon düşüş-Down). Gösterge 0 ile 100 arasında değerler alır. 14 günlük bir periyot düşündüğümüzde eğer hisse senedi yeni bir 14 günlük tepe yapıyorsa aroon artış = 100 olur. Eğer hisse senedi son 14 gündür yeni bir tepe yapmadıysa aroon artış = 0 olur. Aynı durum aroon düşüş çizgisi için de geçerlidir.

Aroon göstergesini kullanırken uç noktalara (0-100) , paralel hareketlere, kesişmelere dikkat edilmelidir. Güçlü bir yukarı trend aroon artışın devamlı 70 ile 100, aroon düşüşün ise devamlı 0-30 değerleri arasında kaldığı dönemlerde gerçekleşir. Bunun tersi güçlü bir aşağı trend göstergesidir (uç noktalar).

Aroon artış (up) ve aroon düşüş (down) birbirlerine paralel hareket ederse, konsolidasyon ihtimali yüksektir (yatay piyasa). Bu durumun bir kesişme veya uç nokta gerçekleşinceye kadar devam etmesi beklenir (paralel hareketler).

Aroon artış, aroon düşüş üzerinde iken kesişirlerse zayıflama olasılığı yüksektir. Fiyatların düşeceği yönünde beklenti yaratır. Eğer tersi söz konusu ise olası bir güçlenme söz konusudur. Yukarı trend ihtimali vardır (kesişmeler).

Tahmin oskülatörü (Forecast)

Tuschar Chande tarafından kullanılarak popüler hale gelen doğrusal regresyon tabanlı göstergelerin bir uzantısıdır. Tahmin oskülatörü X dönemli doğrusal regresyonda tahmin edilen fiyat ile gerçekleşen fiyat arasındaki yüzdesel farktır. Gösterge, tahmini fiyat gerçekleşenin üzerinde olduğunda sıfırdan büyük değer alacaktır. Eğer gerçekleşen fiyatın altında ise sıfırdan küçük kalacaktır. Eğer gerçekleşen fiyatlar sürekli olarak tahmini fiyatların altında kalırsa, bu mevcut durumun devamına işaret etmektedir. Tersisi durumda da mevcut durumun devamı söz konusudur. Yatırımcılar vade tercihinine göre periyot belirlemeli ve fiyat - tahmin ilişkisinin daha uzun vadeli trendine bakmalıdırlar. Ayrıca göstergenin üzerine 3 günlük hareketli ortalama çizilerek, trend değişiklikleri sezmede erken uyarı sistemi olarak da kullanılabilir. Gösterge hareketli ortalamasının üzerinde kesiştiği zaman fiyatlarda yükseliş beklenebilir.

Doğrusal regresyon göstergesi

Doğrusal regresyon göstergesi belirtilen dönemde fiyat hareketlerinin oluşturduğu trende dayanır. Bu trend en küçük kareler metodu kullanılarak hesaplanan doğrusal regresyon akım çizgisine dayanır.

Göstergesi üzerindeki her nokta aslında bir doğrusal regresyon akım çizgisinin bitim değeridir. Örneğin 10 günlük bir alanı kapsayan doğrusal regresyon akım çizgisinin son değeri, aynı noktadaki 10 günlük doğrusal regresyon göstergesi değerine eşittir.

Göstergesinin yorumu hareketli ortalamalara benzerlik göstermekle birlikte, hareketli ortalamaya iki üstünlüğü vardır;

1- Doğrusal regresyonda hareketli ortalamalar kadar gecikme olmayacaktır. Doğrusal regresyon göstergesi fiyat değişimlerine daha duyarlıdır.

2- Gösterge temel olarak bir sonraki gün için bir fiyat tahmin üretmektedir. Fiyatların istatistiksel olarak nerede oluşması gerektiğini gösterir. Regresyon doğrusundan her aşırı sapmadan sonra fiyatların yeniden regresyon doğrusuna doğru yaklaşacağı kabul edilir.

Parabolik SAR göstergesi

Gösterge, fiyatların durduğu yerleri belirlemek için kullanıldığından, durma ve dönüş göstergesi (stop-and-reversal SAR) olarak da adlandırılmıştır. Parabolik SAR göstergesi trend izleyen piyasalarda, alım-satım için mükemmel noktalar tespit etmektedir. Gösterge fiyatın altına düştüğü zaman alış, üstüne çıktığı zamana kadar taşındıktan sonra satış yapılmalıdır.

Performans göstergesi

Performans göstergesi, hisse senedinin seçilen dönemdeki ilk değerine göre, her kapanış değeri için yüzde değişimini verir. Örneğin göstergenin 10 değerini göstermesi, fiyatın başlangıçtan itibaren % 10 arttığını ifade eder.

Zaman serisi tahmin göstergesi

Zaman serisi tahmin göstergesi, hissenin verilen zaman aralığında doğrusal regresyon metodu kullanarak hesaplanan fiyat trendine dayanır. Göstergedeki her nokta o noktadaki doğrusal regresyon doğrusunun değeri ve eğiminin toplamına eşittir.

Göstergenin yorumlanması hareketli ortalamalara benzemekle birlikte fiyat değişimlerine daha duyarlıdır. Yine bir sonraki günün fiyatını tahmin etmek amaçlanmaktadır. Tahmin hissenin verilen dönemdeki (örneğin 20 günlük) doğrusal regresyon trendi baz alınarak hesaplanır. Eğer ilgili trend devam ederse göstergenin son noktası bir sonraki gün oluşması beklenen fiyatı verecektir.

Yatay düşey filtre (VHF)

VHF göstergesi, hisse senedinin trend oluşturabilme gücünü ölçen bir göstergedir. VHF belirli bir dönemdeki değişim hızı toplamı ile, aynı dönemdeki en düşükler ve en yükseklerin karşılaştırmasını yapan bir göstergedir. VHF yüksekse, hisse senedinin bir trend içinde olduğu, düşükse yatay piyasada olduğu varsayılır. Göstergenin yönü, hisse senedinin trend oluşturmakta veya yatay piyasaya girmekte olduğunu gösterir. Yükselen VHF, fiyat hareketinin bir trende dönüştüğünü, azalan VHF yatay piyasaya doğru gidildiğini gösterir. VHF yüksek değerlere ulaşmışsa bir süre sonra yatay piyasa, düşük değerlerde ise yeni bir trend oluşumu beklemek gerekir, ancak gösterge trendin yönü hakkında bilgi vermez, sadece içinde bulunulan hareketin bir trend olduğunu gösterir. Önerilen işlem stratejisi, trend varsa hisse senedini tutmak, yatay piyasada ise, kısa vadeli alım-satımlar yapılmasıdır.

Zig zag göstergesi

Zig zag göstergesi bir hissenin fiyatındaki *gürültü*'yü elimine etmek için kullanılabilir. Zig Zag, % x oranından (veya x YTL'dan) az olan fiyat değişikliklerini filtre eder. Esas olarak grafiğin görsel incelemesini kolaylaştırmak amaçlanmaktadır. Önemli dönüş noktalarını gösterdiği için Elliot analizinde Dalga sayımı ile ilgilenenlerin kullanabileceği bir göstergedir.

2. Momentum Göstergeleri

Momentum göstergeleri genellikle 0 veya 50 etrafında salınım gösteren fiyat değişimlerinin oransal olarak ölçüldüğü göstergelerdir. Bir temel gösterge ve buna bağlı sinyal üreten ikinci bir çizgiyle ifade edilirler. Hareketin yönünden çok gücünü ölçmeyi amaçlayan göstergelerdir. Fiyat grafikleriyle birlikte incelendiğinde oluşan uyumsuzluklar trend değişiminin habercisi olarak görülür. Ayrıca destek ve direnç çizgilerinin kırıldığını teyid etmek için de kullanılırlar.

Momentum

Momentum, belirli bir süre içinde fiyatların hangi oranda değiştiğini gösteren bir göstergedir. Bir başka deyişle, ilgili finansal varlığın belirli sürede ne kadar kazandırdığının veya kaybettirdiğinin gösteren endeksidir.

Price ROC (yüzde değişme göstergesi) ile aralarındaki fark, momentumun referans çizgisi 100 iken ROC göstergesinin referans çizgisi 0'dır ve dikey eksenle fiyattaki yüzde değişimi gösterilir. Her iki gösterge de, hisse senedi fiyatının değişim hızını (rate-of-change / ROC) gösterir. ROC göstergesi fiyat değişim hızını yüzde olarak alırken, momentum bu değişimi oran olarak gösterir.

Momentum göstergesi, iki türlü yorumlanır:

1-Göstergesi, tıpkı MACD da olduğu gibi bir trend izleme göstergesi olarak kullanmak mümkündür. İndikatör dip yapıp yukarı döndüğü zaman al, zirve yapıp aşağı döndüğü zaman sat kararı verildiği varsayılır.

2-Gösterge yeni bir zirve veya dip yaptığında (geçmişteki zirve ve diplerle karşılaştırıldığında), mevcut trendin devam edeceğini, ancak fiyatlardaki artış hızının yavaşladığını ve hisse senedini yükselten faktörlerin etkilerinin artık zayıfladığını ve bir süre sonra fiyatların düşmeye başlayabileceği düşünülür. Yine de göstergenin ürettiği sinyalin, fiyat hareketi ile de onaylanmasını bekleyerek pozisyon değiştirilir. Başka bir deyişle, gösterge zirve yaparak döndüğünde, satış için fiyatların da düşme belirtisi göstermesini beklenmelidir.

Bu yorumlar dışında momentumun çok önemli bir fonksiyonu daha vardır. Fiyatlar yükselirken ve yeni zirveler yaparken, göstergenin yeni zirve yapamaması veya fiyatlar yeni dip yaparken, göstergenin yeni dip yapmaması durumu kısaca göstergelerin fiyat hareketi ile uyumsuzluk gösterdiği anlamına gelir. Bu durumu trend değişikliğinin erken sinyali olarak değerlendirilir.

Mal kanal endeksi (CCI)

CCI, emtia piyasaları için Donald Lambert tarafından geliştirilmiştir. Çoğu analist göstergesi aşırı alım/satım bölgelerini gösteren oskülatör olarak kullanmaktadır. Kısa vadedeki trend değişikliklerini izleyen CCI, küçük fiyat değişikliklerinde bile +100 veya -100 'le sınırlanmış bölgelerin dışına çıkabilmektedir. Göstergenin bu eksenleri tekrar aksi yönde kesmesi, trend değişikliğine işaret etmektedir. Başka bir deyişle alım-satım stratejisi, CCI +100 değerini aşağı yönde kestiğinde satış, CCI -100 değerini yukarı yönde kestiğinde al sinyali ürettiği varsayılır.

CCI hesaplanırken hisse senedi fiyatının kendi istatistiksel ortalamasından aşağı veya yukarı ne kadar saptığı bulunur. Göstergenin +100'ün üzerinde olması; hisse fiyatının aşırı yükselmiş olduğu, -100'un altında olması ise aşırı düşmüş olduğu anlamına gelir.

Bütün momentum göstergelerinde olduğu gibi CMO göstergesinde de fiyat grafiği ile uyumsuzlukları izlemek mümkündür. Uyumsuzluklar trend değişikliğinin yaklaştığını gösterir. Grafik formasyonlar (omuz baş omuz, yükselen takoz, vs.) ve destek-dirençler de CMO göstergesinde oluşturulabilir.

MACD göstergesi

MACD, 12 günlük hareketli ortalamanın, 26 günlük hareketli ortalamadan çıkartılmasıyla hesaplanır. Sonuçta, sıfır etrafında hareket eden bir gösterge elde edilir. MACD'nin sıfırın üzerinde olması, 12 günlük hareketli ortalamanın 26 günlük hareketli ortalamadan yüksek olduğunu gösterir. Boğa piyasasında olduğu anlamına gelir ki, mevcut beklentilerin (12 günlük ortalamalar) daha önceki beklentilerden (26 günlük hareketli ortalama) daha güçlü olduğunu gösterir. Arz talep dengesinde, yukarı trend yönünde bir değişim olduğunun belirtisidir. MACD sıfırın altında ise, mevcut beklentilerin, önceki beklentilerden daha kötü olduğunun, diğer bir deyişle ayı piyasasının güçlendiğinin göstergesidir.

MACD histogram ise, MACD ile MACD 'nin 9 günlük üssel hareketli ortalaması arasındaki farkı gösterir. Böylelikle göstergedeki kesişme ve uyumsuzluklar (divergence) daha rahat bir şekilde görülebilir. gösterge'nin değeri 9 günlük ortalamasından daha büyük ise o takdirde MACD histogram 0'ın üzerindedir. Tersi durumda ise MACD histogram negatif değerdedir.

MACD histogramın 0 değerini yukarı doğru kesmesi, MACD'nin ortalamasını yukarı kesmesi (alış) anlamına gelir, tersi durum ise yani 0'ı aşağı doğru kesmesi (satış) ise MACD'nin ortalamasını aşağı kestiği anlamına gelir. Ayrıca MACD ve ortalaması arasındaki farkın artıp azalması MACD histogram ile daha rahat bir şekilde gözlenebilir.

Rölatif güç endeksi (RSI)

En çok kullanılan oskülatörlerden biri olan Relatif güç endeksi, ilk olarak J.Welles Wilder tarafından bulunmuştur. İki ayrı hisse senedinin relatif gücünü değil, tek bir hisse senedinin kendi iç gücünü ifade eder. Bu nedenle "*iç güç endeksi*" daha doğru bir tanımlama olacaktır. Hisse senedi piyasalarında 9, 14 ve 25 günlük RSI 'lar da oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. 0 ile 100 arasında salınan oskülatörün genel kabul gören yorumlama yöntemlerinden biri, uyumsuzluklara bakmaktır: RSI genellikle 70 'in üzerinde tepeler, 30 'un altında dipler yapar ve bu tepe ve dipleri genellikle fiyatlardan daha erken oluşur. 30 ve 70 seviyeleri alım satım için kullanır.

Fiyat grafiğinde olduğu gibi, RSI grafiğinde de, yatay destek ve direnç hatları oluşur hatta bazen direnç ve destekleri fiyat grafiğinden çok daha net gösterir.

Stokastik oskülatörü

Stokastik oskülatörü, kapanış fiyatı ile belirli bir dönemde seyrettiği fiyat aralığını karşılaştıran bir göstergedir. Hisse senedinin son zamanlarda taradığı fiyat seviyelerine yakın kapanacağı düşünülür. Eğer fiyatlar yükseliyorsa hisse senedi kapanış fiyatı seçilen zaman dilimindeki en yüksek fiyata doğru gitme eğiliminde olacak, tersi durumda en düşük fiyata gitme eğilimi söz konusu olacaktır.

Stokastik oskülatörü iki ayrı eğri ile gösterilir ve yorumlama bu eğrilerin karşılaştırılması ile yapılır. Yavaşlatılmış % K çizgisi genellikle kesiksiz devam eden bir çizgi iken % D çizgisi kesik çizgi ile gösterilir. Yavaşlatılmış % K çizgisi hesaplanmadan önce % K 'nın hesaplanması gerekir. % K eğrisinin hesaplanması aşağıdaki formül yardımıyla yapılır;

$$\%K = 100 * (SGKF - ED) / (EY - ED)$$

ED: senedin son n gün içindeki en düşük değeri,

EY : Senedin son n gün içindeki en yüksek değeri

Burada eğer son günlük kapanış fiyatı son n gün içindeki en yüksek değere daha yakınsa fiyatların yükseleceği, aksi halde fiyatların düşeceği kabul edilir. Yavaşlatılmış % K eğrisi ise % K eğrisinin seçilen bir dönem için hesaplanan hareketli ortalaması, % D eğrisi ise yavaşlatılmış % K eğrisinin belli bir dönem için hareketli ortalamasıdır;

$$\% D = HO \times [Yavaşlatılmış \% K]$$

Buradaki HO ise n gün için hareketli ortalamayı ifade etmektedir.

Stokastik +20 seviyesini yukarı keserse alış, +80 seviyesini aşağı keserse satış; veya gösterge % D'yi yukarı keserse alış, % D'yi aşağı keserse satış sinyalleri ürettiği varsayılır.

Stokastik rölatif g endeksi (StoRSI)

Stokastik RSI, aslında RSI göstergesinin stokastiği şeklinde değerlendirilebilir. Stokastik gibi yorumlanmakla birlikte günümüzde yoğun kullanılan göstergelerden biridir. StoRSI 'ın 20 'yi yukarı doğru kesmesi alım sinyali, StoRSI'ın 80'i aşağı doğru kesmesi satış sinyali olarak yorumlanır.

Bazı analistler 50 seviyesini sinyalleri teyit etmek, yanlış sinyalleri elimine etmek (alım-satım sayısını azaltmak) amacıyla kullanırlar. Aşırı satım bölgesinden 50 seviyesi üzerine bir hareket bir alım sinyali olarak değerlendirilebilir ve gösterge 50 'nin altına düşene kadar geçerli kalır. Aynı şekilde aşırı alım bölgesinden 50 seviyesinin altına bir hareket bir satım sinyali olarak değerlendirilebilir ve gösterge 50 'nin üzerine çıkana kadar geçerli kalır.

Stokastik momentum endeksi (SMI)

Stokastik fiyatın son n günlük düşük-yüksek aralığına olan uzaklığını kullanırken, SMI ise fiyatın son n günlük düşük-yüksek orta noktasına olan uzaklığı kullanır.

SMI -40 'ı yukarı yönde keserse alış, SMI +40'ı aşağı yönde keserse satış, SMI sinyal çizgisini yukarı keserse alış, SMI sinyal çizgisini aşağı keserse satış, sinyalleri ürettiği varsayılır.

Williams %R göstergesi

İsmi sistemini geliştiren Larry Williams'tan alan gösterge, aşırı alım-satımı ölçen bir momentum indikatörüdür. Yüzde 80 ile 100 arasındaki değişimler hissenin aşırı satış, 0 ile yüzde 20 arasındaki değişimler ise aşırı alış olarak değerlendirilebilir. Williams %R kullanarak, aşırı alım olduğunu gösteriyorsa bu hissede satış yapmak için trendin dönmesini beklenir. Aşırı alım sonucunda fiyat bir süre daha yükselmeye devam eder ve dönüş gerçekleşir. Bu dönüş noktalarını yakalamak amacıyla, Williams % R kullanılabilir ve iyi seviyeden satış noktaları belirlenebilir.

Chande Momentum Oskülatörü (CMO)

Tushar Chande geliştirdiği momentum göstergesini, "katıksız momentum" olarak da isimlendirmektedir. Genel bir kural olarak göstergenin, + 50 seviyesinin üzerine çıkması aşırı alış, -50 seviyesinin altına inmesi de aşırı satış bölgeleri olarak tanımlanmaktadır. Bu seviyeler RSI göstergesindeki 70 / 30 seviyelerine karşı gelmektedir.

Diğer osklatrlerde olduğu gibi, alım-satım kuralı göstergeyle birlikte çizilen bir hareketli ortalama ile kontrol etmek mümkündür. Örneğin, 20 günlük CMO kullanılıyorsa, 9 günlük bir hareketli ortalama iyi bir sinyal hattı oluşturabilir. CMO 9 günlük ortalamayı yukarı keştiğinde al, aşağı keştiğinde sat emri verilir.

Dinamik momentum endeksi (DMI)

Yeni geliştirilen dinamik göstergelerden biri olan DMI ile, RSI arasındaki tek fark gösterge periyodunun RSI'da sabit iken, DMI'da değişken olmasıdır. Bu değişkenlik son günlerdeki fiyat volatilitesi (değişkenlik) ile belirlenir. Fiyatın volatilitesi arttıķa DMI fiyat değişimlerine daha duyarlı hale gelir. Diğer bir deyişle, DMI sakin ve durağan piyasalarda daha uzun periyotlar kullanırken, hareketli piyasalarda daha kısa periyot kullanır. DMI'nın erişebileceği en yüksek periyot 30 günlük iken en düşük periyot 3 günlüktür.

Hesaplama değişken periyot kullanılmasının sağladığı avantaj, yumuşatmanın getirdiği negatif etkilerin bertaraf edilebilmesidir. DMI 'da periyot uzunluğunu belirleyen volatilit endeksi 5 günlük bir standart sapma ve bu sapmanın 10 günlük ortalaması kullanılarak

hesaplanır. DMI, piyasadaki son gün hareketlerine RSI 'dan daha duyarlı olduğundan, genelde RSI'dan daha önce sinyal verebilecektir.

Doğrusal regresyon eğimi

Doğrusal regresyon eğimi, trendin yönünü gösterir (pozitif veya negatif). Bir trendin eğimi önemli ölçüde pozitif olması alıŖ sinyali olarak değeriendirilebilir. eğim önemli ölçüde negatif ise bu satıŖ sinyali olarak değeriendirilebilir. Doğrusal regresyon eğimi, R-kare göstergesi ile beraber kullanılarak daha verimli sonuçlar elde edilebilir. R-kare göstergesi trendin gücünü gösterirken, Doğrusal regresyon eğimi ise yönünü gösterir.

Ayrıca Doğrusal regresyon eğimi dip / zirve seviyesinde bir dönüş oluşumu içindeyse alıŖ/satıŖ düşünülebilir. Örneğın eğer eğim oldukça yüksek değerielerdeyse ve bir tepe oluşumuna girmiş ve aŖağı yönelmişse bu durum olası bir satıŖ sinyali olarak düşünülebilir.

Kütle endeksi

Kütle endeksi, Tushar Chande ve Donald Dorsey tarafından geliştirilmiştir. Gösterge, 25 gün boyunca, gün içi en düşük-en yüksek arası fiyat değerişimlerinin, üssel hareketli ortalamaları toplamıdır. Göstergenin hazırlanış amacı, gün içi en düşük ve en yükseklerin ortalama değerişim aralığındaki daralma ve genişlemeyi ölçerek trend dönüşlerini tespit etmektir. Aralık genişledikçe Mass Index artar, daraldıkça azalır.

Göstergede izlenmesi gereken en önemli model, "dönüş ucu" (reversal bulge) olarak ta isimlendirilebilecek formasyondur. Bu formasyonda 25 periyotlu Kütle endeksi, 27 'nin üstüne çıktıktan sonra 26.5'in altına geriler. Bu formasyonu, fiyatlarda trend dönüşünün izlenmesi beklenir. Göstergenin yönü, fiyat trendinin yönü ile ilgili değildir. Göstergedeki dönüş ucunun bir alıŖ sinyali mi, yoksa satıŖ sinyali mi olduğunu anlamak amacıyla başka bir gösterge, mesela 9 günlük üssel hareketli ortalama kullanılabilir.

Fiyat oskülatörü

Fiyat Oskülatörü, fiyatın iki hareketli ortalaması arasındaki farkı gösterir. Ortalamalar arasındaki fark, mutlak veya yüzde olarak ifade edilebilir.

Hareketli Ortalama analizi, genellikle bir kısa vadeli hareketli ortalama (yada hisse senedi fiyatı), uzun vadeli hareketli ortalamanın üzerine çıktığında al sinyali üretir. Tersî, durumda da sat sinyali üretir.

Fiyat değerişim oranı göstergesi (ROC)

Fiyat değerişim oranı göstergesi son x gün içerisinde meydana gelen fiyat değerişiminin x gün önceki fiyata bölünmesiyle hesaplanır. Fiyatın son x günlük yüzde değerişimini gösterir. Eğer bugünkü fiyat x gün önceki fiyattan daha yüksek ise o zaman ROC pozitif olacaktır, değilse ROC negatif değeri alır.

Orta vade aşırı alım-satım göstergesi olarak 12 günlük ROC oldukça kullanışlıdır. ROC ne kadar yüksekse hisse o kadar aşırı alımdadır. Ancak her oskülatöründe olduğu gibi alım-satım için piyasanın yönünü belirlemesi beklenmelidir. Aşırı alımda görünen bir piyasa uzun bir süre aşırı alımda kalabilir.

En iyi aşırı alım satım seviyeleri (örneğin :+5 ve -5) hisseden hisseye değerişkenlik gösterir. Çok güçlü yükselen piyasalarda daha yüksek seviyeler (+10 ve -5) kullanılabilir.

Williams toplanma / dağıtım göstergesi

Hisse senedinin toplanması ve dağıtılmasını incelemek üzere geliştirilmiştir. Diğer A/D göstergelerinden farklı olarak hacim bilgisini kullanmamaktadır. Fiyat grafiğı tepe yaparken,

gösterge tepe yapmıyor ise senedin dağıtıldığı anlaşılır ve satış sinyali üretir. Aynı şekilde, dip uyumsuzluğu da hissenin toplandığını gösterir ve alım sinyali oluşturur.

TRIX göstergesi

TRIX, hisse senedi kapanış fiyatının üssel hareketli ortalamasının yüzde değişimini gösterir. Üç kez alınan hareketli ortalama, hisse senedinin fiyat değişikliklerinde göstergenin duyarlılığını azalttığından, TRIX 'teki dönüş yavaş ancak kesindir. Gösterge istenen periyot boyunca izlenebilir. 14 ve 28 günlük periyotlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Göstergenin 9 günlük ortalaması alınarak MACD gibi çizilmesi ve yorumlanması da mümkündür. TRIX göstergesi 0 etrafında dolaşan bir göstergedir. Göstergenin dönüşleri, trend değişikliği uyarılarıdır. 0 ekseninin aşağı geçilmesi ayı piyasasına, yukarı geçilmesi boğa piyasasına işaret etmektedir. Gösterge ile fiyat grafiği uyumsuzluğu, trend değişim sinyalleridir.

Ultimate (Nihai) Oskülatör

Oskülatörler genelde düzeltilmiş fiyatı x dönem önceki fiyat ile karşılaştırırken, Larry Williams bu tip bir osilatörün değerinin seçilen periyotla bağlantılı olarak çok farklılık gösterebileceğini belirtmiştir. Bu tipte üç farklı periyot kullanan oskülatörün ağırlıklı ortalamalarını kullanarak Ultimate oskülatörü geliştirmiştir. Gösterge girdi olarak üç farklı değer ister, bunlar kısa, orta ve uzun şeklindeki üç osilatörün periyotlarıdır.

3 – Oynaklık (volatility) göstergeleri

Oynaklık (volatility) hisse senedi piyasalarında yoğun araştırmaya konu olmuş bir piyasa özelliğidir. Zira oynaklığı yüksek bir piyasanın sağlıklı çalışması beklenemez. Yüksek oynaklıkta arz ve talebin çok farklı fiyatlarda karşılaşması bir süre sonra taraflardan birinin kaybolmasına yol açacak ve dolayısıyla alım satılan bir ortam kalmayınca pazardan sözetmek mümkün olmayacaktır. Oynaklığın yükseldiği dönemler yatırımcılar için tehlikeli dönemlerdir. Diğer göstergelerle bu fiyat değişkenliği birlikte değerlendirilerek, yüksek oynaklık bazen tepede trend dönüşlerini kestirmek, çok düşük oynaklık ta bazen fiyatların yukarı doğru yeni bir trend başlangıcında olduğunu belirlemek amacıyla kullanılır.

Bollinger bantları

Bollinger bantları, fiyat değişimlerini izleyen alım-satım kanallarıdır. Genellikle alım-satım kanalları bir hareketli ortalamanın belirli bir yüzdede yukarı veya aşağıya kaydırılmasıyla çizilirler. Bollinger bantlarında ise, kanalların alt ve üst limitleri hareketli ortalamadan belirli bir "standart sapma" uzakta çizilirler. Optimal bir netice alabilmek amacıyla değişik hareketli ortalama ve standart sapma sayıları denenebilir, fakat tavsiye edilen, 20 günlük hareketli ortalama ve iki standart sapma değerleridir. 10 günün altındaki hareketli ortalamalar ile oluşturulan kanallar iyi sonuç vermediği gözlenmiştir.

Keskin fiyat değişimleri genelde bantların daralmasından sonra oluşur. Fiyatın bant dışına çıkması varolan trendin devam edeceği anlamını taşır. Bant dışında meydana gelen dip veya zirveleri bant içinde meydana gelen dip ve zirvelerin izlenmesiyle olası bir trend değişimi yakalanabilir. Bir bantta başlayan hareketin genelde fiyat diğer banda erişinceye kadar sürmesi beklenir. Ayrıca yatay piyasada bantlar arası alım-satım yapılabilir.

Average True Range (ATR)

ATV volatilitenin (değişkenlik) bir ölçüsüdür. En yüksek (True Range High) ve En düşük (True Range Low) arasındaki farkın ortalaması alınarak hesaplanır. Yüksek değerler gün boyunca fiyat değişimlerinin çok olduğunu göstermektedir. Düşük değerler ise fiyat

değişimlerinin göreceli olarak az olduğunu gösterir. Yüksek volatilité seviyeleri bazen tepede trend dönüşlerini kestirmek amacıyla, çok düşük volatilité seviyeleri de bazen fiyatların yukarı doğru yeni bir trend başlangıcında olduğunu belirlemek için kullanılır.

Zarf (Envelope) göstergesi

Zarf göstergesinde alıcı ve satıcıların fiyatları uç noktalara (alt ve üst bantlar) doğru bastırdıkları varsayılır. Ancak fiyatlar genelde daha gerçekçi seviyelerde yataya girer. gösterge iki hareketli ortalamadan oluşur. Birinci hareketli ortalama yukarı, ikincisi ise aşağı kaydırılarak, bir kanal oluşturulur. Zarf göstergesi, hissenin normal alım-satım fiyat aralığını tanımlar. Fiyatın üst banda ulaşması satış, alt banda ulaşması ise alış sinyali kabul edilir. Uygun yatay kaydırma oranı hissenin oynaklığına (volatility) bağlıdır. Hissenin oynaklığı ne kadar yüksekse yatay kaydırma yüzdesini de o kadar yüksek tutulur.

Standart sapma göstergesi

Standart sapma fiyat oynamalarının istatistiksel bir ölçüsüdür. Öncelikle verilen bilgi tipinin (kapanış fiyatı, gösterge, v.b.), bir x dönemlik basit hareketli ortalaması alınır. Daha sonra, belirtilenen her dönem için, bilgilerle hareketli ortalaması arasındaki farkların kareleri toplanır. Toplam dönem sayısına bölünerek karekökü alınır.

Standart sapma göstergesi tek başına kullanılmaktan çok, genellikle bir göstergenin bileşeni olarak kullanılır. Örneğin, Bollinger bantları, seçilen bir hareketli ortalamaya hisse senedinin standart sapması eklenerek hesaplanabilir.

Standart hata göstergesi

Standart Hata fiyatların bir regresyon doğrusu etrafında ne kadar toplandığını gösterir. Fiyatlar doğruya ne kadar yakınsa, R^2 o kadar yüksek olur ve trend de o kadar güçlüdür denilebilir. Örneğin eğer günlük kapanışlar her günkü doğrusal regresyon doğrusu değerine eşit ise, standart hata 0 olur. Regresyon doğrusundan ne kadar çok sapma olursa standart hata da o kadar büyük olur ve trend de o kadar az güvenilir niteliktedir denebilir. Yüksek Standart hata değerleri hisse fiyatında doğrusal regresyon doğrusu etrafında yüksek oynaklıkta (volatility) olduğunu gösterir. Standart hata R^2 göstergesi ile beraber oldukça etkili şekilde kullanılabilir. Trend değişiklikleri genelde R^2 'de aşağı doğru aşırı bir hareket gözlenir. Diğer bir deyişle iki veri (R^2 ve standart hata) iki ters uç noktada ise ve birbirlerine yaklaşıyorsa, olası bir trend değişikliğine hazırlıklı olmak gerekir. Yükselen fiyatların yatay bir seyre girmesi de bir trend değişikliğidir.

Standart hata bantları

Standart hata bantları aslında bir zarf (envelope) oluşturur. Bollinger bantlarına benzerler ancak hesaplanması ve yorumlanması oldukça farklıdır. Standart hata bantları doğrusal regresyon çizgisinin standart hata kadar üstü ve altında yer alır. Standart hata kanalları trend teyidi için kullanılır. Sıkışan bantlar güçlü bir trendin göstergesidir. Bant genişken fiyatların iki bant arasında hareket etmesi beklenir. Bir daralmadan sonra bir anda genişleyen bantlar bir trendin sonuna gelindiği ifade eder. Bir trendin sona ermesi arından bantlar yön değiştirdiğinde, fiyatların genelde bant yönünde hareket etmesi beklenir. Yüksek bir R^2 değeri ve dar bir bant güçlü bir trendi teyit eder. Düşük R^2 ve geniş bant ise fiyatların konsolide olmaya başladığını gösterir.

4 - Güç Göstergeleri

İşlem hacmine dayanan bu göstergeler, alış gücü ile satış gücü arasındaki ilişkiyi göstermekte kullanılır. Teknik analizde her fiyat hareketi (özellikle yükseliş) işlem hacmi ile desteklenmelidir. İşlem hacmi yatırımcının fiyatları yatırım için uygun bulup bulmadığını, başka bir deyişle piyasaya bakışını da yansıtmaktadır.

Denge işlem hacmi (On Balance Volume = OBV)

Bir işlem hacmi göstergesi olan OBV de piyasada alıcılarla satıcılar arasındaki dengeyi göstermek üzere tasarlanmış bir göstergedir. Artış yaşanan günlerde, son işlem miktarının bir toplama eklenmesi, düşüş günlerinde ise toplamdan son işlem miktarının çıkartılması şeklinde hesaplanır. Fiyatın değişmediği günlerde son günlük işlem miktarı ihmal edilir. Yükseliş günlerindeki tüm işlem miktarının alış, düşüş günlerindeki tüm işlem miktarının ise satış olduğu varsayımına dayanır. Temel varsayım, OBV değişiminin, fiyat değişiminin önünde gittiğidir. Göstergenin fiyat artışı izlememesi, Trend dönüş işareti olarak değerlendirilir. OBV 'un yatay hareketi, şüpheli trend olarak değerlendirilmelidir. Trendin değişmesi devam eden bir trendin üç gün duraklaması olarak ta gerçekleşebilir. Göstergenin iki gün yatay hareket etmesi ve tekrar aynı yönde ilerlemeye devam etmesi, trendin devamı olarak yorumlanır. Başka bir deyişle şüpheli trendin sonu gelmiştir. Göstergenin trend değişimi, fiyatın da trend değişimine işaret ettiğinden, pozisyonlar, göstergenin trend değişimine göre ayarlanır.

Bir başka yaklaşıma göre ise yukarıda anlatılan yöntem, uzun vadeli pozisyon değişiklikleri için geçerlidir. Kısa vadeli pozisyonlarda göstergenin şüpheli trende girmesi, ya da trend değiştirmesi beklenmemeli, uyumsuzluklar pozisyon değişikliği için uyarı olarak değerlendirilmelidir.

Yükselenler - düşenler endeksi (Advance - Decline Index = ADI)

Yükselen hisse senedi sayısından düşen hisse senedi sayısı çıkarılmasıyla bulunan değer ikinci adımda, uzun vadede eksi değerlere düşülmesini önleyecek kadar büyük, subjektif bir başlangıç değerine eklenir veya çıkarılır. Bu başlangıç değeri, bir referans noktası olarak alınmakta olup, endeks oluşumuna kümülatif katkıyı sağlaması amacıyla kullanılmaktadır.

$$ADI = \text{Başlangıç değeri} + (\text{yükselen hisse senedi sayısı} - \text{düşen hisse senedi sayısı})$$

Yükselenler - Düşenler Endeksi, arz ve talebin hareketlerini nicel açıdan izler. Hesaplama yöntemi çok farklı da olsa fiyat endekslerine paralel hareket eder. Fiyat endeksi ile birlikte incelenmesi gerekir. Endekse uyum içinde olduğu dönemlerde fiyat endeksinin trendini onaylar. Trend dönüşünde ortaya çıkan aykırılıklar dikkat edilmesi gereken en önemli noktadır. Endeks ikinci dip noktasını ilkinin altında kalırken; yükselenler-düşenler göstergesindeki ikinci dip ilkinden daha yüksek bir seviyede ise pozitif iraksama söz konusu olup, endeksin dönüş sinyali verdiği anlaşılır. Amerikan piyasaları için, bu sinyal bir yükseliş trendinin sonunda alınmışsa, güvenilirliği %50' ler seviyesinde kalırken; düşüş trendinin sonunda alınan sinyalin güvenilirliği %100 seviyelerine ulaşmaktadır.

Toplanma / Dağılım endeksi (Accumulation / Distribution)

Toplanma / Dağılım endeksi (A/D), işlem hacmi (veya adedi) ve hisse senedi fiyatındaki değişimin birleştirildiği bir momentum göstergesidir. İşlem adedi ve fiyatlardaki hareketleri birleştirerek fiyatlardaki trendin sürüp sürmeyeceği hakkında bilgi verir. Önemli fiyat hareketleri ve bu fiyat hareketleri ile işlem adedinin birleştirilmesi göstergenin dayanak noktasıdır. A/D, aslında daha popüler olan denge işlem hacmi (OBV) göstergesine çok benzemektedir. Her iki gösterge de fiyatlara birleştirilmiş işlem hacminin değişiminin incelenmesi yoluyla fiyatlarda değişimin olup olmayacağını sinamaktadır. Göstergenin temel

dayanağı; bir fiyat hareketi ne kadar çok işlem adedi ile gerçekleşirse o kadar güvenilir olduğudur. A/D 'nın yükselişte yani yönünün yukarı olması, hisse senedinin toplandığını gösterir. Bu hareket fiyatlardaki yukarı hareketle destekleniyorsa güvenilir bir yükselişten sözedilebilir. A/D'nın düşüşte yani trendinin inişte olması, hisse senedinin elden çıkarıldığını, dağıtıldığını gösterir.

Para akım endeksi (Money Flow Index = MFI)

Para akım endeksi (MFI), bir hisse senedine girmekte, ya da hisse senedinden çıkmakta olan paranın gücünü ölçen bir göstergedir. Hesaplanışı RSI göstergesine benzerdir:

$$MFI = 100 - (100 / 1 + \text{Para Oranı})$$

Öncelikle son gün ortalama fiyatı, bir önceki günkü ortalama fiyat ile karşılaştırılır, fark pozitif ise hisse senedine para girmekte olduğu, negatif ise hisse senedinden para çıkmakta olduğu kabul edilir. Belirli bir gün için para akışı, ortalama fiyatla, işlem miktarının çarpımıdır. Pozitif para akışı, hesaplanan dönem boyunca, pozitif para akışlarının, negatif para akışı ise aynı dönemde negatif para akışlarının toplamıdır. Pozitif para akışları toplamının, negatif para akışları toplamına oranı para oranını verir. Bu, izlenen dönemde, hisse senedine giren net para akışını verir. Göstergenin 20 ve 80 çizgilerini kesmesi, alış ve satış sinyali olarak değerlendirilir. Ayrıca, göstergenin fiyat grafiği ile uyumsuzlukları, trend dönüşlerine işaret eder. 80 seviyesinin üzeri, aşırı alım bölgesi kabul edilir ve muhtemel bir zirveye işaret eder. Bu seviyeden dönüş, trend değişimi olarak yorumlanmalıdır. 20 seviyesinin altı ise aşırı satım bölgesidir ve fiyat için muhtemel dip seviyesidir. 20 'nin yukarı geçilmesi, yükseliş yönünde trend değişimi uyarısıdır.

Chaikin para akımı göstergesi

Chaikin para akımı göstergesi, A/D çizgisinin günlük değerlerinden hesaplanır. A/D göstergesinin arkasındaki temel varsayım "bir hisse üzerindeki alış veya satış baskısı, kapanış değerinin o günkü düşük veya yüksek seviyesine olan uzaklığına bağlı olarak tespit edilebilir" şeklindedir. Hisse eğer en düşük ve yüksek değer arasında orta noktanın üzerinde kapandıysa alış baskısı, altında kapandıysa satış baskısı vardır denilebilir. Chaikin para akımı göstergesi, A/D göstergesinin her 21 günlük ortalaması ile hesaplanır. Gösterge, destek ve direnç bölgelerinin kırılmasının onaylanması amacıyla kullanılır. Örneğin eğer bir hisse düşen trendini yukarı doğru aştıysa, trend değişikliği olduğundan emin olmak için göstergenin 0 seviyesi üzerine çıkmasını beklemek yerinde olacaktır. Ayrıca Chaikin para akımı göstergesi ve fiyat grafikleri arasında oluşan uyumsuzluk (divergence) da önemli bir göstergedir. Örneğin eğer göstergenin son zirvesi bir önceki zirvenin altında kalıyor ve fiyatlar artmaya devam ediyorsa, bu durum yükseliş trendinin zayıflaması olarak değerlendirilebilir.

Hareket kolaylığı göstergesi (Ease of Movement = EM)

Göstergenin yüksek değerlerde olması yukarı doğru fiyat hareketinin kolaylaştığını, düşük değerlerde olması ise aşağı doğru fiyat hareketinin kolaylaştığını gösterir. Hesaplamada kapanış fiyatı yerine ağırlıklı ortalama kullanılmaktadır.

Alım satım stratejisi, gösterge 0 seviyesini yukarı yönde keserse al, aşağı yönde keserse sat şeklindedir.

Pazar basitleştirme endeksi (Market Facilitation Index =MFI)

Dr. Bill Williams tarafından geliştirilen son derece basit ve başarılı bir göstergedir. MFI hesaplanırken, basit olarak günlük değişim (en yüksek ile en düşük fiyat arasındaki fark) işlem miktarına bölünür. Bu değer günün değişim verimliliğini gösterir. Son günün MFI ve hacim değerlerini bir önceki değerlerle karşılaştırılır. Hacim ile MFI değerlerinin dört farklı durumuna göre uygulanacak stratejiler şu şekilde özetlenebilir;

Hacim (+) / MFI (+) ; MFI'nin artmış olması fiyatta hareketlenme olduğunu, hacmin artmış olması da işlem artışını göstermektedir. Piyasanın yönü yeni pozisyon açanlarla birlikte aynı kalmıştır. Böyle bir günde yön doğrultusunda pozisyon almak düşünülmelidir.

Hacim (-) / MFI (-) ; Hacmin düşmesine, MFI da azalarak karşılık vermiştir. Piyasa canlılığını kaybetmiş ve hacim azalmıştır. Yatırımcıların piyasaya ilgisi azalmıştır. Genellikle bu tip günler trendin sonunu işaret eder. Piyasada kimsenin yeni pozisyon açmak istemediği bir süreçtedir. Unutulmaması gereken bu tip durumlardan sonra yeni trendin başlayabileceğidir.

Hacim (-) / MFI(+) ; Hacim düşerken, MFI 'ın artması, önceki güne göre göreceli olarak hisseye ilginin azaldığını ve taze para girişinin isteksiz olduğunu gösterir. Senette pozisyon alanlar fiyatların yönünü belirlemektedir. Williams'ın hipotezine göre bu durum da dahi senedin iyi bir performans sergilemesi mümkündür.

Hacim (+) / MFI (-) ; Hacmin artmasına karşın MFI 'ın düşmesi durumunda, senette aktif işlemler yapılırken, MFI yön tayini yapamamaktadır. Hacim artmış trend durmuş ve fiyat hareketleri gücünü kaybetmiştir. Bu durum genellikle ters yönde önemli bir fiyat hareketinden önce oluşur. İki olasılık vardır ya trend dönecek ya da yeniden güçlenerek devam edecektir.

Negatif hacim endeksi (NVI)

Negatif hacim endeksi, işlem miktarının bir önceki güne göre alçaldığı günlerin, işlem miktarlarını kullanır. Yükselen trendlerde kullanılır. Fiyat grafiği ile göstergenin aynı yönde yükselmesi hisse senedinin zayıf yatırımcılarda toplandığını gösterir. NVI genelde alçalma eğilimindedir. Hacmin yükseldiği günlerde kalabalığı takip eden yatırımcılar piyasada aktif haldedir.

Pozitif hacim endeksi (PVI)

Pozitif hacim endeksi, işlem miktarının bir önceki güne göre yükseldiği günlerin, işlem miktarlarını kullanır. Fiyat grafiği ile göstergenin aynı yönde yükselmesi hissede güçlü yatırımcıların alımda olduğunu gösterir. PVI genelde yükselme eğilimindedir. Hacmin yükseldiği günlerde kalabalığı takip eden yatırımcılar piyasada aktif haldedir. Ters olarak hacmin düştüğü günlerde ise "akıllı" para sessizce pozisyon almaktadır.

Fiyat hacim eğilimi (Price Volume Trend = PVT)

Fiyat hacim eğilimi (PVT); kapanış fiyatındaki değişikliklere bağlı olarak işlem hacminin toplam yekünde ayarlamalar yapan denge işlem hacmi (OBV) kavramına benzerdir. Fakat OBV'de olduğu gibi, kapanış bir önceki günden yüksekse (yada düşükse) bütün günün hacmini toplam hacime eklemek (yada toplam hacimden çıkarmak) yerine, sadece günlük hacmin bir bölümünü toplar.

Hacim Oskülatörü

Hacim oskülatörü, yatırımcıların piyasaya bakışındaki değişimlerin yoğunluğunu belirleyen bir göstergedir. Fiyatlar artarken işlem hacminde de benzer bir yoğunluk görülüyorsa, bu süren trend için olumlu olarak nitelendirilmektedir. Önemli bir gösterge olan işlem hacmi verilerinden pazar göstergelerinde de yararlanılmaktadır. Günlük bazda yükselen ve düşen hisse sentlerinin işlem hacmi verilerini kullanarak yapılan hesaplamalar sonucunda, genel piyasa trendi hakkında fikir sahibi olmak mümkündür.

Ek-A'da verilen teknik analiz göstergeleri ve yorumlanma yöntemleriyle ilgili bilgiler aşağıdaki kaynaklardan derlenmiştir;

1. Yusuf Sarı, Borsada Göstergelerle Teknik Analiz, 1998, Alfa Yayınları, Yayın No:281
2. Ateşan Aybars, Modern Teknik Analiz, 1997, Dünya Yayınlar, Ekonomi Dizisi:2.
3. <<http://www.hisse.net/forum/>> , alındığı tarih 15.05.2006
4. <<http://analiz.ibsyazilim.com/egitim/>> , alındığı tarih 17.06.2005
5. <<http://www.veriborsa.com/tekaredi/forum>> , alındığı tarih 21.06.2005
6. <<http://borsaetik.14.forumer.com/>> , alındığı tarih 09.08.2007
7. <<http://www.borsamania.net/forum/>> , alındığı tarih 26.10.2007

EK - B Girdi değişkenleri ile İMKB-100 arasındaki korelasyonlar

Çizelge B-1: Aylık serilerin korelasyon değerleri

Bağımsız Değişkenler	İMKB-100 Korelasyonu	Bağımsız Değişkenler	İMKB-100 Korelasyonu
Bileşik Öncü Göstergeler Endeksi	0.89079	TÜFE bazlı reel Eftaktif Döviz Kuru	0.87905
Reel Kesim Güven Endeksi	0.54330	Düzeltilmiş Döviz Sepeti	0.56071
Arındırılmış Kapasite Kulnm. Oranı	0.14131	Reel Kur Endeksi Değişimi (DPT)	0.11568
Arındırılmış Sanayi Üretim Endeksi	0.24799	Düzeltilmiş Bono Göstege Faiz Oranı	-0.33484
İmalatta Çalışılan Saat Endeksi	-0.37566	Düzeltilmiş Hazine İhale Bileşik Faiz	-0.37020
Açılan Şirket Sayısı	0.15519	Düzeltilmiş Yıllık DİBS Fiyat Endeksi	0.65020
Kapanan Şirket Sayısı	0.61142	Düzeltilmiş KYD B tipi Fon Endeksi	0.71893
İhracat	0.93069	Düzeltilmiş Mevd. Faiz Oranı	0.09246
İthalat	0.94106	Düzeltilmiş Gecelik Faiz Oranları	-0.08027
Ihracat / ithalat Oranı	-0.13366	Döviz Tevdiat Faizi (USD)	-0.34451
Dış Ticaret Dengesi	-0.82364	Düzeltilmiş Cumhuriyet Altını	0.37031
Düzeltilmiş Cari işlemler Dengesi	-0.36601	Düzeltilmiş Tasarruf Mevduatı	0.95658
Düzeltilmiş Bütçe Dengesi	0.19423	Düzeltilmiş Yurtiçi Krediler	0.86272
Net Uluslararası Rezervler	0.95760	Düzeltilmiş Para Arzı - M1	0.89335
GSYİH (Sb. Fiyat)	0.63242	Düzeltilmiş Dolaşımdaki Para	0.92451
Düzeltilmiş İç Borç Stoku	0.61501	Düzeltilmiş D1 (M1 - Dol)	0.45353
Dış Borç Stoku	0.95041	Düzeltilmiş API	0.36040
Enflasyon	0.85272	Düzeltilmiş Protestolu Senetler Hacmi	0.85336
		Düzeltilmiş İMKB-100 Hacimi	0.50796

Çizelge B-2: Günlük serilerin korelasyon değerleri

Korelasyon Matrisi	Endeks	Parb SAR	ADX	DrMv -DI	DrMv + DI	StocRsi 21-5	Payan	5G MEHO	PS Adptiv Mov Avg	9G Mv Avg	Resist-short-auto	Support-short-auto	Standard Error Bands	OBV	Volume	Mid Point Move	CCI Stnd	R.Vity Ind	Time Series Forecast	Linear Regrs Indicatr	Stand Dev	Döviz sepeti	Yatırım fonları	Yatırım fonları	Benchmark	Altın	Emrg Market Px Last	G-7 Px Last	World Px Last	Mny Flw Ind.
Endeks	1	0.9922	-0.0613	-0.0030	0.1113	0.0443	0.2937	0.9938	0.9991	0.9982	0.9494	0.9383	0.9979	0.9719	0.6176	0.0024	0.0764	0.2125	0.9988	0.9990	0.5738	0.1328	0.9857	0.9125	-0.7254	0.8912	0.9761	0.9243	0.9387	0.0193
Parb SAR	0.9922	1	-0.0621	0.0624	0.0473	-0.0318	0.2725	0.9934	0.9952	0.9968	0.9524	0.9352	0.9965	0.9658	0.5951	0.0039	-0.0184	0.1536	0.9928	0.9938	0.5895	0.1318	0.9794	0.9073	-0.7209	0.8952	0.9708	0.9169	0.9315	-0.0437
ADX	-0.0613	-0.0621	1	-0.2132	0.3542	-0.0148	0.1410	-0.0794	-0.0646	-0.0652	-0.1374	-0.1684	-0.0610	-0.0839	0.1831	-0.0128	0.1128	0.2795	-0.0594	-0.0606	0.1227	-0.0690	-0.0640	-0.0972	0.0092	-0.0100	-0.1254	-0.1135	-0.1208	0.1493
DrMv -DI	-0.0030	0.0624	-0.2132	1	-0.8141	-0.3566	-0.3536	0.0899	0.0209	0.0346	0.1502	0.1143	0.0180	0.0290	-0.1701	0.0083	-0.7290	-0.7680	-0.0053	0.0025	0.2625	0.0601	-0.0120	0.0137	0.1042	0.1788	0.0670	0.0476	0.0507	-0.7621
DrMv +DI	0.1113	0.0473	0.3542	-0.8141	1	0.3537	0.4145	0.0245	0.0885	0.0749	-0.0320	-0.0173	0.0902	0.0955	0.4015	0.0341	0.7222	0.8072	0.1135	0.1061	0.0279	0.0112	0.1315	0.1064	-0.2147	-0.0506	0.0276	0.0635	0.0582	0.7467
StoRsi 21-5	0.0443	-0.0318	-0.0148	-0.3566	0.3537	1	0.0876	0.0136	0.0197	0.0022	0.0083	0.0360	-0.0017	0.0447	0.1796	0.0049	0.7113	0.3938	0.0183	0.0160	-0.0114	0.0545	0.0315	0.0331	-0.0046	0.0000	0.0308	0.0446	0.0441	0.3589
Payan	0.2937	0.2725	0.1410	-0.3536	0.4145	0.0876	1	0.2399	0.2862	0.2784	0.1043	0.0453	0.2877	0.3491	0.2424	0.0016	0.2630	0.4311	0.2953	0.2921	0.0027	0.2058	0.3703	0.3389	-0.4986	0.1226	0.1198	0.1855	0.1787	0.2996
5 G MEHO	0.9938	0.9934	-0.0794	0.0899	0.0245	0.0136	0.2399	1	0.9958	0.9964	0.9655	0.9486	0.9939	0.9717	0.5933	0.0025	0.0073	0.1343	0.9926	0.9936	0.5971	0.1430	0.9791	0.9124	-0.7118	0.9155	0.9791	0.9210	0.9363	-0.0544
PS Adptiv Mov Avg	0.9991	0.9952	-0.0646	0.0209	0.0885	0.0197	0.2862	0.9958	1	0.9995	0.9531	0.9395	0.9990	0.9719	0.6093	0.0048	0.0456	0.1918	0.9989	0.9993	0.5799	0.1335	0.9858	0.9130	-0.7251	0.8947	0.9763	0.9231	0.9377	-0.0015
9G Mv Avg	0.9982	0.9968	-0.0652	0.0346	0.0749	0.0022	0.2784	0.9964	0.9995	1	0.9544	0.9402	0.9995	0.9714	0.6078	0.0041	0.0284	0.1780	0.9985	0.9990	0.5845	0.1331	0.9849	0.9128	-0.7241	0.8976	0.9765	0.9227	0.9374	-0.0135
Resist-short-auto	0.9494	0.9524	-0.1374	0.1502	-0.0320	0.0083	0.1043	0.9655	0.9531	0.9544	1	0.9612	0.9501	0.9325	0.5653	0.0021	-0.0263	0.0664	0.9474	0.9490	0.5961	0.1939	0.9298	0.8826	-0.6583	0.8980	0.9689	0.8974	0.9151	-0.0957
Support-short-auto	0.9383	0.9352	-0.1684	0.1143	-0.0173	0.0360	0.0453	0.9486	0.9395	0.9402	0.9612	1	0.9369	0.9270	0.5521	0.0002	0.0138	0.0856	0.9363	0.9373	0.5566	0.1483	0.9149	0.8840	-0.6504	0.8388	0.9728	0.9069	0.9249	-0.0664
Bands	0.9979	0.9965	-0.0610	0.0180	0.0902	-0.0017	0.2877	0.9939	0.9990	0.9995	0.9501	0.9369	1	0.9700	0.6101	0.0051	0.0331	0.1908	0.9987	0.9991	0.5800	0.1304	0.9849	0.9110	-0.7251	0.8923	0.9745	0.9219	0.9364	-0.0009
OBV	0.9719	0.9658	-0.0839	0.0290	0.0955	0.0447	0.3491	0.9717	0.9719	0.9714	0.9325	0.9270	0.9700	1	0.6215	0.0019	0.0688	0.1839	0.9705	0.9710	0.5383	0.2705	0.9884	0.9668	-0.8040	0.8593	0.9409	0.8880	0.9048	0.0104
Volume	0.6176	0.5951	0.1831	-0.1701	0.4015	0.1796	0.2424	0.5933	0.6093	0.6078	0.5653	0.5521	0.6101	0.6215	1	0.0903	0.3089	0.3410	0.6144	0.6133	0.5844	0.2658	0.6372	0.6494	-0.5957	0.5462	0.5887	0.5104	0.5273	0.2448
MidPointMove	0.0024	0.0039	-0.0128	0.0083	0.0341	0.0049	0.0016	0.0025	0.0048	0.0041	0.0021	0.0002	0.0051	0.0019	0.0903	1	-0.0024	0.0146	0.0062	0.0058	-0.0129	0.0075	0.0016	-0.0009	0.0068	0.0030	0.0028	0.0027	0.0071	
CCI-Stnd	0.0764	-0.0184	0.1128	-0.7290	0.7222	0.7113	0.2630	0.0073	0.0456	0.0284	-0.0263	0.0138	0.0331	0.0688	0.3089	-0.0024	1	0.6518	0.0652	0.0584	-0.0836	0.0493	0.0757	0.0692	-0.1077	-0.0441	0.0270	0.0530	0.0507	0.6997
R.Vity Ind	0.2125	0.1536	0.2795	-0.7680	0.8072	0.3938	0.4311	0.1343	0.1918	0.1780	0.0664	0.0856	0.1908	0.1839	0.3410	0.0146	0.6518	1	0.2125	0.2059	0.0121	-0.0446	0.2166	0.1573	-0.2017	0.0595	0.1289	0.1796	0.1728	0.7221
TimSer Forcst	0.9988	0.9928	-0.0594	-0.0053	0.1135	0.0183	0.2953	0.9926	0.9989	0.9985	0.9474	0.9363	0.9987	0.9705	0.6144	0.0062	0.0652	0.2125	1	0.9999	0.5724	0.1303	0.9855	0.9112	-0.7252	0.8893	0.9746	0.9230	0.9374	0.0261
Indicator	0.9990	0.9938	-0.0606	0.0025	0.1061	0.0160	0.2921	0.9936	0.9993	0.9990	0.9490	0.9373	0.9991	0.9710	0.6133	0.0058	0.0584	0.2059	0.9999	1	0.5749	0.1309	0.9857	0.9118	-0.7252	0.8912	0.9753	0.9232	0.9377	0.0182
Stand Dev	0.5738	0.5895	0.1227	0.2625	0.0279	-0.0114	0.0027	0.5971	0.5799	0.5845	0.5961	0.5566	0.5800	0.5383	0.5844	-0.0358	-0.0836	0.0121	0.5724	0.5749	1	0.0383	0.5461	0.4899	-0.3442	0.6089	0.5741	0.5326	0.5404	-0.1191
Döviz sepeti	0.1328	0.1318	-0.0690	0.0601	0.0112	0.0545	0.2058	0.1430	0.1335	0.1331	0.1939	0.1483	0.1304	0.2705	0.2658	-0.0129	0.0493	-0.0446	0.1303	0.1309	0.0383	1	0.2364	0.3957	-0.4672	0.1441	0.0905	-0.0827	-0.0491	0.0364
Yatırım fonları	0.9857	0.9794	-0.0640	-0.0120	0.1315	0.0315	0.3703	0.9791	0.9858	0.9849	0.9298	0.9149	0.9849	0.9884	0.6372	0.0075	0.0757	0.2166	0.9855	0.9857	0.5461	0.2364	1	0.9564	-0.8097	0.8744	0.9472	0.8845	0.9012	0.0281
Yatırım fonları	0.9125	0.9073	-0.0972	0.0137	0.1064	0.0331	0.3389	0.9124	0.9130	0.9128	0.8826	0.8840	0.9110	0.9668	0.6494	0.0016	0.0692	0.1573	0.9112	0.9118	0.4899	0.3957	0.9564	1	-0.8932	0.8163	0.8892	0.7779	0.8029	0.0122
Benchmark	-0.7254	-0.7209	0.0092	0.1042	-0.2147	-0.0046	-0.4986	-0.7118	-0.7251	-0.7241	-0.6583	-0.6504	-0.7251	-0.8040	-0.5957	-0.0009	-0.1077	-0.2017	-0.7252	-0.7252	-0.3442	-0.4672	-0.8097	-0.8932	1	-0.6395	-0.6612	-0.5505	-0.5725	-0.0839
Altın	0.8912	0.8952	-0.0100	0.1788	-0.0506	0.0000	0.1226	0.9155	0.8947	0.8976	0.8980	0.8388	0.8923	0.8593	0.5462	0.0068	-0.0441	0.0595	0.8893	0.8912	0.6089	0.1441	0.8744	0.8163	-0.6395	1	0.8877	0.7883	0.8050	-0.1196
Px Last	0.9761	0.9708	-0.1254	0.0670	0.0276	0.0308	0.1198	0.9791	0.9763	0.9765	0.9689	0.9728	0.9745	0.9409	0.5887	0.0030	0.0270	0.1289	0.9746	0.9753	0.5741	0.0905	0.9472	0.8892	-0.6612	0.8877	1	0.9330	0.9499	-0.0391
Px Last	0.9243	0.9169	-0.1135	0.0476	0.0635	0.0446	0.1855	0.9210	0.9231	0.9227	0.8974	0.9069	0.9219	0.8880	0.5104	0.0028	0.0530	0.1796	0.9230	0.9232	0.5326	-0.0827	0.8845	0.7779	-0.5505	0.7883	0.9330	1	0.9985	-0.0052
Px Last	0.9387	0.9315	-0.1208	0.0507	0.0582	0.0441	0.1787	0.9363	0.9377	0.9374	0.9151	0.9249	0.9364	0.9048	0.5273	0.0027	0.0507	0.1728	0.9374	0.9377	0.5404	-0.0491	0.9012	0.8029	-0.5725	0.8050	0.9499	0.9985	1	-0.0092
Mny Flw Ind.	0.0193	-0.0437	0.1493	-0.7621	0.7467	0.3589	0.2996	-0.0544	-0.0015	-0.0135	-0.0957	-0.0664	-0.0069	0.0104	0.2448	0.0071	0.6997	0.7221	0.0261	0.0182	-0.1191	0.0364	0.0812	0.0122	-0.0839	-0.1196	-0.0391	-0.0052	-0.0092	1
5G Mv Avg	0.9991	0.9949	-0.0632	0.0165	0.0927	0.0168	0.2858	0.9953	0.9998	0.9996	0.9520	0.9392	0.9993	0.9717	0.6109	0.0053	0.0484	0.1946	0.9994	0.9997	0.5787	0.1321	0.9858	0.9127	-0.7248	0.8947	0.9764	0.9235	0.9381	0.0030
13G Mv Avg	0.9972	0.9974	-0.0676	0.0497	0.0603	0.0007	0.2716	0.9972	0.9990	0.9997	0.9565	0.9411	0.9990	0.9711	0.6050	0.0035	0.0161	0.1651	0.9969	0.9977	0.5887	0.1341	0.9840	0.9128	-0.7232	0.9003	0.9766	0.9220	0.9368	-0.0290
MACD	0.1619	0.1243	0.1810	-0.7683	0.7323	0.0275	0.4862	0.0603	0.1463	0.1388	-0.0341	0.0116	0.1633	0.1050	0.2239	0.0269	0.4287	0.6601	0.1778	0.1699	-0.1258	-0.1020	0.1675	0.0859	-0.1716	-0.1103	0.0767	0.1267	0.1208	0.6239
MACD Avg	0.1778	0.1688	0.1884	-0.6457	0.6073	-0.1268	0.4788	0.0861	0.1704	0.1681	-0.0092	0.0225	0.1927	0.1180	0.2127	0.0200	0.2318	0.5477	0.1941	0.1887	-0.0737	-0.1166	0.1873	0.1015	-0.1956	-0.0970	0.0896	0.1371	0.1315	0.4686
Bollng Alt	0.9944	0.9951	-0.1020	0.0627	0.0352	-0.0012	0.2731	0.9956	0.9967	0.9973	0.9555	0.9415	0.9960	0.9723	0.5883	0.0044	0.0043	0.1477	0.9936	0.9946	0.5721	0.1419	0.9837	0.9165	-0.7284	0.8953	0.9751	0.9199	0.9350	-0.0480
Bollng Üst	0.9934	0.9949	-0.0450	0.0810	0.0415	0.0036	0.2469	0.9975	0.9958	0.9966	0.9609	0.9411	0.9947	0.9662	0															

Çizelge B-2: Günlük serilerin korelasyon değerleri

Korelasyon Matrisi	5G Mv Avg	13G Mv Avg	MACD	MACD Avg	Bolling Alt	Bolling Üst	Bolling Ort	Bant	Ercan	Aron-Up	Aron-Down	RSI	AccDist	TRIX	Momntum	VHFilter	TR Px Last	Eng Europe Px Last	EFTA Px Last	EU Px Last	Stand Err Bnds	Standard Error Bands	Standard Error Bands	Chaikin's Volatility	Volume Oscillator
Endeks	0.9991	0.9972	0.1619	0.1778	0.9944	0.9934	0.9955	0.6710	-0.0737	0.0916	-0.0871	0.1286	0.9713	0.0610	0.0083	0.0524	0.9990	0.9878	0.9602	0.7289	0.9976	0.9971	0.9979	0.0523	-0.0192
Parb SAR	0.9949	0.9974	0.1243	0.1688	0.9951	0.9949	0.9966	0.6762	-0.0887	0.0322	-0.0321	0.0530	0.9661	0.0436	-0.0613	0.0484	0.9903	0.9824	0.9536	0.7236	0.9966	0.9954	0.99654	0.0708	-0.0483
ADX	-0.0632	-0.0676	0.1810	0.1884	-0.1020	-0.0450	-0.0721	0.3189	0.0212	0.1009	-0.1392	0.2646	-0.1027	0.2966	0.1625	0.6658	-0.0503	-0.1153	-0.1337	-0.0896	-0.0572	-0.0651	-0.061	0.30249	0.1203
DrMv -DI	0.0165	0.0497	-0.7683	-0.6457	0.0627	0.0810	0.0725	0.1679	0.1332	-0.6326	0.6297	-0.9185	0.0478	-0.7307	-0.7455	-0.2402	-0.0198	0.0528	0.0600	0.0694	0.0319	0.0031	0.01799	-0.0099	-0.2207
DrMv +DI	0.0927	0.0603	0.7323	0.6073	0.0352	0.0415	0.0386	0.0671	-0.1383	0.6633	-0.5620	0.9156	0.0655	0.7329	0.7569	0.4135	0.1301	0.0526	0.0481	-0.0048	0.0820	0.0989	0.09023	0.20118	0.3464
StoRsi 21-5	0.0168	0.0007	0.0275	-0.1268	-0.0012	0.0036	0.0013	0.0316	0.3052	0.2658	-0.2263	0.4588	0.0396	-0.0976	0.3517	0.0133	0.0473	0.0297	0.0422	0.0359	-0.0012	-0.0022	-0.0017	-0.0916	0.3585
Payan	0.2858	0.2716	0.4862	0.4788	0.2731	0.2469	0.2597	0.0078	-0.1349	0.2848	-0.2506	0.4337	0.2333	0.2857	0.1929	0.0589	0.3203	0.2042	0.1873	0.0371	0.2778	0.2979	0.2877	0.0459	0.0037
5 G MEHO	0.9953	0.9972	0.0603	0.0861	0.9956	0.9975	0.9982	0.6914	-0.0577	0.0299	-0.0303	0.0349	0.9745	-0.0166	-0.0594	0.0285	0.9903	0.9903	0.9598	0.7278	0.9953	0.9914	0.9939	0.0460	-0.0356
PS Adptiv Mov Avg	0.9998	0.9990	0.1463	0.1704	0.9967	0.9958	0.9978	0.6730	-0.0810	0.0735	-0.0703	0.1009	0.9718	0.0512	-0.0147	0.0473	0.9978	0.9880	0.9597	0.7278	0.9989	0.9980	0.9990	0.0548	-0.0311
9G Mv Avg	0.9996	0.9997	0.1388	0.1681	0.9973	0.9966	0.9985	0.6752	-0.0841	0.0655	-0.0623	0.0860	0.9718	0.0490	-0.0263	0.0460	0.9966	0.9880	0.9594	0.7273	0.9995	0.9985	0.9995	0.0591	-0.0348
Resist-short-auto	0.9520	0.9565	-0.0341	-0.0092	0.9555	0.9609	0.9599	0.6880	-0.0336	-0.0145	0.0145	-0.0343	0.9528	-0.0746	-0.0946	0.0108	0.9402	0.9689	0.9417	0.7073	0.9526	0.9465	0.9501	0.0445	-0.0281
Supot-short-auto	0.9392	0.9411	0.0116	0.0225	0.9415	0.9411	0.9428	0.6388	-0.0302	0.0289	-0.0157	0.0035	0.9561	-0.0579	-0.0614	0.0057	0.9290	0.9611	0.9454	0.7194	0.9372	0.9355	0.9369	0.0280	-0.0221
Bands	0.9993	0.9990	0.1633	0.1927	0.9960	0.9947	0.9969	0.6699	-0.0932	0.0767	-0.0718	0.1009	0.9696	0.0702	-0.0173	0.0539	0.9968	0.9861	0.9581	0.7270	0.9995	0.9994	1.0000	0.0651	-0.0338
OBV	0.9717	0.9711	0.1050	0.1180	0.9723	0.9662	0.9706	0.6205	-0.0706	0.0903	-0.0812	0.1104	0.9865	0.0204	-0.0188	0.0223	0.9716	0.9705	0.9347	0.6404	0.9684	0.9706	0.9700	0.0436	-0.0236
Volume	0.6109	0.6050	0.2239	0.2127	0.5883	0.6089	0.6001	0.5409	-0.0462	0.2894	-0.1440	0.3553	0.6379	0.2292	0.2257	0.2530	0.6214	0.5990	0.5540	0.2828	0.6106	0.6089	0.6101	0.3251	0.5299
MidPointMove	0.0053	0.0035	0.0269	0.0200	0.0044	0.0012	0.0027	-0.0189	-0.0203	0.0180	-0.0179	-0.0023	0.0015	0.0145	-0.0002	0.0058	0.0025	0.0018	0.0026	0.0013	0.0036	0.0067	0.0051	0.0027	0.1220
CCI-Stnd	0.0484	0.0161	0.4287	0.2318	0.0043	0.0025	0.0033	-0.0093	0.0902	0.6545	-0.6195	0.8202	0.0526	0.3304	0.7315	0.1756	0.0880	0.0366	0.0444	0.0152	0.0273	0.0392	0.0331	-0.0417	0.4192
R.Vlty Ind	0.1946	0.1651	0.6601	0.5477	0.1477	0.1451	0.1465	0.0830	-0.1315	0.5886	-0.5238	0.8438	0.1513	0.6017	0.6620	0.3411	0.2282	0.1548	0.1568	0.1464	0.1824	0.1995	0.1908	0.1153	0.2811
TimSer Forcst	0.9994	0.9969	0.1778	0.1941	0.9936	0.9922	0.9945	0.6677	-0.0913	0.1025	-0.0969	0.1271	0.9697	0.0762	0.0156	0.0569	0.9979	0.9863	0.9588	0.7279	0.9981	0.9982	0.9987	0.0547	-0.0254
Indicator	0.9997	0.9977	0.1699	0.1887	0.9946	0.9934	0.9955	0.6694	-0.0896	0.0951	-0.0900	0.1192	0.9704	0.0706	0.0072	0.0547	0.9980	0.9869	0.9592	0.7280	0.9986	0.9985	0.9991	0.0555	-0.0271
Stand Dev	0.5787	0.5887	-0.1258	-0.0737	0.5721	0.6115	0.5938	0.6578	-0.0261	0.0052	0.1991	-0.0920	0.5555	-0.0472	-0.0823	0.1570	0.5691	0.5694	0.5517	0.4458	0.5891	0.5696	0.5800	0.4087	0.2402
Döviz sepeti	0.1321	0.1341	-0.1020	-0.1166	0.1419	0.1313	0.1365	0.0246	0.0480	0.0216	-0.0121	-0.0150	0.2707	-0.0859	-0.0223	-0.0452	0.1218	0.1597	0.0309	-0.3474	0.1268	0.1340	0.1304	0.0217	0.0618
Yatırım fonları	0.9858	0.9840	0.1675	0.1873	0.9837	0.9777	0.9821	0.6297	-0.0873	0.1023	-0.0925	0.1385	0.9785	0.0713	0.0005	0.0394	0.9868	0.9757	0.9310	0.6415	0.9832	0.9857	0.9849	0.0541	-0.0271
Yatırım fonları	0.9127	0.9128	0.0859	0.1015	0.9165	0.9066	0.9127	0.5570	-0.0657	0.0900	-0.0709	0.1134	0.9715	0.0261	-0.0262	0.0023	0.9118	0.9203	0.8461	0.4506	0.9081	0.9132	0.9110	0.0442	-0.0258
Benchmark	-0.7248	-0.7232	-0.1716	-0.1956	-0.7284	-0.7120	-0.7209	-0.3846	0.0958	-0.1502	0.0988	-0.2057	-0.7898	-0.1719	-0.0227	-0.0197	-0.7346	-0.7125	-0.6132	-0.1904	-0.7193	-0.7304	-0.7251	-0.0594	0.0413
Altın	0.8947	0.9003	-0.1103	-0.0970	0.8953	0.9105	0.9048	0.7132	-0.0289	-0.0238	0.0267	-0.0618	0.8761	-0.0997	-0.1039	0.0450	0.8854	0.9049	0.8346	0.5986	0.8982	0.8850	0.8923	0.0431	-0.0283
Px Last	0.9764	0.9766	0.0767	0.0896	0.9751	0.9753	0.9768	0.6652	-0.0449	0.0407	-0.0354	0.0477	0.9667	-0.0065	-0.0333	0.0123	0.9697	0.9871	0.9694	0.7474	0.9753	0.9726	0.9745	0.0368	-0.0284
Px Last	0.9235	0.9220	0.1267	0.1371	0.9199	0.9188	0.9208	0.6193	-0.0625	0.0747	-0.0666	0.0869	0.8767	0.0313	0.0012	0.0195	0.9248	0.9224	0.9874	0.8987	0.9227	0.9201	0.9219	0.0274	-0.0369
Px Last	0.9381	0.9368	0.1208	0.1315	0.9350	0.9336	0.9358	0.6277	-0.0603	0.0714	-0.0638	0.0823	0.8985	0.0256	-0.0035	0.0164	0.9381	0.9392	0.9939	0.8828	0.9371	0.9347	0.9364	0.0286	-0.0358
Mny Flw Ind.	0.0030	-0.0290	0.6239	0.4686	-0.0480	-0.0543	-0.0514	-0.0751	-0.0962	0.7306	-0.6781	0.8075	-0.0141	0.5202	0.7718	0.2358	0.0320	-0.0252	-0.0186	-0.0299	-0.0099	0.0088	-0.0009	0.0607	0.3366
5G Mv Avg	1	0.9988	0.1535	0.1757	0.9961	0.9952	0.9973	0.6727	-0.0851	0.0803	-0.0764	0.1052	0.9716	0.0577	-0.0091	0.0501	0.9979	0.9879	0.9599	0.7281	0.9991	0.9984	0.9993	0.0554	-0.0301
13G Mv Avg	0.9988	1	0.1221	0.1562	0.9980	0.9977	0.9994	0.6778	-0.0793	0.0501	-0.0479	0.0706	0.9720	0.0368	-0.0436	0.0414	0.9955	0.9880	0.9591	0.7266	0.9991	0.9976	0.9990	0.0606	-0.0379
MACD	0.1535	0.1221	1	0.9520	0.1066	0.0802	0.0929	-0.1074	-0.2839	0.5475	-0.4991	0.7540	0.0708	0.7905	0.5493	0.2795	0.1817	0.0861	0.1062	0.1084	0.1471	0.1805	0.1633	0.1236	0.0734
MACD Avg	0.1757	0.1562	0.9520	1	0.1449	0.1169	0.1304	-0.0921	-0.3146	0.3947	-0.3554	0.6117	0.0847	0.7808	0.3676	0.2602	0.1979	0.0991	0.1171	0.1149	0.1766	0.2097	0.1927	0.1839	0.0053
Bolling Alt	0.9961	0.9980	0.1066	0.1449	1	0.9936	0.9982	0.6377	-0.0759	0.0340	-0.0271	0.0518	0.9725	0.0157	-0.0639	0.0010	0.9925	0.9875	0.9581	0.7216	0.9957	0.9952	0.9960	0.0374	-0.0513
Bolling Üst	0.9952	0.9977	0.0802	0.1169	0.9936	1	0.9986	0.7207	-0.0655	0.0252	-0.0317	0.0451	0.9694	0.0105	-0.0612	0.0608	0.9908	0.9853	0.9558	0.7265	0.9962	0.9919	0.9947	0.0741	-0.0326
Bolling Ort	0.9973	0.9994	0.0929	0.1304	0.9982	0.9986	1	0.6825	-0.0705	0.0294	-0.0296	0.0483	0.9724	0.0130	-0.0626	0.0325	0.9932	0.9879	0.9584	0.7253	0.9976	0.9951	0.9969	0.0568	-0.0416
Bant	0.6727	0.6778	-0.1074	-0.0921	0.6377	0.7207	0.6825	1	0.0186	-0.0364	-0.0499	-0.0103	0.6414	-0.0249	-0.0251	0.4081	0.6650	0.6574	0.6372	0.5253	0.6821	0.6560	0.6699	0.2752	0.0921
Ercan	-0.0851	-0.0793	-0.2839	-0.3146	-0.0759	-0.0655	-0.0705	0.0186	1	-0.2085	0.1287	-0.1015	-0.0573	-0.3404	-0.0783	-0.0498	-0.0791	-0.0541	-0.0547	-0.0374	-0.0892	-0.0972	-0.0932	-0.0785	0.1458
Aron-Up	0.0803	0.0501	0.5475	0.3947	0.0340	0.0252	0.0294	-0.0364	-0.2085	1	-0.5692	0.6980	0.0689	0.4907	0.6696	0.2225	0.1043	0.0512	0.0621	0.0336	0.0675	0.0866	0.0767	0.1229	0.3051
Aron-Down	-0.0764	-0.0479	-0.4991	-0.3554	-0.0271	-0.0317	-0.0296	-0.0499	0.1287	-0.5692	1	-0.6454	-0.0599	-0.4628	-0.6403	-0.2409	-0.0964	-0.0481	-0.0583	-0.0390	-0.0648	-0.0792	-0.0718	0.1248	-0.1187
RSI	0.1052	0.0706	0.7540	0.6117	0.0518	0.0451	0.0483	-0.0103	-0.1015	0.6980	-0.6454	1	0.0817	0.7076	0.8007	0.3259	0.1471	0.0662	0.0701	0.0306	0.0897	0.1128	0.1009	0.0919	0.3303
AccDist	0.9716	0.9720																							

EK – C. MatLAB Neural Network Toolkit üzerinde kullanılan program kodları

C-1- Geri beslemeli ileri yayımlı yapay sinir ağı için program kodu :

```
clear
clc

rand('state',0)
randn('state',0)
PR=zeros(14,2);
%5:girdi sayısı
PR(:,1)=0;
PR(:,2)=1.0;

load 'feyzi.dat' -ascii

P=feyzi(1:1500,1:14)';
% 1:1500 -eğitim verisi:girdi kolonları
T=feyzi(1:1500,15)';
%1:1500-eğitim verisi-çıktı

net = newff(PR,[7 6 5 1],{'logsig' 'logsig' 'logsig' 'purelin'},'trainlm');
% 7 6 5: gizli tabaka nöron sayısı
% 1:çıktı sayısı
net.trainParam.epochs = 1000;
%iterasyon sayısı

net1 = train(net,P,T);
Y = sim(net1,P);

figure(2)
plot(T,'b.')
hold on
plot(Y,'r.')

grid
hold off

figure(3)
p6=feyzi(1501:1740,1:14)';
t6=feyzi(1501:1740,15)';
x = sim(net1,p6);
plot(t6,'b'); grid;
hold on
plot(x,'r-.'); grid;
hold off
t6=t6';
%t6.dat: test verisi gözlenen indeks değerleri
tz=x';
%tz.dat: test verisi indeks tahminleri
save tz -ascii tz
save t6 -ascii t6
```

C-2- Radyal tabanlı fonksiyon yapay sinir ağı için program kodu :

```
clear
clc

rand('state',0)
randn('state',0)

load 'feyzi.dat' -ascii

P=feyzi(1:1500,1:14)';
T=feyzi(1:1500,15)';

%training

net = newrb(P,T,.0001,0.80,13,1);

% here .05 stands for the SSE (sum squared error) goal to be reached
% here .5 stands for SPREAD parameter
% here 10 number of nodes in hidden layer(iterations)
% eğitim sonuç gösterme aralığı (1 iterasyon)
Y = sim(net,P);

figure(2)
plot(T,'b.')
hold on
plot(Y,'r.')

grid
hold off

figure(3)

p6=feyzi(1501:1750,1:14)';
t6=feyzi(1501:1750,15)';

x = sim(net,p6);

%testing, P6-->simulasyon için hazırlanan vektör, T6 --> bulunması gereken
cikis degerleri

plot(t6,'b')
hold on
plot(x,'r-.')
hold off
t6=t6';
tz=x';
save tz -ascii tz
save t6 -ascii t6
```

C-3- Genelleştirilmiş regresyon Yapay sinir ağı için program kodu :

```
clear
clc

rand('state',0)
randn('state',0)

load 'iriskumeleme.txt' -ascii
%load 'iriskumeleme.txt' -ascii

P=iriskumeleme(1:153,1:4)';
T=iriskumeleme(1:153,5:8)';

s=.03;

for i=1:1

    net2 = newgrnn(P,T,s);
    Y2 = sim(net2,P);
    figure(i+1)
    plot(T,'b+')
    hold on
    plot(Y2,'r-')
    grid
    hold off
    %s=.03;
end

%break

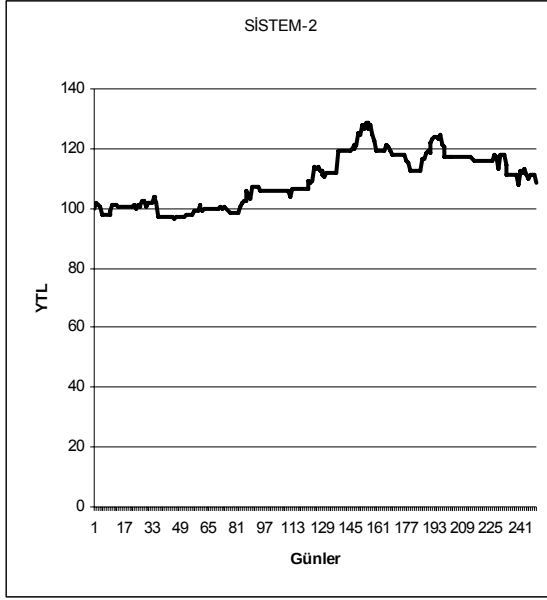
figure(3)

p6=iriskumeleme(154:303,1:4)';
t6=iriskumeleme(154:303,5:8)';
x = sim(net2,p6);

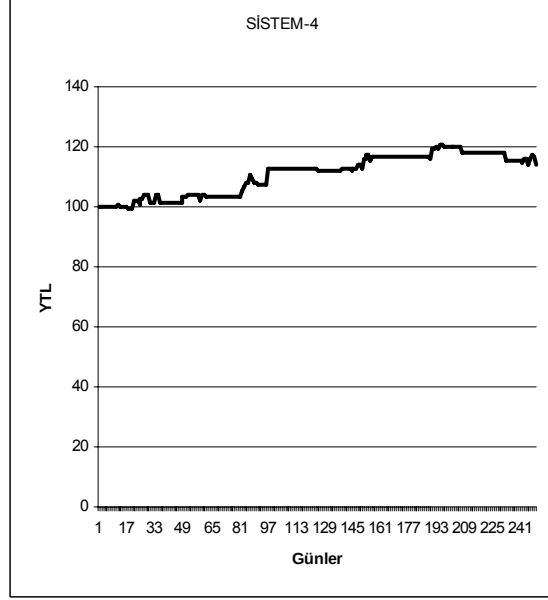
plot(t6,'b')
hold on
plot(x,'r-.')
hold off
t6=t6';
tz=x';

save tz -ascii tz
save t6 -ascii t6
```

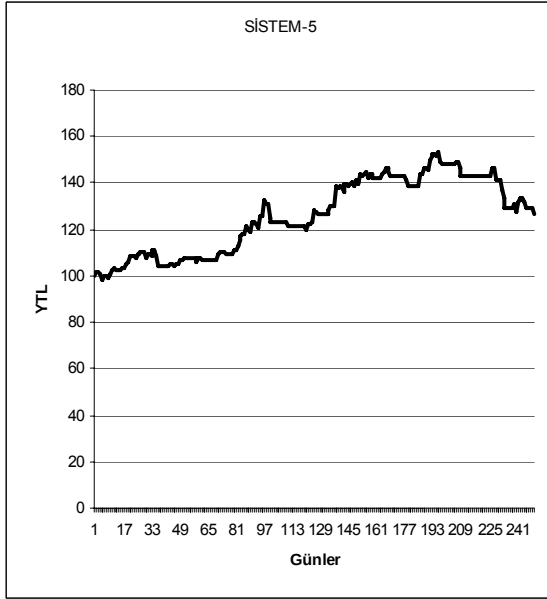

EK - D. Varlık Değeri Eğrileri



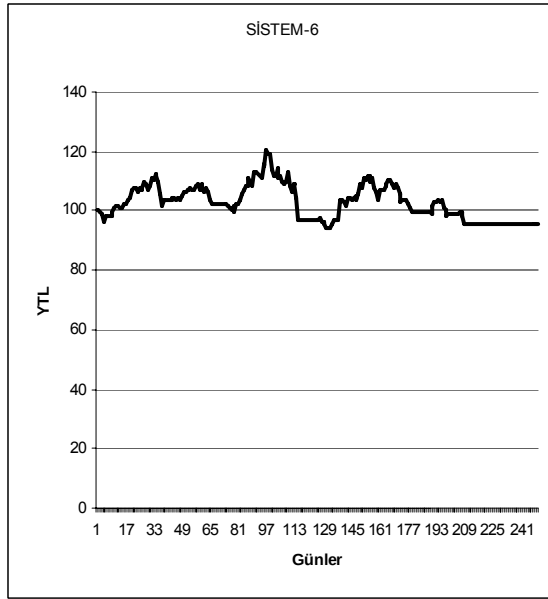
(a)



(b)

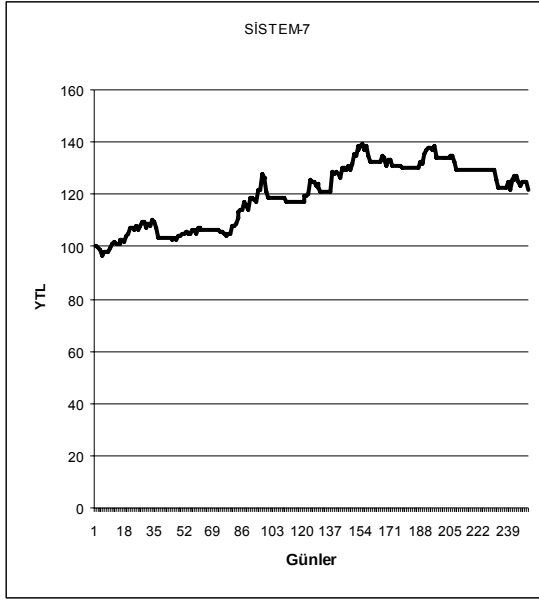


(c)

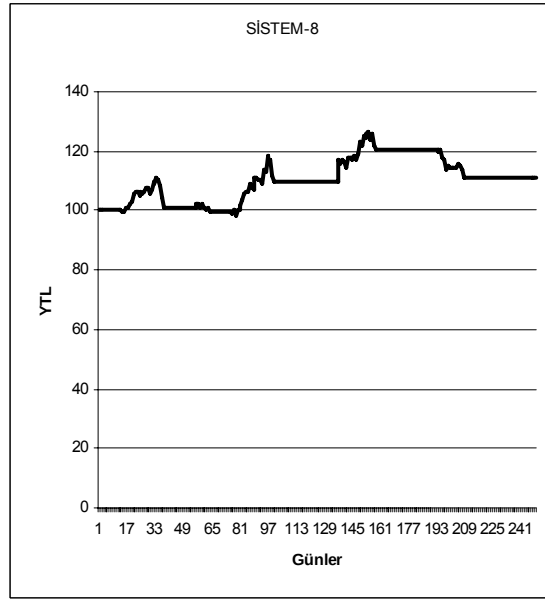


(d)

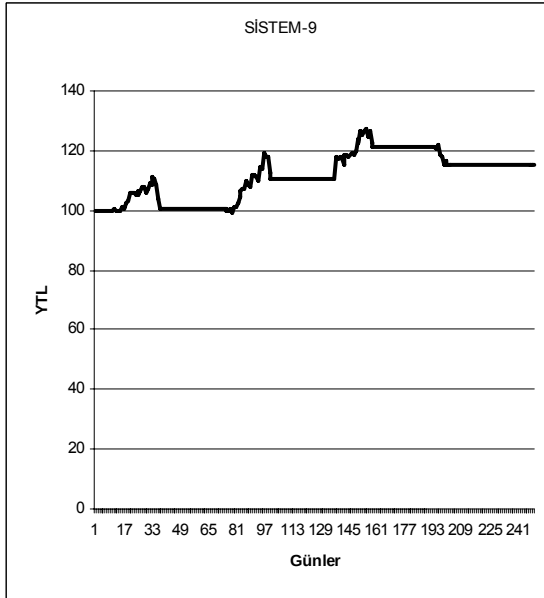
Şekil D.1: Geliştirilen alım-satım sistemlerine ait test dönemi varlık değeri eğrileri



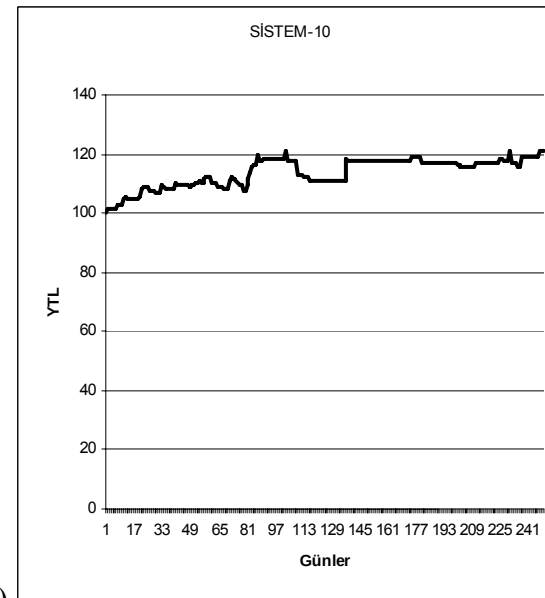
(e)



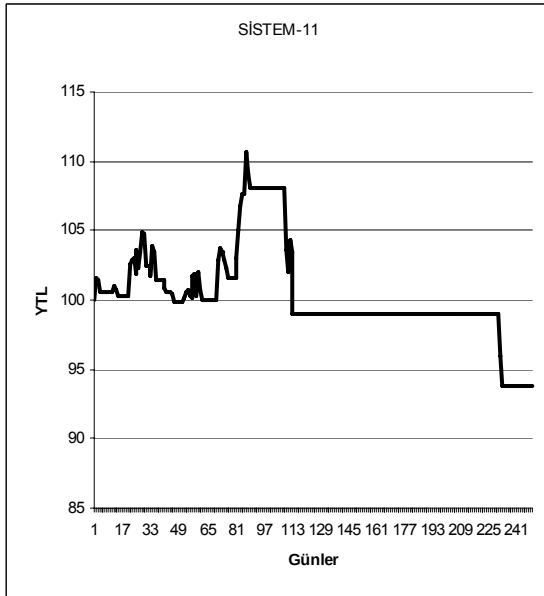
(f)



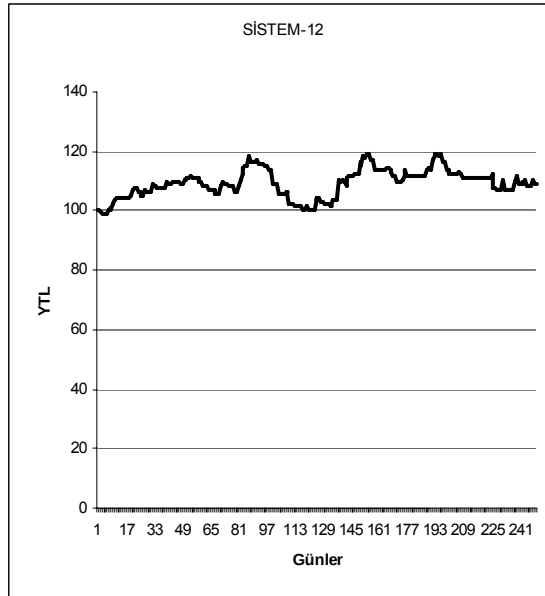
(g)



(h)

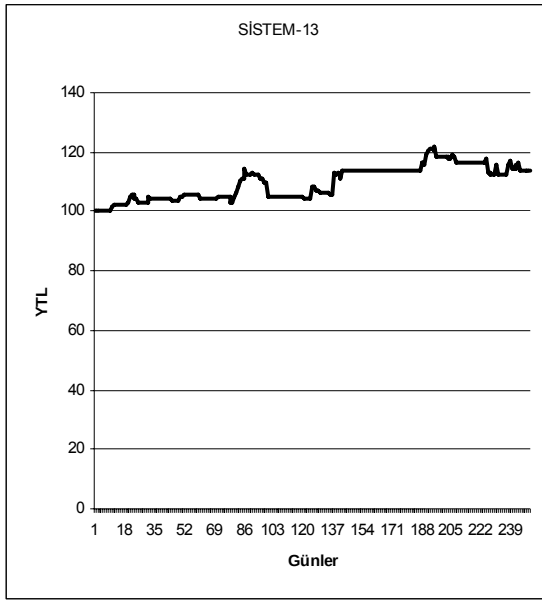


(i)

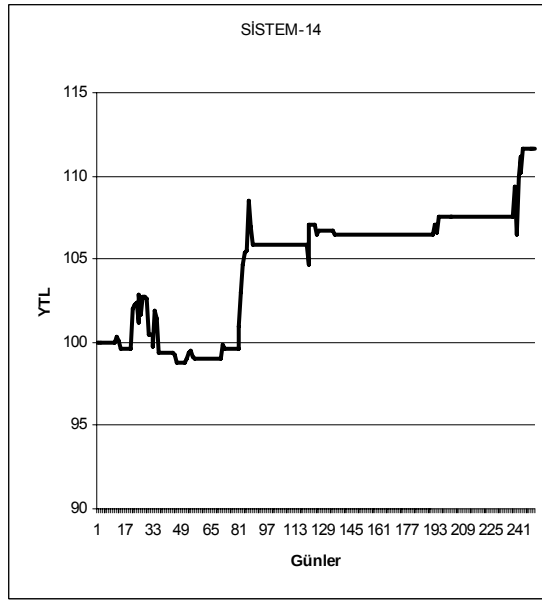


(i)

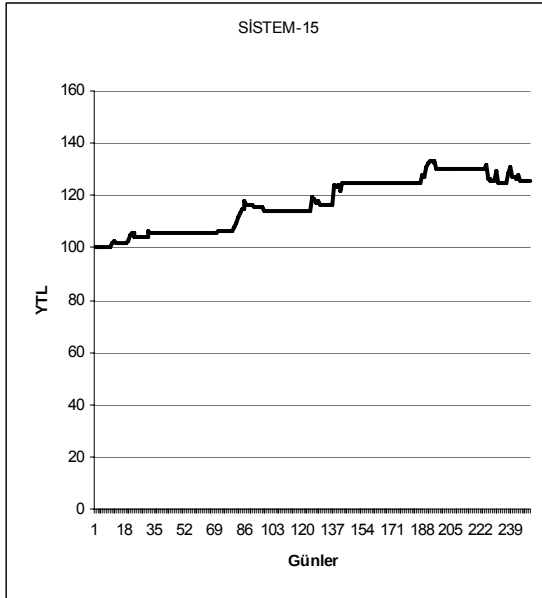
Şekil D.1: Geliştirilen alım-satım sistemlerine ait test dönemi varlık değeri eğrileri (devam)



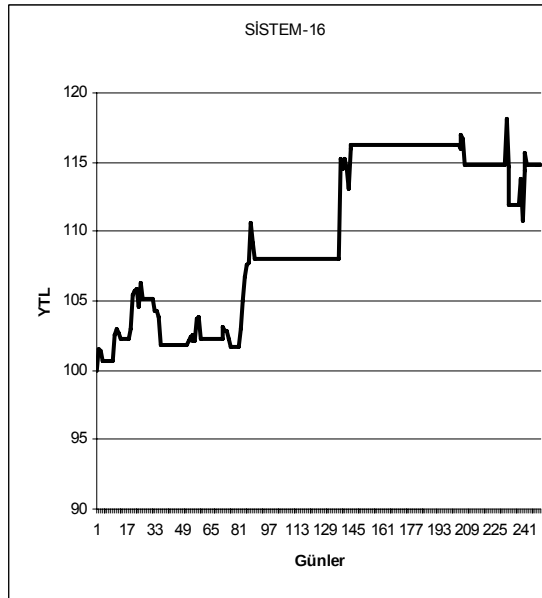
(j)



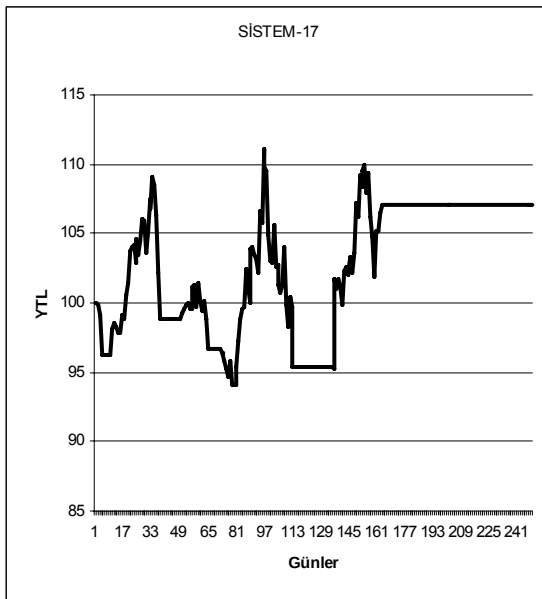
(k)



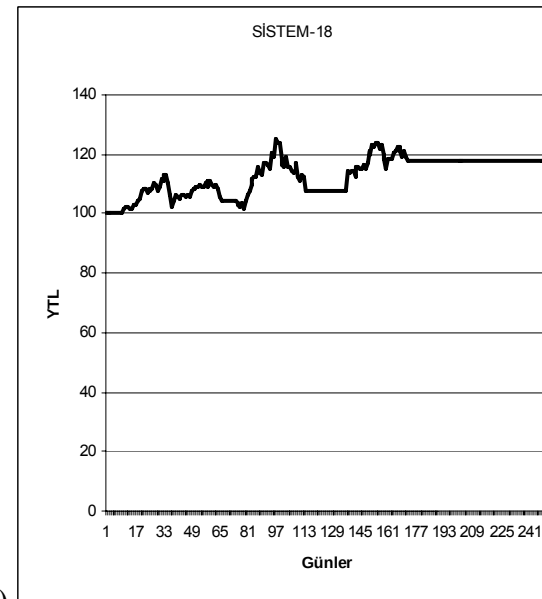
(l)



(m)

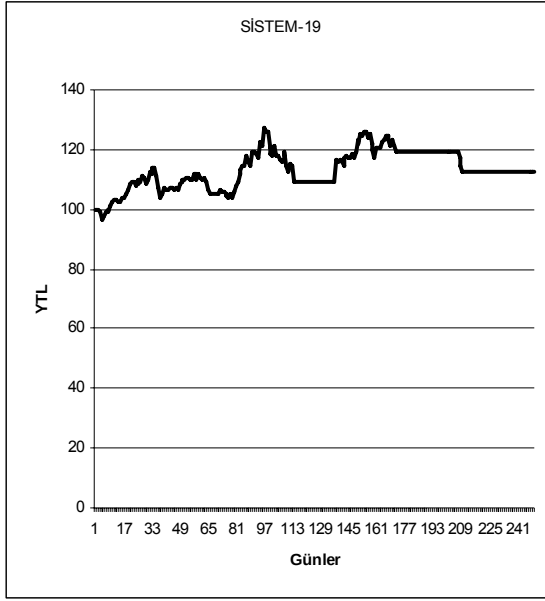


(n)

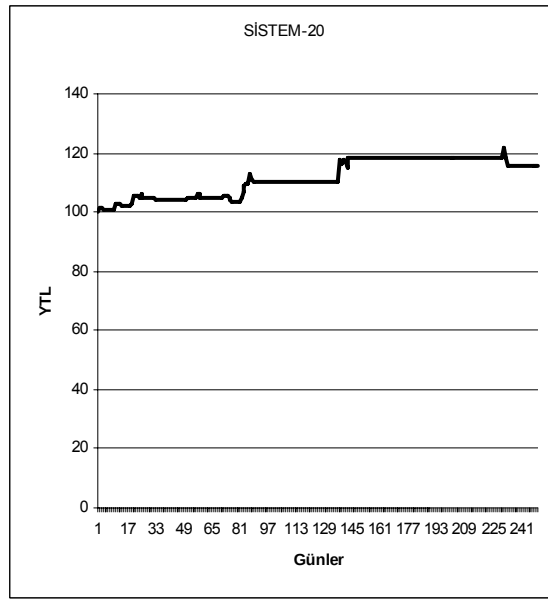


(o)

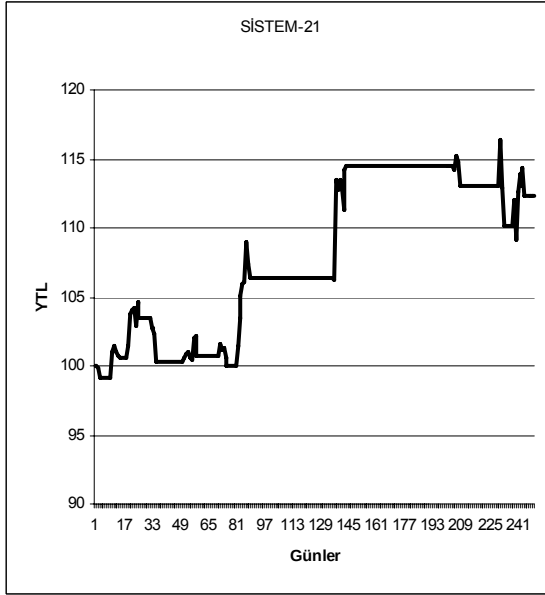
Şekil D.1: Geliştirilen alım-satım sistemlerine ait test dönemi varlık değeri eğrileri (devam)



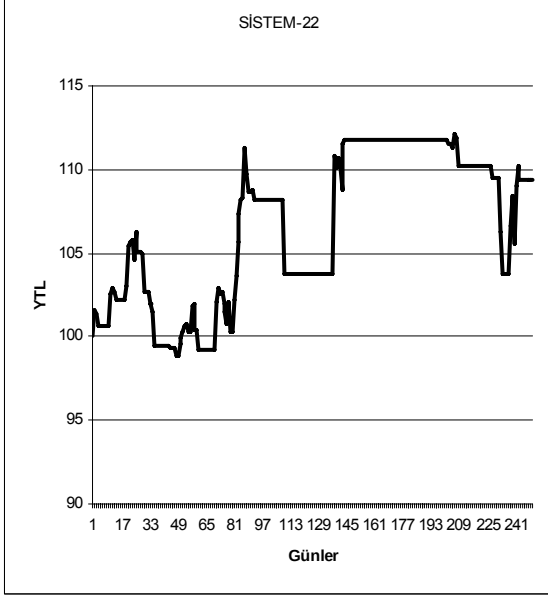
(ö)



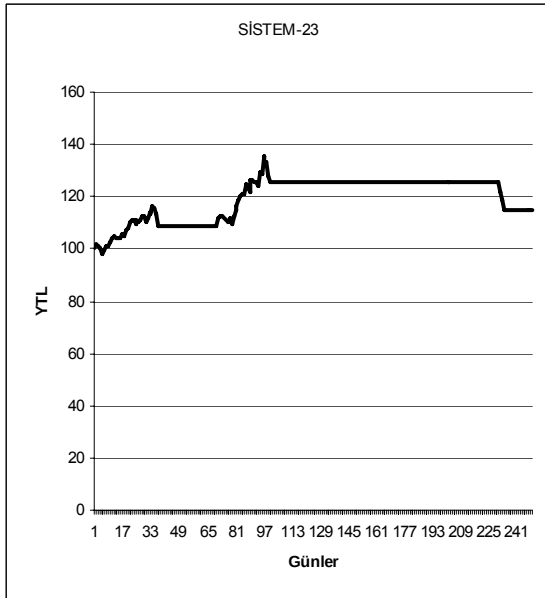
(p)



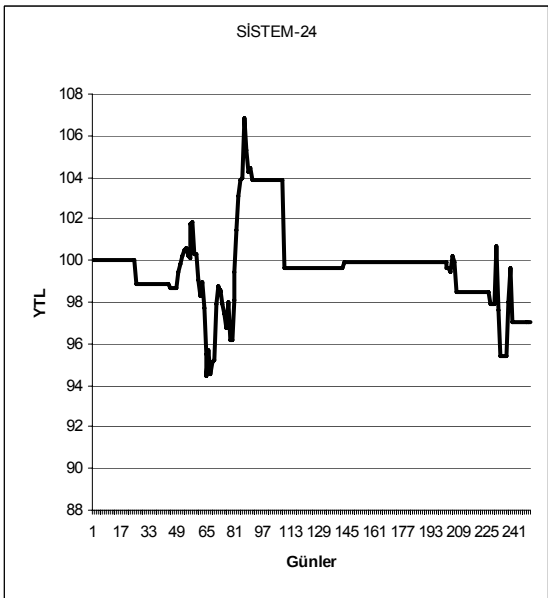
(r)



(s)

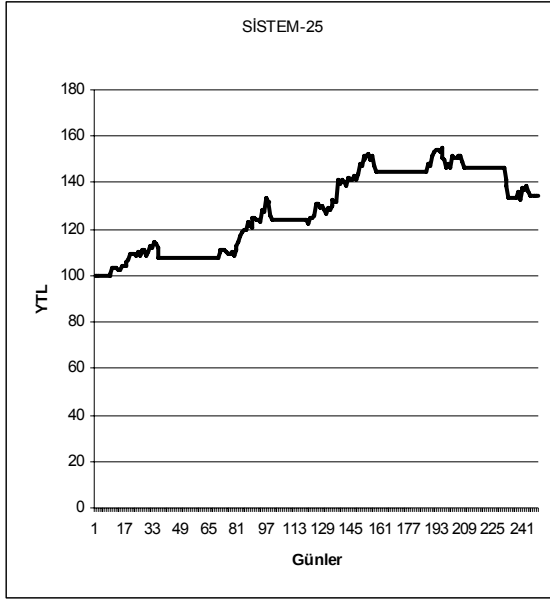


(ş)

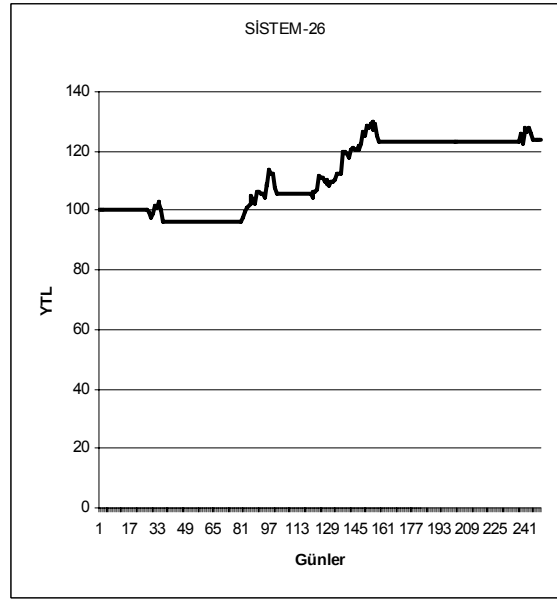


(t)

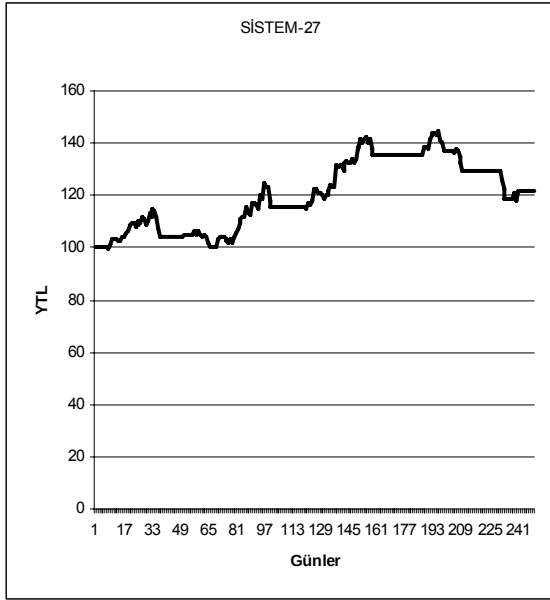
Şekil D.1: Geliştirilen alım-satım sistemlerine ait test dönemi varlık değeri eğrileri (devam)



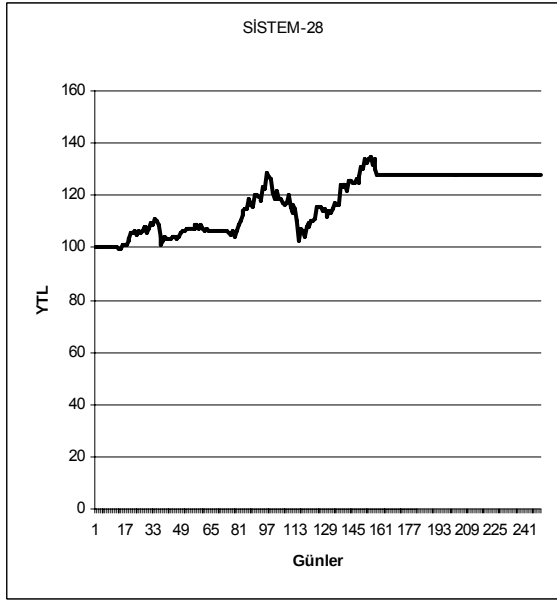
(u)



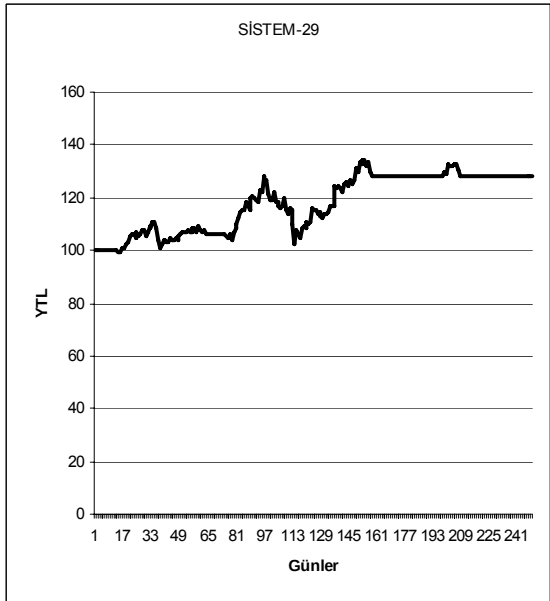
(ü)



(v)



(y)



(z)

Şekil D.1: Geliştirilen alım-satım sistemlerine ait test dönemi varlık değeri eğrileri (devam)

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Feyzi Haznedaroğlu
Doğum Yeri ve Tarihi: 1969 – İZMİR
Lisans Üniversitesi: İTÜ İnşaat Fakültesi

Yayın Listesi:

- **Haznedaroğlu F.**, Ekincioğlu O., 2005: Kriz Ortamında GMYO ve İMKB Endeksi Getirilerinin Enflasyona Karşı Koruyucu Etkisinin Mevcudiyetinin Sınanması. 3. Yapı İşletmesi Kongresi, 29-30 Eylül 2005, İzmir.
- **Haznedaroğlu F.**, 1996: Güncan E., İnşaat Sözleşmeleri Semineri Ardından İzlenimler, 1. Yapı İşletmesi Kongresi, Ekim 1996, İzmir.
- **Haznedaroğlu F.**, 1997: İnşaat Yönetiminde Hukuk Savaşımı (Malzeme Tedarikinde Uyuşmazlık), Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 1997.