

**BAYES TEOREMİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI MODELLERİYLE
BORSA GELECEK DEĞER TAHMİNİ UYGULAMASI**

İSMET BAHADIR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ**

**TOBB EKONOMİ VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

AĞUSTOS 2008

ANKARA

Fen Bilimleri Enstitü onayı

Prof. Dr. Yücel ERCAN
Müdür

Bu tezin Yüksek Lisans derecesinin tüm gereksinimlerini sağladığını onaylarım.

Doç. Dr. Erdoğan DOĞDU
Anabilim Dalı Başkanı

İsmet BAHADIR tarafından hazırlanan BAYES TEOREMİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI MODELLERİYLE BORSA GELECEK DEĞER TAHMİNİ UYGULAMASI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. A. Murat ÖZBAYOĞLU
Tez Danışmanı

Tez Jüri Üyeleri

Başkan :Yrd. Doç. Dr. Kadir ERTOĞRAL _____

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

Üye : Yrd. Doç. Dr. Bülent TAVLI _____

TEZ BİLDİRİMİ

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

İsmet BAHADIR

Üniversitesi : TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi
Enstitüsü : Fen Bilimleri
Anabilim Dalı : Bilgisayar Mühendisliği
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Ahmet Özbayoğlu
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans – Ağustos 2008

İsmet BAHADIR

**BAYES TEOREMİ VE YAPAY SINIR AĞLARI MODELLERİYLE BORSA
GELECEK DEĞER TAHMİNİ UYGULAMASI**

ÖZET

Borsa, sadece serbest piyasa içinde yer alan bir yatırım amacı değil, aynı zamanda ekonominin nabzını ölçen bir göstergedir. Borsa ve dolayısıyla hisse senetleri ile fonlar, uzun zamandır yatırımcılar, araştırmacılar ve bilim dünyası için çok önemli ve gizemini koruyan bir konu olmuştur. Borsa sayesinde, yatırımlarını doğru değerlendirebilenler büyük kazançlar sağlayabilmişken, çok büyük kayıplar yaşayanlar da olmuştur. Böyle büyük kazanç ve kayıplar söz konusu iken, yatırımcıların doğru tahmin yapabilmeleri için yardımcı bir destek sistemi kullanma ihtiyacı doğmuştur. Bu çalışmada, bir yatırım aracı olan borsa içinde yer alan ve ETF adı verilen fonlar için, teknik analiz ve karar destek sistemleri tasarlanmış ve bu sistemlerin başarımları kıyaslanmıştır. Bu amaçla, sistemde kullanılan her ETF'in kapanış değerleri kullanılarak teknik analiz yöntemleri kullanılmış ve bu yöntemlerle bir uzman sistem tasarlanarak ETF'lerin ertesi günü değerleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, başarımların karşılaştırması için, teknik analiz sonuçları bir yapay sinir ağına (YSA) girdi olarak verilmiş ve yine ertesi günü tahmin etmeye çalışan bir karar destek sistemi oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Borsa Tahmini, Yapay Sinir Ağları, Uzman Sistemler, Bayes Karar Modeli

University : TOBB University of Economics and Technology
Institute : Institute of Natural and Applied Sciences
Science Program : Computer Engineering
Supervisor : Asst. Prof. Ahmet Murat ÖZBAYOĞLU
Degree Awarded and Date : M.Sc. – August 2008

İsmet BAHADIR

**STOCK MARKET FORECASTING BASED ON BAYESIAN DECISION
THEORY and ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

ABSTRACT

Stock market is not only an investment tool in free market, but also is an indicator of the economic statuses of the countries. Stock market, and thus stocks and funds have been a very important and mysterious subject among investors, researchers and economists. People who made the correct investments have gained enormous profits whereas people who could not. Therefore, a need for a decision support system have arisen in a such important decision making process. In this study, technical analysis and decision support systems for the funds named as ETFs which exist in stock market, were designed and performances of these systems were compared. Thus, technical analysis methods were applied by using the daily closing values of each ETFs and the next day value of the ETFs were tried to be predicted. Besides, for the sake of performance comparison, technical analysis results were given as input to an artificial neural network and another decision support system was created. Finally, the results of these two systems were compared.

Keywords: Stock Market Prediction, Artificial Neural Networks, Expert Systems, Bayesian Decision Model

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren çok değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet Murat ÖZBAYOğLU'na, yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine, desteklerini esirgemeyen asistan arkadaşlarıma ve her zaman yanımda olup beni sonuna kadar destekleyen aileme, kıymetli arkadaşlarıma ve uğur meleğime teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
KISALTMALAR	xi
SEMBOL LİSTESİ	xii
BÖLÜM 1	1
1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	3
2. LİTERATÜRDE TEKNİK ANALİZ VE YAPAY SİNİR AĞLARI İLE BORSA TAHMİNİ	3
2.1. BORSA	3
2.1.1 Borsanın Tanımı ve Ortaya Çıkışı	3
2.1.2. Borsada İşlem Yapanlar ve Borsanın Önemi	4
2.1.3. Yatırım Stratejileri	4
2.2. EXCHANGE TRADED FUNDS (ETFs)	5
2.2.1. ETF'lerin tanımı	5
2.2.2. ETF'lerin Özellikleri	5
2.3. TEKNİK ANALİZ	6
2.3.1 Dow Teorisi	6
2.3.2. Teknik Analizin Tanımı	10
2.3.2. Teknik Analiz vs. Temel Analiz	12
2.3.4. Teknik Analizde İşlem Hacminin Önemi	14
2.3.5. Teknik Analiz Göstergeleri	16
2.3.6. Teknik Analiz ile Borsa Tahmini Yapılan Çalışmalar	29
2.4. YAPAY SİNİR AĞLARI	31
2.4.1 Biyolojik Sinir Ağları	31

2.4.2. YSA'nın Tanımı	32
2.4.3. YSA'nın Özellikleri	34
2.4.4. YSAların Sınıflandırılması	36
2.4.4. YSA'nın Uygulama Alanları	39
2.4.5. YSA ile Borsa Tahmin Çalışmaları	40
2.5. BORSA TAHMİNİNDE KULLANILAN DİĞER YÖNTEMLER	46
BÖLÜM 3	47
3. UYGULANAN SİSTEMLER	47
3.1. KULLANILAN VERİLER	47
3.2. UZMAN SİSTEM MODELİ	49
3.2.1. Bayes Karar Modeli ve Maksimum Olabilirlik	50
3.2.2. Uzman Sistem için Uygulanan Teknik Analiz Yöntemleri	51
3.2.3. Uzman Sistem için Çıkarılan Kurallar	55
3.3. YAPAY SİNİR AĞLARI MODELİ	63
3.3.1. YSA Nöronları	64
3.3.2. Sistemin Modellenmesi	65
3.3.2. Sistemin Modellenmesi	69
3.3.3. Modellerin Özellikleri	73
BÖLÜM 4	74
4. SİSTEMLERİN SONUÇ ve PERFORMANSLARI	74
4.1. Uzman Sistem Sonuçları	74
4.2. YSA Sonuçları	76
BÖLÜM 5	78
5. YORUMLAR ve GELECEK ÇALIŞMALAR	78
KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ	86

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Sınır Sistemi ile YSA'nın Benzerlikleri	34
Çizelge 3.1. Kullanılan ETF'lerin Listesi	49
Çizelge 3.2. Uzman Sistem Kural Çizelgesi	56
Çizelge 3.3. YSA'da Kullanılan Çeyrekler Listesi	70
Çizelge 3.4. YSA Parametreleri	73
Çizelge 4.1. Uzman Sistemlerin Başarım Karşılaştırması	75
Çizelge 4.2. Bayes ve YSA modellerinin B&H modeline göre başarım kıyaslaması	77

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Yükselen ve Alçalan Trend	7
Şekil 2.2. a) Omuz-Baş-Omuz b) Ters Omuz-Baş-Omuz Formasyonu	16
Şekil 2.3. Üçgen Formasyonları a) Simetrik Üçgen b) Yükselen Üçgen c) Alçalan Üçgen	16
Şekil 2.4. Bayrak ve Flama Formasyonları a) Flama b) Bayrak	16
Şekil 2.5. SMA15 ve SMA50	18
Şekil 2.6. EMA15 ve SMA15	20
Şekil 2.7. MACD ve Tetik Çizgileri	22
Şekil 2.8. MACD ve Tetik Çizgileri ve AL-SAT sinyalleri	22
Şekil 2.9. RSI Çizgisi	24
Şekil 2.10. RSI ve Aşırı Alım-Satım Bölgeleri	24
Şekil 2.11. Bollinger Bantları	26
Şekil 2.12. BB ve AL-SAT Sinyalleri	28
Şekil 2.13. Biyolojik sinir sisteminin blok gösterimi	29
Şekil 2.14. Biyolojik Sinir Hücresi ve Bileşenleri	31
Şekil 2.15. Bir YSA modeli	33
Şekil 2.16. İleri Beslemeli YSA Modeli	36
Şekil 2.17. Geri Beslemeli YSA Modeli	37
Şekil 2.18. Danışmanlı Öğrenme Yapısı	38
Şekil 2.19. Danışmansız Öğrenme Yapısı	38
Şekil 2.20. Takviyeli Öğrenme Yapısı	39
Şekil 3.1. Bir Yapay Nöronun Girdi Sinyalleri, Ağırlıkları, Transfer Fonksiyonu ve Çıktısı	65
Şekil 3.2. NeuroSolutions'da Oluşturulan MLP Yapısı	66
Şekil 3.3. MLP'nin Genel Yapısı	67
Şekil 3.4. NeuroSolutions'da oluşturulan JEN yapısı	67
Şekil 3.5. MLP'nin genel yapısı	68
Şekil 3.6. NeuroSolutions'da oluşturulan TLRN yapısı	69
Şekil 3.7. TLRN'nin genel yapısı	69

KISALTMALAR

Kısaltmalar Açıklama

ETF	Electronic Transfer Funds
YSA	Yapay Sinir Ağları
NYSE	New York Stock Exchange
DJIA	Dow Jones Industrial Average
DJTA	Rail Average Dow Jones Transportation Average
SMA_N	N Günlük Basit Hareketli Ortalama
WMA_N	N Günlük Ağırlıklı Hareketli Ortalama
EMA_N	N Günlük Üssel Hareketli Ortalama
MACD	Hareketli Ortalamaların Yakınsaması/İraksaması
RSI_N	N Günlük Bağlı Güç Endeksi
S&P 500	Standard and Poors 500 Endeksi
MLP	Çok Katmanlı Perseptron
LVQ	Öğrenen Vektör Nicemlemesi
PDF	Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu
EGÖ	Eşlenik Gradyan Öğrenim
ÇLR	Çoğul Lineer Regresyon
CG/RI	Rasgele İklendirmeli Eşlenik Gradyan
CG/MLRI	Çoğul Lineer Regresyon İklendirmeli Eşlenik Gradyan
SD/RI	Rasgele İklendirmeli En Dik Düşüş
RAS	Rasgele Alt Uzay Sınıflandırıcısı
RBF	Radyan Taban Fonksiyonu
BSA	Bulanık Sinir Ağı
B&H	Al-ve-Tut
MLP	Çok-Katmanlı Perseptron
JEN	Jordan/Elman Ağı
TLRN	Zaman-Gecikmeli Özyineli Ağlar
MSE	En Küçük Kareler Toplamı

SEMBOL LİSTESİ

Bu çalışmada kullanılmış olan simgeler açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
N	Gün sayısı
P_N	Menkul kıymetin N. gündeki kapanış değeri
adjClose	Menkul kıymetin, temettüye göre ayarlanmış kapanış değeri
U	RSI hesabında, önceki güne göre daha yüksek değerle kapanmış gün
D	RSI hesabında, önceki güne göre daha düşük değerle kapanmış gün
$p(A B)$	B olduğu zaman A'nın olma olasılığı
$p(A)$	A'nın olma (önsel) olasılığı
ϕ	Bir yapay nöronun transfer fonksiyonu

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

Borsa, sadece serbest piyasa içinde yer alan bir yatırım amacı değil, aynı zamanda ekonominin nabzını ölçen bir göstergedir [1]. Borsa ve dolayısıyla hisse senetleri ile fonlar, uzun zamandır yatırımcılar, araştırmacılar ve bilim dünyası için çok önemli ve gizemini koruyan bir konu olmuştur. Borsa sayesinde, yatırımlarını doğru değerlendirebilenler büyük kazançlar sağlayabilmişken, çok büyük kayıplar yaşayanlar da olmuştur. Böyle büyük kazanç ve kayıplar söz konusu iken, yatırımcıların doğru tahmin yaparak, yükselecek olan hisse senedini almaları (veya elde tutmaları) ve düşecek olan hisse senetlerinden kaçınmaları (veya satmaları) borsa açısından hayati önem taşımaktadır.

Yatırımcı için yatırımını yaparken önünde iki problem vardır. Bunlardan birincisi, ne zaman, diğeri de hangi hisse senedini veya fonu alacağıdır [2]. Ancak, borsanın hem politik hem de ekonomik olaylardan etkilenmesi, bu tahmin işlemini oldukça zor hale getirmektedir. Politik ve ekonomik etkilerin kendilerini yeteri kadar önceden göstermemesinden dolayı, bu tür olaylar tahmin yapılırken yatırımcı açısından sık ve etkili bir şekilde kullanılamamaktadır. Dolayısıyla, tahmin yaparken yardımcı bir destek sistemi kullanma ihtiyacı doğmuştur.

Bu çalışmada, bir yatırım aracı olan borsa içinde yer alan ve ETF adı verilen fonlar için, teknik analiz metotları kullanarak karar destek sistemleri tasarlanmış ve bu sistemlerin başarımları kıyaslanmıştır. Bu amaçla, sistemde kullanılan her ETF'in kapanış değerleri kullanılarak teknik analiz yöntemleri kullanılmış ve bu yöntemlerle bir uzman sistem tasarlanarak ETF'lerin ertesi günkü değerleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, başarımların karşılaştırması için, teknik analiz sonuçları bir Yapay Sinir Ağı'na (YSA) girdi olarak verilmiş ve yine ertesi günü tahmin etmeye çalışan bir karar destek sistemi oluşturulmuştur.

Bölüm 2’de, literatürde yer alan borsa ve hisse senedi tahminine yönelik çalışmalar alt başlıklar altında incelenmiştir. Bölüm 3’te teknik analiz ile birlikte uygulanan uzman sistem ve YSA modelleri açıklanmıştır. Bölüm 4’te modellerin sonuçları karşılaştırılmış ve Bölüm 5’te de sonuçlarla birlikte yorumlar sunulmuştur.

BÖLÜM 2

2. LİTERATÜRDE TEKNİK ANALİZ VE YAPAY SİNİR AĞLARI İLE BORSA TAHMİNİ

2.1. Borsa

2.1.1 Borsanın Tanımı ve Ortaya Çıkışı

Borsa, kendine has kuralları ve standartları olan, serbest piyasa ekonomisi içinde yer alan ve hisse senetlerinin, emtiaların (ticari malların) ve başka enstrümanların ticaretinin yapıldığı yerdir. Borsa, tamamı risk üzerine kurulu bir yatırım aracıdır ve aynı zamanda ekonomik durumun nabzını ölçen en önemli göstergelerden biridir [1]. Sermaye Borsaları, değerli evrakların (menkul kıymetlerin) ticaretinin yapıldığı kurumsal piyasalardır. Hisse senedi, bono ve tahviller genellikle menkul kıymetler borsalarının içerisinde ticareti yapıldığı halde, döviz ticareti için döviz borsaları (foreign exchange market) veya mal ticareti için emtia borsaları (commodity exchange) vardır.

11. yüzyıldan beri var olduğu bilinen borsanın ilk ortaya çıkış tarihi kesin olarak bilinemesi de, resmi olarak kuruluşunun 1700lü yılların sonuna doğru olduğu tahmin edilmektedir. New York Stock Exchange (NYSE) olarak da bilinen Amerikan borsası, 24 büyük tüccarın bir araya gelmesiyle, 1792de kurulmuştur. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) olarak bilinen Türkiye borsası ise konjektürel gelişmeler sonucu, hisse senetlerinin ticaretinin düzenlenmesi ve standartlaştırılması amacıyla 1986 yılında İstanbul'da faaliyete geçmiştir. İlk zamanlarda az sayıda şirket, düşük işlem hacmi ve Türk ekonomisine endeksli hareket eden İMKB, günümüzde Hisse Senetleri Piyasası'nda 330'dan fazla şirketin hisse senedi, Tahvil ve Bono Piyasası'nda ise devlet tahvili ve hazine bonolarının yoğun olarak işlem gördüğü bir borsa haline gelmiştir [3].

2.1.2. Borsada İşlem Yapanlar ve Borsanın Önemi

Borsanın ilk kurulduğu yıllarda, zengin işadamları ve uzun bir geçmişe sahip soylu kişiler borsa içinde alıcı ve satıcı rollerini üstlenmelerine rağmen zaman içinde borsalar daha çok endüstrileşmiştir. Kurumsal yatırımcıların artması ile birlikte borsa operasyonlarında da gelişmeler kaydedilmiştir. Dolayısıyla, kişisel yatırımcılar ile birlikte kurumsal yatırımcılar borsa içinde beraber yer almaktadır.

Borsa, kişiler ve firmalar açısından, paralarını arttırmak için en önemli araçlardan biridir. Borsa sayesinde şirketler kendi hisse senetlerini satarak ek sermaye elde edebilirler. Ayrıca borsa içinde işlem yapmanın likiditesinin yüksek olmasından dolayı yatırımcılar kolay ve hızlı bir şekilde menkul kıymetlerini satabilmektedirler. Bu durum, gayrimenkul alım-satımı gibi likiditesi az olan yatırım araçlarına göre borsayı daha çekici kılmaktadır.

Tarih boyunca gözlemlenmiştir ki, hisse senetlerinin fiyatları, ekonomik aktivite dinamiklerinin önemli bir parçasıdır. Ayrıca bu fiyatlar sosyal durumu etkileyen veya gösteren bir göstergedir. Örneğin yükselen bir hisse fiyatı, yatırım ve/veya artan iş hacmiyle ilişkilendirilebilmektedir. Bununla birlikte, hisse fiyatları bir ailenin servetini ve harcamalarını da etkileyebilmektedir. Dolayısıyla, borsaların kontrolünü sağlamak görevi, finansal dengeyi sağlamakla görevli merkez bankalarınınındır.

Borsa dinamiklerinin düzgün bir şekilde işlemesiyle ortaya çıkan düşük maliyet ve kuruluş riskleri, sadece mal ve servis üretimini değil, aynı zamanda işsizliği de olumlu olarak etkilemektedir. Bu yüzden, iyi çalışan bir finansal sistem toplum içindeki refahı da yükseltmektedir.

2.1.3. Yatırım Stratejileri

Borsayla ilgili cevabı bilinmek istenen en önemli soru yatırımın nasıl yapılacağıdır. Bu sorunun cevabına yönelik olarak birçok yaklaşım olmasına rağmen, en temel iki yöntem, temel analiz ve teknik analizdir. Temel analiz, şirketleri finansal durumlarına göre analiz ederken, teknik analiz ise finansal durumları göz ardı ederek,

kantitatif teknikler ve çizelgeler yardımı ile trendleri tahmin etmek üzere, piyasa içindeki fiyat hareketlerini incelemektedir.

Bu tekniklere ek olarak, birçok kişi indeks metodunu da kullanmaktadır. Bu metodun temel amacı, çeşitliliği en yükseğe çıkarmak, fazla alış-verişten doğacak vergilendirmeyi en aza indirmek ve borsanın genel trendine ayak uydurmaktır.

2.2. Exchange Traded Funds (ETF)

2.2.1. ETF'lerin tanımı

En basit anlamıyla ETF'ler; menkul kıymetler borsalarında aynen bir hisse senedi gibi alınıp satılabilen, yani işlem gören, fonlardır. ETF'ler, yatırım fonlarının tüm avantajlarını içinde barındıran ve hisse senedi kadar esnek bir yatırım aracıdır. ETF'ler, özellikle 2000 yılından itibaren A.B.D'de hızla yaygınlaşmaya başlayan bir fon türüdür ve gelişmiş ülkelerin sermaye piyasalarında alternatif bir yatırım aracı olarak ortaya çıkmıştır. ETF'ler 1996–1997 yıllarında A.B.D'de geliştirilerek piyasaya sürülmüş ve 1998de küçük hacimli olmalarına rağmen 2004 yılında sadece Amerika'daki hacimleri 150 milyar doları geçmiştir. Gelişmiş ülkelerin piyasalarında büyük bir hızla yayılan ETF'ler yanında yine A.B.D.'de bulunan 'Uluslararası ETF'adı altındaki ETF'ler, uluslararası hisse senedi endekslerini temel alan ETF türlerini kapsamaktadırlar.

2.2.2. ETF'lerin Özellikleri

En basit anlamıyla ETF'ler; adından da anlaşılacağı üzere, menkul kıymetler borsalarında aynen bir hisse senedi gibi alınıp satılabilen, yani işlem gören, fonlardır. ETF'ler, yatırım fonu, yatırım ortaklığı ve bir hisse senedinin özelliklerinin bir araya gelmesi şeklinde de düşünülebilir. Bu özelliklerinden dolayı, doğdukları yer olan A.B.D. piyasalarında özellikle vergi ve yönetim masrafları açısından belli avantajları vardır ancak aynı zamanda da komisyonlar açısından da bazı dezavantajları bulunmaktadır.

Temel olarak ETF'lerin özellikleri şöyledir:

- Borsada gerçek zamanlı işlem görürler
- Endeksleri baz almak suretiyle uzun vadede daha verimli yönetilirler
- Ödünç işlemlerine ve açığa satışa konu olabilirler
- Kredili alım işlemlerine konu olabilirler
- Future sözleşmeleri bulunmayan endekslere yatırım yapmak için kullanılabilirler

En önemli özellik ve yenilik olarak, yeni hisse ihracı ve geri alımı 'ayni' olarak gerçekleşir ve böylece vergi avantajı yaratılarak arbitraj mekanizması kurulabilir [4]. Fonların alım-satımı hisse senetleri kadar kolaydır. Ancak bu fonlar içinde birden fazla hisse senedine yatırım yapıldığından, riskleri hisse senetleri kadar çok değildir. Ayrıca, spekülasyonlara karşı daha dayanıklı olduklarından ekonomik olaylara dirençleri hisse senetlerine göre daha fazladır. Dolayısıyla, istatistikî veriler kullanan teknik analiz ve YSA gibi yöntemlerle çalışan analistler için hisse senetlerinden daha tutarlı sonuçlar vermektedirler.

2.3. Teknik Analiz

2.3.1 Dow Teorisi

Borsa hareketleri, dağınık olmaktan ziyade, belli bir trendi izler. Piyasada satmaktan ziyade almak isteyen olduğu sürece, borsanın trendi yukarı doğru, almaktan çok satmak isteyen olduğu sürece de borsanın trendi aşağı doğru olur. Burada önemli olan, alıcıların veya satıcıların neden daha fazla/az olduklarını araştırmak değil, durumun böyle olduğunu bilip, yatırımcının kendini bu duruma göre ayarlayabilmesidir [2]. Bu durumda, mevcut trendi trend çizgisi kullanarak belirledikten sonra yatırımcı, ya mevcut trend kırılıncaya kadar işlem yapar, ya da trendin kırılmasını bekler ve trend kırıldıktan sonra oluşan yeni trende göre işlem yapar.

Trend çizgileri, grafikteki iki veya daha fazla uç nokta birleştirilerek gösterilir. Yükselen trendler iki veya daha fazla dip noktanın birleştirilmesi ile çizilir ve destek seviyelerini gösterir. Alçalan trendler ise, iki veya daha fazla tepe noktası birleştirilerek çizilir ve direnç seviyelerini gösterir. Bir trend oluşunca piyasada, trend çizgisi kırılıncaya kadar geçerli olacak bir konsensüs oluşmuş demektir.



Şekil 2.1. – Yükselen ve Alçalan Trend [5]

Trendlerin yatırım yaparkenki önemi; içgüdüsel kararları (satma vakti geldiğini düşünüyorum), analitik kararlardan (yükselen trend kırılıncaya kadar bekleyeceğim) ayırmaya yardımcı olmasıdır. Ayrıca daima piyasanın doğru tarafında durulmasını sağlamasıdır.

Ekonomi tarihinde önemli bir yere sahip olan ve modern Teknik Analizin atası olarak nitelendirilen Charles Dow'un Dow Teorisinin temel prensiplerinin en önemlisi, hisse senedi fiyatlarının bir trendinin olmasıdır [6]. Aynı zamanda kurucusu olduğu The Wall Street Journal gazetesinde 1900 – 1902 yılları arasında yayınlanan makalelerinden derlenerek ortaya çıkarılan Dow Teorisi, teknik analiz

metotlarının en eskisi ve hakkında en çok araştırma yayını yapılmış olanıdır. Teorinin amacı, hisse senedi piyasasının yönünü (trendini), genel iş dünyasının gidişatı ile ilişkilendirmek, kısa vadeli fiyat hareketlerini göz ardı ederek hisse senedi piyasasının genel yönünü tahmin etmeye çalışmak ve bu sayede belirlenen trendin doğru zamanda doğru tarafında yer alabilmektir [7]. Dow Teorisi'nin 6 önemli başlığı vardır. Bu başlıklar aşağıda listelenmiş ve ardından da detayları incelenmiştir [8]:

- Ortalamalar (endeksler) her şeyi anlatır:
 - Piyasada ana, ikincil ve küçük olmak üzere 3 değişik trend vardır
 - Ana trendler 3 aşamadan oluşmaktadır
 - Endeksler birbirini doğrulamalıdır
 - İşlem hacmi (volume) trendi doğrulamalıdır
 - Kesin bir dönüş sinyaline kadar trend aynı kalır.
- **Ortalamlar (endeksler) her şeyi anlatır:** Bir hisse senedinin fiyatı, o hisse hakkındaki anlık veya potansiyel tüm duygu, yargı ve haberleri yansıtmaktadır.
 - **Piyasada ana, ikincil ve küçük olmak üzere 3 değişik trend vardır:** Yükselen (boğa) veya düşen (ayı) piyasa trendini gösteren ana trend, bir yıldan birkaç yıla kadar süren bir dönem içerisinde gözlemlenebilmektedir. Yükselen bir piyasadaki önemli düşüşler veya düşen bir piyasadaki önemli yükselişler olarak gerçekleşen ikincil trendler bir aydan birkaç aya kadar sürmektedir. Bir günden üç haftaya kadar süren küçük trend kısa vadeli olduğundan ve manipülasyonlara maruz kalabileceğinden uzun vadeli yatırımcıları yanlış yönlendirebilirler.
 - **Ana trendler 3 aşamadan oluşmaktadır:** En önemli piyasa hareketi olarak nitelendirilen ve hem düşüş hem de yükseliş yönünde gerçekleşebilen ana trend, bir yıldan birkaç yıla kadar sürmektedir. Ana trendin gelişimi ve sonuçlanması üç aşamadan oluşmaktadır. Yükselen trendde, birinci aşama bilinçli yatırımcıların ekonomik iyileşme ve uzun vadeli büyüme beklentilerinden kaynaklanan yoğun

alımları ile başlamaktadır. İkinci aşamada genel ekonomik koşullarda düzelme ve şirket karlarında artışlar görüldükçe piyasadaki diğer yatırımcılar da alıma başlarlar. Üçüncü ve son aşamada ekonomik koşullar oldukça iyi görünmekte ve şirket karlılıkları rekor düzeylerde gerçekleşmektedir. Bu olumlu piyasa şartlarında, karamsar yatırımcılar da dâhil olmak üzere herkes fiyatların daha da yükseleceği düşüncesi ile daha çok hisse senedi almaya başlar. Bu aşamada bilinçli yatırımcılar devreye girerler ve düşüş beklentileri olduğu için ilk aşamada satın almış oldukları hisse senetlerini satmaya başlarlar, yani karlarını realize eder ve olası düşümlere karşılık önlem almaya başlarlar. Düşen trendde ise, bilinçli yatırımcıların düşüş trendi beklentileri ve karlarını realize etmek amacıyla ellerindeki hisse senetlerini satmaları ile başlamaktadır. Fiyatlar bu aşamada düşmeye başlar. İkinci aşamada ekonomik koşullar kötüye gitmeye başlar ve şirket karlılıklarında önemli düşüşler görülür. Buna aşırı arz nedeniyle hisse senedi fiyatlarındaki düşüş de eklenince daha çok sayıda yatırımcı satışa başlar. Son aşamada da kötü piyasa haberleri yayılmaya başlar ve yatırımcılar hisse senetlerinin gerçek değerini göz önüne dahi almadan panik bir şekilde satmaya devam ederler. Düşüş trendi sona erdikten sonra durgunluktaki iyileşme beklentileri ile birlikte bilinçli yatırımcılar tekrar yoğun hisse senedi alımlarına başlarlar ve böylece yeni bir yükseliş trendine girilir.

- **Endeksler birbirini doğrulamalıdır:** Dow Jones Industrial Average (DJIA) ve Rail Average Dow Jones Transportation Average (DJTA) endeksleri trenddeki bir değişimi işaret edebilmek için aynı yönde hareket etmek zorundadır. Her iki trend de bir önceki tepe değerinden daha fazla yükselerek düşüş trendinin bittiğini veya bir önceki en düşük seviyeden daha aşağı düşerek yükseliş trendinin sona erdiğini onaylamalıdır
- **İşlem hacmi (volume) trendi doğrulamalıdır:** Dow Teorisi hisse senedi fiyat hareketleri üzerine kurulmuştur. Fiyat hareketlerinin yetersiz kaldığı belirsizlik durumlarında işlem hacmi verilerinden faydalanılmaktadır. İşlem Hacmi grafiği ana trend doğrultusunda hareket etmelidir. Fiyat artarken işlem hacmi zayıf kalıyorsa veya fiyat düşerken işlem hacmi artıyorsa süregelen trendde bir değişim olacağı söylenebilir.

- **Kesin bir dönüş sinyaline kadar trend aynı kalır:** Bir yükseliş trendinin sona ermesi için en azından bir kez yeni fiyatın eskisinden düşük olması gerekmektedir (düşüş trendi için de tersi durum söz konusudur). Ayrıca iki endeksten sadece bir tanesindeki kesin dönüş tek başına yeterli değildir, diğer endeks tarafından da bu dönüşün onaylanması gerektiği unutulmamalıdır. Bir ana trend için hem DJIA hem de DJTA tarafından düşüş sinyali verilirse yeni trenddeki düzensizlikler daha büyük oranlarda gerçekleşir. Bununla birlikte bir trend ne kadar uzun sürerse o trenddeki düzensizlikler gittikçe azalış gösterir.

Hisse senetleri ile para kazanmanın başlangıç noktası pazarın hangi yolla çıkış yaşadığını bilmektir. Kişilerin çoğunun piyasada doğru zamanlamanın yapılamayacağını söylemesine karşın; gerçek, çoğu yatırımcının doğru zamanı yakalayamadığıdır. Dow Teorisi ise 1900lü yılların başından beri doğru sonuçlar vermektedir. Bunun da sebebi, televizyon ve radyolarda sıkça bahsedilen küçük, günlük veya haftalık dalgalanmaları değil, uzun dönemli trendleri ölçmekte olmasıdır. Örnek vermek gerekirse, 1900 ve 2000 yılları arasında piyasadaki uzun dönem trend 27 defa yön değiştirmiş ve Dow Teorisi bu değişimlerin 25 tanesini doğru olarak tahmin etmiştir. Diğer bir ifade ile Dow Teorisi, zaman tahmininde %92,6 başarılı olmuştur [9].

2.3.2. Teknik Analizin Tanımı

Teknik analiz, genel olarak trend üzerine kurulmuş olan, firma değerleri ve ekonomik şartlarla hiçbir şekilde ilgilenmeyen, sadece borsanın fiyat hareketlerini göz önünde bulunduran bir karar destek mekanizmasıdır [10]. Teknik analiz, birçok yöntem kullanmasına rağmen, sadece borsadaki arz-ve-talep dengelerini inceleyerek trendin yönünü tespit etmeye çalışır. Bir başka deyişle, piyasanın kendisini inceleyerek piyasa içindeki duyguları anlamaya çalışır [13].

Teknik analiz, işlem hacmi ve geçmiş kapanış değerleri gibi, piyasa tarafından oluşturulmuş geçmiş istatistikî verileri analiz ederek menkul kıymetleri inceleyen bir metottur. Teknik analizci, bir menkul kıymetin gerçek değerini ölçmeye çalışmaz;

bunun yerine, örüntüleri tespit edebilmek ve gelecekle ilgili bir tahminde bulunabilmek için çizelge ve başka araçları kullanır [14], [15]. Teknik analizin en önemli avantajlarından biri de, sadece hisse senetleri için değil, geçmiş verileri bulunan (ETF'ler gibi) tüm menkul kıymetler için uygulanabilir olmasıdır [16].

Teknik analizin 3 temel prensibi vardır [11]:

- **Teknik analiz, finansal verilerle ilgilenmez:** Teknik analize yapılan en büyük eleştiri, borsada yer alan şirketlerin temel verilerini göz ardı ederek sadece fiyat hareketlerini incelemesidir. Ancak teknik analize göre, herhangi bir zamandaki bir hisse senedinin (veya ETF'in) fiyatı, o hisse senedinin ait olduğu şirketin temel verileri de dâhil olmak üzere, şirketi etkileyebilecek tüm faktörleri yansıtır. Teknik analistlere göre şirketlerin temel verileriyle birlikte daha geniş anlamdaki ekonomik veriler ve market psikolojisi, hisse senedi içinde fiyatlandırılmıştır ve bunların ayrıca hesaplanıp karar sistemine eklenmesine gerek yoktur. Bu durum teknik analizin, sadece borsa içindeki herhangi bir hisse senedine olan arz ve talebin incelenmesiyle ortaya çıkan fiyat hareketlerini incelemesi demektir.
- **Hisse senetleri yönsel olarak, bir trende göre hareket ederler:** Dow Teorisi'nde olduğu gibi, teknik analizciler de fiyat hareketlerinin trendler halinde ilerlediğine inanır. Bu durum, belli bir trend oluşuktan sonra, fiyatların trendin karşı yönünde olmasından ziyade, çok daha yüksek ihtimalle, aynı yönde olacağını göstermektedir. Çoğu teknik analist de bu stratejiyi baz almaktadır.
- **Tarih tekerrürden ibarettir:** Teknik analizde yer alan bir başka temel prensip, daha çok fiyat hareketlerinde olmak üzere, tarihin kendini tekrar ettiği'dir. Fiyat hareketlerinin tekrar eden doğasının temelinde market psikolojisi yer alır. Bir başka deyişle, piyasa içinde yer alanlar zaman içerisinde benzer market olaylarına aynı tepkiyi vermektedirler. Teknik analiz

de, piyasa hareketlerini analiz etmek ve trendleri öğrenmek için çizelge örüntülerini inceler. Bu çizelgelerin birçoğu 100 yıldan fazla süredir var olmalarına rağmen hala kullanılmalarının sebebi, fiyat hareketleri içinde yer alan ve kendilerini tekrar eden örüntüleri göstermesindedir.

2.3.2. Teknik Analiz - Temel Analiz

Temel ve teknik analiz, finansal piyasaların 2 ana unsuru olarak kabul edilmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, teknik analiz firmaların fiyat hareketlerine bakarak bu istatistikî verileri kullanırken, temel analiz firmaların ekonomi faktörlerini incelemektedir.

2.3.2.1 Teknik Analiz ile Temel Analiz Arasındaki Farklar

Temel ve teknik analiz arasındaki en temel fark, bir teknik analistin teknik analizde çizelgeleri kullanırken, temel analizde ise firmanın finansal durumunu kontrol etmesidir.

Bir temel analizci, bir şirketin bilânçosu ile nakit akış ve gelir durumuna bakarak o şirketin değerini kestirmeye çalışır. Finansal olarak bakıldığında analizci aslında o şirketin gerçek değerini anlamaya çalışmaktadır. Bu yaklaşımda, yatırım kararları gayet kolaydır; eğer bir menkul kıymetin hisse değeri gerçek değerinin altında ise bu iyi bir yatırımdır, çünkü o analizci hisse senedinin değerinin yükseleceğini düşünmektedir. Buna karşılık teknik analizciler, yatırımcılar, hisse senedinin değeri içinde şirketin değerinin yer aldığını düşündüklerinden, bilânço ve gelir tablosu gibi verilerle uğraşma gereği duymazlar. Bunun yerine, çizelgeleri incelemeyi tercih ederler.

Temel ve teknik analizcilerin kullandıkları zaman diliminde de ciddi farklılıklar olmaktadır. Bir temel analizci teknik analizciye göre daha uzun süre firmaların finansal durumunu incelemelidir. Oysa teknik analiz, bir hafta, bir gün hatta bir saat içinde uygulanabilmektedir. İki yaklaşım arasındaki bu zaman farkı, kullandıkları

yatırım stratejilerinin bir sonucudur. Bir firmanın piyasa içindeki gerçek değerini yansıtması yıllar alabilir. Dolayısıyla, o firmanın hisse senedi gerçek değerine ulaşana kadar gerçek bir kazanç söz konusu değildir. Bu tür bir yatırıma “değer yatırımı” denilmektedir ve bu yatırıma göre kısa-dönemde hisse gerçek değerini yansıtmamaktadır ve zaman içerisinde olması gereken noktaya ulaşacaktır. Tabii bu uzun-zaman dilimi, genelde yıllar olarak sonuçlanmaktadır. Ayrıca unutulmamalıdır ki finansal veriler şirketler tarafından 3, 4, 6 ve 12 ay gibi uzun dönemler sonunda verilmektedir. Bu da temel analizcinin işini çok zorlaştırmaktadır.

Temel ve teknik analizin doğaları gereği zaman yönünden farklı olmalarının dışında, iki yaklaşımda hisse senedi alımları da farklı anlamlar taşımaktadır. Genel olarak söylenebilir ki, teknik analiz ticaret, temel analiz de yatırım amaçlıdır. Yatırımcılar değeri yükselebilecek olan varlıkları almayı, tüccarlar ise daha yüksek fiyatla başkasına satabileceklerine inandıkları varlıkları almayı tercih ederler. Bir ticaret ve yatırım arasındaki fark çok belirgin olmasa da, iki yaklaşım için bir farklılık ifade etmektedir.

Temel ve teknik analizi kullananlar haricinde bu iki yaklaşıma eleştiriler de olmaktadır. Aslına bakılırsa, teknik analiz son 10 yıl içinde popüler hale gelmiştir. Yatırımcıların çoğu eskiden temel analiz kullanıyor olsa da artık onlar kadar teknik analiz de kullanan yatırımcılar mevcuttur.

Teknik analize yapılan en önemli eleştiri etkin market hipotezine dayanmaktadır. Bu hipoteze göre piyasa fiyatı her zaman gerçek fiyattır ve geçmişte yaşanmış olan ticari olaylar geçmişte kalmıştır. Dolayısıyla, geçmiş verilere bakılarak gerçeğinden daha düşük değerlendirilmiş menkul kıymet bulmak neredeyse imkânsızdır. Bu hipotezin 3 ayrı versiyonu vardır. Birinci versiyonda, tüm geçmiş fiyat bilgileri geçmişte kaldığından teknik analiz ile gelecek değer tahmini yapmak imkânsızdır. İkinci versiyonda ise, temel analiz de zayıflamakta yatırım yapabilecek alan bulmak güçleşmektedir. Üçüncü ve son versiyona göre ise bir piyasa ile ilgili tüm bilgiler, menkul kıymetin değeri içinde gizli olduğundan hem temel analiz hem de teknik analiz gerçek bir fayda sağlayamamaktadır. Hangi versiyonun gerçekten doğru

olduğu bilinmediğinden, analizcinin kendi tecrubesine göre herhangi bir modeli benimseyip o modele göre yatırım yapması gerekir.

Her ne kadar teknik ve temel analiz iki ayrı kutup gibi gorunse de, iki modeli birleştirebilen yatırımcılar büyük başarılar elde etmişlerdir. Örneğin, bazı temel analizciler teknik analizi, duşuk değerlenmiş bir menkul kıymetin alınabilecek en doğru zamanını belirlemede kullanmaktadırlar. Bu durum çoğunlukla, fazla-satım yapıldığı zaman gerçekleşmektedir; dolayısıyla, doğru zamanlamayla yapılan bir yatırım çok büyük kazançlar sağlayabilmektedir.

Alternatif olarak teknik analizciler de, teknik bir sinyalin geçerliliğini güçlendirmek adına temel analizi kullanmaktadırlar. Örneğin teknik analizde bir sat sinyali geldiğinde, analizci finansal verileri kontrol ederek risk oranını azaltabilmektedir. Çoğu zaman, her iki yaklaşımı bir arada kullanmak en iyi sonucu vermektedir.

Her ne kadar 2 yaklaşımın birleştirilmesinden hoşnut olmayıp sadece bir yaklaşımı benimseyen analizciler olsa da, en azından iki yaklaşımı da doğru anlamının kişiye çok faydası olacaktır.

2.3.4. Teknik Analizde İşlem Hacminin nemi

Teknik analiz için, bir menkul kıymetin fiyatı en önemli ge iken, işlem hacmi de fiyattan sonra gelen ve büyük önem taşıyan bir etmendir. İşlem hacmi, genelde 1 gün olmak üzere, belirli bir süre içinde alınıp satılan hisse senedi veya kontrat miktarıdır. Bir işlem hacmi ne kadar yüksek olursa, o menkul kıymet de o kadar aktiftir. İşlem hacminin aşağı ya da yukarı hareketini görebilmek için, genelde bir çizelgenin alt kısmında yer alan işlem hacmi çubuklarına bakılır. Bu ubuklar, her bir zaman aralığında ne kadar hisse senedinin alım-satımının yapıldığını ve fiyat hareketlerinde de olduğu gibi işlem hacmindeki trendleri gösterir [17].

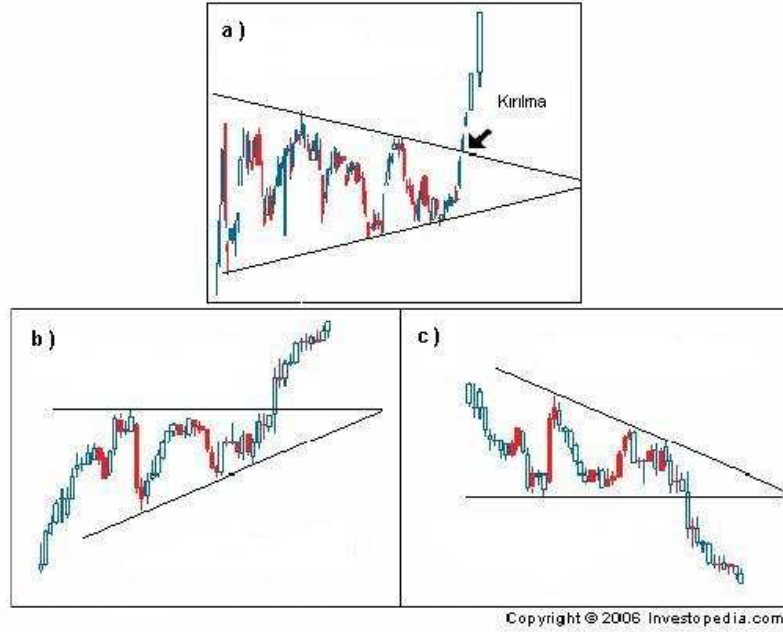
İşlem hacminin önemi, fiyat hareketlerinden öngörülen trendleri ve izelge örüntülerini doğrulamaktır. Aşağı ya da yukarı yönde, göreceli olarak daha yüksek

hacimli bir fiyat hareketi, yine göreceli olarak düşük hacimli bir hareketten daha güçlü, daha anlamlı bir hareket olarak yorumlanır. Dolayısıyla, eğer fiyat hareketlerinde yüksek oranda bir değişim söz konusu ise, bu durum işlem hacminden de kontrol edilip aynı değişimin söz konusu olup olmadığı gözlemlenmelidir [18]. Örneğin, bir hisse senedinin uzun bir aşağı yönlü trendden sonra yüzde 5lik oranda bir yükselme yaşadığı varsayılırsa, bu durum ters yönde bir trende mi işaret etmektedir? Bu önemli sorunun cevabı, işlem hacminde yatmaktadır. Eğer, o günkü işlem hacmi, ortalama işlem hacmine göre daha yüksekse, bu durum büyük bir ihtimalle yükselen trende işaret etmektedir. Aksi takdirde, yani düşük bir işlem hacmi söz konusu ise, ters yönlü bir trend söz konusu olmayabilir.

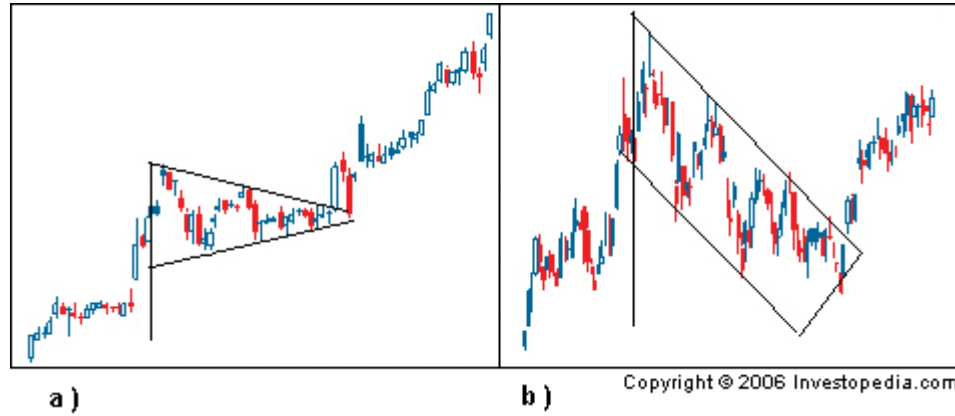
Şu durum unutulmamalıdır ki, işlem hacmi trend ile birlikte hareket etmelidir. Eğer fiyatlar yukarı yönlü bir trende göre hareket ediyorsa, işlem hacmi de yüksek olmalıdır. Eğer fiyatlar ve işlem hacmi arasındaki böyle bir ilişki kaybolmaya başlıyorsa, bu durum genellikle trenddeki bir zayıflamaya işaret eder. Örneğin, yükselen trendde olan bir hisse senedinin yükselen günlerdeki işlem hacimleri genelde düşük seviyedeysen, bu durum trendin giderek zayıfladığını ve yakında sona ereceğine işaret etmektedir [18].

İşlem hacminin bir başka kullanım alanı ise çizelgelerdeki örüntüleri teyit etmesidir. Baş ve omuzlar, üçgen ve bayrak biçimleri ve tepe ve dip gibi örüntüler, işlem hacmi sayesinde teyit edilebilirler. Çoğu örüntüde, teknik analiste o çizelgenin ne anlam taşıdığını gösteren birçok önemli eksensel nokta yer almaktadır. Temel olarak, eğer işlem hacmi örüntülerdeki bu noktaları desteklemiyorsa, örüntünün işaret ettiği hareketin kalitesi göreceli olarak zayıflar [19].

Omuz-Baş-Omuz, Ters Omuz-Baş-Omuz, Üçgen, Bayrak ve Flama Formasyonları aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir:



Şekil 2.3. Üçgen Formasyonları a) Simetrik Üçgen b) Yükselen Üçgen c) Alçalan Üçgen



Şekil 2.4. Bayrak ve Flama Formasyonları a) Flama b) Bayrak

Teknik analizde yer alan bir başka öngörü de fiyat hareketlerinin işlem hacmini takip ettiğidir. İşlem hacmi, analistler tarafından, gelecek olabilen trend değişimleri hakkında fikir sahibi olabilmek için, yakinen takip edilmektedirler. Örneğin, yükselen bir trendde düşen işlem hacmi bu trendin yakında biteceğinin bir sinyalidir.

2.3.5. Teknik Analiz Göstergeleri

Teknik analizde kullanılacak çok sayıda gösterge yer almaktadır. Bu bölümde, en yaygın olan ve bu çalışmada kullanılan göstergeler açıklanacaktır.

Çoğu çizelge örüntüsü fiyat hareketlerine yönelik olarak birçok değişik varyasyon sunar. Dolayısıyla bu durum, analistler açısından menkul kıymetin genel trendini anlamaya çalışırken engel teşkil etmektedir. Teknik analizin zaman serisi analizine dayanmasından dolayı sonuçlar aynı olmasına rağmen, analistlerin yorumları birbirinden farklı olabilmektedir [12]. Bu durumda yapılabilecek en basit yöntem, hareketli ortalamalar tekniklerini kullanmaktır.

2.3.5.1. Hareketli Ortalamalar

Trend çizgileri ve trendin yönünü belirlemede kullanılan temel göstergelerdir. Hareketli ortalamalar sonuçları hemen hemen aynı vermesine rağmen, yoruma açıktır. Her analist incelediği örüntüden kendi birikimi ölçüsünde yorum yapar.

Hareketli ortalamalar anlaşılması en kolay göstergelerdir. Fiyatların gidişatının daha rahat görülmesini sağlar ve geçmiş trendi kullanarak trendin şimdiki halini ve değişime geçmeye başladığı noktalara işaret eder. Hareketli ortalamalar, piyasanın kısa, orta ve uzun vadede gidişatının görülmesini sağlar. Hangi ortalamanın veya ortalamaların seçileceği tamamen analiste bağlıdır. Analistler genellikle, kısa ve uzun vadede yönü görüp yönde kalmak ve trendin değiştiği yerleri görebilmek için 3 veya 4 hareketli ortalamayı birlikte kullanırlar. Temel olarak 3 hareketli ortalama vardır ve sadece ortalamaya giren değerlerin ağırlıkları farklılık gösterir.

2.3.5.1.1. Basit Hareketli Ortalama (Simple Moving Average – SMA)

En sık kullanılan hareketli ortalama türü olan SMA, bir menkul kıymetin belli bir zaman dilimi içindeki ortalama fiyatıdır. Kaç günlük hareketli ortalama hesaplanmak isteniyorsa, menkul kıymetin o kadar günlük değeri toplanır ve yine o sayıya bölünür. Örneğin, 50 günlük SMA hesaplanmak isteniyorsa, menkul kıymetin 50 günlük kapanış değerleri toplanır ve 50ye bölünür. SMA, Basit ortalama olarak hesaplandığından, ortalama içinde yer alan her noktanın eşit ağırlığı vardır. Günler ilerledikçe, en eski fiyat toplamdan düşer ve yeni gelen günün fiyatı toplama eklenerek yeni ortalama bulunur. Hisse senedinin ortalama değeri hesaplanarak, fiyat

hareketleri daha belirgin hale getirilmek hedeflenmiştir [19]. Basit hareketli ortalama şu şekilde hesaplanır:

$$SMA = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_N}{N} \quad (2.1)$$

Aşağıdaki figürde görüldüğü üzere SMA'deki hesaplanan gün değeri ne kadar fazla olursa, SMA çizgisi fiyat değişimlerine karşı o kadar az hassas olur. Dolayısıyla ortalama gününü arttırmak, uzun dönemdeki trendin gücünü ölçebilmek için uygulanabilecek en iyi yöntemlerden biridir.



Şekil 2.5. SMA15 ve SMA50

SMA'e karşı yapılan en önemli eleştiri, ortalama içindeki tüm günlerin eşit ağırlıkta olmasıdır. Genel kanı ise, son günlerin ağırlığının daha fazla olması gerektiği yönündedir. Bu durum, yeni hareketli ortalamaların ortaya çıkmasına yol açmıştır.

2.3.5.1.2. Ağırlıklı Hareketli Ortalama (Weighted Moving Average – WMA)

Eşdeğer ağırlık kullanımını engellemek amacıyla bulunan WMA, en az kullanılan hareketli ortalama türüdür. WMA, belli bir zaman dilimindeki tüm kapanış değerlerinin, bu değerlerin pozisyonları ile çarpılıp, toplam zaman dilimine bölünerek hesaplanır. Örneğin 5 günlük WMA hesabında, bugünün kapanış değeri 5

ile çarpılarak, dünün kapanış değeri 4 ile çarpılarak ve kalan günler de 5. güne gelene kadar benzer sayılar ile çarpılarak toplanır. Daha sonra da bu toplam, çarpanların toplamına bölünür.

WMA şu şekilde hesaplanır:

$$WMA = \frac{NP_N + (N-1)P_{(N-1)} + \dots + P_1}{N + (N-1) + \dots + 1} \quad (2.2)$$

WMA, üssel hareketli ortalamanın tercih edilmesinden dolayı, en az kullanılan, pek tercih edilmeyen bir hareketli ortalama yöntemidir.

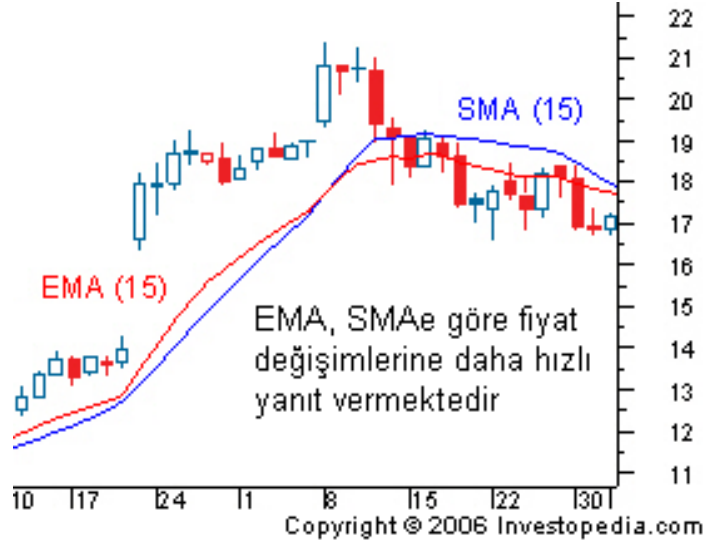
2.3.5.1.3. Üssel Hareketli Ortalama (Exponential Moving Average – EMA)

Bu hareketli ortalama çeşidi, son günlere daha fazla ağırlık vermek için bir yumuşatma faktörü kullanır ve WMA'ya göre daha etkilidir. EMA ile ilgili bilinmesi gereken en önemli konu fiyattaki yeni bilgilere, SMA'ye göre daha duyarlı olmasıdır. EMA hesabında, eğer ilk günün EMA değeri bilinmiyorsa, ilk gün için SMA kullanılabilir.

EMA, şu şekilde hesaplanır:

$$\alpha = \frac{2}{(N + 1)} \text{ iken;} \\ EMA_{bugün} = EMA_{dün} + \alpha \times (KapanisFiyati_{bugün} - EMA_{dün}) \quad (2.3)$$

Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi, 15günlük EMA, 15günlük SMA'e göre daha hızlı yükselmekte ve daha hızlı düşmektedir. Bu ufak detay çok önemli gibi görünmese de, kazançları etkileyebildiğinden farkında olunması gereken önemli bir faktördür.



Şekil 2.6. EMA15 ve SMA15

2.3.5.1.4. Hareketli Ortalamaların Yorumlanması

Tüm hareketli ortalama teknikleri aynı şekilde yorumlanır. En yaygın olarak kullanılan hareketli ortalamalar 5, 10, 20, 50 ve 100 günlüktür. Süre ne kadar kısa seçilirse gösterge o kadar hassastır ve o kadar çabuk tepki verir. Süre ne kadar uzunsa gösterge o kadar yumuşaktır. Dolayısıyla genellikle teknik analistler, hareketli ortalamaları birlikte kullanmayı tercih ederler.

Hareketli otalamalar, fiyat grafikleri ile birlikte çizilirler. Fiyat, hareketli ortalama değerinin üzerinde kaldığı sürece hisse senedi elde tutulur. Hareketli ortalama, fiyat grafiğinin üzerinde kaldığı sürece o hisse senedi alınmaz. Alçalan trendin başlangıcında fiyat grafiğini keserek “Sat” uyarısı verir. Yükselen trendde ise “Al” uyarısı verir. Al/Sat uyarılarının kesinleşmesi için, yani Al/Sat sinyaline dönüşmesi için, yükselen trendde hareketli ortalamanın fiyat grafiğinin %5 altında kalması, alçalan trendde ise %5 üzerine çıkması gerekir. Yatay fiyat trendinde hareketli ortalama ile fiyat grafiğinin kesişmesi Al/Sat uyarısı olarak kabul edilmez. Ortalamanın hesaplandığı gün sayısı kısa vade için 5–15, orta vade için 16–30, uzun vade ise 31–50 gündür.

2.3.5.2. Hareketli Ortalamaların Yakınsaması/İraksaması (Moving Average Convergence/Divergence – MACD)

2.3.5.2.1. MACD'nin Tanımı ve Hesaplanması

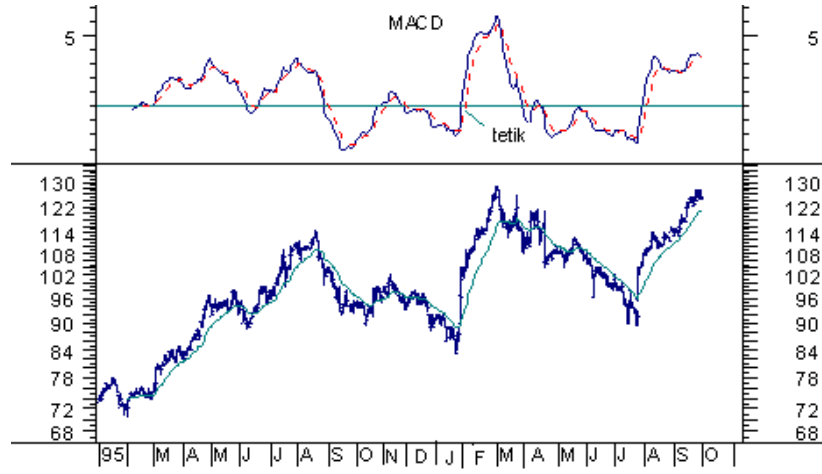
1960lı yıllarda Gerard Appel tarafından bulunan MACD, teknik analistlerin en çok başvurdukları yöntemlerden biridir. Menkul kıymetin momentumunu hesaplayabilmek için 2 üssel ortalamaların farkı alınarak hesaplanır. Temel olarak, bir merkez çizgisinin etrafına çizilen 2 EMA hesabının farkı olarak açıklanabilir. Merkez çizgi, 2 EMA hesabının eşit olduğu yerdir. MACD, üssel hareketleri esas almasından dolayı, fiyatlarda trend söz konusu olduğunda daha tutarlı sonuç verir [17].

MACD şu şekilde hesaplanır:

$$MACD = EMA[12]adjClose_{bugün} - EMA[26]adjClose_{bugün} \quad (2.4)$$

2.3.5.2.2. MACD'nin Yorumlanması

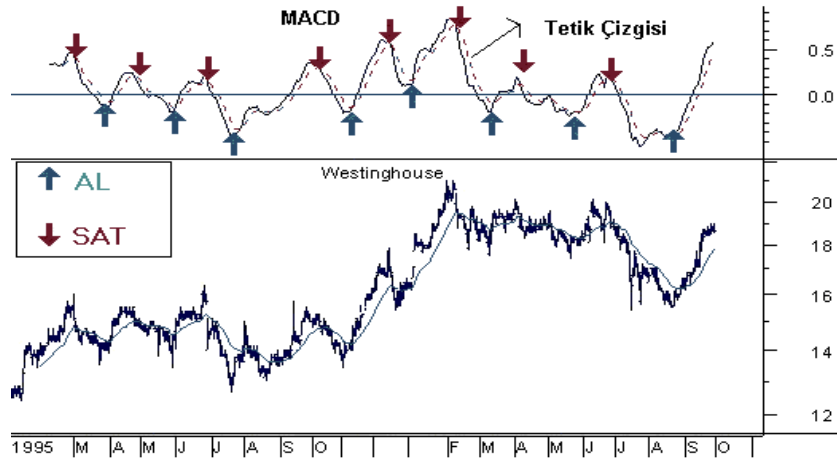
MACD'nin, genellikle 12 günlük hareketli ortalamadan 26 günlük hareketli ortalamaların çıkartılmasıyla hesaplanmasından dolayı çıkan sonuç, sıfırın altında ve üstünde hareket eden bir göstergedir. MACD sıfırın üzerinde olduğu zaman, 12 günlük hareketli ortalama değeri 26 günlük hareketli ortalama değerinden daha yüksek demektir. Bu da mevcut beklentilerin (12 günlük ortalamalar) daha önceki beklentilerden (26 günlük hareketli ortalama) daha güçlü olduğunu gösterir. Bu, arz ve talep dengesinde bir boğa piyasası (Bullish Market), yani yukarı trend yönünde bir değişim olduğunun belirtisidir. MACD sıfırın altında ise, 12 günlük ortalama beklentilerin, 26 günlük ortalama beklentilerden daha az olduğunun, yani ayı piyasasının güçlendiğini, arz talep dengesinde ayı piyasasına (Bearish Market) bir kayış olduğunu gösterir [20]. Aşağıdaki şekilde bir menkul kıymetin MACD çizgisi görülmektedir:



Şekil 2.7. MACD ve Tetik Çizgileri

MACD ile birlikte bir de tetik çizgisi kullanılır. Tetik çizgisi 9 günlük EMA çizgisidir. Bu tetik çizgisi, tıpkı bir tetik görevi görerek AL-SAT sinyallerini verir.

Aşağıdaki grafikte, "AL" okları MACD'nin tetik çizgisini yukarı doğru kestiği noktaları, "SAT" okları ise, MACD'nin tetik çizgisini aşağı doğru kestiği noktaları göstermektedir:



Şekil 2.8. MACD ve Tetik Çizgileri ve AL-SAT sinyalleri

2.3.5.3. Bağıl Güç Endeksi (Relative Strength Index – RSI)

2.3.5.3.1. RSI'in Tanımı ve Hesaplanması

1978 yılında J. Welles Wilder tarafından bulunan RSI, en popüler ve en çok kullanılan teknik analiz metotlarından biridir. Bir menkul kıymetteki fazla-alım ve fazla-satım noktalarını görebilmek için kullanılır. RSI, 0 ile 100 arasında hareket eden bir göstergedir ve analistlerin, bir menkul kıymetin o anki fiyat seviyesinin makul sebeplerden olup olmadığını ve yakında ters yönde bir trendin oluşma ihtimalini analiz etmelerine yardımcı olur. RSI, iki ayrı hisse senedinin göreceli gücünü değil, tek bir hisse senedinin kendi iç gücünü ifade eder [21].

Wilder'in de işaret ettiği gibi, bir momentum çizgisinin çizilmesindeki iki ana sorundan bir tanesi, değerlerdeki keskin değişikliklerin yol açtığı kararsız hareketlerdir. 10 gün öncesine göre (10 günlük momentum çizgisi durumunda) keskin bir yukarı ya da aşağı hareket, fiyatlar küçük bir değişiklik gösterse dahi, momentum çizgisinin ani bir değişimine neden olabilir. Dolayısıyla bu değişiklikleri en aza indirebilmek için bazı düzeltme işlemleri gereklidir. İkinci sorun, karşılaştırma amacı için sabit bantlara olan gereksinmedir. RSI formülü, yalnızca gerekli olan düzeltmeyi sağlamakla kalmaz aynı zamanda, 0'dan 100'e uzanan sabit bir düşey aralık yaratarak ikinci sorunu da çözer [22].

RSI şu şekilde hesaplanır:

$$RSI_N = 100 - 100 \times \frac{1}{1 + RS} \quad (2.5)$$

Burada RS değeri

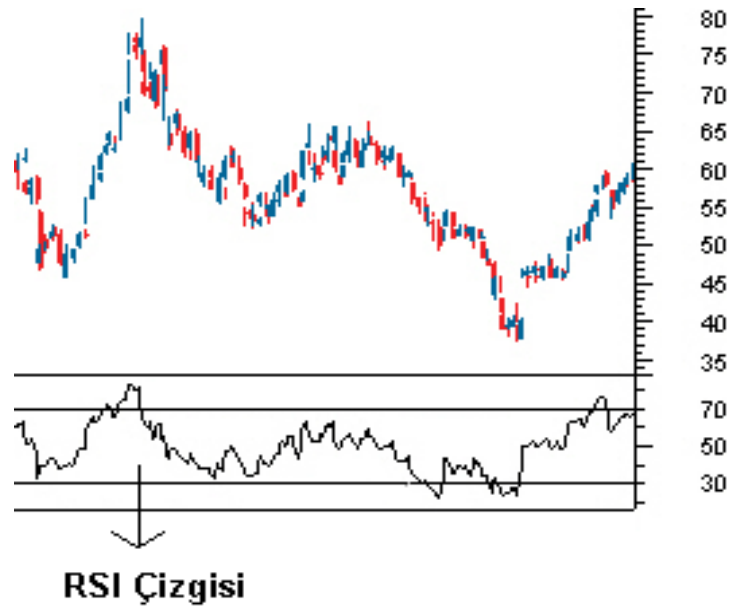
$$RS = \frac{EMA_N U}{EMA_N D} \text{ olarak hesaplanır.} \quad (2.6)$$

Bu durumda RSI;

$$RSI_N = 100 \times \frac{EMA_N U}{EMA_N U + EMA_N D} \quad (2.7)$$

olarak hesaplanır.

Aşağıdaki şekilde bir menkul kıymetin RSI çizgisi görülmektedir:



Şekil 2.9. RSI Çizgisi

2.3.5.3.1. RSI'in Yorumlanması

Wilder, RSI'ı ortaya attığında 14 günlük RSI kullanılmasını önermesine rağmen, 9 günlük ve 25 günlük RSI hesapları da oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunu sebebi, RSI hesaplamasında zaman periyodunun istendiği gibi değiştirebilmesidir. Analistler, kendi tecrübelerine dayanarak en iyi çalışan zaman periyodunu seçmektedirler. Ancak şu bilinmelidir ki, baz alınan zaman ne kadar kısa olursa, indikatör de o kadar esnek olur.

RSI'in genel kabul gören yorumlama yöntemlerinden biri, uyumsuzluklara bakmaktır. Fiyatlar yukarı giderken ve yeni zirveler yaparken, göstergenin önceki

zirvelerini geçememesi bir uyumsuzluktur. Bu uyumsuzluk, güç kaybının ve bir geri dönüş olabileceğinin belirtisidir. RSI 0 ile 100 arasında salınan bir fiyat izleme göstergedir. Bir menkul kıymet için RSI çizgisi çizildiğinde, aşağıdaki maddeler bu şekil üzerinde görülebilmektedir [16]:

- **Tepeler ve Dipler:** RSI genellikle 70'in üzerinde tepeler, 30'un altında dipler yapar ve bu tepe ve dipleri genellikle fiyatlardan daha erken yapar.
- **Formasyonlar:** RSI grafiği üzerinde de, fiyat grafiğinde olduğu gibi biçimlenmeler oluşur (omuz-baş-omuz veya takoz biçimlenmeleri v.b. gibi). Bu biçimlenmeler bazen fiyat grafiği üzerinde belirgin olarak görülmeyebilir. Ama bu yanıltıcı olmamalı, gösterge grafiğinde oluşan formasyonlar da izlenip, dikkate alınmalıdır.
- **Hatalı Salınım:** Bu olay RSI önceki tepesini aştığı veya önceki dip noktasının altına düştüğü zamanlarda olabilir. Bir süre sonra, gösterge düzelir ve normal seyrine devam eder.
- **Destek ve Dirençler:** RSI grafiğinde de, destek ve direnç hatları oluşur hatta bazen direnç ve destekleri fiyat grafiğinden çok daha net gösterir.

RSI, 0'dan 100'e uzanan düşey bir ölçek üzerine çizilir. 70 çizgisinin üzerindeki değerler aşırı-alım, 30 çizgisinin altındaki değerler aşırı-satım durumu olarak değerlendirilir. Wilder'ın "eksik salınım" olarak adlandırdığı salınımlar, RSI 70'in üzerinde ya da 30'un altında iken ortaya çıkar.

Bir yukarı yönde trendde tepedeki bir eksik salınım, RSI'nın son tepesinin (70'in üzerinde), bir önceki tepesini geçememesiyle ve bunun arkasından bir önceki tabanın aşağıya doğru kırılmasıyla ortaya çıkmış olur. Bir aşağı trendde tabandaki bir başarısız salınım, RSI'nın son tabanının (30'un altında), yeni bir düşük değere ulaşamaması ve arkasından bir önceki tepeyi geçmesiyle ortaya çıkmış olur. Wilder'ın "eksik salınım" ve "başarısız salınım" olarak adlandırdığı hareketler, "uyumsuzluk" ilkesinden başka bir şey değildir. RSI ve fiyat çizgisi arasındaki uyumsuzluk (RSI 70'in üzerinde ya da 30'un altında olduğu zaman), dikkat edilmesi gereken çok ciddi bir uyarıdır. RSI, 70'in üzerindeyken, piyasada satıcıların çok fazla

olduğu ve menkul kıymetin yakında düşeceğini sinyalini verir. Ters durumda ise RSI, yani 30un altındayken, piyasada alıcıların çok olduğunu ve menkul kıymetin yakında yükselişe geçeceğini sinyalini verir.

Destek ve direnç düzeylerinin yanında, RSI çizgisinde değişik fiyat modelleri de ortaya çıkar. RSI'nın trendindeki değişiklikleri belirleyebilmek için trend-çizgisi analizleri de kullanılabilir [23].

Aşağıdaki şekilde aşırı alım ve satım bölgeleri ile kopma noktaları görülmektedir



Şekil 2.10. RSI ve Aşırı Alım-Satım Bölgeleri

2.3.5.4. Bollinger Bantları (Bollinger Bands – BB)

2.3.5.4.1. BB'nin Tanımı ve Hesaplanması

1980 yılında, John Bollinger tarafından bulunan BB, daha önce anlatılan teknikler kadar olmasa da sık kullanılan tekniklerden biridir. BB, hareketli ortalamının yukarı ve aşağı yönde standart sapma değeri kadar kaydırılması ile elde edilir ve 3 parçadan oluşur [24]:

- N-periyotluk SMA olarak çizilen orta bant
- Orta banttın K kadar yuksekte ve N-periyotluk bir üst bant
- Orta banttın K kadar aşağıda ve N-periyotluk bir alt bant

Genellikle, N değeri 20 ve K değeri de 2 olarak alınır ancak analistlere göre bu değerler değişiklikler gösterebilir. Standart sapma piyasanın hareketliliğinin göstergesi olduğu için BB hareketliliğe göre kendini ayarlar. Yani, hareketli piyasalarda genişleyip, durgun piyasalarda ise daralırlar. BB'nin temel yorumlanması, piyasanın üst ve alt bantlar içerisinde kalacağı şeklindedir [25].

BB veya bir başka deyişle alım-satım kanalları, istenen gün sayısı kadar, gün içindeki maksimum, minimum ve kapanış değerlerinin üssel ortalamasından hesaplanır. Tavsiye edilen gün sayısı kısa veya orta vade için 14 veya 20 gündür. Alt ve üst kanallar, bu ortalamanın standart sapmasının aşağı veya yukarı belli katsayılarla çarpılması ile elde edilir:

- Yatay trendde; Alt Bant=2 / Üst Bant=2,
- Alçalan trendde; Alt Bant=3 / Üst Bant=2,
- Yükselen trendde; Alt Bant=2 / Üst Bant=3

olarak alınabilir.

Aşağıdaki şekilde, bir menkul kıymet için oluşturulmuş Bollinger Bantları görülmektedir:



Şekil 2.11. Bollinger Bantları

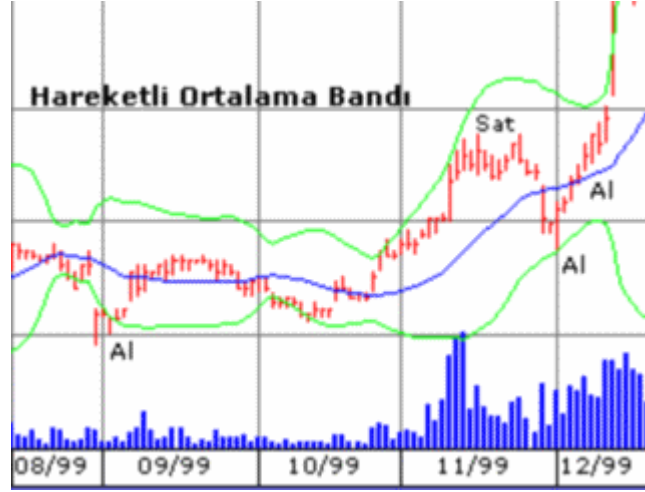
2.3.5.4.2. BB'nin Yorumlanması

Hareketliliğin azaldığı ve dolayısıyla bantların daraldığı dönemlerin ardından hızlı fiyat değişiklikleri görülebilir. Fiyatlar bantların dışına çıktığı zaman, mevcut trendin devam edeceği kabul edilebilir. Bantların içinde gerçekleşen dip ve tepe noktalarının ardından bantların dışında oluşacak dip ve tepe noktaları mevcut trendin yön değiştirebileceğinin habercisi olabilir. Bir banttan başlayan hareketlenmenin öbür banda kadar devam etme eğilimi vardır. Bu gözlem fiyat hedefleri belirlemede yardımcı olabilmektedir [26].

Alım-Satımda fiyat grafiğinin trendine göre;

- Yatay trendde; alt bandın fiyat grafiğini kesmesi Al, üst bandı kesmesi Sat sinyali verir.
- Alçalan trendde; orta bandın fiyat grafiğini kesmesi Sat, alt bandı kesmesi veya geçmesi Al sinyali verir.
- Yükselen trendde; orta bandın fiyat grafiğini kesmesi Al, üst bandı kesmesi veya geçmesi Sat sinyali verir.

Aşağıdaki şekilde, oluşturulan Bollinger Bantlarına göre oluşabilecek AL ve SAT sinyalleri görülmektedir:



Şekil 2.12. BB ve AL-SAT Sinyalleri

2.3.6. Teknik Analiz ile Borsa Tahmini Yapılan Çalışmalar

Teknik analizi kullanarak borsa tahmininde bulunmaya çalışan birçok yatırımcı ve analist bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri şöyledir:

Brown ve Jennings [82], fiyatların her şeyi tam olarak yansıtmadığı ve yatırımcıların fiyat ve teknik sinyaller arasında pozitif bir ilişki olduğunu varsaydıkları durumlarda teknik analiz kullanmanın yararlı olduklarını göstermişlerdir.

Jin Li ve Edward Tsang [27], 1999 yılında yaptıkları çalışmada, teknik analiz yöntemlerini kullanarak, Standart&Poor 500 (S&P500) endeksini tahmin etmeye çalışmışlardır. Li ve Tsang, SMA ve RSI gibi teknik analiz yöntemlerini genetik algoritma ile birleştirerek kurallar oluşturmuşlar ve bu kurallar üzerinden yaptıkları tahminlerde de gayet başarılı sonuçlar elde etmişlerdir.

Neftci [83] ise teknik analizde yer alan birkaç kural kullanıldığı zaman, tahmin uygulaması çalışmalarında iyi sonuçlar ortaya çıktığını; ancak eğer ekonomik zaman serisi Gauss dağılımında ise bu iyi tanımlanmış kuralların bir işe yaramadığını göstermiştir. Neftci'ye göre yine de, eğer planların uygulaması doğrusal olmayacak

ise, bu Gauss dağılımındaki zaman serisinden bir miktar bilgi edilebilmesi mümkündür. Bu durum da daha çok hareketli ortalamalar için geçerlidir.

Taylor ve diğerleri [84], 1988 yılında Londra'daki döviz işlemcileri arasında yaptığı bir araştırma sonucunda görmüşlerdir ki bu işlem yapan insanların yüzde 90lık bir kısmı teknik analiz kullanmaktadır. Ayrıca, temel analiz kullananlar arasında da, teknik analize doğru bir kayma olduğu gözlemlenmiştir.

Brock ve diğerlerinin çalışmasında [85] 26 teknik analiz kuralı, DJIA'nın 1987'ye kadarki 90 yıllık verisi üzerinden analiz edilmiştir. Bu çalışmaya göre bu teknik analiz kuralları ile çalışıldığında, piyasaya göre daha başarılı sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Blume ve O'Hara [86], fiyatın bir parçası olan kaliteli bilginin işlem hacmi tarafından sağlandığını göstermişlerdir. Ayrıca, piyasa istatistiği içinde yer alan bilgi kullanan analistlerin ve yatırımcıların, bilgi kullanmayanlara göre daha başarılı oldukları ortaya çıkmıştır.

Neely ve diğerleri [87], teknik kuralları bulabilmek için genetik algoritmalar kullanmışlar ve 1981 – 1985 arasındaki her bir döviz oranı için, bu kuralı kullanan kişilerin önemli miktarda kazanç sağladığını göstermişlerdir.

Lui ve Moole [88], 1995 Şubatında Hong Kong'taki dövizciler arasında, temel ve teknik analiz hakkında yaptıkları bir anket araştırması sonucunda, bu dövizcilerin %85lik kısmının her iki modele de güvendiklerini ve teknik analizin kısa vadede daha popüler olduğunu göstermişlerdir.

LeBaron [89] göstermiştir ki, döviz piyasasının teknik analiz kullanmak iyi sonuçlar vermektedir. Ancak, Merkez Bankası'nın aktif olmadığı dönemler sistemden çıkartıldığı zaman, tahmin oranları büyük oranda düşmüştür.

Lo ve diğerleri [90], 1962den 1996ya kadarki 31 yıllık veriye teknik analiz teknikleri uygulandığında, yeni bilgilerin elde edildiğini ve bu bilgilerin de değerli olduklarını göstermişlerdir.

Lee ve Swaminathan [91] geçmiş işlem hacminin önemini gösteren bir çalışma yapmışlardır.

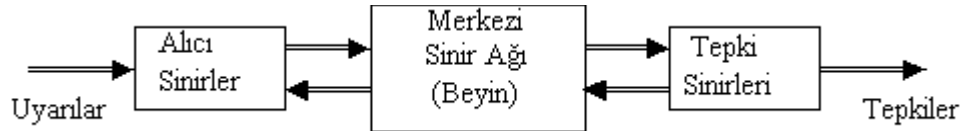
Neely ve Weller [92] genetik program kullanarak, Amerikan döviz borsasının müdahale altında iken, teknik analiz ile güzel sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.

2.4. Yapay Sinir Ağları

2.4.1 Biyolojik Sinir Ağları

Biyolojik sinir sistemi, merkezinde sürekli olarak bilgiyi alan, yorumlayan ve uygun bir karar üreten beyin (merkezi sinir ağı) bulunduğu 3 katmanlı bir sistem olarak açıklanır. Alıcı sinirler organizma içerisinden ya da dış ortamlardan algıladıkları uyarıları, beyne bilgi ileten elektriksel sinyallere dönüştürür. Tepki sinirleri ise, beyinin ürettiği elektriksel darbeleri organizma çıktısı olarak uygun tepkilere dönüştürür [32], [44].

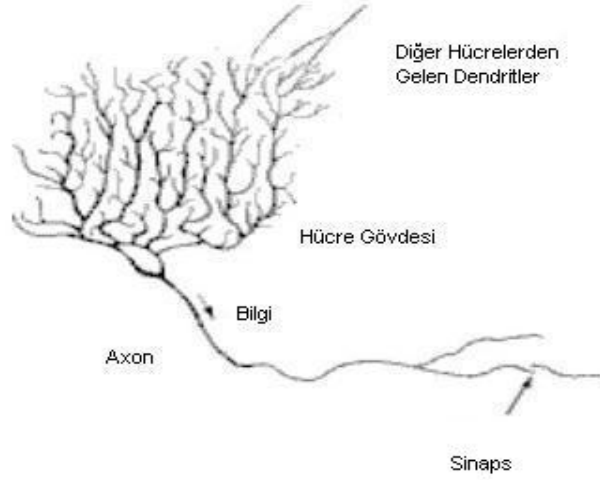
Şekil 2.13 de bir sinir sisteminin blok gösterimi verilmiştir:



Şekil 2.13. Biyolojik sinir sisteminin blok gösterimi

Merkezi sinir ağında bilgiler alıcı ve tepki sinirleri arasında ileri ve geri besleme yönünde değerlendirilerek uygun tepkiler üretilir. Bu yönüyle biyolojik sinir sistemi, kapalı çevrim denetim sisteminin karakteristiklerini taşır. Merkezi sinir sisteminin temel işlem elemanı, sinir hücresidir (nöron) ve insan beyinde yaklaşık 10 milyar sinir hücresi olduğu tahmin edilmektedir. Sinir hücresi; hücre gövdesi, dendritler ve axonlar olmak üzere 3 bileşenden meydana gelir. Dendritler, diğer hücrelerden aldığı bilgileri hücre gövdesine bir ağaç yapısı şeklinde ince yollarla iletir. Axonlar ise elektriksel darbeler şeklindeki bilgiyi hücreden dışarı taşıyan daha uzun bir yoldur. Axonların bitimi, ince yollara ayrılabilir ve bu yollar, diğer hücreler için dendritleri oluşturur [44].

Şekil 2.14 te görüldüğü gibi axon-dendrit bağlantı elemanı sinaptır.



Şekil 2.14. Biyolojik Sinir Hücresi ve Bileşenleri

2.4.2. YSA'nın Tanımı

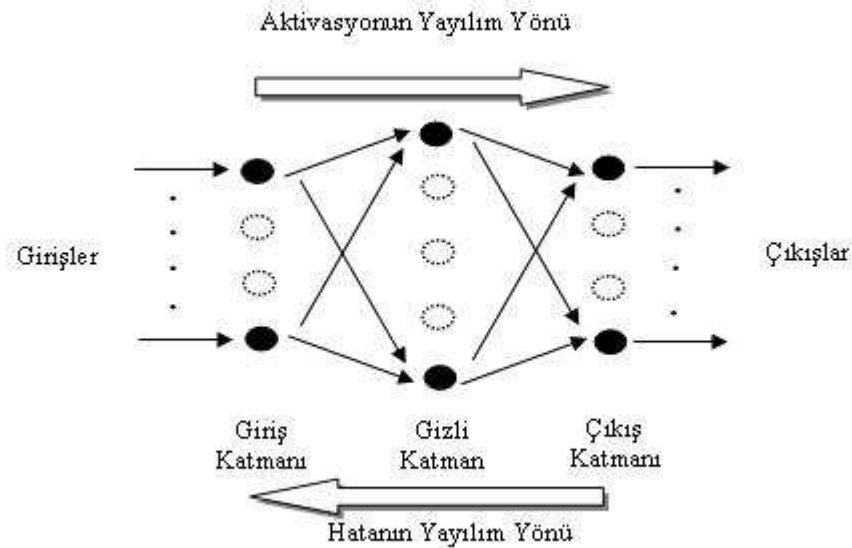
İlk olarak ünlü matematikçi Alan Turing tarafından 1948 yılında ortaya atılan YSA kavramı, basit biyolojik sinir sisteminin çalışma şekli simüle edilerek tasarlanan programlama yaklaşımıdır [29], [30]. YSA, bir insanın düşünme ve gözlemlemeye yönelik doğal yeteneklerini gerektiren problemlere çözüm üretmektedir. Bir insanın, düşünme ve gözleme yeteneklerini gerektiren problemlere yönelik çözümler üretebilmesinin temel sebebi ise insan beyninin, dolayısıyla da insanın sahip olduğu, yaşayarak veya deneyerek öğrenme yeteneğidir [28].

Beynin üstün özellikleri, bilim adamlarını üzerinde çalışmaya zorlamış ve beynin nörofiziksel yapısından esinlenerek matematiksel modeli çıkarılmaya çalışılmıştır. Beynin bütün davranışlarını tam olarak modelleyebilmek için fiziksel bileşenlerinin doğru olarak modellenmesi gerektiği düşüncesi ile çeşitli yapay hücre ve ağ modelleri geliştirilmiştir. Böylece Yapay Sinir Ağları denen, yeni ve günümüz bilgisayarlarının algoritmik hesaplama yönteminden farklı bir bilim alanı ortaya

çıkılmıştır. Yapay sinir ağları; yapısı, bilgi işleme yöntemindeki farklılık ve uygulama alanları nedeniyle çeşitli bilim dallarının da kapsam alanına girmektedir [31], [45].

Yapay sinir ağları genellikle bir girdi, bir ya da daha fazla gizli ve bir çıktı katmanı içerir. Tipik bir nöron girdisi başka bir nöronun çıktısıdır. Bu çıktılar bağlantılar aracılığıyla iletilir. Bu bağlantılara biyolojide sinaps adı verilir. Her bir sinaptik bağlantı kuvveti, ağırlık adı verilen nümerik değerlerle belirtilir [34]. I. nöron, J. nörona sinyal gönderdiğinde, bu sinyal I. sinapsın ağırlığıyla çarpılır. I. nöronun çıktısı x_i olarak gösterilir. J. nörondaki ağırlıklandırılmış girdiler ($w_{ji}x_i$), nörondaki işlemci eleman tarafından toplanır. Elde edilen toplam nöron aktivasyon olarak adlandırılır. Aktivasyon tamamen nöronun iç durumudur. Ağırlıklar ve girdiler pozitif veya negatif olabilirken aktivasyondan dolayı pozitif, sıfır veya negatif olabilir. Pozitif durum aktive olmuş nöronu, negatif durum pasif olan kapalı nöronu gösterir. Aktivasyon belirlendikten sonra nöron çıktısını belirlemek için sinyal transfer fonksiyonlarını uygular [33].

Aşağıdaki şekilde YSA modelinin genel yapısı görülmektedir:



Şekil 2.15. Bir YSA modeli

YSA, insan beyninin çalışma prensibi örnek alınarak geliştirilmeye çalışıldığından dolayı aralarında yapısal olarak bazı benzerlikler vardır. Bu benzerlikler Çizelge 2.1.'de verilmiştir:

Çizelge 2.1: Sinir sistemi ile YSA'nın benzerlikleri

SİNİR SİSTEMİ	YSA SİSTEMİ
Nöron	İşlem elemanı
Dendrit	Toplama fonksiyonu
Hücre gövdesi	Transfer fonksiyonu
Aksonlar	Eleman çıkışı
Sinapslar	Ağırlıklar

2.4.3. YSA'nın Özellikleri

YSA'nın hesaplama ve bilgi işleme gücünü, paralel dağılmış yapısından, öğrenebilme ve genelleme yeteneğinden aldığı söylenebilir. Genelleme, eğitim ya da öğrenme sürecinde karşılaşılmayan girişler için de YSA'nın uygun tepkileri üretmesi olarak tanımlanır. Bu üstün özellikleri, YSA'nın karmaşık problemleri çözebilme yeteneğini gösterir. Günümüzde birçok bilim alanında YSA, aşağıdaki özellikleri nedeniyle etkin olmuş ve uygulama yeri bulmuştur [36]:

- **Doğrusal Olmama:** YSA'nın temel işlem elemanı olan hücre doğrusal değildir. Dolayısıyla hücrelerin birleşmesinden meydana gelen YSA da doğrusal değildir ve bu özellik bütün ağa yayılmış durumdadır. Bu özelliği ile YSA, doğrusal olmayan karmaşık problemlerin çözümünde en önemli araç olmuştur [39].
- **Öğrenme:** YSA'nın arzu edilen davranışı gösterebilmesi için amaca uygun olarak ayarlanması gerekir. Bu, hücreler arasında doğru bağlantıların yapılması ve bağlantıların uygun ağırlıklara sahip olması gerektiğini ifade eder. YSA'nın karmaşık yapısı nedeniyle bağlantılar ve ağırlıklar önceden ayarlı olarak verilemez ya da tasarlanamaz. Bu nedenle YSA, istenen

davranışı gösterecek şekilde ilgilendiği problemde aldığı eğitim örneklerini kullanarak problemi öğrenmelidir [40].

- **Genelleme:** YSA, ilgilendikleri problemi öğrendikten sonra eğitim sırasında karşılaşmadıkları test örnekleri için de arzu edilen tepkiyi üretebilirler. Örneğin, karakter tanıma amacıyla eğitilmiş YSA, bozuk karakter girişlerinde de doğru karakterleri verebilirler ya da bir sistemin eğitilmiş YSA modeli, eğitim sürecinde verilmeyen giriş sinyalleri için de sistemle aynı davranışı gösterebilirler [39].
- **Uyarlanabilirlik:** YSA, ilgilendikleri problemdeki değişikliklere göre ağırlıklarını ayarlar. Yani, belirli bir problemi çözmek amacıyla eğitilen YSA, problemdeki değişimlere göre tekrar eğitilebilir, değişimler devamlı ise gerçek zamanda da eğitime devam edilebilirler. Bu özelliği ile YSA, uyarlamalı örnek tanıma, sinyal işleme, sistem tanılama ve denetim gibi alanlarda etkin olarak kullanılırlar [36].
- **Hata Toleransı:** YSA, çok sayıda hücrenin çeşitli şekillerde bağlanmasından oluştuğundan paralel dağılmış bir yapıya sahiptir ve ağın sahip olduğu bilgi, ağdaki bütün bağlantılar üzerine dağılmış durumdadır. Bu nedenle, eğitilmiş YSA'nın bazı bağlantılarının, hatta bazı hücrelerinin etkisiz hale gelmesi, ağın doğru bilgi üretmesini önemli ölçüde etkilemez. Bu nedenle, geleneksel yöntemlere göre hatayı tolere etme yetenekleri son derece yüksektir [38].
- **Donanım ve Hız:** YSA, paralel yapısı nedeniyle büyük ölçekli bütünleşmiş devre teknolojisi ile gerçekleştirilebilirler. Bu özellik, YSA'nın hızlı bilgi işleme yeteneğini artırır ve gerçek zamanlı uygulamalarda arzu edilir [37], [38].
- **Analiz ve Tasarım Kolaylığı:** YSA'nın temel işlem elemanı olan hücrenin yapısı ve modeli, bütün YSA yapılarında yaklaşık aynıdır. Dolayısıyla, YSA'nın farklı uygulama alanlarındaki yapıları da standart yapıdaki bu hücrelerden oluşacaktır. Bu nedenle, farklı uygulama alanlarında kullanılan YSA benzer öğrenme algoritmalarını ve teorilerini paylaşabilirler. Bu özellik, problemlerin YSA ile çözümünde önemli bir kolaylık getirecektir [37].
- **Bellek:** YSA'nın önemli bir özelliği, bilgiyi saklama şeklidir. Biyolojik sistemlerde veri dağınık yapıda saklanır. YSA'da bellek, birçok yerel

bellekler oluşturularak dağıtılır. Bağlantı ağırlıkları YSA bellek biçimleridir. Ağırlıkların değerleri, ağın o anki bilgi durumunu temsil eder. Örneğin; bir giriş/istenen çıkış çiftinin belirtilen bilgi parçası ağın içinde birçok bellek biçimine dağıtılmıştır. Bellek üniteleri ile diğer saklı bilgiler, bu bilgiyi paylaşırlar [38].

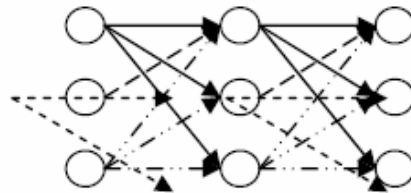
2.4.4. YSAların Sınıflandırılması

Bugüne kadar yapılmış yüzlerce YSA modelini; yapılarına göre ve öğrenme algoritmalarına göre diye 2 ayrı grupta sınıflandırmak mümkündür.

2.4.4.1. Yapılarına Göre YSA

Yapay sinir ağları, yapılarına göre ileri beslemeli (feedforward) ve geri beslemeli (feedback) ağlar olmak üzere iki şekilde sınıflandırılabilirler.

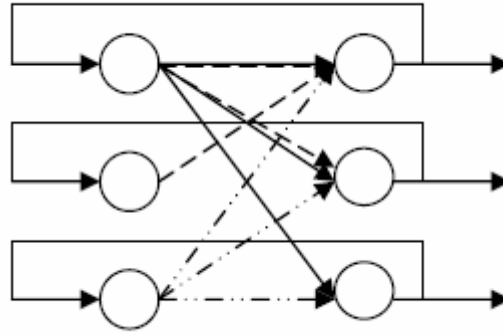
- İleri beslemeli bir ağda işlemci elemanlar genellikle katmanlara ayrılmışlardır. İşaretler, giriş katmanından çıkış katmanına doğru tek yönlü bağlantılarla iletilir. İşlemci elemanlar bir katmandan diğer bir katmana bağlantı kurarlarken, aynı katman içerisinde bağlantıları bulunmaz [40]. İleri beslemeli YSA'da her bir girdi nöronu ilk gizli katmandaki her nörona bağlıdır ve her bir katmanın çıktısı bir sonraki katmanın girdisidir [41]. Çok Katmanlı Perseptron (Multi-Layer Perceptron – MLP) ve Öğrenen Vektör Nicemlemesi (LVQ – Learning Vector Quantization), ileri beslemeli YSA'lara örnek olarak verilebilir. Aşağıdaki şekilde, ileri beslemeli YSA modeli görülmektedir:



Şekil 2.16. İleri Beslemeli YSA Modeli

- Geri beslemeli sinir ağı ise, çıkış ve ara katlardaki çıkışların, giriş birimlerine veya önceki ara katmanlara geri beslendiği bir ağ yapısıdır. Böylece, girişler hem ileri yönde hem de geri yönde aktarılmış olur [37]. YSA, gösterilen örnekten öğrenerek kendi kurallarını oluşturur. Öğrenme; giriş örneklerine veya bu girişlerin çıkışlarına bağlı olarak ağı bağlantı ağırlıklarını değiştiren veya ayarlayan öğrenme kuralı ile gerçekleştirilir [38], [39]. Hopfield kuralı, Delta kuralı ve Hebb kuralı, öğrenme kurallarına örnek olarak verilebilir.

Aşağıdaki şekilde bir geri beslemeli YSA modeli görülmektedir:



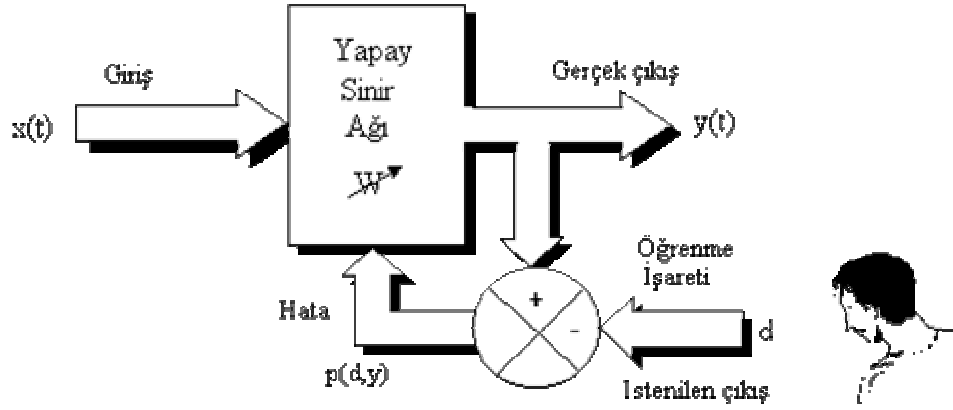
Şekil 2.17. Geri Beslemeli YSA Modeli

2.4.4.2. Öğrenme Algoritmalarına Göre YSA

Yapay sinir ağları, yapılarına göre danışmanlı öğrenmeli, danışmansız öğrenmeli ve takviyeli öğrenmeli ağlar olmak üzere üç şekilde sınıflandırılabilirler.

- Danışmansız öğrenmede nöron ağının ortam (çevre) ile karşılıklı ilişkisi minimuma indirilir. Bu eğitimde eğitici kümede yalnızca giriş vektörleri mevcuttur. Eğitimin amacı ağın uygun parametrelerini uyarlamakla giriş vektörü kümesine özgü olabilecek konuma uygunlukları belirlemektir [35], [38], [39].

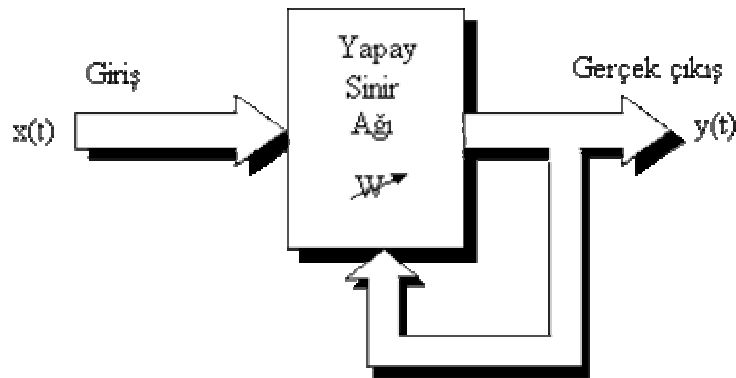
Aşağıdaki şekilde, YSA modeli için danışmanlı öğrenme yapısı görülmektedir:



Şekil 2.18. Danışmanlı Öğrenme Yapısı

- Danışmansız öğrenmede gerçek YSA çıktısı istenilen (hedef) çıktı ile karşılaştırılır. Sonra elde edilen çıktı ile hedef çıktı arasındaki hatayı minimize etmek için bağlantı ağırlıkları ayarlanır. Bu öğrenmede, geri-yayılım algoritması en popüler olan uygulamadır [37], [43].

Aşağıdaki şekilde, YSA modeli için danışmansız öğrenme yapısı görülmektedir

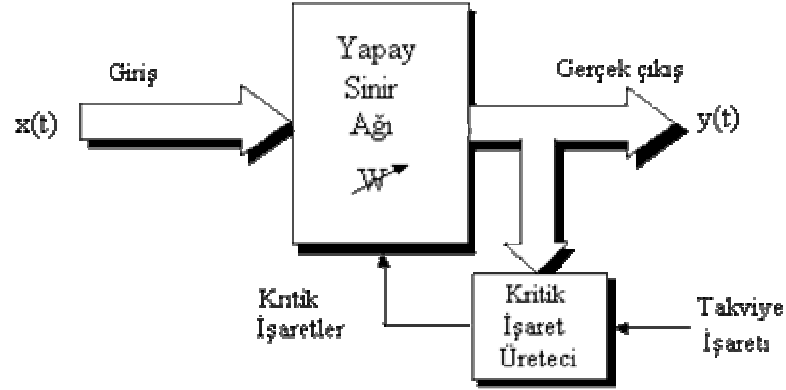


Şekil 2.19. Danışmansız Öğrenme Yapısı

- Takviyeli öğrenmeli YSA modeli, danışmanlı öğrenmeye yakın bir modeldir. Denetimsiz öğrenme algoritması, istenilen çıkışın bilinmesine gerek duymaz. Hedef çıktıyı vermek için bir “öğretmen” yerine, burada YSA’ya bir çıkış

verilmemekte; fakat elde edilen çıkışın verilen girişe karşılık iyiliğini değerlendiren bir ölçüt kullanılmaktadır.

Aşağıdaki şekilde takviyeli öğrenme yapısı gösterilmiştir:



Şekil 2.20. Takviyeli Öğrenme Yapısı

2.4.4. YSA'nın Uygulama Alanları

Son yıllarda YSA, çözümü güç ve karmaşık olan ya da ekonomik olmayan çok farklı alanlardaki problemlerin çözümüne uygulanmış ve genellikle başarılı sonuçlar alınabilmiştir. YSA çok farklı alanlara uygulanabildiğinden, bütün uygulama alanlarını sıralamak zor olmakla birlikte; genel bir sınıflandırma ile YSA'nın uygulama alanları aşağıdaki gibi 8 grup içerisinde toplanabilir:

- 1. Mühendislik Bilimleri:** Yapay zekânın ortaya çıkışı bilim dünyası için çok önemli bir adımdır. İdealize edilmiş bir yaklaşıma göre yapay zekâ, insan zekâsına özgü olan, algılama, öğrenme, çoğul kavramları bağlama, düşünme, fikir yürütme, sorun çözme, iletişim kurma, çıkarımsama yapma ve karar verme gibi fonksiyonları veya otonom davranışları sergilemesi beklenen yapay bir işletim sistemidir. Bu sistem aynı zamanda düşüncelerinden tepkiler üretebilmeli ve bu tepkileri fiziksel olarak dışa vurabilmelidir [47], [52]. Uzman sistemler gibi yapay zekânın bir alt dalı olan YSA, görüntü ve ses tanıma ile tahmin ve kestirim için sıkça kullanılan araçlardan biridir.

2. **Finans ve Ekonomi Alanı:** YSA, son yıllarda en sık başvuru alan menkul kıymet gelecek değer tahmini araçlarından biridir. Teknik analiz teknikleri ile birlikte kullanıldıklarında çok önemli sonuçlar verebilen YSA, analistlerin ve araştırmacıların borsadaki en önemli yardımcılarından biridir. Bu konudaki çalışmalarda, gerçekten çok başarılı sistemler kurulabilmiştir [27], [46].
3. **Arıza Analizi ve Tespiti:** Bir sistemin, cihazın ya da elemanın düzenli ve doğru çalışma şeklini öğrenen YSA yardımıyla, bu sistemlerde meydana gelebilecek arızaların tanımlanma olanağı vardır. Bu amaçla YSA; elektrik makinelerinin, uçakların ya da bileşenlerinin, entegre devrelerin v.s. arıza analizinde kullanılmıştır.
4. **Tıp Alanında:** YSA tıp alanında; EKG gibi tıbbi sinyallerin analizi, kanserli hücrelerin analizi, protez tasarımı, transplantasyon zamanlarının optimizasyonu ve hastanelerde giderlerin optimizasyonu v.s gibi uygulama yeri bulmuştur.
5. **Savunma Sanayi:** Silahların otomasyonu ve hedef izleme, nesneleri/görüntüleri ayırma ve tanıma, yeni algılayıcı tasarımı ve gürültü önleme v.s gibi alanlara uygulanmıştır.
6. **Haberleşme:** Görüntü ve veri sıkıştırma, otomatik bilgi sunma servisleri, konuşmaların gerçek zamanda çevirisi v.s gibi alanlarda uygulama örnekleri vardır.
7. **Üretim:** Üretim sistemlerinin optimizasyonu, ürün analizi ve tasarımı, ürünlerin (bütünleşmiş, kâğıt, kaynak v.s.) kalite analizi ve kontrolü, planlama ve yönetim analizi v.s. alanlarına uygulanmıştır.
8. **Otomasyon ve Kontrol:** Uçaklarda otomatik pilot sistemi otomasyonu, ulaşım araçlarında otomatik yol bulma/gösterme, robot sistemlerin kontrolü, doğrusal olmayan sistem modelleme ve kontrolü, elektrikli sürücü sistemlerin kontrolü v.s. gibi yaygın bir uygulama yeri bulmuştur

2.4.5. YSA ile Borsa Tahmin Çalışmaları

Yapay da olsa insan gibi düşünme ve öğrenme yetilerini kullandıklarından, hisse senetlerinin gelecek değerleri tahmin edilmeye çalışılırken kullanılan en uygun

sistemlerden birisi YSA'dır. Ayrıca, borsanın dinamik, komplike ve doğrusal olmayan yapısından dolayı YSA'nın istatistiki yöntemlere göre avantajlı olması da YSA'ların tercih edilmesinde rol oynamaktadır [48], [49]. Dolayısıyla, menkul kıymet tahminlerinde en çok YSA kullanılmıştır.

Qiong Liu ve diğerleri, çalışmalarında [50] çok-katmanlı ve ileri-beslemeli YSA kullanmış ve borsa trendini tahmin etmeye çalışmıştır. Borsa merkezi olarak Tokyo Stock Exchange Prices Index (TOPIX) seçilmiş ve girdi olarak da TOPIX üzerinden teknik analiz parametreleri kullanılmıştır. Sistem, günlük olarak sinyal vermek yerine, trend analizi yaparak kırılma noktalarında "AL" veya "SAT" sinyali vermekte ve performans analizi yapıldığında sistemin gayet başarılı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Karsten Schierholt ve Cihan Dağlı'nın çalışması da [51], yine YSA altyapısı kullanılarak hazırlanmıştır. Bu çalışmaya göre, S&P 500 indisi incelenmiş ve hem çok-katmanlı perseptron hem de istatistikî sinir ağı ile modelleme yapılmıştır. Burada asıl amaç, en çok doğru tahmin yapmak yerine en çok kazancı sağlamaya yöneliktir. Her bir kategori için, eğitim örüntüsüne bağlı olarak Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu (Probability Density Function – PDF) hesaplanmış ve Parzan ağırlıklandırma fonksiyonu olarak bir Gauss fonksiyonu kullanılmıştır. Performans analizinde ise uygulanan işlem ağın önerdiği tahmini tavsiyeler ile gerçek değerlerin karşılaştırılması olarak uygulanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre istatistikî sinir ağlarını çok-katmanlı perseptron modeline göre daha iyi ve daha başarılı sonuçlar veren bir model olarak tanımlamak ve böyle bir genelleme yapmak için erken olsa da, sinir ağlarının diğer modele göre birçok avantajı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Chan Man-Chung ve diğerlerinin yaptıkları çalışma da yine finansal zaman serilerinin gelecek değer tahminine yöneliktir [53]. Bu çalışmada Eşlenik Gradyan Öğrenim (EGÖ) algoritması ve Çoğul Lineer Regresyon (ÇLR) yöntemleri kullanılmıştır. Shanghai borsası incelenmiş ve sisteme girdi olarak SMA, MACD ve RSI gibi 10 teknik analiz göstergesi, normalize edilmiş şekilde verilmiştir. Modele ilk olarak Rasgele İklendirmeli Eşlenik Gradyan (Conjugate Gradient with Random

Initialization - CG/RI) metodu uygulandıktan sonra sırası ile Çoğul Lineer Regresyon İklendirmeli Eşlenik Gradyan (Conjugate Gradient with Multi Linear Random Initialization - CG/MLRI) ve Rasgele İklendirmeli En Dik Düşüş (Steepest Descent with Random Initialization - SD/RI) metotları modele uygulanmıştır. Kullanılan yöntemlerin performansları incelendiğinde ise en başarılı yöntemin %73.545'lik doğru tahmin yüzdesi ile CG/MLRI olduğu, daha sonra sırasıyla yüzde %73.055 ile CG/RI'nin, %72.564 ile SD/RI'nin ve %69.303 ile SD/MLRI'nin geldiği görülmektedir.

Keith C. C. Chan ve Foo Kean Teong'un hazırladıkları çalışmada [54], teknik analiz yöntemlerinin lineer yapıda olmasından ve borsanın dinamik yapısıyla uyumsuzluk göstermesinden dolayı teknik analiz ile birlikte kullanılmak üzere YSA önerilmektedir [55]. Burada amaç, popüler olan teknik analiz yöntemlerini basit bir yapay sinir ağı ile kullanarak, hem teknik analiz göstergelerinin performansını arttırmak, hem de kötü çalışan ve zarar eden sistemleri kar eden sistemlere dönüştürmektir. Sistemde veri olarak Alman Markı'nın, gereksiz karmaşıklıkları engellemek amacıyla, 1 Ocak 1992'den 30 Mart 1995'e kadarki yüksek, alçak ve kapanış değerleri alınmış ve ileri-besleme algoritması kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, hem kar-zarar oranlarından hem de grafiklerden açık şekilde görülmektedir ki, YSA destekli sistem, YSA kullanılmadan hazırlanan sisteme göre daha başarılı sonuçlar vermiştir. Sonuç olarak söylenebilir ki, piyasada belirgin bir trend olmadığı zamanlarda teknik analiz genelde kötü sonuçlar vermekte ancak bu durum, YSA kullanımı ile aşılabilmektedir.

Dimitri Zhora'nın yaptığı çalışmada ise [56] ertesi günkü piyasa değerinin tahmini için Rasgele Alt Uzay Sınıflandırıcısı (RAS) kullanılmış ve önerilmiştir. Yazar, [57]'de kullanılan sistemin sonuçlarını daha da geliştirmek amacıyla böyle bir sistem kullanmıştır. RAS; karmaşık, örtüşen ve çok boyutlu sınıf dağılımlarına çözüm sunabilen, yüksek performanslı bir sinir ağı sınıflandırıcısıdır. Sistemde veri olarak IBM'in 1998–2000 yılları arasında hisse değerleri eğitimde kullanılmak üzere, 2001 değerleri de testte kullanılmak üzere incelenmiştir. İlk olarak ham fiyat ve hacim değerleri sisteme girdi olarak verilmiştir. Bu işlemten sonra, teknik analiz

yöntemleri ile bu ham değerler normalize edilmiştir. Üçüncü işlem olarak, girdi verisinin dağılımına orantılı olan eşik değerlerinin yoğunluğuna sahip, hassas bir sınıflandırıcı yapısı kullanmış, daha sonra da en iyi eğitim seti büyüklüğü seçilmiştir. Sistemin performansına bakıldığında ise yüzde 58'lere kadar varan başarı oranı yakalandığı ve genel olarak başarılı bir sistem hazırlandığı görülmektedir.

Qiong Xiong ve diğerlerinin hazırladıkları çalışmada [58], Radyan Taban Fonksiyonu (Radial Basis Function – RBF) temelli bir YSA modeli geliştirmiştir. RGF, 3 katmanlı ve ileri-beslemeli bir YSA modelidir. İlk katman, sinyal kaynak düğümlerinden oluşan girdi katmanı, ikinci katman düğüm sayıları amaca göre belirlenen gizli katman ve üçüncü katman da çıktı katmanıdır. Girdi uzayından gizli uzaya olan dönüşüm lineer değilken gizli katmandan çıktı katmanına olan dönüşüm lineerdir. Sistemde bir ülkenin 2002 ile 2003 arasındaki vergi gelirleri girdi olarak kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, sistemin genel olarak başarılı olduğu, ortalama hatanın yüzde 8'den az olması sebebi ile de piyasa tahminleri için uygun olduğu görülmektedir.

Pavlidis ve diğerlerinin çalışmasında [59] ise güdümsüz gruplama ve evrimsel eğitilmiş YSA'lar kullanılmıştır. Bu çalışmada bir zaman serisi tahmin metodolojisi geliştirilmiştir. Bu yöntem, kaotik zaman serisi analizi, gruplama, YSA ve evrimsel hesaplama yöntemlerini kullanarak Japon Yen'i ve Amerikan Dolar'ı ile Amerikan Dolar'ı ve İngiliz Sterlin'i arasındaki kur değişim oranları üzerinde gelecek değer tahmini yapmaktadır. YSA olarak da ileri-beslemeli model kullanılmıştır. Sistemde kullanılan veriler 5 aşamalı bir sistemden geçirilmiş ve gerekli işlemler uygulanmıştır. Sistemin performansı incelendiğinde ise yüzde 80'e varan bir başarı oranının yakalandığı görülmektedir.

Tek-katmanlı YSA modeli kullanarak döviz kurunu tahmin etmeye yönelik olan ve Ritanjali Majhi ve diğerleri tarafından hazırlanan modelde [60], çok-katman yerine tek-katman kullanılmıştır. Bunun sebebi, tek-katmanlı sistemin hem daha az karmaşık yapıda olması hem de çok-katmanlı sistemle aynı performansı göstermesidir. Sistemde kullanılan veriler orijinal halleri ile alınmamış, sistemin

daha iyi performans gösterebilmesi için verilerden bazı istatistiksel özellikler seçilmiş ve bunlar normalize edilerek sistemde girdi olarak kullanılmıştır. Hindistan Rupisi, İngiliz Sterlin'i ve Japon Yen'i araştırılmış ve sistemde trigonometrik fonksiyonlar yardımı ile bir ay sonraki değerler tahmin edilmeye çalışılmıştır. Sistemin performansına bakıldığında Rupi'nin, Sterlin'in ve Yen'in sırasıyla maksimum %23, %2,7 ve %3,1 hata oranına sahip olduğu ve dolayısıyla bu durumda, sistemin başarılı bir tahmin mekanizmasına sahip olduğu açıkça görülebilmektedir.

Monica Lam, hazırladığı çalışmada [61] geri-yayımla algoritmaları YSA ile temel ve teknik analizi bütünleşmiş şekilde kullanmaya çalışmıştır. 16 finansal durum ve 11 makroekonomik değişkeni sistemde özellik olarak kullanılmış ve temettü gelirinin verimliliği de tahmin edilmeye çalışılmıştır. 1985'ten 1995'e kadarki süreç için geçerli olmak üzere, Standard & Poors (S&P) dâhilindeki 364 şirketin finansal verileri ve makroekonomik değişkenler, ilgili veritabanlarından elde edilmiştir. Lam aynı zamanda verideki gürültünün zararını karşılamak için de bir kural ayıklama tekniği kullanarak bağlantı ağırlıklarını eğitilmiş sinir ağlarından sembolik sınıflandırma kurallarına dönüştürmüştür. Deney sonuçları incelendiği zaman görülmektedir ki YSA kullanan sistem, en düşük değerlendirmeyi önemli ölçüde ve istikrarlı bir şekilde aşmakta ancak en yüksek değerlendirmeye ulaşamamaktadır.

Jingtao Yao ve Chew Lim Tan'ın hazırladıkları çalışma da [62], diğer birçok modelden farklı olarak, YSA temelli tahmin sistemlerinin temel ölçütü olan tahmin-sistem uyumluluğunun yanında karlılık da ön planda tutulmuştur. Finansal zaman serisi tahmini yaparken tüm verilere eşit ağırlık veren modeller, tahmin edilen güne yakın olan verilere daha fazla ağırlık veren modellere göre daha düşük performans sergilemektedir [63]. Dolayısıyla bu modelde, hem karlılık üst seviyede olsun hem de yakın verilere daha fazla ağırlık verilebilsin diye geri-yayımlı ağ eğitimi için bir kar temelli ve ayarlanmış ağırlık faktörü kullanılmıştır. Sistemde her biri 260'ı eğitim ve kalan 20'si de test aşamasında kullanılmak üzere toplamda 280 veri vardır ve bu veriler model içinde 7 ayrı market indisi için kullanılmıştır. Sistemin

performansı incelendiğinde görülmektedir ki uygulanan bu model, başarılı tahmin oranını arttırmaktadır.

Rong-Jun Li ve Zhi-Bin Xiong'un sistemi de [64] diğer YSA modelleri gibi çalışmakla beraber, onlardan farklı olarak Bulanık Sinir Ağı'nı (BSA) da beraber kullanmaktadır. YSA'ların birçok avantajlı yönü olmasına rağmen niteliksel bilgiye karşı yetersiz kalması ve gerçek hayata uygulanmalarında bazı problemler çıkmasından dolayı, Li ve Xiong, bu sorunları aşabilmek amacıyla BSA kullanmışlardır. Sistemde veri olarak Shanghai borsasının kullanılmış ve 5 katmanlı Uyarlamalı Ağ-Temelli Sonuç Çıkarım Sistemi sisteme uyarlanmıştır. Sistemin bağıl oturtma hatası %1'den düşük ve sistemin doğru eğilim oranı %90'dan fazladır. Dolayısıyla bu model de YSA'nın zaman serisi analizine başarıyla uygulandığı bir modeldir.

Amir Atiya ve diğerlerinin uyguladıkları YSA modelinde ise [65], ve yardımcı veriler olarak şirketlerin, temettü oranları, yıllık gelirleri ve satışları gibi finansal bilgiler kullanılmıştır. Kullanılan bu bilgilerden özellikle kazançlarla ilgili olan veriler, hisse senedini birincil etkileyen faktörler olduğundan bu veriler üzerinde durulmuş ve uygulanan sistemin başarılı olduğu kaydedilmiştir. Sistemde, S&P500 indeksinde yer alan hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin 1993 senesindeki verileri kullanılmıştır. Yapılan testler sonucunda, YSA modelinin, Al-ve-Tut (Buy&Hold - B&H) modeline göre çok daha üstün sonuçlar verdiği kaydedilmiştir.

YSA modellerinin kullanıldığı sistemler sadece bu çalışmalarla sınırlı değildir. [1], [66], [67], [68], [69], [70], [71], [72], [73], [74], [75], [76], [77], [78], [79], [80], [81]'de de YSA modellerinin hem yalnız olarak hem de genetik algoritmalar gibi uygun modellerle birlikte hibrid olarak uygulaması yapılmıştır. Borsanın popülerliğini koruması ve araştırmacılar tarafından ilgi çekici bulunmasından dolayı yeni ve daha başarılı çalışmalar da ortaya çıkmaktadır

2.5. Borsa Tahmininde Kullanılan Diğer Yöntemler

Borsa tahmininde sadece teknik analiz ve YSA modelleri kullanılmamıştır. Menkul kıymet gelecek değer tahmininde, bu modellerden başka, genetik algoritmalar [93], [94] , [95], [96], [97], Saklı Markov Modeli [102], [107], [108], Destek Vektör Destek Vektör Makineleri [98], [99], [100], [101] ve hibrid modeller [103], [104], [105], [106] de kullanılmıştır.

BÖLÜM 3

3. UYGULANAN SİSTEMLER

Bu çalışmada, NYSE bünyesinde bulunan ETF'leri incelemek amacıyla, teknik analiz yöntemleri ile oluşturulan bir uzman sistem ve yine aynı teknik analiz yöntemlerini girdi olarak alan bir YSA modeli kullanılmıştır. Bu modeller, daha sonra test edilmiş; birbirlerine ve B&H modeline karşı performansları karşılaştırılmıştır. Bu bölümde;

- Teknik analiz ve YSA için kullanılan veriler
- Uzman sistem ve
- YSA modeli açıklanacaktır.

3.1. Kullanılan Veriler

Her iki çalışmada da NYSE bünyesinde bulunan en yüksek hacimli 215 ETF incelenmiştir. Bu veriler <http://finance.yahoo.com/etf> adresinden 3 aylık ortalama işlem hacimlerine göre sıralanmış ve bu ETF'ler arasından daha fazla veriye sahip olabilmek için en uzun geçmişe sahip olanlar seçilmiştir.

Hisse senedi yerine ETF'lerin incelenme sebepleri; geçmiş verilerine rahatça erişilebilmeleri ve yüksek hacimli olmalarından dolayı spekülatif hareketlere karşı daha dirençli olmalıdır. Bu sayede, teknik analiz ve YSA modelleri daha güvenilir hale gelmiştir.

Bu ETF'ler teknik analiz modeli için, eğitim ve test verileri olmak üzere 2'ye ayrılmıştır. Eğitim verileri, 215 ETF'in her biri için işlem görmeye başlama tarihlerinden 29 Aralık 2006'ya kadar ve test verileri de 1 Ocak 2007'den 25 Nisan 2008'e kadardır. Dolayısıyla bu sayede, hem uzman sistemde kullanılacak kuralların başarılı oranlarda olabilmesi, hem de test için yeterli verinin elde olması sağlanmıştır.

YSA modelinde ise bu veriler en fazla sayıda girdi sağlanacak şekilde 70 ETF'e kadar kısaltılmıştır. Buradaki amaç, verilerin aynı anda başlamaları ve aynı anda bitmeleridir. Veriler eğitim, çapraz geçerlilik ve test verileri olmak üzere 3'e ayrılmış ve başlangıç tarihleri aynı anda başlayacak şekilde kısaltılmıştır Bu sayede, herhangi bir aşamada kullanılan bir verinin, diğer bir aşamada kullanılması engellenmiştir ve testlerin geçerliliği korunmuştur.

Her iki sistemde de kullanılan veriler ve teknik analiz sonuçları normalize edildiklerinden dolayı, 215 ETF'in bir arada kullanılabilmesi için tüm sakıncalar ortadan kaldırılmıştır. Buradaki amaç, fiyatlar ve teknik analiz değerlerinin kendi içlerinde birbirlerine uyarlanmasının sağlanması ve bu sayede göreceli değişimler yerine yüzdesel değişimlerin kullanılarak sistemin yanlış eğitilmesinin önlenmesidir. Örneğin, herhangi bir gündeki değeri \$100 olan bir ETF, 1 dolarlık bir artışlar ertesi günü \$101 olarak kapıyorsa, bu ETF için günlük artış %1dir. Ancak eğer bu ETF'in o günkü değeri \$1 ise ve ertesi günü 1 dolarlık artışla \$2dan kapıyorsa, bu durumda o ETF için günlük artış %100dür ve 1 günde yatırılan parayı 2ye katlamıştır. Dolayısıyla, örneğin 1 dolarlık artışın farklı ETF'ler için farklı anlam ifade etmesinden dolayı; böyle bir durumu engellemek için Normalizasyon kullanılmış ve artış ile azalışlar her ETF için yüzdesel olarak ifade edilmiştir. Bu sayede, yani her ETF'in artışı ve azalışı yüzdesel olarak ifade edildiği için, 215 ETF bir arada kullanılabilir.

Normalizasyon sayesinde, ETF'ler alt alta sıralanabilmiş ve bütün ETF verileri tek bir popülasyondan geliyormuş gibi sistemler eğitilebilmişlerdir.

Sistemde kullanılan 215 ETF çizelge 3.1.'de verilmiştir:

Çizelge 3.1. Kullanılan ETF listesi

ADRD	ADRE	BBH	DBC	DBV	DCR	DDM	DEB	DES	DIA	DJP	DKA
DOL	DON	DOO	DTN	DVY	DXD	EEB	EEM	EFG	EFV	ELG	EMG
EWD	EWH	EWK	EWL	EWM	EWO	EWP	EWQ	EWS	EWT	EWU	EWV
FBT	FDN	FEZ	FVD	FVI	FXB	FXE	FXF	FXI	GDX	GLD	GSP
ICF	IEF	IEO	IEV	IGE	IGN	IGW	IJH	IJJ	IJR	ILF	IOO
IVE	IVV	IVW	IWB	IWF	IWM	IWN	IWO	IWR	IWS	IWV	IWW
IXP	IYC	IYF	IYG	IYJ	IYM	IYT	IYW	IYY	IYZ	JKE	JKF
JXI	KBE	KCE	KIE	KRE	KXI	LQD	MDY	MTK	MXI	MYY	MZZ
OIL	ONEQ	PBE	PBW	PEY	PEZ	PFI	PGJ	PHO	PID	PIQ	PIV
PRFZ	PRNN	PSI	PSL	PSQ	PTF	PTH	PTJ	PUW	PWB	PWC	PWJ
PXE	PXI	PXJ	PYZ	PZD	PZI	PZJ	QID	QLD	QQEW	QQQQ	RCD
RSP	RTM	RYE	RYF	RYH	RYT	RYU	SDS	SDY	SH	SHY	SLV
STH	TIP	UCR	USO	UTH	VAW	VB	VBK	VCR	VDC	VDE	VGK
VO	VOE	VOX	VPL	VPU	VTI	VWO	XBI	XES	XHB	XLF	XLG
DLS	DND	EWA	EWC	EXI	EZA	IAT	IAU	ITA	ITB	IXG	IXN
XLU	XLV	XLY	XME	XOP	JKK	JPP	OEF	OIH	PPH	PRF	XLK
PWT	PWY	RKH	RPG	SPY	SSO	VIS	VNQ	DLN	EPP	EWZ	HHH
XLI	ISI	IXC	JKJ	NFO	PJB	PWP	RHS	SLX	VGX	XLP	

3.2. Uzman Sistem Modeli

Uzman sistemler, belirli bir uzmanlık alanında, gerçek kişilerden derlenen bilgileri temel alarak, zamanla kendisini geliştirebilme yeteneği de olan yazılımlardır. 1970'lerde yapay zekâ alanındaki araştırmacılar tarafından geliştirilmiş ve ticari olarak 1980lerde uygulanmaya başlanmıştır. Bu programlar, belirli bir problem

hakkındaki bilgiyi, oluşturulan kurallar etrafında çözümleyen, problemlere çözümler sağlayan, tasarımına bağlı olarak, düzeltmeleri yapmak için bir iş dizisi öneren programlardır. Bu çalışmada kullanılan uzman sistem, Bayes karar modeli üzerine kurulmuştur.

3.2.1. Bayes Karar Modeli ve Maksimum Olabilirlik

Bayes Teoremi, genellikle sonrasal olasılıkları hesaplamakta kullanılan ve iki rasgele olayın koşullu ve marjinal olasılıklarını ilişkilendiren bir teoremdir. Maksimum Olabilirlik ilkesi üzerine kurulu bir teoremdir. Örneğin, bir kişinin belli hastalık belirtileri olabilir. Bu durumda Bayes Teoremi, konulan teşhisin doğruluk oranını hesaplamak için kullanılabilir.

Bayes Teoremi şu şekilde formüle edilir:

$$p(A | B) = \frac{p(A) \times p(B | A)}{p(B)} \quad (2.8)$$

$p(A|B)$: B olduğu zaman A'nın olma olasılığı

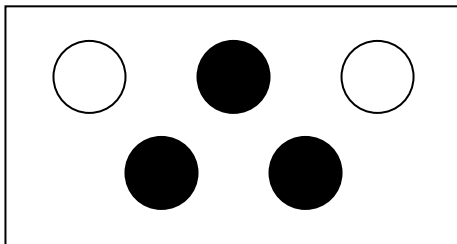
$p(A)$: A'nın olma (önsel) olasılığı

$p(B|A)$: A olduğu zaman B'nin olma olasılığı

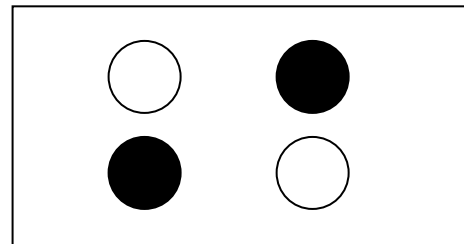
$p(B)$: B'nin olma (önsel) olasılığı

Örnek vermek gerekirse; hilesiz bir para atıldığı zaman, tura gelirse aşağıdaki kutulardan birincisinden bir top çekildiği, yazı geldiğinde de ikinci kutudan bir top çekildiği varsayılıyor.

Birinci Kutu



İkinci Kutu



Bu durumda, eğer çekilen top siyah ise, bu topun ikinci kutudan çekilmiş olma ihtimali şu şekilde bulunur:

Olasılıklar incelendiğine:

$$p(\text{Kutu1}) = 0,5$$

$$p(\text{Kutu2}) = 0,5$$

$$p(\text{BeyazTop} | \text{Kutu1}) = 0,4$$

$$p(\text{BeyazTop} | \text{Kutu2}) = 0,5$$

$$p(\text{SiyahTop} | \text{Kutu1}) = 0,6$$

$$p(\text{SiyahTop} | \text{Kutu2}) = 0,5$$

Bu durumda; Bayes Teoremi uygulanırsa, siyah top geldiğinde bu topun ikinci kutudan olma ihtimali;

$$\begin{aligned} p(\text{Kutu2} | \text{SiyahTop}) &= \frac{p(\text{Kutu2})p(\text{SiyahTop} | \text{Kutu2})}{p(\text{SiyahTop})} \\ &= \frac{p(\text{Kutu2})p(\text{SiyahTop} | \text{Kutu2})}{p(\text{Kutu1})p(\text{SiyahTop} | \text{Kutu1}) + p(\text{Kutu2})p(\text{SiyahTop} | \text{Kutu2})} \end{aligned}$$

olarak hesaplanır. Değerler formülde yerine konursa:

$$= \frac{0,5 * 0,5}{0,5 * 0,6 + 0,5 * 0,5} = \frac{0,25}{0,55} = 0,454545...$$

olarak bulunur. Bu durumda, eğer çekilen top siyah ise, Bayes Teoremi'ne göre bu topun ikinci kutudan gelme ihtimali 0,45'tir.

3.2.2. Uzman Sistem için Uygulanan Teknik Analiz Yöntemleri

Uzman sistemler, kurallar dâhilinde çalışmaktadırlar. Bu çalışmada, bir Java programı geliştirilmiş ve bu programda “ta-lib” isimli bir Java kütüphanesi kullanılmıştır. Uzman sistem oluşturabilmek için bu kütüphaneden faydalanılmış ve teknik analiz metotları kolay bir şekilde her bir ETF'in her bir günü için hesaplanmıştır. Daha sonra çıkan sonuçlar üzerinden değerlendirmeler yapılmış ve

en iyi sonuçları veren analiz sonuçları, uzman sistem kuralı olarak değerlendirilmiştir.

Uygulanan yöntemler ve açıklamaları sırasıyla aşağıda verilmiştir.

- N gün azalma ve artmalar
- Yüzdesele olarak artış ve azalışlar
- N gün SMA
- N gün EMA
- MACD
- RSI
- BB

3.2.2.1. N Gün Azalma ve Artma

Bu tekniğin mantığı; herhangi bir ETF'in N gün azaldıktan ya da arttıktan sonraki her günü için, bir sonraki güne bakmak ve değişim oranlarını incelemektir. Buna göre, sırasıyla 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10 ve 15 gün azalıp artan günler tespit edilmiş ve bu günlerden sonra ETF'in yönüne bakılmıştır. Bu durumda, N kadar süre boyunca azalan ya da artan ETF'lerin, bu günlerin ardından nasıl bir tavır sergiledikleri araştırılmıştır.

3.2.2.2. Yüzdesele Olarak Artış ve Azalışlar

Bu teknik genel yapısı itibari ile bir önceki teknikle aynı olmasıyla birlikte aralarındaki fark; artış ya da azalışların dikkate değer belli ölçütler dâhilinde olmasıdır. Yani, herhangi bir ETF'in sadece artış ya da azalışlarına değil, aynı zamanda o süreç içerisindeki artış ya da azalış yüzdelerine de bakılmış ve belirlenmiş ölçüler dâhilinde olmaları durumunda, ertesi günkü değişimleri kaydedilip istatistikleri tutulmuştur. Artış oranları binde 2 ve yüzde 1 aralığında bir ölçekte değişim göstermiş ve bu oranlar, birinci maddedeki N kadar gün artış – azalış tekniği ile beraber kullanılmıştır.

3.2.2.3. N Gün SMA

SMA, en çok başvurulan teknik analiz yöntemlerden biri olması dolayısıyla bu çalışmada da SMA kullanılmıştır. Bu tekniğe göre, her gün için, o gün de dâhil olmak üzere kendinden önceki 50 ve 200 günün SMA değeri hesaplanmış ve o günün SMA50 / SMA200 değerleri olarak yanına yazılmıştır. Buradaki problem, ilk hesap için gerekli olan 50 ve 200 günün, eğitim ve test verisinin dışında kalmasıdır. Ancak, çok fazla sayıda veri incelendiği için bu durum büyük bir sorun oluşturmamıştır.

SMA tekniği kullanıldığında, önceki metotlar gibi ertesi güne bakılmamış; bunun yerine, o günkü SMA değerleri kapanış değerleri ile karşılaştırılmıştır. SMA modelinde var olan yorum teknikleri kapsamında, SMA'in kapanış değerinden yüksek veya alçak olduğu durumlar gözlemlenmiş ve bu koşullar sağlandığı zaman ertesi gün ne olduğu araştırılmıştır.

3.2.2.4. N Gün EMA

EMA, SMA'e çok benzemekle birlikte, aralarındaki fark, hesaplama dâhilinde olan günler için, EMA'in son günlere daha çok ağırlık vermesidir. EMA de SMA gibi belirli günler için hesaplanmış, bu değerler, o günlerin yanına EMA50 ve EMA200 değerleri olarak yazılmıştır. Sırasıyla EMA50 ve EMA200 için ilk 50 ve 200 günün eğitim ve test verilerinden çıkarılma problemi EMA için de geçerli olmuştur.

EMA tekniğinin yorumlanması da SMA gibi olmuş; EMA değerinin kapanış değerine oranları incelenmiş ve ertesi gün ETF'lerin nasıl bir yol izledikleri gözlenmiştir.

3.2.2.5. MACD

MACD, menkul kıymetin 2 üssel ortalamasının farkını alarak momentumunu hesaplayabilmek için kullanılan bir indikatördür. MACD, -1 ile 1 arasında bir değer almaktadır. Ayrıca, MACD'nin, kendisiyle birlikte, 9 günlük EMA çizgisinden oluşan bir de tetik çizgisi vardır.

Bu çalışma süresince, MACD nin negatif ve pozitif olduğu durumlar, MACD'nin sinyal çizgisinin altında ve üstünde olduğu durumlar ve -1 ile 1 arasında değişen belli değerlerin altında / üstünde olduğu durumlar incelenmiştir. Bu durumlara göre ertesi günkü değişimler analiz edilmiş ve ETF'lerin MACD yöntemiyle ilişkili olup olmadığı araştırılmıştır. Daha sonra MACD'ye göre en iyi sonucu veren yöntem veya yöntemler kurallar dâhiline alınmıştır.

3.2.2.6. RSI

RSI, bir menkul kıymetin, kendi içerisindeki gücünü gösteren en önemli indikatörlerden biridir. RSI 0 ile 100 arasında değişen değerler almaktadır ve en önemli değer olarak 30 ile 70 kullanılmaktadır.

RSI değeri 30 ve altında iken o menkul kıymetin çok fazla satışının gerçekleştiği ve kısa süre içerisinde yükseleceği; eğer bu değer 70 ve üzeri ise, menkul kıymetinin alımının çok fazla olduğu, yakında düşüş trendine gireceği varsayılır. Bu duruma göre çalışma süresince, RSI tekniği incelenirken, RSI'nın sırasıyla 20, 30 ve 40tan aşağı olduğu durumlar ile 60, 70 ve 80den yukarı olduğu durumlar incelenmiştir. Bu durumların gözlemlendiği günler için ertesi günlere bakılmış ve RSI'nın varsayılan yorumlarla ne kadar uyum içerisinde olduğu araştırılmıştır.

3.2.2.7. BB

Bollinger Bantları, daha çok gözleme ve diğer teknik analiz yöntemlerine destek verme amaçlı kullanılmaktadır. Genel olarak menkul kıymet fiyatı, BB içerisinde seyir etmektedir. Analistler bu seyir içerisinde, kırılmalar ile destek ve direnç noktalarını gözlemleyip, bu durumlar gerçekleştiği takdirde trendin değişebileceğini varsaymışlardır.

Bu çalışmada daha farklı bir yöntem izlenmiş ve hisse senedi fiyatının, alt ve üst banda göre yüzdesel pozisyonuna bakılmıştır. Bunun hesabı için aşağıdaki formül uygulanmıştır:

$$\text{Yüzde}[N] = (\text{Close}[N] - \text{BB_Alt}[N]) / (\text{BB_Üst}[N] - \text{BB_Alt}[N]) \quad (2.9)$$

Bu formüle göre her gün için o günkü kapanış değerinin Bollinger Bantlarının yüzde kaçına denk geldiği araştırılmış, sonuçlar BB değeri olarak kaydedilmiş ve ertes günkü hareket gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, BB yüzdesinin 0'ın altında ve 100'n üstünde olduğu u durumlar haricinde, 40tan az olduğu ve 50den, 60tan, 70ten, 80den ve 90dan yüksek olduğu durumlar incelenmiş ve sonuçlar analiz edilmiştir. En iyi sonucu veren parametreler ayrılmış ve daha sonra kurallar oluşturulurken diğer tekniklerle hibrid olarak kullanılmıştır

3.2.3. Uzman Sistem için ıkarılan Kurallar

Uzman sistem kuralları, yukarıda anlatılan teknik analiz metotlarının, 215 ETF'in oluşturduğu toplam 160.000 eğitim verisi üzerinde test edilmesi ile oluşturulmuşlardır. Birinci aşama olarak, incelenmek için tüm tekniklerden oluşan 118 kural adayı çıkartılmış; ikinci aşama olarak da bu adaylardan en iyi sonucu veren ve en çok gerçekleşenler, uzman sistemin 22 kuralı olarak seçilmişlerdir.

Kurallar, herhangi bir ETF'in alındığında, o ETF'in değerinin artma ihtimallerine göre sıralanmışlar ve düşüş olma durumları göz ardı edilmiştir. Bunun sebebi, sistemin al-sat olarak işlemsinden dolayı, fiyatının azalacağı düşünülen ETF'in hiçbir zaman alınmayacak olmasıdır. Dolayısıyla, bir kural gerçekleştiği zaman, o kuralın gerçekleştiği ETF alınmalı ve belirtilen gün sonrasında satılmalıdır.

Aşağıdaki izelgede kural listesi sıralı halde verilmiştir:

Çizelge 3.2. Uzman Sistem Kural Çizelgesi

1. KURAL	MACD>SIGNAL, RSI<=40, BB<0 ve 15 gün sonrası
2. KURAL	MACD>SIGNAL, RSI<=15, BB>=90 ve 15 gün sonrası
3. KURAL	MACD>SIGNAL, RSI<=30, BB>=70, 4 gün azalma ve 1 gün sonrası
4. KURAL	MACD>SIGNAL, RSI<=20, BB>=99 ve 15 gün sonrası
5. KURAL	MACD>SIGNAL, RSI<=20, BB>=70 ve 15 gün sonrası
6. KURAL	MACD>SIGNAL, RSI<=30, BB>=50, 1 art 4 azal ve 10 gün sonrası
7. KURAL	MACD> SIGNAL, RSI<=80, BB<=0, 3 art 4 azal ve 10 gün sonrası
8. KURAL	MACD> SIGNAL, RSI<=30, BB>=50, SMA/EMA<Kapanış, 4gün azalma ve 10 gün sonrası
9. KURAL	MACD>SIGNAL*1,2 RSI<=40 BB<=50 SMA/EMA<Kapanış*0,9 ve 10 gün sonrası
10. KURAL	MACD>SIGNAL, SMA/EMA<Kapanış, RSI<= 20, BB>80 ve 10 gün sonrası
11. KURAL	MACD<-0,4, RSI<=20, BB>=90, SMA/EMA<Kapanış ve 10 gün sonrası
12. KURAL	MACD<SIGNAL, RSI<=40, 6 gün azalma ve 1 gün sonrası
13. KURAL	MACD>SIGNAL, RSI<=30, BB>=60 ve 15 gün sonrası
14. KURAL	MACD>SIGNAL, RSI<=40, BB>=0, 3 art 4 azal ve 10 gün sonrası
15. KURAL	MACD<-0,3, RSI<=30, BB>=50, SMA/EMA<Kapanış ve 10 gün sonrası
16. KURAL	MACD>0, RSI<=30, BB>=60 ve 15 gün sonrası
17. KURAL	MACD>SIGNAL, RSI<=30, BB>=80, SMA/EMA<Kapanış ve 10 gün sonrası
18. KURAL	MACD>SIGNAL, RSI<=40, BB>0, SMA/EMA<Kapanış, 2 gün azalma ve 15 gün sonrası
19. KURAL	MACD>SIGNAL, SMA/EMA>Kapanış, 7 gün azalma ve 10 gün sonrası
20. KURAL	MACD>SIGNAL, RSI<=40, BB>=50, 4 GÜN AZALMA ve 10 gün sonrası
21. KURAL	MACD>SIGNAL, RSI<=40, BB>=50, SMA/EMA>Kapanış ve 15 gün sonrası

- **1. Kural:** $MACD > SIGNAL$, $RSI \leq 40$, $BB < 0$ ve 15 gün sonrası

Bu kural, en yüksek yüzdeyle artış sağlanan kuraldır. Bu kurala göre bir ETF e yatırım yapılabilmesi için, yatırımın yapılacağı gün için ETF'in MACD değerinin sinyal seviyesinden yüksek, RSI değerinin 40 ve altında ve BB yüzdesinin de negatif olması gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, o ETF alınmalı ve elde 15 gün tutulduktan sonra satılmalıdır.

- **2. Kural:** $MACD > SIGNAL$, $RSI \leq 15$, $BB \geq -90$ 15 gün sonrası

İkinci kurala göre, bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek, RSI değerinin 15e eşit veya 15ten küçük ve BB yüzdesinin de 90a eşit ya da 90dan büyük olması gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında yine birinci kuralda olduğu gibi o ETF 15 gün elde tutulup, 15. günün sonunda satılmalıdır.

- **3. Kural:** $MACD > SIGNAL$, $RSI \leq 30$, $BB \geq 70$, 4 gün azalma ve 1 gün sonrası

Üçüncü kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek, RSI değerinin 30a eşit veya 30dan küçük ve BB yüzdesinin de 70e eşit ya da 70ten büyük olması gerekmektedir. Ayrıca bu şartlara ek olarak, o güne gelene kadar ETF'in 4 gün arka arkaya azalış göstermesi gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp elde hiç tutmadan ertesi gün satılmalıdır.

- **4. Kural:** $MACD > SIGNAL$, $RSI \leq 20$, $BB \geq 99$ ve 15 gün sonrası

Dördüncü kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek, RSI değerinin 20ye eşit veya 20den küçük ve BB yüzdesinin de 99a eşit ya da 99dan büyük olması gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi

gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp 15 gün elde tutulmalı ve 15. gün sonunda satılmalıdır.

- **5. Kural:** $MACD > SIGNAL$, $RSI \leq 20$, $BB \geq 70$ ve 15 gün sonrası

Beşinci kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek, RSI değerinin 20ye eşit veya 20den küçük ve BB yüzdesinin de 70e eşit ya da 70ten büyük olması gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp 15 gün elde tutulmalı ve 15. gün sonunda satılmalıdır.

- **6. Kural:** $MACD > SIGNAL$, $RSI \leq 30$, $BB \geq 50$, 1 art 4 azal ve 10 gün sonrası

Altıncı kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek, RSI değerinin 30a eşit veya 30dan küçük ve BB yüzdesinin de 50ye eşit ya da 50den büyük olması gerekmektedir. Ayrıca bu şartlara ek olarak, o güne gelene kadar ETF'in ilk gün artış ve sonraki 4 gün boyunca da azalış göstermesi gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp 10 gün elde tutulmalı ve 10. gün sonunda satılmalıdır.

- **7. Kural:** $MACD > SIGNAL$, $RSI \leq 80$, $BB \leq 0$, 3 art 4 azal ve 10 gün sonrası

Yedinci kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek, RSI değerinin 80e eşit veya 80den küçük ve BB yüzdesinin de 0den küçük olması gerekmektedir. Ayrıca bu şartlara ek olarak, o güne gelene kadar ETF'in ilk 3 gün boyunca artış ve sonraki 4 gün boyunca da azalış göstermesi gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp 10 gün elde tutulmalı ve 10. gün sonunda satılmalıdır.

- **8. Kural:** $MACD > SIGNAL$, $RSI \leq 30$, $BB \geq 50$, $SMA/EMA < Kapanış$, 4gün azalma ve 10 gün sonrası

Sekizinci kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek, RSI değerinin 30a eşit veya 30dan küçük ve BB yüzdesinin de 50ye eşit veya 50den büyük olması gerekmektedir. Ayrıca bu şartlara ek olarak, o güne gelene kadar ETF'in 4 gün boyunca da azalış göstermesi gerekmektedir. Bununla birlikte, SMA50 ve EMA50 değerlerinin de o günkü kapanış değerlerinden düşük olması gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp 10 gün elde tutulmalı ve 10. gün sonunda satılmalıdır.

- **9. Kural:** $MACD > SIGNAL * 1,2$ $RSI \leq 40$ $BB \leq 50$ $SMA/EMA < Kapanış * 0,9$ ve 10 gün sonrası

Dokuzuncu kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinin 1,2 katından yüksek, RSI değerinin 40 eşit veya 40tan küçük ve BB yüzdesinin de 50ye eşit veya 50den büyük olması gerekmektedir. Ayrıca bu şartlara ek olarak SMA50 ve EMA50 değerlerinin de o günkü kapanış değerinin 0,9 katından düşük olması gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp 10 gün elde tutulmalı ve 10. gün sonunda satılmalıdır.

- **10. Kural:** $MACD > SIGNAL$, $SMA/EMA < Kapanış$, $RSI \leq 20$, $BB > 80$ ve 10 gün sonrası

Onuncu kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek, RSI değerinin 20ye eşit veya 20den küçük ve BB yüzdesinin de 80den büyük olması gerekmektedir. Ayrıca bu şartlara ek olarak SMA50 ve EMA50 değerlerinin de o günkü kapanış değerinden düşük olması gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp 10 gün elde tutulmalı ve 10. gün sonunda satılmalıdır.

- **11. Kural:** $MACD < -0,4$, $RSI \leq 20$, $BB \geq 90$, SMA/EMA < Kapanış ve 10 gün sonrası

On birinci kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin -0,4'ten küçük, RSI değerinin 20ye eşit veya 20den küçük ve BB yüzdesinin de 90a eşit veya 90dan büyük olması gerekmektedir. Ayrıca bu şartlara ek olarak SMA50 ve EMA50 değerlerinin de o günkü kapanış değerinin 0,9 katından düşük olması gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp 10 gün elde tutulmalı ve 10. gün sonunda satılmalıdır.

- **12. Kural:** $MACD < SIGNAL$, $RSI \leq 40$, 6 gün azalma ve 1 gün sonrası

On ikinci kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek ve RSI değerinin 40a eşit veya 40tan küçük olması gerekmektedir. Ayrıca bu şartlara ek olarak, o güne gelene kadar ETF'in 6 gün boyunca da azalış göstermesi gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınmalı ve ertesi gün satılmalıdır.

- **13. Kural:** $MACD > SIGNAL$, $RSI \leq 30$, $BB \geq 60$ ve 15 gün sonrası

On üçüncü kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek, RSI değerinin 30a eşit veya 30dan küçük ve BB yüzdesinin de 60a eşit veya 60tan büyük olması gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp 15 gün elde tutulmalı ve 15. gün sonunda satılmalıdır

- **14. Kural:** $MACD > SIGNAL$, $RSI \leq 40$, $BB \geq 0$, 3 art 4 azal ve 10 gün sonrası

On dördüncü kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek, RSI değerinin 40a eşit veya

40tan küçük ve BB yüzdesinin de 0a eşit veya 0dan yüksek olması gerekmektedir. Ayrıca bu şartlara ek olarak, o güne gelene kadar ETF'in ilk 3 gün yükselmesi ve sonraki 4 gün boyunca da azalış göstermesi gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp 10 gün elde tutulmalı ve 10. gün sonunda satılmalıdır.

- **15. Kural:** $MACD < -0,3$, $RSI \leq 30$, $BB \geq 50$, $SMA/EMA < \text{Kapanış}$ ve 10 gün sonrası

On beşinci kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin -0,3ten küçük, RSI değerinin 30a eşit veya 30dan küçük ve BB yüzdesinin de 50ye eşit veya 50den büyük olması gerekmektedir. Ayrıca bu şartlara ek olarak SMA50 ve EMA50 değerlerinin de o günkü kapanış değerinden düşük olması gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp 10 gün elde tutulmalı ve 10. gün sonunda satılmalıdır.

- **16. Kural:** $MACD > 0$, $RSI \leq 30$, $BB \geq 60$ ve 15 gün sonrası

On altıncı kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin 0dan yüksek, RSI değerinin 30a eşit veya 30dan küçük ve BB yüzdesinin de 60a eşit veya 60tan büyük olması gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp 15 gün elde tutulmalı ve 15. gün sonunda satılmalıdır.

- **17. Kural:** $MACD > \text{SIGNAL}$, $RSI \leq 30$, $BB \geq 80$, $SMA/EMA < \text{Kapanış}$ ve 10 gün sonrası

On yedinci kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek, RSI değerinin 30a eşit veya 30dan küçük ve BB yüzdesinin de 80e eşit veya 80den büyük olması gerekmektedir. Ayrıca bu şartlara ek olarak SMA50 ve EMA50 değerlerinin de o günkü kapanış

değerinden düşük olması gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp 10 gün elde tutulmalı ve 10. gün sonunda satılmalıdır.

- **18. Kural:** MACD>SIGNAL, RSI<=40, BB>0, SMA/EMA<Kapanış, 2 gün azalma ve 15 gün sonrası

On sekizinci kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek, RSI değerinin 40a eşit veya 40tan küçük ve BB yüzdesinin de 0dan büyük olması gerekmektedir. Ayrıca bu şartlara ek olarak SMA50 ve EMA50 değerlerinin de o günkü kapanış değerinden düşük olması gerekmektedir. Bununla birlikte, o güne gelen kadar ETF'in 2 gün azalış göstermesi gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp 15 gün elde tutulmalı ve 15. gün sonunda satılmalıdır

- **19. Kural:** MACD>SIGNAL, SMA/EMA>Kapanış, 7 gün azalma ve 10 gün sonrası

On dokuzuncu kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek, SMA50 ve EMA50 değerlerinin o günkü kapanış değerinden yüksek olması gerekmektedir. Bununla birlikte, o güne gelen kadar ETF'in 2 gün azalış göstermesi gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp 15 gün elde tutulmalı ve 15. gün sonunda satılmalıdır.

- **20. Kural:** MACD>SIGNAL, RSI<=40, BB>=50, 4 GÜN AZALMA ve 10 gün sonrası

Yirminci kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek, RSI değerinin 40a eşit veya 40tan küçük ve BB yüzdesinin de 50ye eşit ya da 50den büyük olması gerekmektedir.

Ayrıca bu şartlara ek olarak, o güne gelene kadar ETF'in 4 gün arka arkaya azalış göstermesi gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp elde 10 gün tutulmalı ve 10. gün sonunda satılmalıdır.

- **21. Kural:** $MACD > SIGNAL$, $RSI \leq 40$, $BB \geq 50$, $SMA/EMA > Kapanış$ ve 15 gün sonrası

Yirmi birinci kurala göre bir ETF'e yatırım yapılabilmesi için, o gün içinde ETF'in MACD değerinin sinyal değerinden yüksek, RSI değerinin 40a eşit veya 40tan küçük ve BB yüzdesinin de 50ye eşit ya da 50den büyük olması gerekmektedir. Ayrıca bu şartlara ek olarak, o günkü SMA50 ve EMA50 değerlerinin kapanış değerinden yüksek olması gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, önceki kurallardan herhangi birisi gerçekleşmiyorsa, o ETF alınıp elde 15 gün tutulmalı ve 15. gün sonunda satılmalıdır.

3.3. Yapay Sinir Ağları Modeli

Araştırmacılar arasında YSA'nın kesin bir tanımı olmasa da genel kanı, karmaşık ve genel bir davranış sergileyen ve nöronlar ile nöron parametrelerinin bağlantıları tarafından belirlenen nöronların oluşturduğu bir ağ şeklindedir. YSA için asıl ilham kaynağı insan merkezi sinir sistemi ve bu bilgi sisteminin en önemli bilgi işleme ünitesi olan nöronlardır. Bir YSA modelinde nöronlar, bir ağ oluşturabilmek için birbirlerine bağlıdır. Dolayısıyla bu model Yapay Sinir Ağı adını almıştır. Bir YSA'nın kendisi tek başına uyarlanabilir yapıda olmadığından dolayı, istenen sinyal akışının sağlanabilmesi için, YSA'da bulunan bağlantıların ağırlıklarının değiştirildiği algoritmalar kullanılmaktadır.

YSA'ların ne zaman kullanılacaklarına dair kesin ve somut kurallar olmamakla birlikte aşağıdaki şartların olduğu durumlarda YSA modeli sorun için uygun bir çözüm olarak kullanılabilir:

- Problem için algoritmik bir çözüm üretilmediğinde
- Aranılan davranışla ilgili birçok örnek elde var ise
- Kurulması gereken yapının var olan bilgilerden çıkarılması gerekiyorsa.

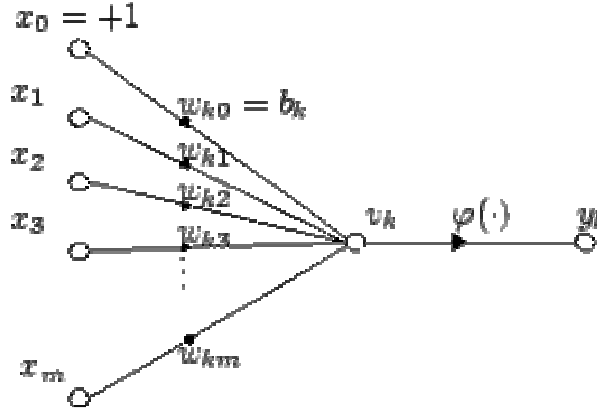
3.3.1. YSA Nöronları

Bir YSA nöronu, bir biyolojik nöronun üstünkörü bir modellenmesi ya da soyutlanması olarak tarif edilebilir. YSA nöronları, YSA içerisinde kurucu birimlerdir. Kullanılan modele göre yarı-doğrusal birim, N_v nöronu, ikili nöron, doğrusal eşik fonksiyonu ve McCulloch-Pitts nöronu gibi farklı isimler alabilmektedirler. Bu yapay nöron, bir veya daha fazla girdi almakta ve bunları toplayarak bir çıktı vermektedir. Genellikle her nöronun toplamı bir ağırlıktadır ve bu toplam aktivasyon fonksiyonu veya transfer fonksiyonu adı verilen bir doğrusal olmayan fonksiyondan geçirilir. Transfer fonksiyonu genellikle sigmoid şeklinde olmakla beraber diğer doğrusal olmayan fonksiyonların şeklinde de olabilmektedirler. Bu fonksiyonlar genellikle monoton artan, sürekli, diferansiyellenebilir ve sınırlı fonksiyonlardır. Yapay nöron transfer fonksiyonu, bir doğrusal sistemin transfer fonksiyonu ile karıştırılmamalıdır.

Bir yapay nöron için $m + 1$ girdi olduğu, bu girdiler için de sinyallerin $\{x_0 \dots x_m\}$ ve ağırlıkların da $\{w_0 \dots w_m\}$ arasında oldukları kabul edilirse, k . nöronun çıktısı şu şekilde hesaplanır:

$$y_k = \varphi \left(\sum_{j=0}^m w_{kj} x_j \right) \quad (2.10)$$

Formüldeki φ (Phi) değeri, transfer fonksiyonudur. Aşağıdaki şekilde, bir yapay nöronun girdi sinyalleri ve ağırlıkları, transfer fonksiyonu ve çıktısı verilmiştir:



Şekil 3.1. Bir yapay nöronun girdi sinyalleri, ağırlıkları, transfer fonksiyonu ve çıktısı

Yapay nörondaki çıktı, bir biyolojik sinirdeki aksonlara (iletici uçlara) benzemekte ve o nöronun taşıdığı değer bu çıktı sayesinde bir başka nöronun girdisi olarak model içinde yayılmaktadır. Bu nöron, eğer bir çıktı vektörünün parçası ise, bir başka nörona girdi olmak yerine sistemden çıkmaktadır.

Yapay nöronlar İzhikevich tarafından biyolojik olarak gerçekçi olmadıklarından dolayı eleştiriye uğramışlardır. Bu eleştiri teknik olarak doğru olsa da, yapay nöronların amacının biyolojik sinirleri birebir modellemek değil fakat doğrusal olmayan karmaşık hesaplamaları yapmak olmasından dolayı literatürde çok fazla önem taşımamaktadır.

3.3.2. Sistemin Modellenmesi

Borsa tahmini için YSA modeli uygulanırken, sistemde NeuroDimension firmasının NeuroSolutions [109] adlı programının 30 günlük deneme sürümü kullanılmıştır. Bu program sayesinde tek bir yapay sinir ağına bağlı kalınmamış ve birçok ağ, birçok değişik parametre ve kombinasyon ile denenmiş ve en iyi sonucu veren ağlar tercih edilmiştir. Aşağıda sistem için kullanılan ağlar ve açıklamaları verilmiştir:

- Çok-Katmanlı Perseptron Ağı
- Jordan / Elman Ağı
- Zaman-Gecikmeli Özyineli Ağ

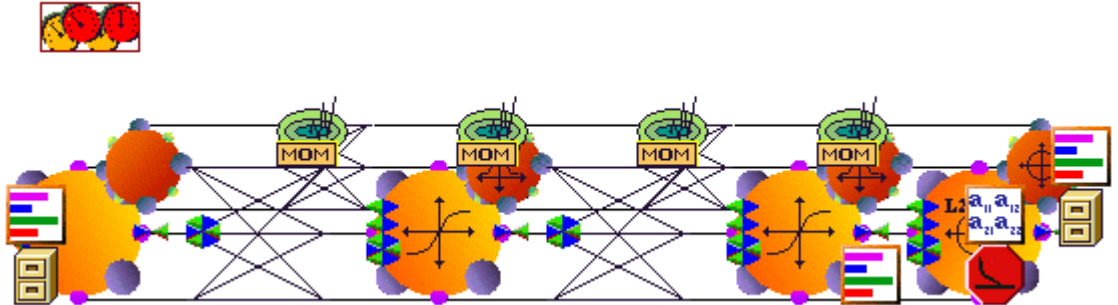
3.3.2.1 Çok-Katmanlı Perseptron Ağları

Çok-katmanlı perseptron (Multi-Layer Perceptron – MLP), genellikle statik geri-yayılma ile eğitilen ileri-beslemeli bir ağıdır. Bu tür ağlar, statik örüntü sınıflandırması gerektiren birçok sayıda uygulamada kendilerine yer edinmişlerdir. MLP'nin en önemli avantajları kullanımlarının kolay olması ve herhangi bir girdi/çıkıtı haritasını tahmin edebilmeleridir. Bununla birlikte en önemli dezavantajları ise eğitimlerinin yavaş olması ve büyük miktarda eğitim verisine gereksinimlerinin olmasıdır.

Perseptron, birçok gerçek değerli girdinin girdi ağırlıklarına göre bir doğrusal kombinasyon kurarak tek bir çıkıtı hesaplar. Daha sonra da bu çıkıtı doğrusal olmayan bir aktivasyon fonksiyonuna sokar. Bu işlem matematiksel olarak aşağıdaki gibi formüle edilmektedir:

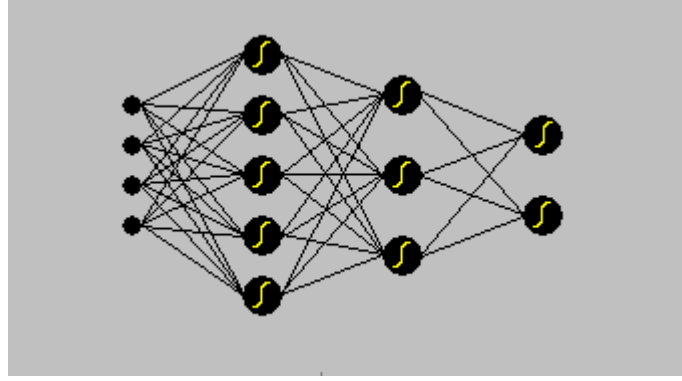
$$y = \varphi\left(\sum_{i=1}^n w_i x_i + b\right) = \varphi(\mathbf{w}^T \mathbf{x} + b) \quad (2.11)$$

Aşağıdaki şekilde, NeuroSolutions programında kullanılan MLP yapısı görülmektedir:



Şekil 3.2. NeuroSolutions'da oluşturulan MLP yapısı

Aşağıdaki şekilde ise, bir MLP'nin genel yapısı verilmiştir:

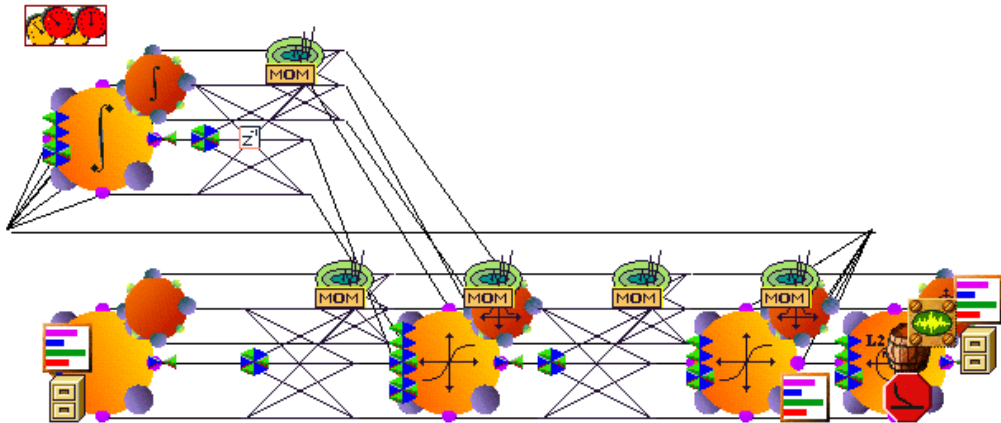


Şekil 3.3. MLP'nin genel yapısı

3.3.2.2. Jordan / Elman Ağları

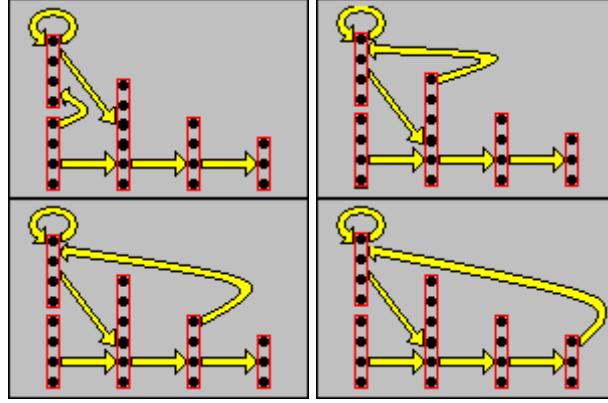
Jordan/Elman Ağları (Jordan/Elman Network – JEN) MLP ağlarının genişletilmiş versiyonudur. JEN içerisindeki nöronlar, MLP'den farklı olarak geçmiş aktiviteleri hatırlarlar. Bu proses elemanları sayesinde sistem içerisinde veriden geçici bilgi sağlanabilmektedir. Elman ağında, ilk gizli katman nöronlarının aktiviteleri kontekst birimlerine kopyalanırken bu sırada Jordan ağında da tüm ağın çıktısı kopyalanır.

JEN'ler genellikle, ağın geçmiş değerlerinin sonraki süreci etkilediği durumlarda kullanılmaktadır. Aşağıdaki şekilde, NeuroSolutions programında kullanılan JEN yapısı görülmektedir:



Şekil 3.4. NeuroSolutions'da oluşturulan JEN yapısı

Aşağıdaki şekilde ise, bir JEN'in genel yapısı verilmiştir:



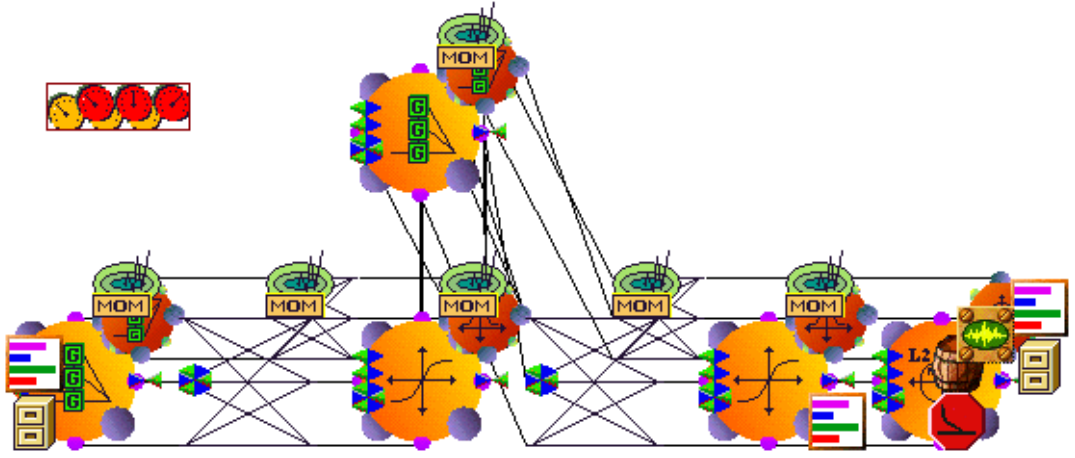
Şekil 3.5. MLP'nin genel yapısı

3.3.2.3. Zaman-Gecikmeli Özyineli Ağlar

Zaman-Gecikmeli Özyineli Ağlar (Time Lag / Recursive Networks – TLRN) da yine JEN gibi MLP'nin genişletilmiş versiyonudur. TLRN'de yerel özyineli bağlantıları olan kısa zamanlı hafıza yapıları kullanılmaktadır. Birçok gerçek veri kendi yapısı içerisinde, zamanla değişen veri gibi, bilgi taşımaktadır. Buna rağmen çoğu YSA statik sınıflandırıcılardır. TLRN'ler ise bunun aksine, doğrusal olmayan zaman serisi tahminlerinde, sistem tanımlamalarında ve geçici örüntü sınıflandırmalarında kullanılan bir YSA modelidir.

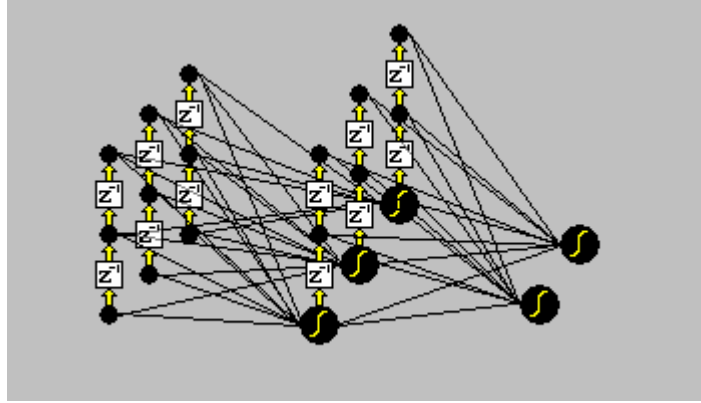
TLRN'lerin en önemli avantajları, MLP kıyasla, geçici problemleri öğrenirken daha küçük sayıda verinin yeterli olması ve veri içerisindeki gürültüye karşı hassasiyetinin düşük olmasıdır. Ayrıca, TLRN'lerin özyineli yapısı, uyarlanabilir hafıza derinliği yönünden bir avantaj sağlamaktadır.

Aşağıdaki şekilde, NeuroSolutions programında kullanılan TLRN yapısı görülmektedir:



Şekil 3.6. NeuroSolutions'da oluşturulan TLRN yapısı

Bu şekilde ise, bir JEN'in genel yapısı verilmiştir:



Şekil 3.7. TLRN'nin genel yapısı

3.3.2. Sistemin Modellenmesi

Bu çalışmada borsa tahmini için YSA modellemesi yapılırken tek bir ağıba bağlı kalınmak yerine birçok ağıba, birçok parametre ile denenmiş ve optimum olan ağıba seçilmeye çalışılmıştır.

YSA eğitimi için, uzman sistemden farklı olarak 70 ETF kullanılmış ve bu ETF'lerin geçmiş verileri başlangıçları aynı olacak şekilde kırılmıştır. Buradaki amaç verilerin başlangıç ve bitiş tarihlerinin aynı olmasının sağlanması, eğitimde kullanılan bir verinin çapraz geçerlilik ve/veya test aşamalarında kullanılmasının engellenmesidir.

Bu sayede, hepsi aynı anda başlayan ve biten 70 ETF hazırlanmış ve sistemde kullanılmıştır. Bu ETF'lerin her birinde toplam 1600 veri olmakla beraber, eğitim verisi olarak bu ETF'lerin 1000 (toplamın %62,5i) verisi, çapraz geçerlilik olarak 200 (toplamın %12,5i) verisi ve test olarak da 400 (toplamın %25i) verisi kullanılmıştır.

Normalizasyonun getirdiği bir avantaj olarak, veriler sadece bir seferlik olarak test edilmemiştir. Sisteme verilen veriler art arda günler olsa da normalizasyon sayesinde birbirinden bağımsız hale gelmişler ve böylece farklı dönemlerdeki veriler eğitim, çapraz geçerlilik ve test verisi olarak kullanılmışlardır.

Aşağıdaki çizelgede her ETF'in 1600 verisinin gruplar olarak nasıl bölündükleri verilmiştir:

Çizelge 3.3. ETF verilerinin YSA için 4 gruba bölünmesi

Gruplar	Eğitim Verileri	Çapraz Geçerlilik Verileri	Test Verileri
Grup 1	0 – 1000	1000 – 1200	1200 – 1600
Grup 2	0 – 600 ve 1200 – 1600	600 – 800	800 – 1200
Grup 3	0 – 200 ve 800 – 1600	200 – 400	400 – 800
Grup 4	600 – 1600	400 – 600	0 – 400

Bu gruplandırma sayesinde elde var olan tüm veriler ayrı ayrı test edilmiş ve kurulan YSA modelinin geçerliliği kontrol edilmiştir. Ayrıca bu gruplandırma yapılırken, eğitimde yer alan verinin çapraz geçerlilik ve test verilerinde de yer alması engellenmiş ve bu sayede sistemin geçersiz sonuçlar vermesinin de önüne geçilmiştir.

Veriler bu şekilde bölündükten sonra hangi parametrelerin girdi olarak sisteme sokulacağı ve hangi parametrelerin çıktı olarak isteneceğine karar verilmiştir. Girdi olarak verilmek üzere aşağıdaki seçenekler denenmiştir:

- Her gün için SMA50 değeri
- Her gün için SMA200 değeri
- Her gün için EMA50 değeri
- Her gün için EMA200 değeri
- Her gün için EMA5 değeri
- Her gün için EMA20 değeri
- O günkü değerin bir önceki güne göre yüzdesel farkı
- EMA5 değeri ile kapanış değerinin yüzdesel oranı
- EMA20 değeri ile kapanış değerinin yüzdesel oranı
- MACD değeri
- RSI değeri
- BB yüzdesi

Bu verilerin çeşitli kombinasyonları denendikten sonra, SMA ve EMA gerçek değerlerinin sistemden çıkarılmasına ve sadece yüzdesel değerlerin, normalizasyona sadık kalmak amacıyla, sisteme sokulmasına karar verilmiştir. Bu durumda sistemde girdi olarak;

- MACD değeri
- RSI değeri
- BB yüzdesi
- EMA5 değeri ile kapanış değerinin yüzdesel oranı
- EMA20 değeri ile kapanış değerinin yüzdesel oranı

kullanılmıştır.

Sistemde çıktı olarak da birçok parametre denenmiştir. Bu parametreler aşağıda sıralanmıştır:

- Ertesi gün ile bugünün kapanış değerlerinin yüzdesel farkı
- Ertesi günün kapanış değeri ile bugünün EMA5 değerinin yüzdesel farkı
- Ertesi günün kapanış değeri ile bugünün EMA20 değerinin yüzdesel farkı

- Ertesi günün artıp / azalması
- Bugünkü kapanış değerinin, sonraki 3 günün kapanış ortalamasına yüzdesel oranı
- Bugünkü kapanış değerinin, sonraki 5 günün kapanış ortalamasına yüzdesel oranı
- Bugünkü kapanış değerinin, sonraki 3 günün en yüksek kapanış değerine yüzdesel oranı
- Bugünkü kapanış değerinin, sonraki 5 günün en yüksek kapanış değerine yüzdesel oranı

Yapılan testler ve incelemeler sonucunda genel olarak çıktılarının aynı düzeyler başarı oranı sağladıkları görülmüş ve kıyaslama için bazı durumlarda birden fazla çıktı aynı anda sistemden istendiği denemeler de olmuştur. Uygulanan YSA modelinde tek bir çıktıya bağlı kalınma zorunluluğu olmadan, istendiği takdirde yukarıda sıralanan seçeneklerin tamamı çıktı olarak alınıp kontrol edilebilmektedir.

YSA modelinde denenen tüm ağlar için, yani MLP, JEN ve TLRN için, 1 gizli katman kullanılmıştır. NeuroSolutions girdi sayısına göre gizli katman için bir yapay nöron sayısı belirliyor olsa da bu sayı her sistem için 30 olarak belirlenmiştir. Gizli katmanda transfer fonksiyonu olarak birçok seçenek denenmiş, en başarılı olarak gözlenen Doğrusal Sigmoid Akson fonksiyonu yine tüm ağ modelleri için ortak olarak kullanılmıştır.

Sistemde öğrenme kuralı olarak ilk testlerde momentum kullanılmış olsa da, eşlenik gradyan öğrenme kuralının daha başarılı olduğu gözlemlenince, tüm ağlarda öğrenme kuralı olarak eşlenik gradyan seçilmiştir. Çıktı katmanında ise, transfer fonksiyonu bu kez Sigmoid Akson olarak belirlenmiş ancak öğrenme kuralı olan eşlenik gradyan değiştirilmemiştir.

Bütün modeller öğrenme yöntemi olarak danışmanlı öğrenmeyi kullanmışlardır. Her test için maksimum iterasyon sayısı 250 olarak belirlenmiş ve iterasyondan çıkma şartı olarak En Küçük Kareler Toplamı (Mean Square Error – MSE) metodundan faydalanılmıştır. Bu kurala göre, sistemdeki MSE değeri 10^{-5} olduğu zaman sistemin

döngüleri bırakması istenmiş, ancak bu sonuca hiçbir denemede ulaşamadığından tüm iterasyonlar tamamlandıktan sonraki hata oranı, en iyi hata oranı olarak kabul edilmiştir. Sistemler, bu hata oranını en az indirmek için sürekli farklı parametreler ile test edilmiş ve elde edilen en başarılı sistemler incelendiğinde yukarıda seçilen parametrelerin en başarılı sonuçları verdiği gözlemlenmiştir.

3.3.3. Modellerin Özellikleri

YSA modelinde kullanılan tüm ağlar için girdi olarak ve sistem olarak aynı parametreler ve aynı yöntemler kullanılmıştır. Değişiklik gösteren parametreler sadece istenilen çıktılardır. Bu durum da yine NeuroSolutions'ın verileri alırken istenen verileri girdi olarak kullanmayı, istenen verileri sistemden atmayı ve istenen verileri de çıktı olarak seçmeyi sağlayan yapısı dolayısıyla rahatça aşılmıştır. Dolayısıyla, tüm sistemler için aşağıdaki çizelgede açıklandığı şekilde seçim uygulanmıştır:

Çizelge 3.4. YSA Parametreleri

Girdiler	MACD, RSI, BB, EMA5, EMA20
Gizli Katman Sayısı	1
Gizli Katmandaki Nöron Sayısı	30
Gizli Katman Transfer Fonksiyonu	Doğrusal Sigmoid Akson
Çıktı Katmanı Öğrenme Kuralı	Eşlenik Gradyan
Sistemin Öğrenme Yöntemi	Danışmanlı Öğrenme
Maksimum İterasyon Sayısı	250
İterasyon Bitirme Şartı	MSE (0,00001 e eşit olma durumu)
Çıktılar	EMA5 ve EMA20nin kapanışa oranı, sonraki en yüksek 3 ve 5 günün kapanışa oranı, sonraki 2 ve 5 günün ortalamasının kapanışa oranı

BÖLÜM 4

4. SİSTEMLERİN SONUÇ ve PERFORMANSLARI

4.1. Uzman Sistem Sonuçları

Uzman sistem sonuçlar beklenildiği üzere başarılı olarak tespit edilmiştir. Uzman sistem kuralları öncelikle eğitim verilerinden çıkartılmış ve daha sonra bu kurallar, 215 ETF'in 1 Ocak 2007 ile 25 Nisan 2008 arasındaki veriler için birçok şekilde test edilmiş ve en iyi sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır. Sistemin işleyişi şu şekildedir:

- 21 kural için, kurallara (sırasına göre) uyan herhangi bir ETF ile karşılaşıldığında kadar bekle
- Herhangi bir kuralla karşılaşıldığında o ETF'ten 1000 dolarlık al
- Kuralda belirtilen süre kadar bekle ve başka ETF alma
- Süre bitiminde ETF'i sat
- Eldeki yeni paraya göre yukarıdaki işlemleri tekrar et

Yukarıda belirtilen işleyişe göre standart kurallar uygulanıp, her kuralda belirtilen gün kadar sonra satılması durumunda 1000 dolardan 1250 dolara ulaşılmış ve yüzde 25 kar sağlanmıştır. Ancak kuralların denk gelmesi ve geldikten sonra da 10 ve 15 gibi uzun süreler beklenmesinden dolayı çok fazla işlem yapılamamış, ancak yine de 17 işlemde 250 dolar kar edilmiştir. Bu durumda işlem başına elde edilen kar 14,7 dolardır. Ayrıca, 1,5 sene içerisinde kötüleşen ekonomik koşullar yüzünden gerileyen borsada yüzde 25lik kar oranı başarı olarak görülebilmektedir.

Kurallar biraz değiştirilip, hisse senetleri alındıktan sonra kurallarda yazan kadar sürede değil de ertesi gün satıldıkları zaman, 1000 dolarlık yatırım 1397 dolara ulaşmış ve 397 dolarlık bir kar elde edilmiştir. Bir önceki sisteme göre daha fazla kar edilmiş gibi görülse de 88 işlemde 397 dolar kar edildiğinden işlem başına 4,5 dolarlık bir kar söz konusudur. Bu da ilk sistemin 3te 1i kadar bir başarı olarak yorumlanabilir.

Denenen bir diğ er uygulama da kurallara uyan ETF'lerin alındıktan sonra 2 gün elde tutulup 2 gün sonra satılmasıdır. Bu sistem 215 ETF'e uygulandığı zaman 1000 dolarlık yatırımdan 511 dolar kar elde edilmiştir. Bu modelde de bir öncekinde olduğu gibi 88 defa işlem yapılmış ve dolayısıyla toplamda yüzde 51lik bir başarı oranı olsa da, işlem başı elde edilen gelir 5,8 dolardır.

Bir başka test edilen uygulama da, yine kurallara uymak kaydı ile alınan ETF'lerin, kurallarda yazan günler sonunda değil, 1 hafta sonrasında satılmasıdır. Bu uygulama, bir önceki sistemle yaklaşık olarak aynı sonucu vermiş ve 215 ETF'ten 1000 dolar yatırılması sonucunda 518 dolar kar ettirmiştir. Ancak bu kez toplam işlem sayısı çok daha az olarak tespit edilmiştir. Bu sistemde toplam işlem sayısı 34 olduğu için 15,23 dolarlık bir işlem başı kar oranı ile toplamda yüzde 51,8'lik bir başarı elde edilmiştir.

Bir performans kıyaslaması olarak uzman sistem kuralları 215 ETF'in her birine tek tek uygulanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde 215 ETF'in yıllık olarak B&H ve uzman sistem ile değerlendirilmesi arasında bazı farklar olduğu gözlemlenmiştir. 215 ETF'in 133'ünde uzman sistem B&H modelinden daha iyi sonuç vermiş ve kalan 82 ETF'te B&H modeli daha başarılı olmuştur. Aradaki fark çok olmasa da genel olarak uzman sistemin 215 ETF için negatif sonuçları çok daha az verdiği ve B&H modelinden daha başarılı olduğu kabul edilebilmektedir.

Uzman sistem için denenen varyasyonlar aşağıdaki çizelgede verilmiştir:

Çizelge 4.1. Uzman Sistemlerin Başarım Karşılaştırması

	Yatırılan Para (\$)	Dönem Sonu Kar	Yüzdesel Kar Oran (%)	Toplam İşlem	İşlem Başı Kar
Standart Sistem	1000	250	25	17	14,7
1 Gün Sonra Sat	1000	397	39,7	88	4,5
2 Gün Sonra Sat	1000	511	51,1	88	5,8
1 Hafta Sonra Sat	1000	518	51,8	34	15,23

4.2. YSA Sonuçları

Bayes karar modeli 215 ETF kullanıyor olmasına rağmen YSA modelinde en uzun süreli ve işlem hacmi en yüksek olan 70 ETF kullanılmıştır. Bu ETF'lerden elde edilen teknik analiz parametreleri YSA'na girdi olarak verilmiş ve birçok ağ topolojisi denenmiştir. Bu ağlardan en iyi sonucu veren Jordan / Elman ağı da test aşamasında kullanılmak üzere seçilmiştir.

Seçilen JEN'de teknik analiz sonuçlarının girildiği 5 nöronlu girdi katmanı, 20 nörondan oluşan bir gizli katman ve bir çıktı katmanı kullanılmış, tüm katmanlardaki transfer fonksiyonu olarak da Sigmoid fonksiyonu seçilmiştir. Öğrenme metodu olarak MSE, öğrenme aşamasında hızlandırıcı olarak da EGÖ kullanılmıştır.

JEN ağından çıktı olarak, bir ETF'in ertesi günkü kapanış değerinin bugünkü EMA20 ile yüzdesel farkı istenmiştir. Model, yaklaşık 250 eğitim örnekleme dizisi (epoch) ile eğitilmiş ve kabul edilebilir bir hata oranı olan 0,001245'e ulaştığında eğitim bitmiştir.

YSA sonuçları gerçekten çok başarılı olarak gözlemlenmiştir. Her bir ETF'ten yıllık olarak ortalama yüzde 52,35'lik bir başarı oranı elde edilmiştir. Örnek olarak, HHH ETF'inden yüzde 98, EWD ETF'inden yüzde 106 ve EWK ETF'inden yüzde 109'luk bir başarı oranı elde edilmiştir. Ayrıca, 70 ETF'in hiçbirisi negatif olmamış, yani zarar etmemiş, en düşük getiriyi de yüzde 15,75 ile ICF getirmiştir. Sonuç olarak YSA sonuçlarının çok başarılı olduğu söylenebilir.

Performans değerlendirmesi olarak karşılaştırıldığında, 70 ETF'in yıllık olarak B&H modeli ile değerlendirmesi ve YSA modeli ile değerlendirilmesi arasında büyük farklar olduğu gözlemlenmiştir. 70 ETF'in 69'unda YSA, B&H modelinden daha iyi sonuç vermiş ve sadece bir ETF için B&H modeli yüzde 5'lik bir farkla daha başarılı olmuştur. Bu durum, YSA modelinin ne kadar başarılı olduğunun bir göstergesidir.

Aşağıdaki çizelgede Bayes Karar Modeli ve YSA ağlarının, B&H modeline göre başarımlarını değerlendirmeleri verilmiştir.

Çizelge 4.2. Bayes ve YSA modellerinin B&H modeline göre başarımların kıyaslaması

	Bayes Karar Modeli (BKM)	Al-ve-Tut Modeli (B&H)	Yapay Sinir Ağları Modeli (YSA)
BKM'nin B&H'a göre daha iyi olduğu ETF sayısı	133 (%62)	82 (%38)	-
YSA'nın B&H'a göre daha iyi olduğu ETF sayısı	-	1 (%2)	69 (%98)
BKM ve B&H arasındaki en yüksek getiri farkı (BKM daha iyi)	DCR (21,73 %)	DCR (-80,40%)	-
YSA ve B&H arasındaki en yüksek getiri farkı (YSA daha iyi)	-	IGW (-31,1%)	IGW (90,12%)
BKM ve B&H arasındaki en yüksek getiri farkı (B&H daha iyi)	SLX (50,54 %)	SLX (119,80 %)	-
YSA ve B&H arasındaki en yüksek getiri farkı (B&H daha iyi)		ICF (20%)	ICF (15%)
ETF Başına Ortalama Gelir	11,73%	9,07%	52,35%
En Fazla Zarar Ettirdiği ETF	ITB (-31,9%)	DCR (-80,40%)	-
En Fazla Kar Ettirdiği ETF	FXI (111,37%)	SLX (119,80 %)	EWK (109%)

BÖLÜM 5

5. YORUMLAR ve GELECEK ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, uzman sistem ve yapay sinir ağları (YSA) kullanarak, NYSE bünyesinde işlem gören ETF'lerin gelecek değerleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde açıkça görülmektedir ki iki model de B&H modeline göre daha başarılı sonuçlar vermiştir. YSA ise, uzman sisteme göre daha başarılı bir performans sergilemiştir.

Bayes temelli uzman sistem, ETF'lerin geçmiş istatistikî verileri üzerinden hesaplanan teknik analiz metotları ile, eğitim aşamasında karar verilen kurallar dahilinde, ETF'lerin gelecek değerlerini tahmin etmeye çalışmıştır. YSA modelinde ise, bu teknik analiz parametreleri girdi olarak kullanılmış ve fonların ertesi günkü değerlerini tahmin etmek yerine artıp artmayacağına bakılmıştır. Her ne kadar uzman sistemde ETF lerin başlangıç tarihleri farklılık gösterse de, her ETF in ömrünün en az 2 yıl olması sayesinde sistemlerin sadece artış ve azalış trendlerini öğrenmesi değil, aynı zamanda trendin olmadığını durumları da öğrenmesi sağlanmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde açıkça görülmektedir ki, başarı oranı olarak her iki model de B&H stratejisinden daha iyi sonuç vermiştir. Dolayısıyla, her iki model de karar destek mekanizması olarak kullanılabilir. YSA'nın uzman sisteme göre daha başarılı olması da onun ilk tercih olarak seçilme şansını yükseltmektedir.

Gelecekte, bu modeller için fonların haricinde NYSE bünyesinde bulunan hisse senetlerinin de test edilmesi planlanmaktadır. Ancak hisse senetlerinin fonlara göre piyasa ve firma durumlarına karşı daha hassas olmalarından dolayı kurulacak olan ağların kararlılıkları da dikkatli bir şekilde sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Özbayoğlu, A. M., Neural Based Technical Analysis in Stock Market Forecasting, Intelligent Engineering Systems through Artificial Neural Networks, 17, 261-266, Rolla, Missouri, November 2007
- [2] King, W., Technical Methods of Forecasting Stock Prices, Journal of the American Statistical Association, 29 (187), 323-325, 1934
- [3] “Borsa” erişim adresi: <http://tr.wikipedia.org/wiki/Borsa> erişim tarihi: 15 Kasım 2007
- [4] erişim adresi: [www.kyd.org.tr/data/T/etf.doc+Exchange+Traded+Funds+\(+ETF+%E2%80%98s+\)+Borsada+%C4%B0%C5%9Flem+G%C3%B6ren+Fonlar&hl=tr&ct=clnk&cd=2&gl=tr&client=firefox-a](http://www.kyd.org.tr/data/T/etf.doc+Exchange+Traded+Funds+(+ETF+%E2%80%98s+)+Borsada+%C4%B0%C5%9Flem+G%C3%B6ren+Fonlar&hl=tr&ct=clnk&cd=2&gl=tr&client=firefox-a) erişim tarihi: 15 Kasım 2007
- [5] erişim adresi: <http://www.borsanaliz.com/teknik/trend1.gif> erişim tarihi: 13 Haziran 2008
- [6] “Technical Analysis” erişim adresi: <http://www.technicalanalysis.org.uk/technical-analysis.pdf> erişim tarihi: 21 Kasım 2007
- [7] Brown, S.J., Goetzmann, W.N., and Kumar A, Papers and Proceedings of the Fifty-Eighth Annual Meeting of the American Finance Association, ., The Journal of Finance, 53 (4), 1311-1333, 1999
- [8] Rhea, R., The Dow Theory, *Barron's*, New York, N.Y., 1932
- [9] “Dow Teorisi” erişim adresi: <http://analiz.ibsyazilim.com/egitim/dow.html> erişim tarihi: 25 Mayıs 2008
- [10] “Technical Analysis: Introduction” erişim adresi: <http://www.investopedia.com/university/technical/> erişim tarihi 12 Ocak 2008
- [11] Resta, M., Towards an Artificial Technical Analysis of Financial Markets Neural Networks, IJCNN, Proceedings of the IEEE-INNS-ENNS International Joint Conference, on Volume 5, 117-122, 2000.
- [12] Willford K., “Technical Methods of Forecasting Stock Prices” Journal of the American Statistical Association, 29, (187), 323-325, 1934
- [13] “Technical Analysis in the Foreign Exchange Market: A Layman’s Guide” erişim adresi: <http://research.stlouisfed.org/publications/review/97/09/9709cn.pdf> erişim tarihi: 22 Şubat 2008
- [14] “Role of Technical Analysis: As a Tool For Trading Decisions” erişim adresi: <http://www.iimcal.ac.in/Community/Finclub/dhan/dhan9/TA.PDF> erişim tarihi: 22 şubat 2008
- [15] Frankell, J. A., and Froot, K.A., Chartists, Fundamentalists, and Trading in the Foreign Exchange Market. The American Economic Review, 80(2), 181–185, 1990
- [16] Brown, D.P., and Jennings, R.H., On technical analysis. Review of Financial Studies, 2(4), 527–551, 1989
- [17] “Technical Analysis Explained” erişim adresi: https://entry4.credit-suisse.ch/csfs/research/p/d/de/techresearch/media/pdf/trs_tutorial_en.pdf erişim tarihi: 22 Şubat 2008

- [18] “Technical Analysis: The Importance of Volume” erişim adresi: <http://www.investopedia.com/university/technical/techanalysis5.asp> erişim tarihi: 7 Mart 2008
- [19] “Teknik Analiz – Kolay Bir Giriş” erişim adresi: <http://www.meydan-forex.com/files/Introduction%20To%20Technical%20Analysis%20TRK.pdf> erişim tarihi: 18 Mart 2008
- [20] “MACD nedir? Nasıl Kullanılır” erişim adresi <http://www.hisse.net/forum/archive/index.php/t-988.html> erişim tarihi: 23 Nisan 2008
- [21] “Technical Analysis: Indicators and Oscillators” erişim adresi: <http://www.investopedia.com/university/technical/techanalysis10.asp> erişim tarihi: 17 Mart 2008
- [22] “Relatif Güç Endeksi (RSI)” erişim adresi: <http://www.borsanaliz.com/teknik/rsi.shtml> erişim tarihi: 6 Mayıs 2008
- [23] “Bağlı = İzafi = Göreceli Güç Endeksi RSI (Relative Strength Index)” erişim adresi: <http://www.finans.ekibi.net/forum/bagil-izafi-goreceli-guc-endeksi-rsi-relative-strength-t-392.html> erişim tarihi: 17 Haziran 2008
- [24] “The Basics of Bollinger Bands” erişim adresi: <http://www.investopedia.com/articles/technical/102201.asp> erişim tarihi: 26 Şubat 2008
- [25] “Teknik Göstergeler” erişim adresi: <http://www.forexsignalsturkey.com/gostergeler.htm> erişim tarihi: 10 Mayıs 2008
- [26] “Bollinger Bands” erişim adresi: <http://www.ekonomi.name/teknik-analiz/bollinger-bands.html> erişim tarihi: ! Mayıs 1008
- [27] Jin Li, Edwatd P.K. Tsang, “Improving Technical Analysis Predictions: An Application of Genetic Programming” Proceedings, Florida Artificial Intelligence Research Symposium, USA, 1999
- [28] Bishop, C.M., Neural Networks for Pattern Recognition, *Oxford University Press*, Oxford, 1995
- [29] Chua, L. ve Yang, L., Cellular Neural Networks: Theory, IEEE Transaction on Circuits and Systems, 35(10), 1257-1272, 1988
- [30] Chua, L., ve Yang, L., Cellular Neural Networks: Applications. IEEE Transaction on Circuits and Systems, 35(10),1273-1290, 1988
- [31] Güzeliş, C., Hücresel Yapay Sinir Ağları ile Görüntü İşlenmesi. Tübitak Proje No.EEEAG-103, Rapor, İstanbul, 1993
- [32] Elmas, Ç., Yapay Sinir Ağları, *Seçkin Yayınevi*, Ankara, 2003.
- [33] Patro, S., Neural Networks and Evolutionary Computation for Real-time Quality Control, A Dissertation in Industrial Engineering, Texas Tech University, 1997.
- [34] Ripley, B. D., Pattern Recognition and Neural Networks, *Cambridge University Press*, Cambridge, 1996
- [35] Kaya, İ., Oktay S., Engin, O., Kalite Kontrol Problemlerinin Çözümünde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 21 (1-2), 92-107, 2005
- [36] Ergezer, H., Dikmen, M. ve Özdemir, E., Yapay Sinir Ağları ve Tanıma Sistemleri. PiVOLKA, 2(6), 14-17, 2003

- [37] Sağıroğlu, Ő., BeŐdok, E., Erler, M., Mühendislikte Yapay Zeka Uygulamaları-I: Yapay Sinir Ağları, *Ufuk Yayınclık*, Kayseri, 2003.
- [38] Allahverdi, N., Yapay Sinir Ağları, YayınlanmamıŐ Ders Notları, Selçuk Üniversitesi, Konya, 2003
- [39] Karlık, B., 1994, Çok Fonksiyonlu Protezler İçin Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Miyoelektrik Kontrol, *Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul*
- [40] Haykin, S., Neural Networks: A Comprehensive Foundation, *MacMillan College Publishing Company*, New York, 1994.
- [41] Auger, M., 2001, Detection of Laser-Welding Defects Using Neural Networks, A Thesis for The Degree Of Master of Science, *Master Thesis, Queen's University*
- [42] Duda, R.O., Hart, P.E., Stork, D.G. Pattern Classification, *John Wiley*, New York, 2001
- [43] Haykin, S., Neural Networks: A Comprehensive Foundation, *MacMillan College Publishing Company*, New York, 1994.
- [44] "Neural Networks" erişim adresi: <http://www.learnartificialneuralnetworks.com/> erişim tarihi: 22 Mayıs 2008
- [45] C. Charalambous, "Conjugate Gradient Algorithm for Efficient Training of Artical Neural Networks," IEEE Proceedings, 139(3), 301 –310, 1992.
- [46] Willford K., Technical Methods of Forecasting Stock Prices Journal of the American Statistical Association, 29(187), 323-325, 1934
- [47] "Yapay Zeka" erişim adresi: http://tr.wikipedia.org/wiki/Yapay_zek%C3%A2 erişim tarihi: 26 Mart 2008
- [48] Marquez L., Hill T., Worthley R., Remus W., Neural Network Models as an Alternate to Regression, Proc. of IEEE 24th Annual Hawaii Int'l Conference on System Sciences, 6, 129-135, 1991.
- [49] Bansal, A., Kauffman, R.J., Weitz, R.R., Comparing the Modeling Performance of Regression and Neural Networks as Data Quality Varies: A Business Value Approach, Journal of Management Information Systems, 10, 11-32, 1993.
- [50] Liu Q., Lu X., Ren F., Kuroiwa S., Automatic Estimation of Stock Market Forecasting and Generating the Corresponding Natural Language Expression, International Conference on Information Technology: Coding and Computing (ITCC'04), 1, 241, 2004.
- [51] Schierholt, K., Dagli, C.H., Stock Market Prediction Using Different Neural Network Classification Architectures, Computational Intelligence for Financial Engineering, Proceedings of the IEEEIAFE 1996 Conference on, 72-78, 24-26 1996.
- [52] erişim adresi: <http://www.yapay-zeka.org/> erişim tarihi: 15 Mayıs 2008
- [53] Wong, C. C., Chan, M. C., Lam, C., "Financial Time Series Forecasting By Neural Network Using Conjugate Gradient Learning Algorithm And Multiple Linear Regression Weight Initialization" Paper provided by Society for Computational Economics in its series Computing in Economics and Finance, 61, 2000.

- [54] Chan, K.C.C., Teong, F.K., Enhancing Technical Analysis in the Forex Market Using Neural Networks, *Neural Networks, Proceedings, IEEE International Conference*, 2, 1023-1027, 1995.
- [55] Lebeau, C., and Lucas, D., *Technical Traders Guide to Computer Analysis of the Futures Market*, McGraw-Hill, New York, 1991.
- [56] Zhora, D. Y., Data Preprocessing for Stock Market Forecasting Using Random Subspace Classifier Network, *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks, Montreal.*, 2549-2554, 1005.
- [57] Zhora, D.V., Financial Forecasting Using Random Subspace Classifier, *Proc. Int. Joint Conf. Neural Networks*, 4, 2735-2740, 2004.
- [58] Xiong, Q., Yong, S., Shi, W., Chen, J., Liang, Y., The Research of Forecasting Model based on RBF Neural Network, *Neural Networks and Brain, ICNN&B '05. International Conference on* , 2,1032-1035, 2005
- [59] Pavlidis, N.G., Tasoulis, D.K., Vrahatis, M.N., Financial Forecasting Through Unsupervised Clustering and Evolutionary Trained Neural Networks, *Evolutionary Computation, CEC '03. The 2003 Congress on*, 4, 2314-2321, 2003
- [60] Majhi, R., Panda, G., Sahoo, G., Efficient Prediction of Foreign Exchange Rate Using Nonlinear Single Layer Artificial Neural Model, *Cybernetics and Intelligent Systems, 2006 IEEE Conference on*, 1-5, 2006.
- [61] Lam, M., *Neural Network Techniques for Financial Performance Prediction: Integrating Fundamental and Technical Analysis*, ELSEVIER, *Decision Support Systems*, 37, 567-581, 2004.
- [62] Yao, J., Tan, C.L., Time Dependent Directional Profit Model for Financial Time Series Forecasting, *Neural Networks, IJCNN, Proceedings of the IEEE-INNS-ENNS International Joint Conference on*, 5, 291-296, 2000.
- [63] Refenes, A.N., Bentz, Y., Bunn, D.W., Burgess, A.N., Zapranis, A.D., Financial Time Series Modeling with Discounted Least Squares Backpropagation, *Neurocomputing*, 14, (2), 123- 128, 1997
- [64] Li, R., Xiong, Z., Forecasting Stock Market With Fuzzy Neural Networks, *Machine Learning and Cybernetics, Proceedings of 2005 International Conference on*, 6, 3475-3479, 2005.
- [65] Atiya A., Talaat N., ve Shaheen S. An Efficient Stock Market Forecasting Model Using Neural Networks, *Proc. Int. Conf. Neural Networks (ICNN)*, 2112-2115, 1997
- [66] Chapman, A. J., *Stock Market Trading Systems Through Neural Networks: Developing a Model*, *International Journal of Applied Expert Systems*, 2(2), 88-100, 1994
- [67] Kolarik, T., Rudorfer, G., Time series forecasting using neural networks, *APL Quote Quad*, 25(1), 86-94, 1994
- [68] J. T. Yao, C. L. Tan and H.-L. Poh, "Neural Networks for Technical Analysis: A Study on KLCP", *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, Vol. 2, No.2, 1999, pp221-241.
- [69] Chan, M. C., Wong, C. C., and Lam. C. C., Financial Time Series Forecasting by neural Network Using Conjugate Gradient Learning Algorithm and Multiple Linear Regression Weight Initialization, *Computing in Economics and Finance*, 61, 2000.

- [70] Majhi, R., Panda, G., Sahoo, G., Efficient Prediction of Foreign Exchange Rate using Nonlinear Single Layer Artificial Neural Model, *Cybernetics and Intelligent Systems*, 2006 IEEE Conference on, 1 – 5, 2006
- [71] Xiong, Q., Yong, S., Shi, W., Chen, J., Liang, Y., The Research of Forecasting Model based on RBF Neural Network, *Neural Networks and Brain, ICNN&B '05. International Conference on*, 2, 1032-1035, 2005
- [72] Corchado, J., Fyfe, C., Lees, B., Unsupervised Learning for Financial Forecasting, *Computational Intelligence for Financial Engineering (CIFER), Proceedings of the IEEE/IAFE/INFORMS 1998 Conference on*, 259 – 263, 29-31 March 1998
- [73] Kuo, R. J. Chen, C. H. and Hwang, Y. C. An Intelligent Stock Trading Decision Support System Through Integration of Genetic Algorithm Based Fuzzy Neural Network and Artificial Neural Network, *Fuzzy Sets and Systems*, 118, 21-45, 2001
- [74] Kohara, K. Ishikawa, T. Fukuhara, Y. and Nakamura, Y., Stock Price Prediction Using Prior Knowledge and Neural Networks, *Intelligent System In Accounting, Finance and Management*, 6, 11-22, 1997
- [75] Kohara, K., Selective-Learning-Rate Approach for Stock Market Prediction by Simple Recurrent Neural Networks, *Lecture Notes in Computer Science*, 2773, 141-147, January 2003
- [76] Kimoto, T. Asakawa, K. Yoda, M. and Takeoka, M., 'Stock market prediction system with modular neural network', In *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*, 1-6, 1990
- [77] Kim, J. W., Weistroffer, H. R., and Redmond, R. T., Expert Systems for Bond Rating: A Comparative Analysis of Statistical, Rule-Based, and Neural Network Systems, *Expert Systems*, 10, 167-171, 1993
- [78] Hong, T. and Han, I., Integrated approach of cognitive maps and neural networks using qualitative information on the World Wide Web: KBN Miner, *Expert Systems*, 21(5), 243-252, 2004
- [79] Garliauskas, A., Neural Network Chaos and Computational Algorithm of Forecast in Finance, *Proceedings of the IEEE SMC Conference on Systems, Man, and Cybernetics 2*, 638-643, 12-15 October 1999
- [80] Baestaens, D. E. and Bergh, W., Tracking the Amsterdam Stock Index Using Neural Networks, *Neural Networks in the Capital Markets*, 10, 149-162, 1995
- [81] Li, H., Dagi, C.H., Enke, D., Forecasting Series-Based Stock Price Data Using Direct Reinforcement Learning Neural Networks, *Proceedings. IEEE International Joint Conference on*, 2, 1103-1108, 25-29 July 2004
- [82] Brown, D.P., and R.H. Jennings,. On technical analysis. *Review of Financial Studies*, 2(4), 527–551, 1989
- [83] Neftci, S., Naive Trading Rules in Financial Markets and Wiener-Kolmogorov Prediction Theory: A Tudy of “Technical Analysis, *Journal of Business*, 64(4), 549–571, 1991
- [84] Taylor, M. P., and Helen A.,. The Use of Technical Analysis in the Foreign Exchange Market, *Journal of International Money and Finance*, 11(3), 304–314, 1992

- [85] Brock, W., Lakonishok, J., and Lebaron B., Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns. *The Journal of Finance*, 47(5), 1731–1764, 1992
- [86] Blume, L., Easley, D., and O’Hara, M.,. Market Statistics and Technical Analysis: The Role of Volume. *The Journal of Finance*, 49(1), 153–181, 1994
- [87] Neely, C. J.,. Technical Analysis in the Foreign Exchange Market: A Layman’s Guide. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 79(5), 23–38, 1997
- [88] Lui, Y. H., and Mole, D.,. The use of fundamental and technical analyses by foreign exchange dealers: Hong Kong Evidence. *Journal of International Money and Finance*, 17(3), 535–545, 1998
- [89] Lebaron, B.,. Technical Trading Rule Profitability and Foreign Exchange Intervention. *Journal of International Economics*, 49(1), 125–143, 1999
- [90] Lo, A. W., Mamaysky, H., and Wang, J.,. Foundations of Technical Analysis: Computational Algorithms, Statistical Inference, and Empirical Implementation. *The Journal of Finance*, 55(4), 1705–1765, 2000
- [91] Lee, C. M, and Swaminathan, B.,. Price Momentum and Trading Volume. *The Journal of Finance*, 55(5), 2017–2069, 2000
- [92] Neely, C. J., and Weller, P. A.,. Technical Analysis and Central Bank Intervention, *Journal of International Money and Finance*, 20(7), 949–70, 2001
- [93] Yu, M. and Enke, D., Stock Trading Based on Neural Network Modelling and Fuzzy-Technical Indicators, *Intelligent Engineering Systems Through Artificial Neural Networks*, 17, 255-260, 2007.
- [94] Rong-jun L., Xiong Z, Forecasting Stock Market with Fuzzy Neural Networks, *Proceedings of the Fourth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Guangzhou, , 3475-3479, 18-21 August 2005*
- [95] Rast M., Forecasting Financial Time Series with Fuzzy Neural Network, *IEEE*, 28-31, 1997
- [96] Kuo, R.J.;Lee, L.C., Integration of Artificial Neural Networks and Fuzzy Delphi for Stock Market Forecasting, *Systems, Man, and Cybernetics, IEEE International Conference on ,2, 1073-1078, 14-17 Oct 1996*
- [97] Wong, F.S., Wang, P.Z., Goh, T.H., Quek, B.K., Fuzzy Neural Systems for Stock Selection, *Financial Analyst Journal*, 47-53, January-February 1992
- [98] Cao L.J., Tay F.E.H., Financial Forecasting Using Support Vector Machines, *Neural Computing Applications*, 10, 184–92, 2001
- [99] Tay F.E.H., Cao L.J., Application of Support Vector Machines in Financial Time Series Forecasting, 29, 309–317, 2001
- [100] Yang, H., Chan, L. and King, I. Support Vector Machine Regression for Volatile Stock Market Prediction, *Lecture Notes in Computer Science*, 2412, 391, 2002
- [101] Kim, K., 'Financial Time Series Forecasting Using Support Vector Machines, *Neurocomp*, 55, 307-319, 2003
- [102] Bengio, Y., Mori, R. D., and Kompe, R. Global Optimization of a Neural Network-Hidden Markov Model Hybrid”, *IEEE Transactions on Neural Networks*, 3(2), 252–259, 1992

- [103] Abraham, A., Nath, B., and Mohanathi, P. K., Hybrid Intelligent Systems for Stock Market Analysis. In Vassil N. Alexandrov et al. (Eds.), Computational science, 337–345, 2001
- [104] Tay, F, and Cao, L., A Comparative Study of Saliency Analysis and Genetic Algorithm for Feature Selection in Support Vector Machines, Intelligent Data Analysis, 5, 191-209, 2001
- [105] Kim, K., Toward Global Optimization of Case-Based Reasoning Systems for Financial Forecasting, Applied Intelligence, 21(3), 239-249, 2004
- [106] James, V.H., Ray, D. N. Neural Networks and Traditional Time Series Methods: A Synergistic Combination in State Economics Forecasts, IEEE Trans. Neural Networks , 8(4), 863-873, 1997
- [107] Chau, C. W., Kwong, S., Diu, C. K., and Fahrner, W. R., Optimization of HMM by a Genetic Algorithm, IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1727–1730, 1997
- [108] Hassan, M. R., Nath, B., Stock Market Forecasting Using Hidden Markov Model: A New Approach, In Proceedings of 5th international conference on intelligent system design and application, 192–196, 2005
- [109] “NeuroSolutions” erişim sitesi: <http://www.neurosolutions.com/>
erişim tarihi: 12.07.2008

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : BAHADIR, İsmet
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi ve Yeri : 07.12.1981 Hatay
Medeni Hali : Bekar
Telefon : 0 (312) 292 4083
Faks : 0 (312) 292 40 91
e-Posta : ibahadir@etu.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Y. Lisans	TOBB ETÜ / Bil. Müh. B.	2008
Lisans	Atılım Üniversitesi / İşletme	2004

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2005 – 2008	TOBB ETÜ	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Uluslararası Bildiri

1. Özbayoğlu, A. M., Bahadır, İ. “Comparison of Bayesian Estimation and Neural Network Model in Stock Market Trading” Submitted to Intelligent Engineering Systems through Artificial Neural Networks, ANNIE 2008 Conference.