

**T.C.
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**VADELİ İŞLEM SÖZLEŞMELERİNİN FİYATLARININ YAPAY SİNİR
AĞLARIYLA TAHMİN EDİLMESİ: VOB ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

AYŞEGÜL DUMLU

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. HÜSEYİN AKTAŞ**

MANİSA

2011

ÖZET

Finansal zaman serilerinin tahmin edilmesi finans dünyasında önemli bir kavramdır. Bu tez çalışmasının amacı, Yapay Sinir Ağları'nın (YSA) finans alanında bir uygulamasını gerçekleştirmektir. Gerçekleştirilen uygulamada, yapay sinir ağları kullanılarak finansal zaman serilerinin modellenmesi ve tahmin edilmesi yapılmıştır. YSA modellerinin performansı, hata kareleri ortalaması ve regresyon sonuçlarıyla ölçülmüştür.

Bu çalışmada kullanılan veriler, Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası'nın web sitesinden elde edilmiştir. Bunun için VOB'da mevcut olan endeks ve döviz sözleşmeleri ele alınmıştır. Uygulamada kullanılan sözleşmeler içerisinde VOB-İMKB 30 Endeks Sözleşmesi, VOB-İMKB 100 Endeks Sözleşmesi, VOB-TL Dolar Döviz Sözleşmesi ve VOB-TL Euro Döviz Sözleşmesi yer almaktadır. Uygulama için, 4 Şubat 2005 ile 31 Aralık 2010 tarihleri arasında toplam 1486 günlük veri kullanılmıştır.

Mevcut çalışmada, tüm sözleşmeler için temel sinir ağı modeli olarak ileri beslemeli mimari olan geri yayımlı yapay sinir ağı algoritması kullanılmıştır. Geri yayılım algoritmasıyla oluşan hatanın en az olması sağlanmıştır. Sözleşmelerin öngörüsü için kurulan modelin analizleri sonucunda, doğrusal olmayan bir modelleme tekniği olan yapay sinir ağları yönteminin etkin bir performans sergilediği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: 1- Vadeli İşlem Sözleşmeleri 2- Yapay Sinir Ağları 3- Finansal Zaman Serileri

ABSTRACT

The prediction of financial time series is an important concept. The purpose of this study is to perform an application of Artificial Neural Networks (ANN) on financial sector. The application to be carried out, I used artificial neural networks architecture to model and predict financial time series. The performance of ANN models have been measured by the results of Mean Squared Error (MSE) and Regression.

Data have been collected from the official web site of Turkish Derivatives Exchange (TURKDEX). Index Futures Contracts and Currency Futures Contracts which are in TURKDEX have been used in this study. The contracts to be used in the application contain TurkDEX-ISE 30 Index Futures Contract, TurkDEX-ISE 100 Index Futures Contract, TurkDEX-TRYUSDollar Futures Contract, and TurkDEX-TRYEuro Futures Contract. 1486 days of data between 4 February 2005 and 31 December 2010 used in this study.

In the current study, the basic neural model was a feed-forward architecture using the back propagation algorithm. It also performed to be minimum number of errors caused by back propagation algorithm. As a result of analyses of the established model for prediction of the contracts, it shows that ANNs method which is a nonlinear modeling technique has an effective performance.

Key Words: 1- Futures Contracts 2- Artificial Neural Networks 3- Financial Time Series

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Vadeli İşlem Sözleşmelerinin Fiyatlarının Yapay Sınır Ağlarıyla Tahmin Edilmesi: VOB Üzerine Bir Uygulama” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

.../.../2011

AYŞEGÜL DUMLU

T.C
YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
ULUSAL TEZ MERKEZİ

TEZ VERİ GİRİŞİ VE YAYIMLAMA İZİN FORMU

Referans No	419997
Yazar Adı / Soyadı	Ayşegül Dumlu
Tezin Dili	Türkçe
Tezin Özgün Adı	Vadeli İşlem Sözleşmelerinin Fiyatlarının Yapay Sinir Ağlarıyla Tahmin Edilmesi: VOB Üzerine Bir Uygulama
Tezin Tercümesi	Forecasting Prices of Futures Contracts Using Artificial Neural Networks: An Application on TURKDEX
Konu Başlıkları	İşletme
Üniversite	Celal Bayar Üniversitesi
Enstitü / Hastane	Sosyal Bilimler Enstitüsü
Bölüm	İşletme Bölümü
Anabilim Dalı	İşletme Anabilim Dalı
Bilim Dalı / Bölüm	Muhasebe Finansman Bilim Dalı
Tez Türü	Yüksek Lisans
Yılı	2011
Sayfa	96
Tez Danışmanları	Doç. Dr. Hüseyin Aktaş
Dizin Terimleri	Vadeli işlem sözleşmeleri=Future contracts Yapay sinir ağları=Artificial neural networks
Önerilen Dizin Terimleri	Finansal Zaman Serileri=Financial Time Series

28.12.2011

İmza:.....

TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI


Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü 19.12.2011 tarih ve 23/37 sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Lisans Üstü öğretim Yönetmeliği'nin 24. Maddesi gereğince Enstitümüz İşletme Anabilim Dalı Muhasebe Finansman Yüksek Lisans Programı öğrencisi Ayşegül DUMLU'nun "Vadeli İşlem Sözleşmelerinin Fiyatlarının Yapay Sınır Ağlarıyla Tahmin Edilmesi: VOB Üzerine Bir Uygulama" Konulu tezi incelenmiş ve aday 21.12.2011 tarihinde saat 11:00'de jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

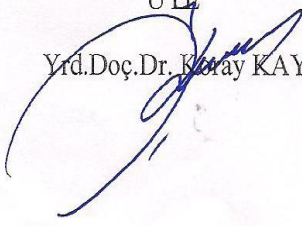
Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra...⁹⁰ dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BAŞARILI olduğuna OY BİRLİĞİ
DÜZELTME yapılmasına * OY ÇOKLUĞU
RED edilmesine ** ile karar verilmiştir.

* Bu halde adaya 3 ay süre verilir.

** Bu halde adayın kaydı silinir.


BASKAN
Doç.Dr. Hüseyin AKTAŞ
(Danışman)

ÜYE

Yrd.Doç.Dr. Koray KAYALIDERE

ÜYE

Yrd.Doç.Dr. Coşkun ÇILBANT

Evet Hayır
*** Tez, burs, ödül veya Teşvik prog. (Tüba, Fullbright vb.) aday olabilir

Tez, mutlaka basılmalıdır

Tez, mevcut haliyle basılmalıdır

Tez, gözden geçirildikten sonra basılmalıdır.

Tez, basımı gereksizdir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında göstermiş oldukları katkılarından dolayı,

Öncelikle, tez konusunun seçiminde beni teşvik eden, çalışmanın her aşamasında değerli görüşlerini ve katkılarını sunan, çalışmanın sonlandırılmasında ve karşılaşılan güçlüklerin aşılmasında yol gösterici olan danışmanım Sayın Doç. Dr. Hüseyin AKTAŞ'a,

Her koşulda yanımda olan ve bu noktaya gelebilmem için beni teşvik eden değerli ailem ve babam Sayın Prof. Dr. Ömer DUMLU'ya,

Hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen ve her zaman yol gösteren hocam Sayın Prof. Dr. Sabri TEKİR'e,

Tez kabul aşamasında vermiş oldukları önerilerden dolayı jüri komitesi hocalarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Coşkun ÇILBANT ve Yrd. Doç. Dr. Koray KAYALIDERE'ye,

Çalışmanın analizler kısmında yardımını esirgemeyen Sayın Öğr. Gör. Yusuf Selçuk ATEŞKAN'a

Çalışmanın başından sonuna kadar değerli görüşleri, yaptıkları yardım ve manevi destekleriyle yanımda olan değerli dostlarım Gülçin ŞİŞLİ ve Uzm. Yrd. Gülfem ÇEVİKER'e,

Vermiş oldukları manevi destekleriyle çalışma arkadaşlarım Arş. Gör. Nihan KÜTAHNECİOĞLU ve Arş. Gör. Sekine ÖZTEN MERT'e,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

.../.../2011

AYŞEGÜL DUMLU

İÇİNDEKİLER TABLOSU

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
YEMİN METNİ	iii
TEZ VERİ GİRİŞİ VE YAYIMLAMA İZİN FORMU.....	iv
TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER TABLOSU	vii
KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
TABLOLAR LİSTESİ.....	xiii

I. BÖLÜM

VADELİ İŞLEMLER, VADELİ İŞLEM VE OPSİYON BORSASI VE FİNANSAL ENDEKSLERDE KULLANILAN TAHMİN YÖNTEMLERİ

1.1. VADELİ İŞLEMLER.....	1
1.1.1. Vadeli İşlemlerin Tanımı	1
1.1.2. Vadeli İşlemlerin Tarihçesi	2
1.1.3. Vadeli İşlem Piyasaları (Türev Piyasalar).....	4
1.1.4. Vadeli İşlemler Piyasalarında Katılımcılar	4
1.1.5. Türev Piyasa İşlemlerinin Türleri (Türev Ürünler).....	7
1.1.5.1. Forward Sözleşmeler.....	8
1.1.5.2. Futures Sözleşmeler	9
1.1.5.3. Opsiyon Sözleşmeleri.....	10
1.1.5.4. Swap Sözleşmeleri	11
1.2. İZMİR VADELİ İŞLEM VE OPSİYON BORSASI (VOB)	12
1.2.1. Kuruluş Süreci.....	12
1.2.2. VOB Yapısı	13
1.2.3. VOB' da İşlem Gören Sözleşmeler.....	13
1.2.3.1. Döviz Sözleşmeleri	14
1.2.3.2. Endeks Sözleşmeleri	14
1.2.3.3. Faiz Sözleşmeleri	14
1.2.3.4. Emtia Sözleşmeleri.....	15

1.2.3.5. Altın Sözleşmeleri.....	15
1.2.4. VOB'da Pazarlar	15
1.2.4.1. Ana Pazar	15
1.2.4.2. Özel Emirler Pazarı ve Özel Emir İlan Pazarı	16
1.2.5. Takas Esasları.....	17
1.2.5.1. Takasbank	17
1.2.5.2. Takas Süreleri.....	17
1.2.6. Seans Saatleri	18
1.3. FİNANSAL ENDEKSLERDE KULLANILAN TAHMİN YÖNTEMLERİ	19
1.3.1. Teknik Analiz.....	19
1.3.2. Temel Analiz.....	20
1.3.2.1. Ekonomi Analizi	21
1.3.2.2. Sektör Analizi.....	22
1.3.2.3. Firma Analizi	23
1.3.3. Geleneksel Zaman Serileri Tahmini.....	24
1.3.4. Makine Öğrenme Yöntemleri	24
2. BÖLÜM	
YAPAY SİNİR AĞLARI	
2.1. YAPAY SİNİR AĞLARI TANIMI	26
2.2. YAPAY SİNİR AĞLARI TARİHÇESİ	26
2.2.1. 1940'lar: Sinir Ağlarının Başlangıcı	27
2.2.2. 1950-1960'lar: Yapay Sinir Ağlarının İlk Altın Çağı	27
2.2.3. 1970'ler: Sessiz Yıllar	28
2.2.4. Yeniden Yükselişin Olduğu Dönem	29
2.3. YAPAY SİNİR AĞLARININ UYGULAMA ALANLARI.....	29
2.4. YAPAY SİNİR AĞLARININ YAPISI VE TEMEL ELEMANLARI	31
2.4.1. Biyolojik Sinir Hücreleri.....	31
2.4.2. Yapay Sinir Ağlarının Temel Yapısı.....	33
2.4.3. Yapay Sinir Ağlarının Temel Elemanları	35
2.4.3.1. Girdiler	35
2.4.3.2. Ağırlıklar	35

2.4.3.3.	Toplama Fonksiyonu.....	36
2.4.3.4.	Transfer Fonksiyonu	36
2.4.3.4.1.	Doğrusal Transfer Fonksiyonu	36
2.4.3.4.2.	Basamak Fonksiyonu	37
2.4.3.4.3.	Sigmoid Transfer Fonksiyonu	38
2.4.3.4.4.	Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu	38
2.4.3.4.5.	Hard Limit Transfer Fonksiyonu	39
2.4.3.5.	Hücrenin Çıktısı	39
2.5.	YAPAY SİNİR AĞLARININ SINIFLANDIRILMASI	40
2.5.1.	Yapay Sinir Ağlarının Bağlantı Yapılarına Göre Sınıflandırmalar.....	40
2.5.1.1.	İleri Beslemeli Ağlar	40
2.5.1.2.	Geri Beslemeli Ağlar.....	41
2.5.2.	Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme Şekillerine Göre Ağlar	43
2.5.2.1.	Danışmanlı Öğrenme	43
2.5.2.1.1.	Delta Kuralı.....	44
2.5.2.1.2.	Geriye Yayılım Algoritması	44
2.5.2.2.	Danışmansız Öğrenme	45
2.5.2.3.	Destekleyici Öğrenme	45
2.5.3.	Yapay Sinir Ağlarında Öğrenmenin Uygulamaya Göre Sınıflandırılması	46
2.5.3.1.	Çevrimiçi (On-line) Öğrenme	46
2.5.3.2.	Çevrimdışı (Off-line) Öğrenme.....	47
2.6.	YAPAY SİNİR AĞLARININ EĞİTİMİ VE TESTİ	47
2.7.	YAPAY SİNİR AĞLARININ AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI	48
2.8.	YAPAY SİNİR AĞLARININ İSTATİSTİK, EKONOMİ VE FİNANSTA KULLANIMI.....	50

III. BÖLÜM

VADELİ İŞLEM VE OPSİYON BORSASI ÜZERİNE BİR UYGULAMA

3.1.	FİNANSAL ZAMAN SERİSİ VERİ SETİ.....	54
3.2.	YAPAY SİNİR AĞI MODELİ	57
3.3.	BULGULAR.....	58
3.3.1.	Uygulama I- VOB- İMKB 30 Endeksi Sözleşmesi	58
3.3.2.	Uygulama II- VOB- İMKB 100 Endeksi Sözleşmesi.....	61

3.3.3. Uygulama III- VOB-TL Dolar Döviz Sözleşmesi	65
3.3.4. Uygulama IV- VOB-TL EURO Döviz Sözleşmesi	68
SONUÇ	73
KAYNAKÇA	77

KISALTMALAR

ADALINE	: Adaptive Linear Elements
AR	: Auto Regressive
ARIMA	: Autoregressive Integrated Moving Average
ARMA	: Autoregressive-Moving Average
ART	: Adaptif Rezonans Teori
CBOE	: Chicago Board Options Exchange
CBOT	: Chicago Board Of Trade
ÇKA	: Çok Katmanlı Algılayıcı
DİBS	: Devlet İç Borçlanma Senetleri
İMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
İTB	: İzmir Ticaret Borsası
LME	: London Metal Exchange
MA	: Moving Average
MSE	: Hata Kareleri Ortalaması
s.	: Sayfa
SPK	: Sermaye Piyasası Kurulu
SWOT	: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
T.C.	: Türkiye Cumhuriyeti
TL	: Türk Lirası
TOBB	: Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
vd.	: ve diğerleri
VOB	: Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası
VOBİS	: Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası İşlem Sistemi
YSA	:Yapay Sinir Ağları

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Beyindeki Büyük Bir Sinir Hücresinin Yapısı	32
Şekil 2: S Sinir Ağının Katmanı	34
Şekil 3: Doğrusal Transfer Fonksiyonu	37
Şekil 4: Tek Kutuplu Basamak Fonksiyonu	37
Şekil 5: Çift Kutuplu Basamak Fonksiyonu	38
Şekil 6: Sigmoid Transfer Fonksiyonu	38
Şekil 7: Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu	39
Şekil 8: Hard Limit Transfer Fonksiyonu	39
Şekil 9: İleri Beslemeli Ağ Yapısı	41
Şekil 10: Geri Beslemeli Ağ Yapısı	42
Şekil 11: Danışmanlı Öğrenmenin İşleyişi	44
Şekil 12: Danışmansız Öğrenmenin İşleyişi	45
Şekil 13: Destekleyici Öğrenme Yapısı	46
Şekil 14: Performans	59
Şekil 15: Regresyon	60
Şekil 16: Zaman Serisi Sonucu	60
Şekil 17: Performans	62
Şekil 18: Regresyon	63
Şekil 19: Zaman Serisi Sonucu	64
Şekil 20: Performans	66
Şekil 21: Regresyon	66
Şekil 22: Zaman Serisi Sonucu	67
Şekil 23: Performans	69
Şekil 24: Regresyon	70
Şekil 25: Zaman Serisi Sonucu	70

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Seans ve Takas Saatleri	18
Tablo 2: Temel Analizin Aşamaları.....	21
Tablo 3: Biyolojik Sinir Sistemi ile YSA'lar Arasındaki Benzerlikler.....	33
Tablo 4: Zaman Serileri	55
Tablo 5: Ağ Parametreleri.....	58
Tablo 6: Deneme Sonuçları [Uygulama I]	61
Tablo 7: Ağ Parametreleri.....	62
Tablo 8: Deneme Sonuçları [Uygulama II].....	64
Tablo 9: Ağ Parametreleri.....	65
Tablo 10: Deneme Sonuçları [Uygulama III]	68
Tablo 11: Ağ Parametreleri.....	69
Tablo 12: Deneme Sonuçları [Uygulama IV]	71

I. BÖLÜM

VADELİ İŞLEMLER, VADELİ İŞLEM VE OPSİYON BORSASI VE FİNANSAL ENDEKSLERDE KULLANILAN TAHMİN YÖNTEMLERİ

1.1. VADELİ İŞLEMLER

1.1.1. Vadeli İşlemlerin Tanımı

Piyasa, bir ürünün alışverişi için alıcı ve satıcıların bir araya geldiği platformdur. Alıcı ve satıcıların o anki arz ve taleplerine göre ürünle ilgili olarak bir fiyat belirlenir ve alışveriş gerçekleşir. Fiyatlar birçok kişinin katılımıyla tamamen arz ve talebe göre oluştuğu için sadece iki tarafın yaptığı anlaşmalara göre çok daha sağlıklı ve güvenilir fiyatlardır. Piyasalarda fiyatta anlaşıldıktan sonra ürün ve para değişimi hemen o an yapılabilir. Bunlara spot piyasalar¹ denmektedir. Bu değişim ileride herhangi bir tarihte de yapılabilir. Bunlara da vadeli işlem piyasaları denir. Vadeli işlem piyasalarına “Türev Piyasalar” da denmektedir. Türev piyasalardaki işlemlere konu olan ürünlere “Türev Ürünler” denir. “Türev ürünler spot piyasalardaki ürünlerden farklı olarak, fiyatları başka ürünün fiyatına bağlı olan ürünlerdir” (Ceylan ve Korkmaz, 2004: 316). Türev piyasalarda yapılan her türlü işlemlere vadeli işlemler ya da türev sözleşmeler denilmektedir.

Vadeli işlemler; miktar, kalite ve vade gibi özellikleri önceden standart hale getirilmiş herhangi bir varlığın vadesi geldiğinde yine önceden taraflar arasında anlaşılan fiyat üzerinden alınıp satılmasıdır.

“Vadeli işlem sözleşmeleri belli bir mal ya da finansal değeri, standart olarak belirlenmiş bir miktarda, sözleşme asgari unsurlarıyla belirlenmiş ilerideki bir tarihte teslim etme yükümlülüğünü ifade etmektedir. Vadeli işlem sözleşmelerinde pozisyon alınan sözleşmenin satıcısı teslimat yükümlülüğüne girerken, alıcısı ise karşılığını ödeme yükümlülüğüne girmektedir” (Gordon ve Sharpe, 1989: 464).

“Türev sözleşmeleri; bir iktisadi varlığın satıcı tarafından belirlenen bir tarihte, belirlenen bir fiyat, miktar ve kalitede, belirlenen bir yerde alıcıya teslim etmesini ve

¹ Spot Piyasa: Belli miktarda bir mal veya kıymetin ve bunların karşılığı olan parasal değer işlemin ardından, alım satımın yapıldığı gün veya takip eden günün akşamına kadar el değiştirdiği piyasalardır. Spot ve vadeli piyasa farkı, gerçekleştirilen alım ve satım işlemlerinin vadesinden ileri gelmektedir.

alıcının da buna karşılık satıcıya sözleşme gereğince ödemesi gereken nakdi ödemesini öngören, kanunen bağlayıcı bir anlaşmadır” (Ergincan, 1996: 3)

1.1.2. Vadeli İşlemlerin Tarihçesi

Opsiyon ve vadeli işlemleri ilk gerçekleştiren ve tarihe sunan kişinin M.Ö. 5. yy.’da yaşayan Anadolu’lu bilge Thales² olduğu düşünülmektedir. Miletli Thales, astroloji ve matematik bilgisini birleştirerek bir sonraki zeytin rekoltesinin çok iyi olacağını öngörmüştür. Milet ve civarındaki bütün zeytin sıkma atölyeleriyle depozito karşılığı bir anlaşma imzalamıştır ve sonraki sezonda tüm atölyeler kendisi için çalışacaktır. Hasat zamanı geldiğinde Thales yanılmamıştır. Mahsul çok iyi durumda olduğundan zeytin atölyelerine olan talep hızla artmıştır. Bunun sonucunda Thales önceden kapattığı atölyeleri çok yüksek fiyatla kiraya vererek bir hayli kazançlı çıkmıştır (VOBJEKTİF, 2005: 52).

Bundan sonraki süreçte, gerek tarıma dayalı üretimin olduğu yerlerde gerekse Avrupa’da, tahılın hasattan önce tarlada satın alınması şeklindeki uygulamaların, yasal bir çerçeveye oturtulamaması ve toplam üretimin çok küçük bir kısmını içermesi nedeniyle ekonomik hayatta ön plana çıkamamış ve literatürde kullanılmamıştır (Erdem, 1993: 12).

Günümüzdekine benzer vadeli işlemler on altıncı yüzyılda Hollanda’da Antwerp borsasında tahıllar üzerinde yapılan sözleşmelerde başladığı kabul görmektedir. On yedinci yüzyılda vadeli işlemler daha da genişlemiş ve yayılmıştır (Usta, 2008: 271).

Bugünkü anlamda, organize borsalarda işlem gören vadeli işlem sözleşmelerine (futures) benzer ilk uygulama, 1697 yılında Japonya’da ortaya çıkmıştır. Japon feodal sistemindeki toprak sahipleri, pirinç üretimlerini teminat göstererek, para gibi kabul gören alındı-sertifikalari (certificates of receipt) çıkarmışlardır. Sertifikaların değerleri pirinç fiyatlarındaki oynamalara göre değiştiği gözlenince, ilk vadeli işlem piyasası “Dojima Pirinç Piyasası” adı altında oluşmuştur. Ancak bu sertifikalar, fiziki pirinç teslimatına izin vermediği için, zamanla spot piyasa ve vadeli piyasada oluşan fiyatın ilişkisi kopmuş ve aşırı spekülasyon haline gelmiştir. Bunun sonucu olarak 18. yüzyılda bir

² Miletli Thales (M.Ö. 624 – M.Ö. 546), Sokrates öncesi dönemde yaşamış olan Anadolu’lu bir filozoftur.

süre için Japon hükümetince yasaklanan vadeli işlemler, daha sonra fiziki teslimata izin verilerek tekrar başlatılmıştır (İMKB E.Y.,475-476).

1840'lı yılların başlarında dünyanın tahıl merkezi haline gelen Chicago, hububatları şehir merkezinde satacak duruma gelmesiyle, civar bölge çiftçilerinin akınına uğramaya başlamıştır. Ancak ürünler daha çok kara ve deniz yolu ile getirildiği için yolda büyük zarara uğramış, aynı zamanda şehrin depo ve ambarları bu ürünlerin stoklanması için oldukça yetersiz kalmıştı (Ritchken, 1995: 3-5). Bu durumdan kaçınmak isteyen daha tecrübeli çiftçiler, ürünlerini önceden satmaya başlamıştır. Böylece fiyat riski, çiftçiden alıcıya geçmiş oluyordu. Ayrıca fiyat değişimlerinden yararlanmak isteyen spekülâtörlerin de ortaya çıkmasıyla, çiftçinin fiyat riskini taşıyacak bir grup daha devreye girmiş oldu. Forward işlem olarak nitelendirilebilecek bu sözleşmelerin her iki tarafa da planlama kolaylıkları getirmesine karşın, taraflardan birinin taahhüdünü yerine getirmeme riski her zaman söz konusu oldu (İMKB E.Y.,475-476). Tüm bu problemler tahıl üretimini kötü yönde etkilemeye başlayınca 1848'de bir grup işadami 'Chicago Ticaret Odası'nı (Chicago Board of Trade-CBOT) kurarak problemi hafifletmeye yönelik ilk adımı atmışlardır. Chicago Ticaret Odası, şehre gelecek hububatın kalite ve nitelik açısından sınırlandırılmasını öngörerek, şehirdeki değişik niteliklerdeki hububatın aşırı yığılmasını önlemeye çalışmıştır. Oda, alım-satımı yapılacak hububatın nitelik ve niceliklerine göre sınıflandırılmasına başlamıştır (Ritchken, 1995:3-5). Bu gelişmenin ardından, 1851 yılında CBOT'deki ilk vadeli işlem sözleşmesi kayıtlara geçti. 1865 yılına kadar da futures işlemlerinin standartlaştırılmasına yönelik çalışmalar tamamlanarak tarımsal emtia vadeli işlem sözleşmelerinin kuralları belirlenmiş oldu (İMKB E.Y.,475-476). Daha sonraları Chicago Board Options Exchange (CBOE)"de Nisan 1973'te hisse senedi üzerine opsiyon sözleşmeleri işlem görmeye başlamıştır (Bozkaya, 2010: 17).

Tarihte ilk vadeli işlemlere karşı bazı ülkelerde hükümet tarafından tepki gösterilmiştir. Örneğin, Almanya'da tahıl üzerine düzenlenen bütün vadeli sözleşmeler, çıkarılan bir yasa ile 1896-1900 yılları arasında yasaklanmıştır. Aynı şekilde ABD'de de vadeli işlemlere karşı tepki gösterilmiştir. 1867'de Illinois Meclisi, vadeli işlemleri çıkardığı bir yasa ile kumar olarak nitelemiş ve vadeli işlemlere taraf olanları 1000 \$ para ve bir yıllık hapis cezası ile cezalandırma kararı almıştır (Teweles, 1977: 11).

Ayrıca Amerika’da faiz tavanlarının kaldırılması ile yatırımcılar faiz riski ile karşı karşıya kalmışlar, bu nedenle 1976 yılında faiz futures işlemlere geçilmesi durumunda kalmışlardır. 1982 yılında Kansas City Board of Trade tarafından Value Line Bileşik Endeksi esas alınarak ilk hisse senedi üzerine dayalı futures işlemler başlamıştır (Chambers, 1998: 6).

1.1.3. Vadeli İşlem Piyasaları (Türev Piyasalar)

“Vadeli piyasalar, vadeli işlem ve opsiyon sözleşmelerinin işlem gördüğü piyasa ve borsaları ve buna benzer sözleşmelerin işlem gördüğü diğer organize olmamış piyasaları kapsamaktadır”. Vadeli işlem sözleşmesi ise; hukuki olarak bağlayıcılığı olan, sözleşmeye konu ürünü temsil eden ve söz konusu ürünün gelecekte sözleşmede belirlenmiş fiyattan alınması veya satılması üzerine işlem salonunda veya uzaktan erişim terminalleri aracılığıyla yapılan anlaşmadır. Bu sözleşmede alım ve satıma konu ürünün; kalitesi, miktarı, teslim yeri, tarihi, borsa tarafından önceden belirlenip standart kalıplara bağlanmıştır (Demirkan, 2006).

Türev piyasalar; spot piyasalarda oluşabilecek ani fiyat hareketlerinden kaynaklanan risklerden korunmak isteyen yatırımcılar ile bu riskleri taşımaya istekli olan spekülörler arasında bir aracı rolü oynamakta ve bir ülkenin finansal yapısının gelişimine büyük katkıda bulunmaktadır. Türev piyasaların özellikle organize borsalar vasıtasıyla işlediği bir sermaye piyasasında, fiyatların daha etkin oluştuğu, likiditenin arttığı, ayrıca piyasalara gelen bilginin fiyatlara çok daha hızlı yansıdığı gözlemlenmiştir (Yılmaz, 2002: 15).

Vadeli işlem piyasaları, vadeli işlem sözleşmelerinin yapıldığı teknik ortamı ve hukuki altyapıyı ifade etmektedir. Vadeli işlem sözleşmelerinin iki önemli sacayağı Vadeli İşlem Borsası ile Takas Merkezi’dir (Ergincan, 1996: 5).

1.1.4. Vadeli İşlemler Piyasalarında Katılımcılar

Vadeli işlem piyasalarında dört önemli katılımcı kategorize edilebilir (Shapiro, 1998:117). Bunlar:

- Arbitraj yapanlar (Arbitrageurs)
- Tüccarlar (Traders)

- Riskten korunmak isteyenler (Hedgers)
- Spekülatörler (Speculators)

Carter (2003)'a göre, çoğu durumda bireysel tüccarlar bu piyasaların üyesi değildirler. Bu yüzden, onlar kendi alım ve satım isteklerini bir broker üyesi vasıtasıyla yapmalıdırlar. Broker, nominal bir komisyon ücreti alarak borsada futures ve opsiyon ticaretini tüccar adına yapan kişi veya kurumdur (Carter, 2003: 5).

Değişken piyasa koşulları içinde, piyasa katılımcıları finansal türevleri kullanarak açık pozisyonları için hedge yapmaya, risksiz kazanç sağlamak için arbitraja ve riski göze alarak kar elde etmek için spekülasyona yönelmektedirler (Chambers, 2007: 153).

- **Arbitraj yapanlar (Arbitrageurs);** Arbitraj, bir piyasadan düşük fiyata alıp, aynı zamanda başka bir piyasada yüksek fiyatla satma işlemidir. Arbitraj yapan kişiye arbitrajcı denir. Arbitrajcılar ülkeler arası faiz oranlarındaki farklılıklardan yararlanarak sıfır riskli kar elde etmektedirler (Shapiro, 1998: 117). Ayrıca, arbitraj, aynı anda iki veya daha fazla pazarda işlem yapılarak risksiz bir kazanç elde etme şeklinde de tanımlanmaktadır. Arbitrajda genel olarak yatırımcı yatırım yaparken kendi sermayesini kullanmaz. Arbitraj, hem futures hem de opsiyon fiyatlarının kararlarında çok önemli bir rol oynamaktadır (Cuthbertson, Nitzche, 2001: 21). Arbitraj yatırımcılar için oldukça çekici bir strateji haline gelmektedir. Yatırımcılar zamanlarını arbitraj fırsatı yakalamak için harcamaktadır. Eğer bir hisse senedi diğer borsalara göre farklı bir fiyata satılırsa, arbitrajcı bu hisse senedini düşük fiyattan alır ve yüksek fiyata satar. Her iki fiyat birbirine eşit olana kadar düşük fiyat yukarıya, yüksek fiyat da aşağıya çekilecektir (Chambers, 2007:175).

- **Tüccarlar (Traders);** Yaptıkları ithalat ve ihracatla ilgili riskleri ortadan kaldırmak veya minimize etmek için vadeli işlemleri kullanan kişilerdir. Böylece belli bir tarihte yapılacak tahsilât veya ödenecek paralarla, ilgili kur riski ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır. Tüccarlar, spekülatörler içerisinde bir gruptur. Kısa süreli fiyat değişmelerinden kar sağlamaya çalışırlar

(Ceylan, 1995: 221).

- **Riskten Korunmak İsteyenler (Hedgers);** “Hedger, gelecekte bir mal teslim alma veya satma durumunda olan; ancak gelecekteki fiyat değişikliklerinden çekinen ve gelecekteki mal alım veya teslimini bugün belirlenen bir fiyattan garantileyerek kendisini ani fiyat değişikliklerine karşı korumayı hedefleyen gruptur” (Erol, 1999: 3). Hedge işleminin ilk amacı şimdiki ya da gelecekteki nakit pozisyondan doğabilecek riski azaltmaktır. Bu riski başkasına aktaran kişiye “risk sıfırlayıcıları”(Ceylan, 1995: 221) veya hedger denir. Bir hedger, varlığın fiyatında oluşabilecek risklerden kaçınmak veya bunları elimine etmek için türev piyasalardan yararlanır. Bankalar mevduatının gelecekteki maliyetini azaltmak amacıyla hedge yapabilirler. Bir sanayi malı üreticisi firma, aldığı borçların gelecekteki maliyetini hedge etmek isteyebilir (Chambers, 2007: 154). Çoğu çok uluslu şirketler, birçok yabancı parasal varlıkları ve kendi bilançoları üzerindeki yükümlülükleriyle kendi para değerlerini korumak için Forward sözleşmeleriyle anlaşma yapmaktadırlar (Shapiro, 1998:117). Özellikle kar marjı küçük ve işlem hacmi büyük işlemlerde, kur risklerine karşı korunma (hedging), çok büyük önem ve gereklilik taşımaktadır. Bu amaçla, kur riskini ortadan kaldırmak için, belli bir süre sonrasında eline döviz geçecek olan ihracatçı, belli bir kurdan vadeli döviz satacak; belli bir süre sonra ödemede bulunacak olan ithalatçı da belli bir kurdan döviz alacaktır. Böylece, ihracatçı ve ithalatçı, belirli bir süre sonra, ne kadar ulusal para geçeceklerini veya ödeyeceklerini bilecektir. Kurlar ne kadar değişirse değişsin, hem ihracatçı, hem de ithalatçı döviz kuru değişimlerinden etkilenmeyecektir. Ancak, vadeli döviz piyasaları genellikle bir yıldan az süreli olduğu için, daha uzun süreli işlemlerde bu yolla hedging yapılması güçleşir. Yeni bir vadeli sözleşmeye vade sonunda girişmek mümkünse de, bunun uygun koşullu olup olmayacağı mümkün değildir (Güran, 1987: 33).

- **Spekülatörler (Speculators);** “Spekülatör, bugün anlaşılan bir fiyattan (futures fiyatı) gelecekte mal alım veya teslimini kabul eden ve fiyat riskini kabul eden taraftır. Spekülatör bu riskli işlemi bir kazanç potansiyeli

gördüğü için kabul eder” (Erol, 1999: 3). Spekülatörler, bir dövizin değer kazanacağını düşünerek bugünden vadeli olarak satın alıp vade sonunda satarak kar elde etmeye çalışırlar. Zarar, spekülatörlerin tahminlerinin gerçekleşmemesi durumunda söz konusu olur (Ceylan, 1995: 222). Hedger’ların kaçınmak istedikleri riski spekülatörler üstlenirler. Genellikle spekülatörler, belirli bir varlık üzerinde kısa ya da uzun pozisyona girmekle ve kısa sürede kolayca kar elde etmekle ilgilendirler. Piyasalarda hedger’lardan uzaklaştırmak istedikleri riskleri üstlenirler ve bunun karşılığında da kazanç elde etmeyi beklerler. Spekülatörler, bir varlığın fiyatının yüksek ya da düşük belirlenmesi konusunda diğer piyasa katılımcılarına göre daha iyi bilgi sahibi olduklarına inanırlar (Chambers, 2007:185). Spekülasyon uzmanlık gerektiren bir iştir. Genellikle bankalar spekülasyon yapmakta olup şahısların döviz spekülasyonu ise sınırlıdır. Spekülasyon fiyatı yükselen bir malın forward sözleşmesi ile satın alınması veya fiyatı düşeceği umulan bir malın forward sözleşmeyle satılması yoluyla yapılabilir (Ceylan, 1995: 222).

1.1.5. Türev Piyasa İşlemlerinin Türleri (Türev Ürünler)

İkinci dünya savaşından sonra Bretton Woods anlaşması ile finansal sistemde yeniden yapılanmalar oluşmaya başlanmıştır. Ancak 1971 yılında Bretton Woods anlaşmasının bozulmasından sonra dünya hızlı bir değişim sürecine girerek, finansal piyasalar özellikle büyük oranda döviz kuru ve faiz oranı gibi finansal risklerle karşı karşıya kalmıştır. Bunun üzerine bu finansal riskleri azaltmak amacıyla yeni finansal araçlar geliştirilmiştir. Bu araçlar arasında en önemlileri türev ürünler (derivatives securities) olup, içeriğinde futures, forward, opsiyon ve swaplar bulunmaktadır. “Türev ürünler, değerleri diğer bazı temel varlıklara bağlı olan finansal ürünlerdir. Bu temel varlıklar da hisse senetleri, tahviller, yabancı para, faiz ve emtia olarak sıralanabilir. Türev piyasalar da söz konusu türev ürünler ile ilgili işlemlerin gerçekleştiği ve türev ürünlerin alım satımının yapıldığı piyasalardır” (Chambers, 2007: 1-2).

Piyasalarda başlıca kullanılan türev ürünler; forward, futures, opsiyon, swap, egzotik enstrümanlar, kredi türevleri ve yapılandırılmış ürünler (structured products)

dir. Bu ürünler, sahiplerine ileri bir tarihte teslimatı yapılmak üzere, herhangi bir finansal aracın bugün üzerinde anlaşılmış fiyattan alım satım hakkını göstermektedir. Hem organize borsalarda (VOB, LME, CBOT gibi) hem de tezgah üstü (over the counter) piyasalarda işlem görmektedirler (Akçay ve diğerleri, 2009: 62).

Türev ürünler yatırımcıya kaldıraç etkisi (leverage) sağladığı için kullanımı cazip olan ürünler olmaktadır. Türev ürün kullanımı ile yatırımcı, dayanak varlığın fiyatının hangi yöne doğru gideceği üzerine bahse girmekte ve piyasa tahminler doğrultusunda aşağıya ya da yukarıya hareket ettiğinde para kazanmaktadır. Özellikle futures ve opsiyon gibi organize borsalar bünyesinde işlem gören kontratlar, standart özellikler taşırlar ve piyasanın likit olmasına katkı sağlarlar. Getirisi lineer (doğrusal) olan basit fiyatlama modellerine sahip ürünlerden, getirisi lineer olmayan çok kompleks fiyatlama modellerine sahip olan türlere kadar çok geniş bir aralıkta, binlerce ürün türü olarak çeşitli piyasalarda işlem görmektedir. Özellikle volatilité, olasılık dağılımı gibi kavramlar opsiyonlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Akçay ve diğerleri, 2009: 62).

1.1.5.1. Forward Sözleşmeler

“Forward sözleşmeler; vadesi, miktarı ve fiyatı önceden belirlenmiş bir menkul kıymetin veya herhangi bir malın (döviz, faiz veya tarımsal ürün) ileri bir tarihte teslimini öngören anlaşmalardır” (Alpan, 1999: 2).

Forward sözleşmelerine “alivre sözleşmeler” de denilebilmektedir. Forward işlemlere, Türkçe karşılık olarak, vadeli işlemler denilebilir. Forward sözleşmeler genellikle, döviz ve faiz üzerine yapılmaktadır. Vadeli işlemlerde sözleşmenin yapıldığı anda ilke olarak bir ödeme yapılmaz. Öngörülen teslim ve ödeme süresi genellikle bir yıldan kısadır. (Korkmaz ve Ceylan, 2010: 363).

Forward anlaşmaları, taraflar arasında koşulları serbestçe belirlenen ürünler olarak bilinmektedir. Forward anlaşması ile taraflar, vade, miktar, ödeme yeri ve fiyat gibi unsurları karşılıklı olarak serbestçe saptayabilmekte ve kendi koşullarına uygun bir anlaşma gerçekleştirmiş olmaktadır (Uzunoğlu, 2007: 40).

Forward sözleşmeler vade sonlarında sözleşmenin yapıldığı tarihte belirlenen forward değeri üzerinden gerçekleştirilir. Forward sözleşmelerde vade bitiminde oluşan

fiyat, sözleşmede belirlenmiş olan fiyattan yüksekse sözleşme sahibi kazançlı durumda olur ve elde ettiği bu kazanç “prim” olarak adlandırılır. Eğer fiyat sözleşmede belirlenmiş olan fiyattan düşük olarak gerçekleşirse sözleşme sahibi zarar eder ve bu zarar “iskonto” olarak adlandırılır. (Canbaş ve Doğukanlı, 1997: 90).

Forward sözleşmelerinin taraflarından biri uzun pozisyon almakta ve belirlenmiş bir fiyat için, gelecekte belirlenmiş bir tarihten varlığı satın almak üzere anlaşma yapmaktadır. Taraflardan diğeri ise kısa pozisyon almakta ve aynı fiyat için aynı tarihten varlığı satacaktır. Bir forward sözleşmesinde belirlenmiş fiyat teslim fiyatı olarak bilinmektedir. Aynı zamanda sözleşme yürürlüğe girdiğinde, forward sözleşmesinin değeri her iki tarafta da sıfır olduğu için, teslim fiyatı seçilir. Bu durum ne uzun ne de kısa pozisyon almayacağı anlamına gelmektedir (Hull, 1989: 2).

Forward sözleşmelerin özellikleri şunlardır (Ceylan ve Korkmaz, 2010: 240):

- Forward işlemler, merkezi bir pazar yeri olmayan ve iki mali kuruluş veya bir mali kuruluş ile müşterisi olan şirket arasında gerçekleşen işlemlerdir.
- Forward işlemler, çeşitli iletişim araçları ile gerçekleştirilmekte ve fiyatlar müşterinin saygınlığına göre değişmektedir.
- Forward sözleşmeler, standart sözleşmeler değildir. Sözleşme tarafları, ürün ile ilgili tüm ayrıntıları, serbestçe belirler. Sözleşmeye: miktar, teslim tarihi, vade, fiyat, teslim şekli ve benzeri bilgiler dâhil edilir.
- Forward sözleşmeleri üçüncü kişilere devredilemez. Bu nedenle, sözleşmelerin iptal edilmesi de tarafların mutabık kalmalarıyla mümkündür. Ayrıca, sözleşmelerin el değiştirmesi söz konusu değildir. Forward işlemler, teslimle son bulur.
- Forward sözleşmelerinin, vadesi geldiğinde tarafların yükümlülüklerini yerine getirmeleri gerekir (Karslı, 1989: 207). Ancak, sözleşme taraflarının anlaşmaları sonucu, forward sözleşmenin vadesi uzatılabilir.
- Forward işlemlerde, sözleşmenin gerçekleşme anına kadar tarafların birbirlerine ödeme yapmaları söz konusu değildir.

1.1.5.2. Futures Sözleşmeler

“Futures sözleşmeler, belirli bir finansal aracın belirli bir tarihte belirli bir

fiyattan teslim edilmesini veya teslim alınmasını ifade eden standart bir sözleşmedir” (Madura, 1992: 242).

“Futures sözleşmeler; belirli nitelikteki ve miktardaki bir malın veya bir mali enstrümanın, bugünden gelecekteki bir tarihte belirlenmiş bir fiyat üzerinden teslimini veya teslim alınmasını hükme bağlayan yasal sözleşmelerdir” (Ceylan ve Korkmaz, 2004: 405).

Futures sözleşmelerinin forward sözleşmelerinden ayıran en önemli özelliği, futures sözleşmelerinin organize bir piyasada, resmi borsalarda alınıp satılabilen sözleşmeler olmasıdır. Forward sözleşmeler tezgahüstü piyasalarda alınıp satılan sözleşmelerdir. Forward sözleşmelerde işlemler bankalar ve finansal kuruluşlar tarafından yürütülür.

Futures anlaşmaları, organize bir piyasada alınıp satılan standart kontratlar olarak bilinmekte ve taraflar, kontratın koşullarını; örneğin para birimi, miktarı, vadesi ve fiyatını değiştirememektedirler. Genelde futures kontratlarında vade bir yıl içinde Mart, Haziran, Eylül, Aralık olmak üzere dört tarih olarak saptanmaktadır (Uzunoğlu, 2007: 41).

Futures işlemlerinde, tıpkı hisse senetleri piyasasında olduğu gibi aracılara ve komisyonları önceden belirlenmiştir ve alıcılar ile satıcılar takas yaptıkları için birbirlerini görmez. Alıcılar ile satıcılar aracılar tarafından bir araya getirilirler. İnternet üzerinden de yapılabilen bu birleşme de taraflar tekliflerini belirtirler. En uygun teklifler sırasıyla takasa alınarak işlemler başlamış olur (Kaya, 2009: 258).

1.1.5.3. Opsiyon Sözleşmeleri

“Opsiyon piyasaları opsiyon sözleşmelerden oluşmakta, vadeli işlem ve opsiyon borsalarının bir gereği olarak sözleşmeyi satın alan kişiye önceden standartlaştırılmış miktarda bir malı belirli bir kullanım fiyatından olmak kaydıyla yine ileride belirli bir tarihte veya vadesinden önce alım-satım hakkı veren türev sözleşmelerdir” (Ulusoy, 2009: 275).

Opsiyon, alıcı ve satıcı arasında yapılan bir anlaşmadır. Bu anlaşmayla, opsiyonu satın alan taraf, belirli bir fiyat üzerinden opsiyon konusu varlığı alma veya

satma hakkına sahip olmakta ve bunun için alıcı satıcıya, opsiyon fiyatı da denilen bir prim ödemektedir. Diğer taraftan satıcı ise, önceden anlaşılan fiyat üzerinden alıcı talep ettiğinde varlığı teslim etme yükümlülüğünü üstlenmektedir (Chambers, 2007: 57).

Opsiyon genel itibariyle bir haktır. Temelde opsiyon hakkı iki ana biçimde olabilir. Bunlar call opsiyonu (alış opsiyonu) ve put opsiyonu (satış opsiyonu)'dur (Erol, 1999: 345).

Bir call opsiyon alıcısı, belirli bir tarihe kadar, belirlenmiş fiyat üzerinden bir varlığı satın alma hakkına sahiptir. Bu bir hak olup, zorunluluk değildir. Yani alıcı varlığı satın almamayı tercih edebilmektedir. Buna karşılık call opsiyon satıcısı, opsiyon sözleşmesinde belirtilen varlığı, istendiği takdirde satmak zorundadır (Chambers, 2007: 59).

Put opsiyonlar ise, call opsiyonların tersine çalışmaktadır. Put opsiyon alan bir kişi belirli bir tarihe kadar, belirlenmiş fiyat üzerinden bir varlığı satma hakkına sahiptir. Put opsiyon satıcısı ise, alıcı isteği takdirde, varlığı satın almak zorundadır (Chambers, 2007: 59).

Opsiyon sözleşmelerinin futures sözleşmelerine göre en önemli farkı, sözleşmeyi alan yatırımcıya herhangi bir yükümlülük yaratmaması, dahası hak vermiş olmasıdır. Şöyle ki: A yatırımcısı sözleşmeyi alan, B yatırımcısı ise ilgili sözleşmeyi satan taraf ise aşağıdaki koşullardan biri gerçekleşecektir (Kaya, 2009: 275):

- A yatırımcısı vadesinden önce sözleşmeye konu olan kontratı iptal etme böylece vazgeçme hakkına sahip olmaktadır.
- B yatırımcısının vazgeçme gibi bir hakkı olmadığı gibi, alanın opsiyonu iptal etmeyip kullanması durumunda yükümlülük altına girmektedir.

1.1.5.4. Swap Sözleşmeleri

Swap, değiştirme veya takas anlamına gelmektedir. Swap işlemler en az bir forward sözleşmesine dayanmakta olup alıcı ve satıcılar arasında vadesi önceden belirlenen bir tarihte finansal akışların her iki tarafın da lehine olan karşılıklı değişimidir (Ulusoy, 2009: 265). Swaplar iki taraf arasında, önceden belirlenen bir sistem içerisinde, belirli bir finansal varlığa dayalı olarak gelecekteki nakit akışlarının değiştirilmesi konusunda yapılan özel bir anlaşmadır (Chambers, 2007: 123).

Swap sözleşmeleri, tezgah üstü veya organize borsalar dışında işlem görmektedir. “İlk swap işlemi, 1923 yılında Avusturya Merkez Bankası tarafından, Avusturya Silini’nin İngiliz Sterlini karşısında cari piyasada satılıp, forward piyasada geri alınması şeklinde gerçekleşmiştir” (Ceylan ve Korkmaz, 2004: 382).

Swap piyasasında bir işlemin yapılabilmesi için anlaşmaya göre belirlenmiş vadelerde ve karşılıklı anlaşmaya uygun olarak iki tarafın varlıklarını bir araya getirmesi gerekmektedir. Anlaşmaya ait koşullar tarafların ihtiyaçları ile buldukları ülkenin yasal düzenlemelerine kadar birçok değişken üzerinden çeşitlilik gösterebilmektedir. Swap işlemlerini iki taraf sadece kendi aralarında yapabileceği gibi araya bir finansal kuruluş da girebilir. Bu durumda finansal kuruluş swap işlemine giren tarafları buluşturmakta ve iki taraftan belirli miktarda komisyon geliri sağlamaktadır (Özen, 2008: 24). Finansal piyasalarda swapların vazgeçilmez bir araç haline gelmelerinin en önemli nedeni riski finansal aracıya transfer etmeleridir. Finansal araçlar swap işlemlerinde her iki taraf adına ödemelerle ilgili güvence vermeye, ödememe riskini üstlenmeye ve zaman zaman da swap işlemlerinde pazar belirleyicisi olmayı üstlenmişlerdir (Chambers, 2007: 124).

Aracı kurum olarak belirlenmiş finansal kurumlar, sözleşmelerin yerine getirilmeden teminatların ödenmesi ile vadesi geldiğinde takasın yapılmasına ait tüm yükümlülüklerin takibini yapmaktadırlar. Swap işlemleri genellikle orta vadeli olarak 3 ila 10 yıl arası bir süreyi kapsayan işlemlerden oluşmaktadır (Ulusoy, 2009: 266).

Birçok swap çeşidi bulunmakla beraber bunları hem tanımı hem de dinamikleri birbirlerine aslında oldukça yakındır. Bu swaplardan bazıları; “Para Swap (Currency Swap), Faiz Swap (Interest Rate Swap), Çapraz Faiz Swap (Cross Currency Interest Rate Swap), İleri Tarihli Swap (Forward Start Swap), Gecikmeli Swap (Delayed Start or Deferred Swap), Düz Swap (Plain Vanilla Swap), Opsiyonlu Swap (Swaption), Hisse Senedi Swap (Equity Swap), Mal Swap (Commodity Swap)’larıdır (Ulusoy, 2009: 267).

1.2. İZMİR VADELİ İŞLEM VE OPSİYON BORSASI (VOB)

1.2.1. Kuruluş Süreci

Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası A.Ş., 2499 Sayılı Sermaye Piyasası

Kanununun 40'ıncı maddesine göre, 19.10.2001 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Bakanlar Kurulu Kararı ile kurulan ülkedeki ilk özel borsa kuruluşudur. Borsa, 04.07.2002 tarihinde Ticaret Siciline tescil edilmiş ve bu tescil 09.07.2002 tarihli Ticaret Sicili Gazetesinde yayımlanmıştır. 05.03.2004 tarihinde SPK'dan faaliyet izni alınarak 27.03.2004 tarihi itibarıyla VOB Borsa Yönetmeliği T.C. Resmi Gazete'de yayımlanmıştır. 30.11.2004 tarihinde VOB'da işlem gören sözleşmeler ve VOB üyeliğine ilişkin hususlar SPK tarafından onaylanmıştır. 04. 02. 2005 tarihinde Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası işleme açılmıştır.

1.2.2. VOB Yapısı

VOB yönetimi; yönetim kurulu ve denetim kurulu olmak üzere iki kuruldandır. Yönetim kurulu; bir başkan, bir başkan vekili ve sekiz üyeden oluşmaktadır. Denetim kurulu ise iki üyeden oluşmaktadır.

Türkiye'nin önde gelen kurumlarının 11'i şirketin hissedarlarını oluşturmaktadır. Şirkete; Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) %25, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) %18, İzmir Ticaret Borsası (İTB) %17, Yapı ve Kredi Bankası A.Ş. % 6, Akbank T.A.Ş. % 6, Vakıf Yatırım Menkul Değerler A.Ş. % 6, Türkiye Garanti Bankası A.Ş. % 6, İş Yatırım Menkul Değerler A.Ş. % 6, Türkiye Sermaye Piyasaları Aracı Kuruluşlar Birliği % 6, İMKB Takas ve Saklama Bankası A.Ş. % 3, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş. % 1'lik paylarla hissedar olmaktadır. Şirketin ödenmiş sermayesi 9 Milyon TL'dir.³

1.2.3. VOB' da İşlem Gören Sözleşmeler

VOB' da vadeli işlem sözleşmeleri alınıp satılmakta ve bu sözleşmeler belirli varlıklara dayalı olmaktadır. Bu varlıklar döviz, endeks, faiz, emtia ve altındır. Borsadaki beş ayrı sözleşme türü şunlardır:

³ Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası, www.vob.org.tr, [Erişim Tarihi: 13.05.2011]

1.2.3.1. Döviz Sözleşmeleri

Döviz sözleşmeleri Amerikan Doları ve Avrupa para birimi Euro üzerine yapılmaktadır. VOB-TL Dolar, VOB-TL Euro ve VOB-EUR/USD Çapraz Kuru Vadeli İşlem Sözleşmeleri dövizle iş yapan firmalar ve finans kurumları açısından döviz riskinden korunma aracı olarak kullanılmaktadır. Bu sözleşmeler ile döviz kurlarını gelecekteki belirli vadelerle sabitleyerek, yatırımcılar kazançlarını, gelirlerini veya nakit para akışlarını buna göre belirleyebilmektedirler. Bu sayede ithalatçı veya ihracatçı ilerde yapacakları döviz cinsinden ödemelerinin maliyetini veya elde edecekleri geliri önceden sabitleyerek risklerini azaltmış olmaktadır.

1.2.3.2. Endeks Sözleşmeleri

Endeks sözleşmeleri İMKB endeksleri üzerine yapılmaktadır. Borsa'nın ilk işleme başladığı Şubat ayından itibaren VOB-İMKB 30 Endeksi ve Aralık ayından itibaren ise VOB-İMKB 100 Endeksi işleme açılmıştır. VOB' da mevcut olan VOB-İMKB 30 Endeksi ve VOB-İMKB 100 Endeksi Sözleşmesi'ne yatırım yapılarak, endeksin düşmesi durumuna karşı önlem alınabilmektedir. Ekonominin kötüye gitmesi durumunda, eldeki VOB-İMKB 30 Endeksi veya VOB-İMKB 100 Endeksi Sözleşmesi'ni satarak bu düşüş lehine çevrilebilmektedir. Bunların yanı sıra VOB'da mevcut olan diğer bir sözleşme türü ise "VOB-İMKB 30-100 Endeks Farkı" Vadeli İşlem Sözleşmesi'dir. Bu yeni ürün sadece endeks değerinin yönüne değil, aynı zamanda iki endeks değerinin farkına yönelik yatırım imkânı vermesiyle diğer endeks vadeli işlem sözleşmelerinden farklılaşmakta ve yatırımcılara daha düşük başlangıç teminatı ile uygun yatırım olanakları sunmaktadır.

1.2.3.3. Faiz Sözleşmeleri

Faiz sözleşmeleri 91 ve 365 günlük Devlet İç Borçlanma Senetleri ile dayanak varlığı Gösterge DİBS" olarak kabul edilen İskontolu Devlet İç Borçlanma Senetleri üzerine yapılmaktadır. VOB' da işlem gören bu faiz sözleşmeleri ile faiz oranlarına yatırım yapma ve faiz oynamalarından kazanç elde etme olanağı mevcuttur. Ya da gelecekte kullanılacak kredinin faizini bugünden sabitleme imkânı oluşturmaktadır.

1.2.3.4. Emtia Sözleşmeleri

Pamuk, buğday, mandalina gibi alıp satılan mallar anlamına gelmektedir. Dünyadaki ilk vadeli işlem sözleşmeleri tarımsal ürünlerle başlamıştır. VOB bünyesinde emtia sözleşmesi olarak VOB-Ege Pamuk ve VOB-Anadolu Kırmızı Buğday Vadeli İşlem Sözleşmeleri mevcuttur. Bu sözleşmeler ile, buğday veya pamuk üreticisi ya da üreticilerin temsilcisi olarak, hasattan önce VOB’ da işlem gören buğday ya da pamuk sözleşmelerini satarak olası fiyat düşmelerinden korunma ve kazancı sabitleme imkânı oluşmaktadır. Üretici veya temsilci olmasa dahi, sadece bu sözleşmeleri alıp satarak bu sözleşmelerden kâr elde edilebilmektedir.

1.2.3.5. Altın Sözleşmeleri

Altın fiyatlarının zaman içerisinde yükselmesi veya düşmesi durumunda ortaya çıkan riskten korunmak amacıyla, VOB’ da VOB-Altın Vadeli İşlem Sözleşmesi ve VOB-Dolar/Ons Altın Vadeli İşlem Sözleşmeleri mevcuttur. VOB’ da farklı vadeler için altının alım veya satım fiyatını sabitleyebilme, düşük bir teminatla yatırım yapma imkânı oluşmaktadır. Altın sözleşmeleri ile kısa pozisyon alınarak, altın fiyatlarının düşmesi durumunda da kar sağlanılabilmektedir.

1.2.4. VOB’da Pazarlar⁴

Borsada işlemler üç farklı pazarda gerçekleştirilebilir. Bunlar Ana Pazar, Özel Emirler Pazarı ve Özel Emir İlan Pazarıdır.

1.2.4.1. Ana Pazar

Normal seans ya da fiyat sabitleme seansları sırasında emirlerin eşleştirildiği esas pazardır. Sisteme gönderilen emirler normal seansta fiyat ve zaman önceliğine göre eşleşirler. Eşleşme esnasında uygulanacak öncelik kuralları aşağıdaki gibidir:

1. Fiyat Önceliği Kuralı: Daha düşük fiyatlı satım emirleri, daha yüksek fiyatlı satım emirlerinden; daha yüksek fiyatlı alım emirleri, daha düşük fiyatlı alım emirlerinden önce karşılanır.

⁴ Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası, www.vob.org.tr, [Erişim Tarihi: 13.05.2011]

2. Zaman Önceliği Kuralı: Fiyat eşitliği halinde, zaman açısından daha önce gelen emirler önce karşılanır.

Emirlerin eşleşebilmesi için her iki emir için de yeterli teminatın bulunması şarttır. Eşleşme anında yeterli teminatı bulunmayan emir iptal edilir ve işlem gerçekleşmez.

Farklı emir yöntemleri kullanılarak VOBİS'e⁵ farklı emir türlerinde ve sürelerinde emirler gönderilebilir. Sistemde açık emirler ya da kısmi olarak gerçekleşmiş olan emirlerin gerçekleşmeden bekleyen kısımları ilgili temsilciler tarafından değiştirilebilir veya iptal edilebilir.

1.2.4.2. Özel Emirler Pazarı ve Özel Emir İlan Pazarı

Özel emirler, Ana Pazarda oluşan fiyatları etkileyebilecek büyüklükte olan yüksek miktarlı emirlerdir. Fiziki teslimatlı döviz vadeli işlem sözleşmelerinde bir defada girilen 500 adet sözleşme ve daha yüksek miktardaki emirler, diğer sözleşmeler için ise bir defada girilen 2.000 adet sözleşme ve daha yüksek miktardaki emirler özel emir olarak kabul edilir. Her iki tarafı da belirli olan özel emirlerin “Özel Emirler Pazarı”nda işlem görebilmesi için Borsanın onayı gerekir.

“Özel Emir İlan Pazarında” ise sadece bir tarafı belirli olan özel emirler girilebilir. Girilen emrin eşleşmesi durumunda, işlem Borsanın onayı alınmak kaydıyla yine “Özel Emirler Pazarında” gerçekleşir. Özel Emir İlan Pazarında fiyat ve zaman önceliklerinin uygulanması aşağıda belirlenen koşullara tabidir:

- Aynı miktarlı birden fazla özel emir ilanının bulunması durumunda fiyat ve zaman önceliği kuralı geçerlidir.
- Miktarı farklı olan birden fazla özel emir ilanının olması durumunda, fiyat ve zaman önceliği geçerli değildir ve bu şartlardaki özel emir ilanlarının miktar öncelikli olarak karşılanması esastır.

Özel Emirler ve Özel Emir İlan Pazarlarında emirlerin kısmen karşılanması mümkün değildir. Özel emirlerde otomatik eşleşme uygulanmaz. Özel emirlerden dolayı işlem gerçekleşmesi için Borsanın onay vermesi zorunludur. Borsanın onaylamadığı durumlarda, işlem gerçekleşmez ve ilgili özel emirler iptal edilir.

⁵ Borsada sözleşmelere ilişkin alım, satım ve diğer işlemlerin yapıldığı Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası İşlem Sistemi (VOBİS) adı verilen bilgisayarlı işlem sistemidir.

1.2.5. Takas Esasları⁶

Takas; Borsada gerçekleşen işlemlerle ilgili olarak ortaya çıkan sorumlulukların Takas Merkezinin, alıcı (uzun pozisyon sahibi) karşısında satıcı (kısa pozisyon sahibi), satıcı karşısında alıcı konumuna geçmesi suretiyle ilgili mevzuat çerçevesinde yerine getirilme sürecidir.

1.2.5.1. Takasbank

Borsada işlem gören sözleşmelerin takası SPK tarafından 10.12.2004 tarihli alınan karar ile Takas Merkezi olarak belirlenen Takasbank tarafından yapılır.

Takasbank, ilgili mevzuatta öngörülen şekilde merkezi muhatap olarak sözleşmelerin alıcısına karşı satıcı ve satıcısına karşı alıcı rolünü üstlenir. Takasbank'ın mali sorumluluğu mevzuatta öngörülen kaynaklarla sınırlı olmak üzere sözleşmelerin takası sırasında taraflardan her biri için karşı tarafın yerini almasından kaynaklanan tutar kadardır. Takas Merkezi garantisi, sadece Takas Merkezinde açılan hesaplar ve bu hesaplarda izlenen sözleşmelerle sınırlıdır. Takas işleminde aksi kararlaştırılmadıkça açık pozisyon için yatırılması ve bulundurulması zorunlu teminatlar ve Garanti Fonu kullanılır (Takasbank, takasın gerçekleşmesinden kendi kaynakları ile sorumlu değildir).

1.2.5.2. Takas Süreleri

Takas üyelerinin sahip olacağı açık pozisyonlar ve bunlar için yatırılacak nakit ve nakit dışı teminatları izlemek üzere Takasbank nezdinde gerekli hesaplar açılır. Her borsa günü seans bitiminden sonra saat 17:45 itibarıyla gün sonu uzlaşma fiyatları kullanılarak hesap bazında kar/zarar rakamları belirlenir ve tüm hesaplar Takasbank tarafından güncelleştirilir. Güncelleştirme işlemleri neticesinde teminat açığı oluşan hesaplar için ilgili üyelere “teminat tamamlama çağrısı” yapılır. Üyelerin teminat tamamlama çağrısı nedeniyle oluşan yükümlülüklerini en geç bir sonraki Borsa günü (T+1 günü) saat 14:30'a kadar yerine getirmesi zorunludur.

Fiziki Teslimata konu sözleşmelerin son işlem gününe kadar (son işlem günü dahil) nakdi uzlaşmadan doğan takas yükümlülüklerinin yerine getirilmesi, genel takas

⁶ Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası, www.vob.org.tr, [Erişim Tarihi: 13.05.2011]

esaları çerçevesinde gerçekleştirilir. Fiziki teslimatlı sözleşmelere ilişkin fiziki teslimat yükümlülüklerinin T+2 günü saat 16:30'a kadar yerine getirilmesi zorunludur.

1.2.6. Seans Saatleri⁷

Borsa'da seans ve takas saatleri aşağıdaki gibidir:

Tablo 1: Seans ve Takas Saatleri

T GÜNÜ	08:45-09:15	İşlem Yapılmayan Dönem
	09:15-17:35	Normal Seans
	17:45	Uzlaşma Fiyatlarının İlanı ve Teminat Tamamlama Çağrılarının Yayınlanması
	17:45	Takas Süresinin Başlangıcı
T+1GÜNÜ	14:30	Takas Süresinin Sonu (Nakdi Uzlaşma)
	16:30	Takas Süresinin Sonu (Fiziki Teslimat)
T+2 GÜNÜ	16:30	Takas Süresinin Sonu (Fiziki Teslimatlı Döviz Sözleşmeleri)

Kaynak: www.vob.org.tr

İşlem yapılmayan dönemde, sistem açık olmakla birlikte emir girişi ya da işlem gerçekleşmesi mümkün değildir. Bu dönemde temsilciler tarafından; sisteme bağlanılabilir, sorgulama yapılabilir, normal seans başladıktan sonra sisteme gönderilmek üzere, toplu emir dosyası oluşturulabilir. Önceki günlerden kalan “iptale kadar geçerli” ya da “tarihli” emirler iptal edilebilir ya da düzeltilebilir.

Saat 09:15-17:35 arasında “normal seans” adı verilen tek bir seans düzenlenir. Normal seans fiyat ve zaman önceliğine dayanılarak sürekli müzayede esasıyla işlemlerin gerçekleştirildiği seanstır. Normal seansın son 10 dakikası “kapanış aralığı” olarak adlandırılır. Normal seans bittikten sonra uzlaşma fiyatlarının ilan edilmesiyle birlikte kapanış fiyatından emirler de sistem tarafından eşleştirilir. Normal seans bittikten sonra eşleştirilen bu emirler normal seans işlemlerine dâhil edilir.

Saat 17:45'te işlem gününe ait uzlaşma fiyatları ilan edilir. Uzlaşma fiyatlarının

⁷ Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası, www.vob.org.tr, [Erişim Tarihi: 13.05.2011]

ilan edilmesini takiben teminat tamamlama çağruları ilgili üyenin TVİS terminallerinde yayınlanır.

Nakdi uzlaşmadan doğan takas yükümlülükleri için “Takas süresi” T günü saat 17:45’te başlar ve T+1 günü saat 14:30’a kadar devam eder. Fiziki teslimata konu vadeli işlem sözleşmelerine ilişkin fiziki teslimat yükümlülükleri için “Takas süresi” T günü saat 17:45’te başlar ve T+2 günü saat 16:30’a kadar devam eder.

1.3. FİNANSAL ENDEKSLERDE KULLANILAN TAHMİN YÖNTEMLERİ

Finansal endekslerde kullanılabilir tahmin yöntemlerini genel olarak dört ana kategoriye bölünebilmektedir. Bunlar; teknik analiz, temel analiz, geleneksel zaman serileri analizi ve son olarak makine öğrenme yaklaşımıdır.

1.3.1. Teknik Analiz

“Teknik analiz, herhangi bir hisse senedi, endeks, mal, döviz kuru ya da vadeli işlem sözleşmesinin, daha önce piyasada gerçekleşmiş alım satım fiyatlarının genellikle grafik olarak kayıt edilmesi ve geçmişe ait olan bu verilerden gelecekteki muhtemel trendi tahmin etme yöntemidir.” Teknik analiz yöntemi ile hisse senedi fiyatlarının gelecekteki yönü ve böylelikle bir hisse senedinin en uygun alım satım zamanı tahmin edilmeye çalışılmaktadır (Günak, 2007: 31).

Teknik analiz, menkul kıymetlerin gelecekteki fiyat hareketlerinin ve trendlerinin öngörüsünü yapmak için piyasanın geçmiş veya mevcut fiyat bilgilerine odaklanan bir analiz tekniğidir. Teknik analizle uğraşan kişiler, elde ettikleri bulguları kendi bilgi, deneyim ve sezgileriyle birleştirerek menkul kıymetlerin fiyat hareketleri ve trendleri hakkında öngöründe bulunurlar (Stevens, 2002: 4).

Teknik analiz, geçmişe ait kur verilerinin gösterdiği değişme biçimini esas alarak, gelecekteki kurların tahmin edilmesi yöntemidir. Tahmin, bazen hiçbir istatistiksel analiz kullanılmadan sırf yargı yoluyla yapılır. Örneğin kurlarda, iki gün üst üste yükselme olmuşsa üçüncü gün de bir yükselmenin beklenmesi seyredilmektedir (Seyidoğlu, 2003: 172).

Teknik analizin temel varsayımlarını aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür

(Günak, 2007: 31):

- Piyasa fiyatı yalnızca arz ve talebin karşılıklı etkisiyle belirlenir.
- Arz ve talep, akılcı ve akıldışı pek çok faktör tarafından etkilenir.
- Piyasadaki küçük dalgalanmalar bir kenara bırakılırsa, hisse senedi fiyatları uzunca dönemler süren belirli trendler izlerler.
- Trenddeki değişimler arz ve talepteki kaymalardan dolayı ortaya çıkar.
- Hangi sebepten kaynaklanıyor olursa olsunlar, arz ve talepteki kaymalar er veya geç, pazar hareketlerinin kaydedildiği grafikler aracılığıyla tespit edilebilirler.
- Bir takım fiyat hareketleri zaman içinde tekrarlanma eğilimi gösterirler.

Bu varsayımlardan hareketle, teknik analizciler, geçmiş verileri grafikler üzerine kaydeder, bu grafikleri inceleyerek çeşitli davranış biçimleri saptamaya ve böylece gelecekteki fiyatları tahmin etmeye çalışırlar.

Teknik analistler hisse senedinin değerinden ziyade, fiyatını tahmin etmeye çalışırlar. Bu yüzden teknik analistler hisse senetlerin fiyatını bilmekte, fakat hiçbir hisse senedinin değerini bilmemektedir (Plummer, 2010).

1.3.2. Temel Analiz

“Temel analiz yaklaşımı, menkul kıymet fiyatlarının gerçek değerlerini belirlemek için o menkul kıymetin piyasa fiyatını etkileyen faktörlerin neler olduğunu belirlemeye çalışan bir analiz tekniğidir” (Murphy, 1999: 5).

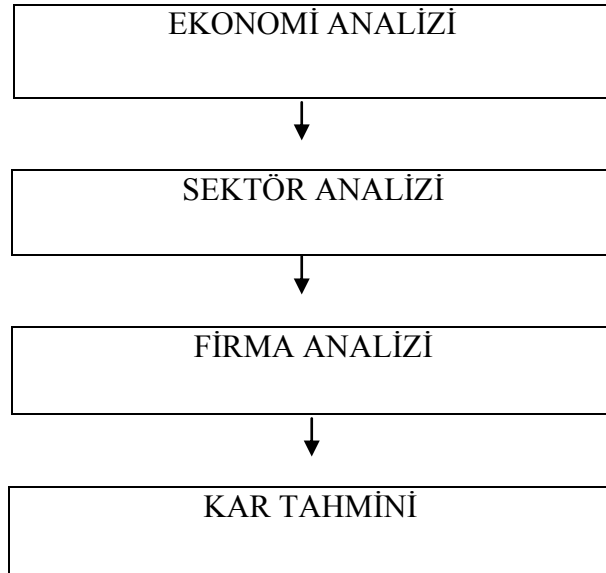
Hisse senedi değerlemesinde de kullanılan temel analiz yaklaşımı; hisse senedinin fiyatını etkileyen karlılık, likidite, finansal yapı, dağıtım kanalları, yönetim becerisi, rekabet, ekonomik tahminler gibi temel olguların analiz edilmesiyle hisse senedinin yatırım değerinin ya da gerçek değerinin belirlenmesine dayanır (Günak, 2007: 31).

Temel analiz ile hisse senetlerinin gerçek değeri bulunup ve bulunan gerçek değeri piyasa fiyatları ile karşılaştırarak alım-satım kararı verilmektedir. Tüm bunlar için hisse senetlerinin yatırımlarının performansını etkileyen ekonomik, sektörel ve ortaklıkla ilgili unsurlar dikkate alınmaktadır. Temel analize göre, hisse senedinin piyasa fiyatı gerçek değerinin altında olduğunda alış, üstünde olduğunda ise satış kararı

verilir (TSPAKB, 2009: 15).

Temel analiz, çok kapsamlı bir çalışma gerektirir. Doğru yatırım tercihi yapabilmek için öncelikle uluslararası ve ekonomik, politik ve sosyal şartlar incelenmelidir (Korkmaz ve Ceylan, 2010: 291). Temel analiz birçok ekonomik veriyi bir araya getiren oldukça zahmetli bir analiz tekniği olduğu için sıradan bir bireysel yatırımcı için bütün bu bilgilerin elde edilmesi ve yorumlanması oldukça zor bir süreçtir. Bu nedenle bireysel yatırımcılar genellikle çevrelerinden ve profesyonel kişi ve kuruluşlardan aldıkları tavsiyeler ile hareket ederler. Temel analiz menkul kıymetlerin seçiminde kullanılan en yaygın teknik niteliğinde olup, üç aşamalı olarak yapılır (TSPAKB, 2009: 9):

Tablo 2: Temel Analizin Aşamaları



1.3.2.1. Ekonomi Analizi

Ekonomi analizi ile yatırımcı için uygun yatırım ortamının var olup olmadığı araştırılmaktadır. Yapılan bu analiz sonucunda yatırımcıya, yatırım yapmak için uygun bir ekonomik ortamın olup olmadığı ve hangi finansal varlığa yatırım yapılması gerektiği konusunda yol göstermektedir (Yalçın vd., 2004: 1).

Piyasada çok sayıda yatırımcı olduğu gerçeğinden yola çıkarak farklı yatırım değerlerinin bulunabileceği göz ardı edilmemelidir. Temel analiz yaparken, öncelikle genel ekonomik koşulların ve göstergelerin durumuna bakmak gerekmektedir.

Piyasaların canlanmakta ya da daralmakta oluşu, enflasyon, faiz ve döviz kurlarındaki dalgalanma, iç ve dış borçlar, ödemeler dengesi açığı, para ve maliye politikaları, ekonomik ve siyasi belirsizlik ve istikrarsızlık vb. durumlar yatırımcıların yatırım kararı alırken dikkat etmeleri gereken etkenlerdir (Günak, 2007: 32).

Ekonomik analizde kullanılan önemli ekonomik göstergeler, milli gelir, yatırımlar, istihdam, enflasyon ve faiz oranlarıdır (TSPAKB, 2009: 16). Ekonominin devrevi hareketleri⁸ ile genel ekonomik göstergeler arasında zaman yönünden değişik ilişkiler bulunmaktadır. Bu ilişkiler üçe ayrılabilir (Özçam, 1996: 10):

- a. Öncü Göstergeler: Ekonomide canlanma veya durgunluk oluşmadan önce bunların meydana geleceğine ilişkin ipuçları verirler. Bu göstergelere para arzı, ödemeler dengesi, kamu harcamaları, yeni kurulan firma sayısı ve stoklardaki değişim örnek olarak verilebilir.
- b. Eşzamanlı Göstergeler: Ekonomik canlanma veya durgunlukla aynı anda değişime uğrayan göstergelerdir. Bu göstergelere örnek olarak sabit fiyatlarla gayri safi milli hâsıla ve toptan eşya fiyatları endeksi verilebilir.
- c. Gecikmeli Göstergeler: Devrevi hareketlerden sonra değişime uğrayan göstergelerdir. Bankalarca uygulanan temel faiz oranları, ortalama istihdam süresi ve firmaların borçlanma oranları gecikmeli göstergelere örnek olarak verilebilir.

Temel analist özellikle öncü göstergelerle ilgilenir. Bu göstergeler bir bütün olarak değerlendirilerek ekonominin muhtemel gelişimi ve bunun hisse senedinin gerçek değerine etkisi hakkında bir sonuca ulaşır (Özçam, 1996: 11).

1.3.2.2. Sektör Analizi

Genel olarak ekonomik analizler yapıldıktan sonra, yatırım yapılması düşünülen sektörlerle ilişkin analizler yapılmaktadır. Bu analizlerin yapılmasında maksat, hangi sektörün veya sektörlerin karlı olduğunun belirlenmesidir. (TSPAKB, 2009: 23).

Sektör seçiminde dikkate alınması gereken temel konular; özelleştirme ve savaş

⁸ Reel gayrisafi yurtiçi hâsılanın reel büyüme eğilimi, uzun dönem büyüme hızı-ortalama büyüme hızı etrafında birbirini izleyen daralma, dip, yükselme gibi aşamalardan geçtiği ve her aşamanın bir sonraki aşamayı oluşturacak dinamikleri içerdiği ve etkilediği süreçtir.

tehdidi gibi dışsal olayların sektöre olan etkileri, sektörün ekonomik krizlere ve konjonktürel dalgalanmalara olan duyarlılığı, sektörün yeniden yapılanma süreci, mamul hayat eğrisi, teknolojideki gelişmeler, sektöre ilişkin teşvikler ve sektörün riskliliği gibi konulardır (Uyar, 2001: 90).

Sektöre ilişkin olarak aşağıdaki bilgilerin de elde edilmesi gereklidir (TSPAKB, 2009: 23);

- Ekonomideki değişimlerin sektör üzerindeki etkisi,
- Devletin ve ulusal ve uluslararası ekonomik kuruluşların sektör üzerindeki etkileri,
- Sektörün üretim ve hizmet kapasitesi,
- Sektörün arz ve talebinin gelişme eğilimi
- Teknolojik gelişmelerin sektöre etkileri,
- Sektörün emek yoğun ya da teknoloji yoğun bir sektör olma özelliği
- Emek yoğun sektörlerde işçi ve işveren ilişkileri ve sosyal örgütlenmelerin gücü,
- Hammadde kaynaklarının elde edilmiş yerleri,
- Sektörün üretmekte olduğu mal ve hizmetlerin talep esnekliğidir.

Tüm bilgiler analiz edildikten sonra hangi sektöre yatırım yapılacağına karar verilir. Sonraki aşama ise firmaların analiz edilmesi aşamasıdır.

1.3.2.3. Firma Analizi

Firma analizlerinde, şirketin geçmiş dönemlerdeki performansları ve mevcut döneme ait verileri incelenmekte ve gelecek hakkında tahminlerde bulunmaktadır. Böylece söz konusu şirketin hisse senetlerine yatırım yapılıp yapılmayacağı kararı daha sağlıklı bir şekilde verilmektedir. İlk olarak şirketin zayıf ve güçlü yönleri ile rekabet gücünün belirlenmesi konusunda yatırımcılara bilgi sağlayan SWOT Analizi (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats – Güçlü Noktalar, Zayıf Noktalar, Fırsatlar, Tehditler) yapılması gerekir. Bu analiz ile güçlü ve zayıf yönler detaylı olarak ortaya konularak sonuca ulaşılmaya çalışılmaktadır (TSPAKB, 2009: 27).

Firmanın ürettiği ürünle ilgili olarak değerlendirilmesi gereken konular arasında

ise, üretilen mal ve hizmetlerin kalitesi, firmanın pazar payı, üretilen mamulün hayat eğrisinin hangi evresinde bulunduğu, kullanılan üretim teknolojisinin diğer firmalara karşı görece üstünlüğü gibi hususlar düşünülebilir (Günak, 2007: 33).

1.3.3. Geleneksel Zaman Serileri Tahmini

Finansal varlıkların tahmini konusunda sadece temel ve teknik analiz gibi yöntemler değil, aynı zamanda geleneksel zaman serilerinden de yararlanılmaktadır.

“Zaman serileri analizi, belirli zaman aralıklarında gözlenen bir olay hakkında, gözlenen serinin yapısını veren stokastik süreci modellemeyi ve geçmiş dönemlere ilişkin gözlem değerleri yardımıyla geleceğe yönelik tahminler yapmayı amaçlayan bir metottur” (Kaynar ve Taştan, 2009: 162).

Zaman serilerinde bir analiz ve tahmin yöntemi olan Box-Jenkins tekniği; kesikli, doğrusal stokastik süreçlere dayanır. Otoregresif (Auto Regressive-AR), Hareketli Ortalama (Moving Average - MA), Otoregresif - Hareketli Ortalama (Autoregressive-Moving Average - ARMA) ve Bütünlenen Otoregresif- Hareketli Ortalama (Autoregressive Integrated Moving Average - ARIMA), Box-Jenkins tahmin modelleridir. AR(p), MA(q) ve bunların birleşimi olan ARMA(p,q) modelleri durağan süreçlere uygulanırken, ARIMA(p,d,q) modelleri durağan olmayan süreçler için kullanılmaktadır (Hamzaçebi ve Kutay, 2004: 228).

İşletme, ekonomi ve finans alanında yaygın olarak kullanılan zaman serileri analizi ile yapılan tahminler, gerek ülke ekonomisi gerekse işletme temelinde yapılacak geleceğe yönelik planlama çalışmaları açısından son derece önem arz etmektedir (Kaynar ve Taştan, 2009: 162).

1.3.4. Makine Öğrenme Yöntemleri

Piyasaya yönelik tahmin yöntemleri içerisinde yukarıda bahsedilenlerin yanı sıra “makine öğrenme” olarak nitelendirilebilecek yöntemler de mevcuttur. Makine öğrenme, daha çok insanın öğrenme yöntemlerini bilgisayara kazandırabilmek olarak açıklamak mümkündür. Makine öğrenme tekniklerinin içerisinde karar destek makineleri, karar ağaçları, yapay sinir ağları, sınıflandırıcı birleştirme teknikleri, makine öğrenmesi teorisi yer almaktadır. Finansal veriler, sosyal ağlar, zaman serileri, protein

dizileri gibi farklı ortamlardan gelen veriler bu yöntemler ile aktif olarak çalışılmaktadır.

Makine öğrenme yöntemleri, büyük veri setlerinde rahatlıkla kullanılan ve daha çok bilgiyi kolaylıkla işlemeye yatkın güçlü yöntemlerdir. Bu yöntemler, istatistiksel yöntemlerden farklı olarak, sıklıkla güçlü ampirik sonuçlar üretebilmektedir (Frank ve Witten, 1998).

Makine öğrenme yöntemleri içerisinde en çok kullanılan yöntemlerden birisi yapay sinir ağlarıdır. Yapay Sinir Ağları (YSA), sınıflandırma, finansal tahminlerde bulunma ve regresyon uygulamalarında kullanılabilir. Çalışmanın ikinci bölümünde Yapay Sinir Ağları ile ilgili daha detaylı bilgi verilecektir.

2. BÖLÜM

YAPAY SİNİR AĞLARI

2.1. YAPAY SİNİR AĞLARI TANIMI

Yapay sinir ağı (YSA), insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri, herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemleridir (Elmas, 2003). Yapay sinir ağı aynı zamanda “sinir ağı”, “yapay sinir sistemleri”, “paralel dağıtılmış işlem sistemleri” ve “bağlantılı ağılar” olarak da adlandırılmaktadır (Mehrotra vd., 1996: 8).

YSA, paralel olarak bağlantılı ve çok sayıda basit elemanın, gerçek dünyanın nesnelere ve biyolojik sinir sistemine benzer bir etkileşim kuran, hiyerarşik bir organizasyondur (Kohonen, 1982) YSA, deneyime dayalı bilgiyi depolamaya ve bu bilgileri kullanıma sunmaya yönelik doğal bir eğilim içerisinde olan yoğun paralel dağıtılmış işlemcilerdir (Haykin, 1999: 24).

Yapay sinir ağı, biyolojik sinir ağlarından esinlenilerek ortaya çıkarılan ve biyolojik sinir ağlarına benzer bazı performans özellikleri içeren bir bilgi işleme sistemidir (Fausett, 1994: 3). Basitçe çok sayıda birbiri ile bağlantılı sinir hücresi (nöron) olarak isimlendirilen işlem birimlerinden oluşur. Yapay sinir ağı ile model seçimi ve sınıflandırılması, işlev tahmini ve işlev taklidi, en uygun değeri bulma gibi görevlerde başarılı şekilde kullanılmaktadır. Yapay sinir ağı teknolojisi eksik, gürültülü ve hata içeren verilerin işlenmesinde başarı ile kullanılmaktadır (Elmas, 2003: 23-24). Yapay sinir ağlarında amaç, insanın zekâsını kullanarak ve düşünerek yaptığı işleri yapabilen, algılama, yorum ve sonuçta karar verme özelliklerine sahip sistemler gerçekleştirebilmektir (Karslıgil ve Karslıgil, 1993: 267).

2.2. YAPAY SİNİR AĞLARI TARİHÇESİ

İnsan beyni hakkındaki çalışmalar binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Biyologlar sinir sisteminin tam olarak nasıl çalıştığına dair yıllardır üzerinde çalışmalar yapmaktadırlar. 1890 yılında William James bu konuda birçok araştırmacının kayda

değer çalışmalarını yansıtmıştır (Mehrotra vd.,1996: 11). Yapay sinir ağlarının genel olarak tarihçesine bakıldığında; sinir ağlarının başlangıcı, altın çağı ve durgun geçen dönem olarak ele almak mümkündür.

2.2.1. 1940'lar: Sinir Ağlarının Başlangıcı

Modern elektroniğin gelişmesiyle birlikte, bu düşünce işleminin kullanılması doğal bir hale gelmiştir. İlk yapay sinir ağı modeli 1943 yılında, bir sinir hekimi olan Waren McCulloch ile bir matematikçi olan Walter Pitts tarafından gerçekleştirilmiştir. McCulloch ve Pitts, insan beyninin hesaplama yeteneğinden esinlenerek, elektrik devreleriyle basit bir sinir ağını modellemişlerdir (Elmas, 2003).

1948 yılında Wiener "Cybernetics" isimli kitabında, sınırların çalışması ve davranış özelliklerine değinmiştir. Wiener bu çalışmasında kontrol, iletişim ve istatistiksel işaretleme süreci üzerine önemli kavramlar tanımlamıştır (Haykin, 1999: 57). 1949 yılında McGill Üniversitesi'nde psikolog olan Donald O. Hebb "Organization of Behavior" isimli kitabında, yapay sinir ağları için ilk öğrenme kuralını tasarlamıştır (Fausett, 1994: 22).

2.2.2. 1950-1960'lar: Yapay Sinir Ağlarının İlk Altın Çağı

1950'li yıllarda sınırlı koşullar olmasına rağmen yapay sinir ağları açısından oldukça başarılı yıllar olmuştur. Yapay sinir ağlarının ilk uygulamaları 1950'lerin sonlarına doğru gelmiştir. Frank Rosenblatt 1958 yılında Basit Algılayıcı Modeli (perceptron network) geliştirmiştir. Rosenblatt ve arkadaşları bir basit algılayıcı modelini tasarlamış ve model doğrulama uygulamasını göstermişlerdir. Bu erken başarı sinir ağları çalışmalarında büyük dikkat çekmiştir (Hagan ve Demuth, 1996: 22). Çünkü bu model, daha sonraları geliştirilecek ve YSA'larda devrim niteliğinde olacak olan Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA)'ların temelini oluşturacaktır (Öztemel, 2003: 37).

1960 yılında Bernard Widrow ve öğrencisi Marcian Hoff, Basit Algılayıcı Modelinin öğrenme kuralıyla yakından ilişkili olan ADALINE (Adaptive Linear Elements) olarak isimlendirilen bir öğrenme kuralını geliştirmişlerdir (Fausett, 1994: 37). ADALINE ile basit bir ağı, Hata Kareleri Ortalamasını (Mean Squared Error) en

aza indirmek amacıyla eğimi aşağıya çekerek eğitmektedir (Mehrotra vd., 1996: 12).

1962 yılında Frank Rosenblatt yaptığı çalışmalar ile Basit Algılayıcı Modelin (perceptrons) birçok türünü tanımlamıştır. McCulloch, Pitts, ve Hebb tarafından geliştirilen sinirler gibi, Basit Algılayıcı modeller de bir eşik çıktı fonksiyonu kullanmaktadır. Basit Algılayıcı Modellerle birlikte gelen bu erken başarı bundan sonrakilere ışık tutmuştur (Fausett, 1994: 37).

Tüm bu çalışmalar meydana gelirken bilim dünyasında başka gelişmeler yaşanmıştır. 1956 yılında “Yapay Zekâ” kavramı ortaya atılarak bilim dünyası tarafından kabul görmüştür. Herkes ilgisini yapay zekâyâ çevirmiş ve nöro-bilgisayar ve yapay sinir ağları popülaritesini yitirmeye başlamıştır. Araştırmacıların ilgisini yapay sinir ağları üzerine tekrardan çekebilmek için 1960’lı yıllarda Grosberg, Kohonen, Rosenblatt, Widrow, Nilssons, Fukushima gibi bilim adamları konunun üzerine gitmeye başlamışlar ve bunun üzerine “Öğrenen Makineler” adı altında Nilssons tarafından tüm çalışmalar bir araya getirilmiştir. Ancak yapay zekâcılar kendilerini daha çok öne çıkartmak amacıyla yapay sinir ağlarının çalışmalarını yakından takip ederek eleştirilerde bulunmuşlardır. Bunun üzerine 1960’lı yılların sonunda yapay sinir ağları duraklamaya başlamıştır (Öztemel, 2003: 38).

2.2.3. 1970’ler: Sessiz Yıllar

1969 yılında Marvin Minsky ve Seymour Papert basit algılayıcı modellerin problemleri çözmeye yetersiz olduğunu hatta problem çözmeye yeteneklerinin olmadığını söylemişlerdir. Bu önemli çalışma ile, algılayıcıların sayısal olarak yaygın olmadıklarını ve kötü olduklarını göstermişlerdir (Mehrotra vd.,1996: 13).

Çalışmaların 1969 yılında sekteye uğraması ve gerekli finansal desteklerin kesilmesine rağmen bazı bilim adamları çalışmalarına devam etmiştir. Özellikle Amari, Anderson, Cooper, Fukushima, Grossberg, Kohonen ve Hopfield gibi araştırmacıların çalışmaları 1980’li yıllara gelindiğinde meyvelerini vermiş ve sessizlik sona ermiştir (Öztemel, 2003: 39).

Helsinki Üniversitesinde yapmış olduğu çalışmalar ile Teuvo Kohonen, çağrışımsal bellek sinir ağlarını ele almış ve daha sonraları bu çalışmalarını geliştirerek,

küme birimlerinde topolojik yapıyı kullanan “kendiliğinden organize olabilen nitelik haritalarını (self-organizing map)” geliştirmiştir. Bu ağlar sonrasında “konuşmayı kayda alma (speech recognition)” çalışmalarında uygulanmıştır (Fausett, 1994: 24).

Brown Üniversitesi’nde de James Anderson aynı şekilde çağrışımsal bellek ağlarında çalışmalarına başlamıştır. Bu ağlar ile tıbbi teşhis alanları arasında uygulamalarını yürütmüştür (Fausett, 1994: 24).

Gail Grossberg yapay sinir ağlarının mantıksallığını ve mühendislik uygulamalarındaki kolaylığını göstermiştir (Öztemel, 2003: 39).

Stephen Grossberg’le birlikte Gail Carpenter, Adaptif Rezonans Teori (Adaptive Resonance Theory)” olarak adlandırılan kendiliğinden organize olabilen sinir ağlarına ait bir teori geliştirmiştir (Fausett, 1994: 25). Tüm bu çalışmalar 1980’li yıllarda artık önemli sonuçlar doğurmuş ve sinir ağlarının gelişmesi yönünde katkı sağlamıştır.

2.2.4. Yeniden Yükselişin Olduğu Dönem

1980’li yıllardaki önemli bir gelişme ise, birçok farklı araştırmacılar tarafından ortaya çıkarılan geriye yayılım algoritmasının çok katmanlı yapay sinir ağlarını eğitmek amacıyla tasarlanılmış olmasıdır. Geriye yayılım algoritması 1986 yılında David Rumelhart ve James McClelland tarafından geliştirilmiştir. (Hagan ve Demuth, 1996: 22). Önceleri perceptron ile kısıtlı olan çok tabakalı YSA modelleri yüzünden, ağı eğitimi sonucunda oluşan hata sisteme geri gönderilmediği için öğrenme sürecinin oldukça uzamasına neden olmaktadır. Geriye yayılım algoritması ise öğrenme sürecinin her adımında oluşan hatayı sisteme geri göndererek, ağırlıkların bu hataya göre yeniden ayarlanmasını sağlamaktadır (Diler, 2003: 77). Bu algoritma ile 1960’lı yıllarda Minsky ve Papert tarafından yapılan eleştirilere de cevap verilmiştir (Hagan ve Demuth, 1996: 22).

2.3. YAPAY SİNİR AĞLARININ UYGULAMA ALANLARI

Yapay sinir ağlarının diğer bilim dalları üzerinde oldukça kapsamlı uygulama alanları vardır. Yapay sinir ağları vasıtasıyla farklı dallarda birçok probleme çözüm bulunabilmektedir.

YSA'nın uygulama alanları şöyledir (Hagan ve Demuth, 1996: 22):

- **Havacılık – Uzay:** Yüksek performanslı uçak oto-pilot, uçuş yön simülasyonu, uçuş kontrol sistemleri, oto-pilot geliştirme, uçuş elemanları simülasyonu, uçuş elemanları hata algılayıcıları,
- **Otomotiv:** Otomobil otomatik yol gösterme sistemleri, garanti aktif etme analizleri,
- **Bankacılık:** Denetim ve diğer belge okuyucuları, kredi uygulama değerlendiricileri,
- **Savunma:** Silah yönetimi, hedef takip etme, nesne ayırt etme, yüz tanımlama, yeni algılayıcı türleri, veri sıkılaştırmayı içeren radar ve görüntü işaret süreçleri, özellik çıkarma ve ses gizleme, işaret / görüntü tanımlama,
- **Elektronik:** Kod dizi tahmini, tümleşik devir çip düzenleme, süreç kontrol, çip hata analizi, makine görüntü, ses sentezi, doğrusal olmayan modelleme,
- **Eğlence:** Animasyon, özel efektler, pazar tahmini,
- **Finans:** Gerçek varlık değerlendirmesi, kredi verme danışmanlığı, mortgage görüntüleme, portföy uygulama programı, kurumsal finansal analiz, döviz fiyat tahmini,
- **Sigortacılık:** Poliçe uygulamalarının değerlendirilmesi, ürün optimizasyonu
- **İmalat:** İmalat süreç kontrolü, ürün tasarım ve analizi, süreç ve makine teşhisi, gerçek zamanlı parça tanımlama, sayfa kalite tahmini, bilgisayar çip kalite analizi, kimyasal ürün tasarım analizi, makine bakım onarım analizi, proje teklifi, planlama ve yönetim, kimyasal süreç sistemlerinin dinamik modellenilmesi,
- **Tıp:** Göğüs kanseri hücrelerinin analizi, EEG analizi, protez tasarımı, organ nakli zamanlama optimizasyonu, hastane kalite gelişimi, acil durum odaları test önerisi,
- **Petrol ve Gaz:** Keşif,
- **Robot Teknolojisi:** Yörünge kontrol, uzaktan elle çalışan kontroller, görme sistemleri,
- **Menkul Kıymetler:** piyasa analizi, otomatik tahvil dereceleme, hisse senedi ticareti danışman sistemleri,

- **Telekomünikasyon:** İmaj ve veri kısaltma, otomatik bilgi servisleri, konuşma dilinin gerçek zamanda ulaşması, müşteri ödeme süreç sistemleri,
- **Ulaşım:** Kamyon fren tanılama sistemleri, uzun araç düzenlemesi, yönlendirme sistemleri olarak sayılabilmektedir.

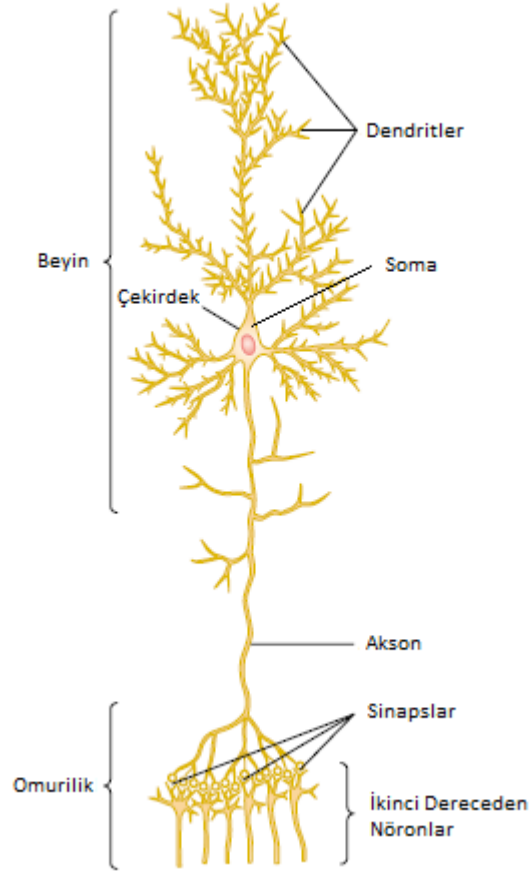
YSA geleneksel bilgi-işlem metotlarından çeşitli yönlerde farklılık gösterir. Sinir ağları verilerin çok değişkenli olduğu alanlara, verilerin düzensiz veya eksik olduğu ve birden fazla hipotezin paralel olarak test edildiği, yüksek hesaplama gücü gereken alanlara da uygulanabilir (Harp Akademileri, 1996: 68).

2.4. YAPAY SİNİR AĞLARININ YAPISI VE TEMEL ELEMANLARI

2.4.1. Biyolojik Sinir Hücreleri

Sinir sistemi oldukça karmaşık bir yapıdır. Beyin bu sistemin merkezi elemanıdır ve birbirlerine alt ağlarla bağlı yaklaşık 1011 adet nöron (sinir hücresi) olduğu tahmin edilmektedir. Genel anlamıyla milyonlarca bilgi her dakikada başka bir duyu sinirlerine ve duyu organlarına taşınmakta ve sonrasında tüm bunlar vücut tarafından yapılacak olan hareketleri belirlemektedir. Her ne kadar değişik tipteki sinir hücrelerinin şekil ve işlev açısından farklılıkları bulunsa da hepsinin ortak özelliği sinaps, dendrit, akson ve soma olmak üzere dört farklı bölgeden oluşmuş olmasıdır. Şekil 1, beyindeki bir sinir hücresinin temel yapısını göstermektedir (Guyton ve Hull, 2006:555):

Şekil 1: Beyindeki Büyük Bir Sinir Hücresinin Yapısı



Sinapslar sinir hücreleri arasındaki bağlantılar olarak görülebilir. Bunlar fiziksel bağlantılar olmayıp bir hücreden diğerine elektrik sinyallerinin geçmesini sağlayan boşluklardır. Bu sinyaller somaya giderler. Soma bunları işleme tabi tutar, sinir hücresi kendi elektrik sinyalini oluşturur ve akson aracılığı ile dendritlere gönderir. Dendritler ise bu sinyalleri sinaplara göndererek diğer hücelere gönderilir. İki hücrenin birbirleri ile bilgi alış verişi, sinaptik bağlantılardaki neurotransmitter'ler yolu ile sağlanmaktadır (Öztemel, 2003: 47).

Verilen özellikte milyarlarca sinir hücresi bir araya gelerek sinir sistemini oluşturmaktadır. Yapay sinir ağları biyolojik hücrelerin bu özelliklerinden yararlanarak geliştirilmiştir (Öztemel, 2003: 48). Bu bağlamda, YSA'lar beyne iki özelliğiyle benzemektedir. Bu özelliklerden birincisi; bilginin, bir öğrenme işlemi ile ağın çevresinden elde edilmesi, ikincisi ise; sinaptik ağırlıklar olarak bilinen işlem elemanları (nöron) arasındaki bağlantı ağırlıklarının, elde edilen bilgileri depolamak için kullanılmasıdır (Haykin, 1999: 24).

Tüm bu açıklamaların doğrultusunda biyolojik sinir sisteminin yapısı ile YSA'lar arasındaki benzerlikler Tablo 3'deki gibi gösterilebilir (Elmas, 2003):

Tablo 3: Biyolojik Sinir Sistemi ile YSA'lar Arasındaki Benzerlikler

Biyolojik Sinir Ağı	YSA
Nöron	İşlem Elemanı (Düğüm) (X)
Sinaps	İşlem Elemanları Arasındaki Bağlantı Ağırlıkları (W)
Dendrit	Toplama (Birleştirme) Fonksiyonu (Σ)
Soma	Transfer Fonksiyonu
Akson	İşlem Elemanın Çıkışı (Y)

2.4.2. Yapay Sinir Ağlarının Temel Yapısı

Yapay sinir ağları, birbirine hiyerarşik olarak bağlı ve paralel olarak çalışabilen yapay hücrelerden oluşmaktadır. Proses elemanları da denilen bu hücrelerin birbirlerine bağlandıkları ve her bağlantının bir değerinin olduğu kabul edilmektedir. Proses elemanlarının birbirleri ile bağlanmaları sonucu oluşan ağa yapay sinir ağı denmektedir (Öztemel, 2003: 30).

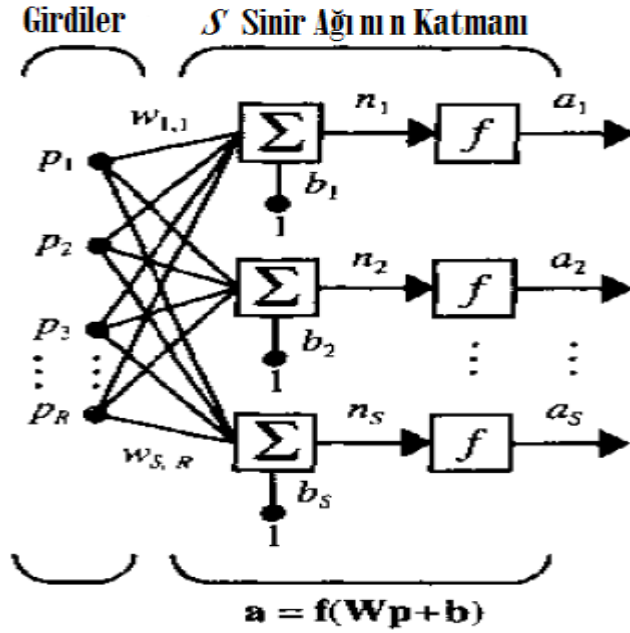
Bir sinir ağının yapısı; (1) girdiler arasında bağlantı kuran işlem elemanlarından, (2) bağlantı ağırlıklarının belirlenmesini sağlayan öğrenme algoritmalarından ve (3) aktivasyon fonksiyonu (transfer fonksiyonu⁹) tarafından karakterize edilmektedir. Bir sinir ağı basit proses elemanlarının büyük bir çoğunluğundan meydana gelmektedir. Bunlar; sinirler (neurons), birimler (units), hücreler (cells) ve düğüm noktaları (nodes) olarak adlandırılmaktadır. Her sinir diğer bir sinire bağlanmakta olup bir ağırlık değerine sahiptir. Söz konusu ağırlık, bir problemi çözmek için ağ tarafından kullanılacak olan bilgiyi göstermektedir (Fausett, 1994: 3).

Yapay sinir ağlarına bakılacak olursa, YSA'da ilk katman girdi katmanıdır. Girdi katmanı, çözülmesi istenilen probleme ilişkin bilgilerin YSA'ya alınmasını sağlar.

⁹ Hagan Martin T., Howard B. Demuth, (1996), Neural Network Design, PWS Publishing Company, United States, s. 34.

Diğer katman ise ağ içerisinde işlenen bilginin dışarıya iletildiği çıktı katmanıdır. Girdi ve çıktı katmanlarının arasında katman varsa bunlara gizli katman adı verilir. Bir YSA'da gizli katman olması gerekmediği gibi, birden fazla gizli katman da bulunabilir. Her katmanda birden çok işlem elemanı bulunabilir. Tek katmanlı bir S sinir ağının yapısı Şekil 2'de gösterilmiştir (Hagan ve Demuth, 1996: 40):

Şekil 2: S Sinir Ağının Katmanı



Şekil 2'de ($p_i; i=1, \dots, R$) girdi katmanındaki işlem elemanlarını, ($n_s; s=1, \dots, s$) gizli katmandaki işlem elemanlarını, ($a_s; s=1, \dots, s$) çıktı katmanındaki işlem elemanlarını göstermektedir. Ayrıca, $w_{i,j}$; i . girdi işlem elemanından j . gizli işlem elemanına kadar olan bağlantının ağırlığını göstermektedir. +1 olarak gösterilen birimler (b_1, b_2, b_s) eşik (bias term) değerleridir. Katman, ağırlık matrislerini, eşik değeri b 'yi, transfer fonksiyonu kutusunu ve çıktı elemanı a 'yı içermektedir. Girdileri kapsayan p 'nin her bir elemanı, ağırlık matrisi W ile diğer işlem elemanlarına bağlanmaktadır. Her işlem elemanı eşik değeri b_i , transfer fonksiyonu f ve çıktı elemanı a_i 'ye sahiptir (Hagan ve Demuth, 1996: 40).

Literatürde hemen hemen tüm çalışmalarda girdi katmanı, girdilerin ağa girmesinde bir kapı işlevi görmesi nedeniyle niceliksel olarak katman sayısına dâhil edilmemektedir. Bundan dolayı, girdi katmanı ile birlikte üç katmandan oluşan bir YSA, iki (çok) katmanlı bir ağ olarak kabul edilmektedir (MacKay, 2003: 527).

Teknik olarak, bir yapay sinir ağının en temel görevi, kendisine gösterilen bir girdi setine karşılık gelebilecek bir çıktı seti belirlemektir. Bunu yapabilmesi için ağ, ilgili olayın örnekleri ile eğitilerek (öğrenme) genelleme yapabilecek yeteneğe kavuşturulur. Bu genelleme ile benzer olaylara karşılık gelen çıktı setleri belirlenmiş olmaktadır (Öztemel, 2003: 30).

2.4.3. Yapay Sinir Ağlarının Temel Elemanları

Biyolojik sinir ağlarının sinir hücreleri olduğu gibi yapay sinir ağlarının da yapay sinir hücreleri vardır. Yapay sinir hücreleri mühendislik biliminde *proses elemanları* olarak da adlandırılmaktadır. Her yapay sinir hücresinin 5 temel elemanı vardır. Bu elemanlar; girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, transfer fonksiyonu ve hücrenin çıktısıdır (Öztemel, 2003: 48).

2.4.3.1. Girdiler

Bir yapay sinir hücresine dış dünyadan gelen bilgileri oluşturmaktadır. Bu girdiler ağın öğrenmesi istenen örnekler tarafından belirlenmektedir. Yapay sinir hücresine dış dünyadan olduğu gibi başka hücrelerden veya kendisinden de bilgiler gelebilir (Öztemel, 2003: 49). Bu katmandaki elemanlar dış dünyadan gelen bilgileri alarak ara katmanlara transfer etmekle sorumludurlar.

2.4.3.2. Ağırlıklar

Bir yapay hücreye gelen bilginin önemini ve hücre üzerindeki etkisini ağırlıklar gösterir. Ağırlıkların büyük ya da küçük olması, onun önemli veya önemsiz olduğu anlamına gelmez. Bir ağırlığın değerinin sıfır olması o ağ için en önemli olay olabilir. Eksi değerler önemsiz demek değildir. Bu nedenle, artı veya eksi olması etkisinin pozitif veya negatif olduğunu gösterir. Sıfır olması ise herhangi bir etkinin olmadığını gösterir. Ağırlıklar değişken veya sabit değerler olabilirler (Öztemel, 2003: 49).

2.4.3.3. Toplama Fonksiyonu

Bir hücreye gelen net girdiyi toplama fonksiyonu hesaplamaktadır. Bunun için değişik fonksiyonlar kullanılabilir. Burada her gelen girdi değeri kendi ağırlığı ile çarpılarak toplanır. Böylece ağa gelen net girdi bulunmuş olur (Öztemel, 2003: 49). Bazı durumlarda toplama işlevi bu kadar basit bir işlem yerine, enaz (min), ençok (max), çoğunluk veya birkaç normalleştirme algoritması gibi çok daha karmaşık olabilmektedir (Elmas, 2003).

2.4.3.4. Transfer Fonksiyonu

Nöronun davranışını belirleyen önemli etmenlerden birisi de nöronun transfer fonksiyonudur. Aktivasyon fonksiyonu olarak da adlandırılan transfer fonksiyonu, toplama fonksiyonundan elde edilen net girdiyi bir işlemde geçirerek hücre çıkışını belirlemektedir. Transfer fonksiyonunun kullanım amacı, toplama işlevinin çıkışının değişmesine söz konusu olduğunda izin verebilmesidir. Hücre modellerinde, hücrenin gerçekleştireceği işleve göre çeşitli tipte transfer fonksiyonları kullanılabilir. Transfer fonksiyonunun seçimi, büyük ölçüde yapay sinir ağının verilerine ve ağın neyi öğrenmesinin istendiğine bağlıdır. Genelde seçilen transfer fonksiyonu doğrusal olmayan bir fonksiyondur. Çünkü doğrusal fonksiyonlarda çıktı, girdi ile orantılıdır. Bu durum, ilk YSA denemelerinin başarısızlıkla sonuçlanmasının temel nedenidir (Minsky ve Papert, 1969).

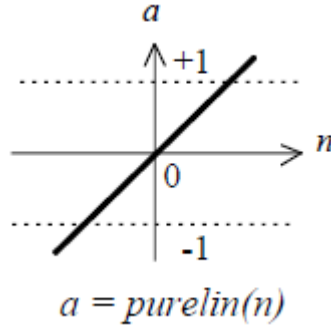
Transfer fonksiyonu doğrusal veya doğrusal olmayan bir fonksiyon olabilir. Belirli bir transfer fonksiyonu, sinir hücresinin çözmeye çalıştığı problemin bazı ayrıntılarını karşılamak amacıyla seçilmektedir (Hagan ve Demuth, 1996: 34). En yaygın olarak kullanılan transfer fonksiyonları aşağıda verilmiştir.

2.4.3.4.1. Doğrusal Transfer Fonksiyonu

$\alpha = 1$ olan doğrusal transfer fonksiyonunda, fonksiyonun çıkışı girdi fonksiyonuna eşit olmaktadır. Yani, $\alpha = 1$ olması durumunda gizli tabaka hücresine gelen girdiler hiçbir değişikliğe uğratılmaz ve işlemci çıkışında olduğu gibi kalırlar. $\alpha \neq$

1 olduğu durumda ise, gizli tabakaya gelen girdiler sadece ölçek değiştirerek ancak yine doğrusal kalarak çıkarlar (Şen, 2004: 74). Bu tür fonksiyonun sınırları çok katmanlı ağların çıktı katmanında kullanılmaktadır (Beale; Hagan ve Demuth, 2010: 115). Şekil 3 'de doğrusal transfer fonksiyonu gösterilmektedir.

Şekil 3: Doğrusal Transfer Fonksiyonu

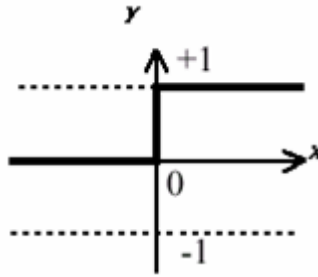


Kaynak: (Beale; Hagan ve Demuth, 2010: 115)

2.4.3.4.2. Basamak Fonksiyonu

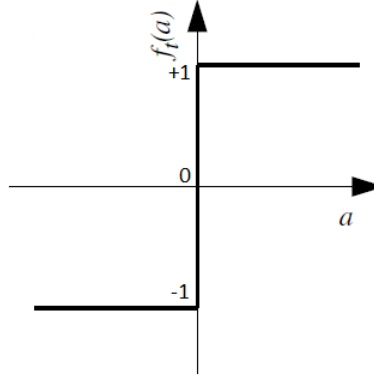
Basamak fonksiyonunun en önemli özelliği, tüm girdi değerine karşılık sadece iki çeşit çıktı üretmiş olmasıdır (Şen, 2004: 76). Gelen net girdi değerinin belirlenen bir eşik değerinin altında ya da üstünde olmasına göre hücrenin çıktısı 1 veya 0 değerlerini almaktadır (Öztemel, 2003: 51). Eğer girdi değeri eşik değerini aşarsa çıktı olarak α , aksi takdirde β sabit değerini almaktadır. Eşik değeri sıfır olmak üzere, genellikle $\alpha=1$ ve $\beta=0$ veya $\alpha=1$ ve $\beta=-1$ olarak seçilmektedir (Şen, 2004: 76). Basamak fonksiyonu tek kutuplu veya çift kutuplu şeklinde olabilmektedir.

Şekil 4: Tek Kutuplu Basamak Fonksiyonu



Kaynak: (Çanakçı, 2006: 22)

Şekil 5: Çift Kutuplu Basamak Fonksiyonu

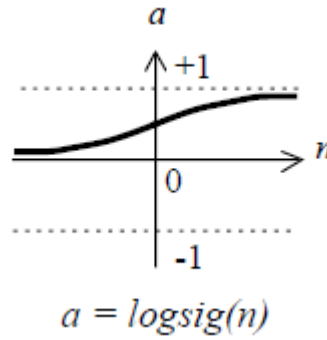


Kaynak: (Hopgood, 2001: 211)

2.4.3.4.3. Sigmoid Transfer Fonksiyonu

Sigmoid transfer fonksiyonu, kolayca türevi alınabilmekte, sürekli ve doğrusal olmayan bir fonksiyon olması nedeniyle uygulamada en çok kullanılan transfer fonksiyonlarından biridir. Bu fonksiyon, girdinin her değeri için artı ile eksi arasında bir değer almakta, çıktı değeri ise 0 ve 1 arasında belirlenmektedir (Beale; Hagan ve Demuth, 2010: 116).

Şekil 6: Sigmoid Transfer Fonksiyonu



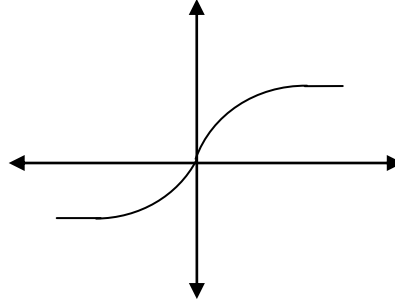
Kaynak: (Beale; Hagan ve Demuth, 2010: 116).

2.4.3.4.4. Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu

Hiperbolik tanjant fonksiyonu, gelen net girdinin tanjant fonksiyonundan geçirilmesi ile hesaplanmaktadır ve sigmoid transfer fonksiyonunun farklı bir çeşididir. Sigmoid transfer fonksiyonunda çıktı 0 ile 1 arasında bir değer alırken, hiperbolik

tanjant fonksiyonunda çıktı -1 ile 1 arasında bir değer almaktadır (Baş, 2006: 36).

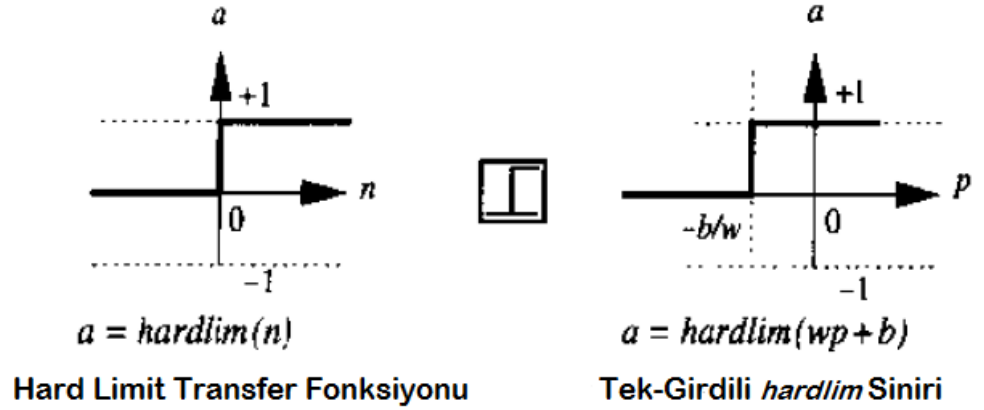
Şekil 7: Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu



2.4.3.4.5. Hard Limit Transfer Fonksiyonu

Şekil 8’de gösterilen hard limit transfer fonksiyonu eğer fonksiyon 0’den daha az veya daha fazla veya 0’a eşit olması durumunda, sinirin çıktısı 0 olarak ayarlanır. Bu fonksiyon ile girdileri iki farklı sınıfa ayıran sınırlar oluşturulmuş olur. Şekil 8’in sağ tarafındaki grafik, hard limit transfer fonksiyonunda kullanılan tek girdili sinirin girdi/çıkıtı karakteristiğini göstermekte, sol taraftaki grafik ise hard limit transfer fonksiyonunu göstermektedir (Hagan ve Demuth, 1996: 35).

Şekil 8: Hard Limit Transfer Fonksiyonu



Kaynak: (Hagan ve Demuth, 1996: 35).

2.4.3.5. Hücresinin Çıktısı

Transfer fonksiyonu sonucunun dış dünyaya veya diğer sınırlara gönderildiği yerdir. Bir sinirin bir tek çıkışı vardır. Sinirin bu çıkışı, kendinden sonra gelen herhangi

bir sayıdaki diğer sınırlara giriş olabilir. Bu durum biyolojik sinirde olduğu gibidir. Biyolojik sinirde de birçok giriş varken sadece bir çıkış etkinliği vardır (Elmas, 2003).

2.5. YAPAY SİNİR AĞLARININ SINIFLANDIRILMASI

YSA'ları üç ayrı sınıfa ayırmak mümkündür. Bunlar, YSA'ların bağlantı yapılarına göre yapılan sınıflandırmalar, öğrenme şekillerine göre yapılan sınıflandırmalar ve yapay sinir ağlarında öğrenmenin uygulamaya göre yapılan sınıflandırmalarıdır.

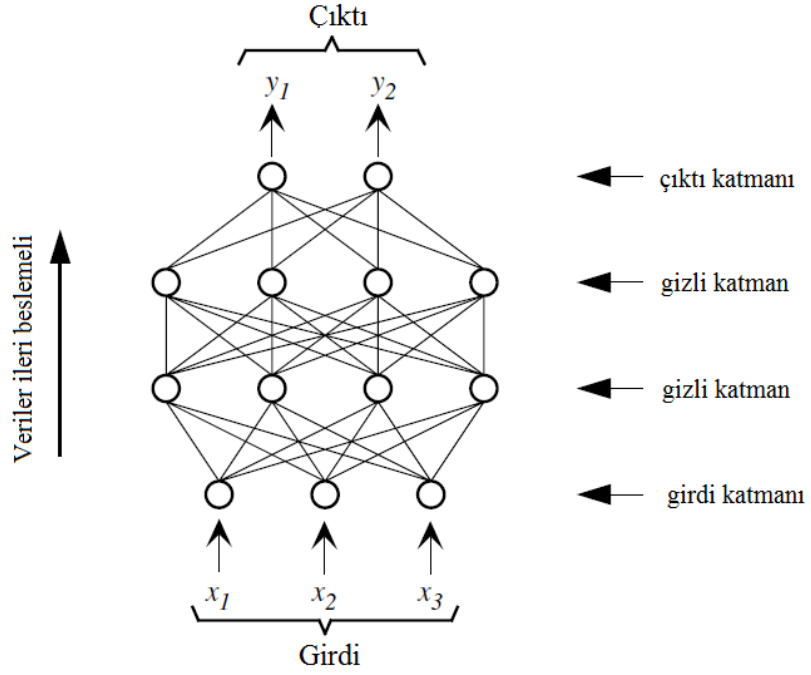
2.5.1. Yapay Sinir Ağlarının Bağlantı Yapılarına Göre Sınıflandırmalar

Yapay sinir ağları bağlantı şekillerine göre sınıflara ayrılmaktadır. Bağlantı yapılarına göre sınıflandırmalar, yapay sinir ağlarının işlemci elemanlar arasındaki bağlantının şeklini yansıtmaktadır. Yapay sinir ağlarında, bazı ağlar ileri besleme şeklinde yapılandırılırken, bazı ağlar ise geri besleme yapısı içermektedirler.

2.5.1.1. İleri Beslemeli Ağlar

İleri beslemeli (feedforward) bir ağda işlem elemanları genellikle katmanlara ayrılmıştır. İşlemci elemanlar, bir katmandan diğer bir katmandaki tüm işlem elemanlarıyla bağlantı kurarlar fakat işlem elemanlarının aynı katman içerisinde kendi aralarında bağlantıları bulunmaz (Hopgood, 2001: 211). İleri beslemeli ağlara örnek olarak, Çok Katmanlı Algılayıcı (Multilayer Perceptrons) ve Doğrusal Vektör Parçalama Modeli (Learning Vector Quantization) ağları verilebilir (Sağiroğlu vd., 2003: 41). Şekil 9'da ileri beslemeli bir ağ modeli gösterilmektedir.

Şekil 9: İleri Beslemeli Ağ Yapısı



Kaynak: (Hopgood, 2001: 212)

Her katmandaki düğümlerin sayısı ve katmanların sayısı, sıklıkla deneme yanılma yöntemiyle ağ yapıcısı tarafından belirlenmektedir. Genellikle bir girdi katmanı ve bir çıktı katmanı vardır. Düğümlerin her biri, girdi ve çıktı sayıları dikkate alınarak belirlenmektedir. Bu iki katman arasında farklı katmanlar olabilir. Bu katmanlar gizli katmanlar olarak bilinmektedir. Eğer bir ağda gizli katman yoksa bu ağ “Tek Katmanlı Algılayıcı (Single Layer Perceptron)”dır. Şekil 9, üç girdi düğümü, dört düğümüne sahip iki gizli katmanı ve iki düğümüne sahip bir çıktı katmanını göstermektedir (Hopgood, 2001: 212). Girdi katmanı, dış dünyadan gelen girdileri (x_1 , x_2 , x_3) olarak ara katmana gönderir. Bu katmanda bilgi işleme olmaz. Gelen her bilgi geldiği gibi bir sonraki katmana gider. Ara katmanlar girdi katmanından gelen bilgileri işleyerek bir sonraki katmana gönderir. Çıktı katmanı ise, ara katmandan gelen bilgileri işleyip ağın ürettiği çıktıları (y_1 , y_2) belirleyerek dış dünyaya gönderir (Öztemel, 2003: 77).

2.5.1.2. Geri Beslemeli Ağlar

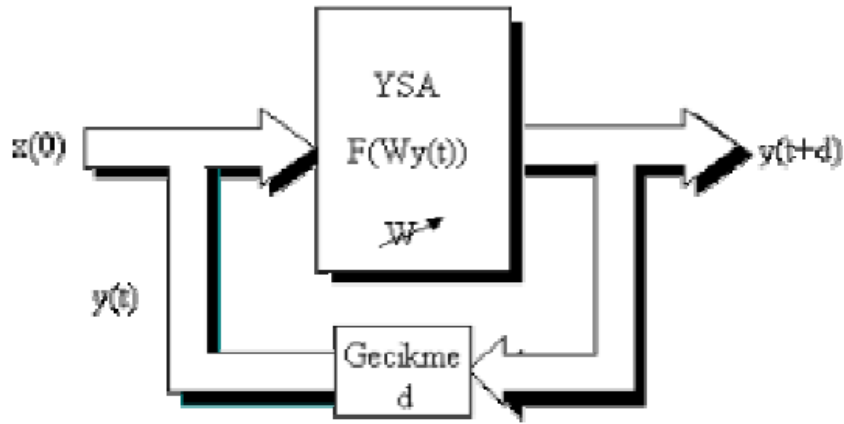
Geri beslemeli (recurrent) ağlarda, ağın proses elemanlarının çıktıları yine ağa belirli bir şekilde geri gönderilerek girdi olarak kullanılmaktadır. Dinamik sistemlerin modellenmesinde geri dönüşümlerin olması özellikle zaman gecikmelerini (time delays)

dikkate almak için önem teşkil etmektedir. Geri beslemeli ağlar iki şekilde olabilir (Öztemel, 2003: 165):

- **Tam Geri Beslemeli Ağlar:** Bu ağlar gelişigüzel ileri ve geri bağlantıları olan ağlardır. Bu bağlantıların hepsi eğitilebilirdir.
- **Kısmi Geri Dönüşümlü Ağlar:** Bu ağlarda ağın proses elemanlarına ek olarak içerik elemanları vardır. Geri dönüşüm sadece içerik elemanları üzerinde yapılır ve bu bağlantılar eğitilemez. İçerik elemanları ara katman elemanlarının geçmiş durumlarını hatırlamak için kullanılır. Ağın çıktısı hem önceki durumlara hem de ağın o andaki durumuna bağlı olarak oluşturulmaktadır. Geçmiş durumları hatırlayabilmeleri bu ağlara dinamik hafızaya sahip olma özelliği kazandırmaktadır.

Geri beslemeli ağlara örnek olarak, Hopfield, Elman ve Jordan ağları verilebilir (Sağıroğlu vd., 2003: 41). Şekil 10'da geri beslemeli bir ağ modeli gösterilmektedir.

Şekil 10: Geri Beslemeli Ağ Yapısı



Bazı işlem elemanlarının çıkışı, aynı işlem elemanlarına ya da önceki katmandaki işlem elemanlarına doğru geri beslenir. Bundan dolayı dinamik hafızaya sahip oldukları söylenir. Öyle bir sinir ağının çıkışı, kendi girişine ve daha önceki giriş ve çıkışlara bağlantılı olabilir. Kısaca geri besleme, bir tabakadaki hücreler arasında olduğu gibi, tabakalar arasındaki hücreler arasında da olabilir. Geri beslemeli yapay sinir ağları, doğrusal olmayan dinamik bir davranış gösterir (Çanakcı, 2006: 32).

Geri beslemeli yapay sinir ağlarında, ileri beslemeli yapay sinir ağlarına göre daha zengin dinamiklere sahip modeller geliştirilebilir. Ancak belirtmek gerekir ki, ileri

beslemeli ağlar, geri beslemeli ağlara göre akademik ve pratik alanda daha çok uygulanmaktadır. Bunun nedeni, geri beslemeli ağların birçok farklı yapıyla oluşturulabilmesi, belirli bir model yapısında uzmanlaşılmasını engelleyebilmekte ve eğitim algoritmalarının tutarsız olması nedeniyle eğitimin güç olmasına neden olabilmektedir (Zhang, 2003: 5).

2.5.2. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme Şekillerine Göre Ağlar

Bir yapay sinir ağının en temel özelliği öğrenme yeteneğidir. Yapay sinir ağlarına ait işlemci elemanlarının bağlantılarının ağırlık değerlerinin belirlenmesi işlemine “ağın eğitilmesi” adı verilir. Başlangıçta bu ağırlık değerleri rastgele atanır ve belirlenen örnekler gösterildikçe bu ağırlık değerleri değişir. Bu örnekler ağa birçok defa gösterilerek ağın doğru ağırlık değerlerinin bulunması amaçlanır. Ağ doğru ağırlık değerlerine ulaştığında ağ artık genelleme yapabilme yeteneğine kavuşmuş demektir (Elmas, 2003: 55). Genelleme sayesinde; sinir ağlarına düzensiz, eksik veya daha önce görülmemiş (tanınmayan) bir girdi sunulduğunda, bu tavır sistem tarafından kabul görür ve bir cevap yaratılabilir (Harp Akademileri, 1996: 67). Bir yapay sinir ağının bu genelleştirme özelliğine kavuşması işlemine “ağın öğrenmesi” denir (Elmas, 2003: 55).

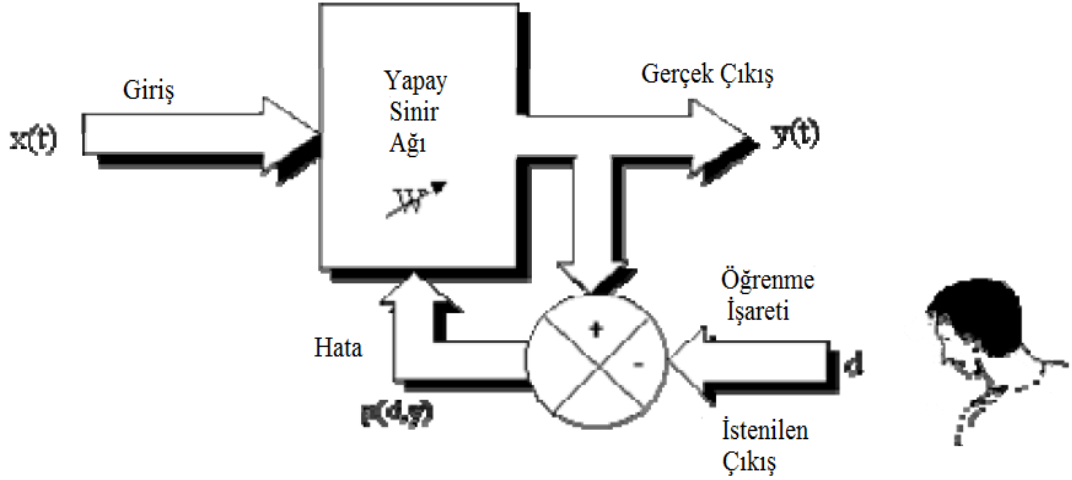
Yapay sinir ağlarında en uygun ağırlık değerlerini bulmaya yönelik öğrenme algoritmaları mevcuttur. Bunlar; danışmanlı öğrenme (supervised learning), danışmansız öğrenme (unsupervised learning) ve destekleyici öğrenme (reinforcement learning)’dir.

2.5.2.1. Danışmanlı Öğrenme

Danışmanlı öğrenmede, sistemin olayları öğrenebilmesine bir danışman yardımcı olmaktadır. Danışman sisteme girdi ve çıktı verilerini verir. Sistemin temel görevi, girdileri danışmanın belirlediği çıktılara haritalamaktır. Bu sayede olayın girdileri ve çıktıları arasındaki ilişki öğrenilmiş olur (Öztemel, 2003: 25). İki çıktı arasındaki fark hata olarak alınmaktadır. Ağ tarafından hata minimize edilene kadar, başlangıçta genel olarak rassal olarak verilen ağırlıklar döngüler halinde değiştirilir (Anderson ve McNeill, 1992). Her adımdan sonra ağ kendi çıkışını hedefle karşılaştırır,

çıkış hatası azaltılacak şekilde ağırlıklar ayarlanır (Zuarada, 1992).

Şekil 11: Danışmanlı Öğrenmenin İşleyişi



Kaynak: (Çanakçı, 2006: 26)

Danışmanlı öğrenme yöntemine, delta kuralı ve geriye yayılım algoritması örnek olarak verilebilir.

2.5.2.1.1. Delta Kuralı

Bu kurala göre beklenen çıktı ile gerçekleşen çıktı arasındaki farklılığı azaltmak için, yapay sinir ağı elemanlarının bağlantı ağırlık değerleri sürekli değiştirilmektedir. Ağın ürettiği çıktı ile beklenen çıktı arasındaki hatanın karelerinin ortalamasının en az olması hedeflenmektedir (Öztemel, 2003: 27).

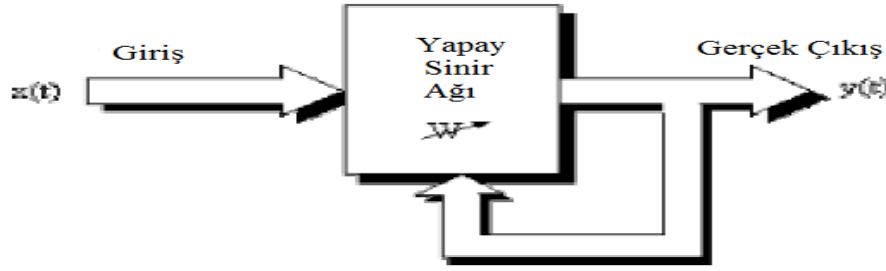
2.5.2.1.2. Geriye Yayılım Algoritması

Geriye yayılım algoritmasına genelleştirilmiş delta kuralı da denmekte ve bu algoritma çok katmanlı ağların eğitilmesinde kullanılmaktadır (Fausett, 1994: 16). Ağın öğrenebilmesi için eğitim seti adı verilen ve örneklerden oluşan bir sete ihtiyaç duyulmaktadır. Her örnek için bu set içerisinde hem girdiler hem de çıktılar belirlenmiştir (Öztemel, 2003: 77).

2.5.2.2. Danışmansız Öğrenme

Bu tür öğrenme yönteminde, sistemin öğrenmesine yardımcı olan herhangi bir danışman bulunmamaktadır. Sisteme sadece girdi değerleri gösterilir ve parametreler arasındaki ilişkileri sistemin kendi kendisine öğrenmesi beklenir. Bu yöntem, daha çok sınıflandırma problemleri için kullanılmaktadır (Öztemel, 2003: 25).

Şekil 12: Danışmansız Öğrenmenin İşleyişi



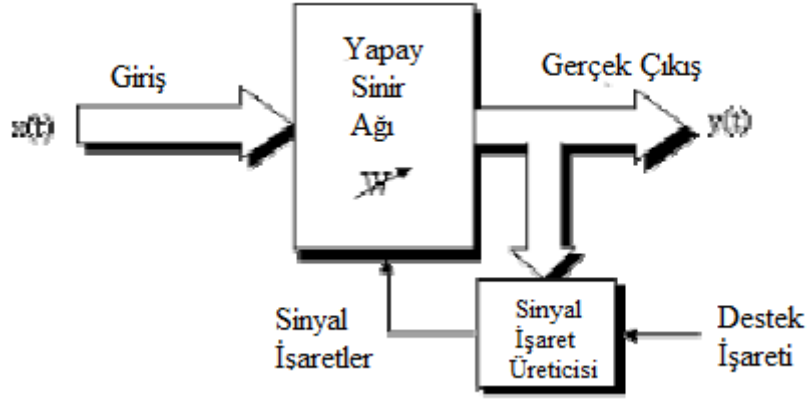
Kaynak: (Saraç, 2004: 30)

Yapay sinir ağlarında danışmansız öğrenme yöntemi, sürekli araştırılan ve gelişen bir öğrenme yöntemidir. Bu yöntem ile bilgisayarların gelecekte insan yardımı olmadan öğrenebileceklerinin göstergesi olmaktadır. Ancak günümüzde sınırlı kullanım alanları bulan ve hala yoğun araştırma konusu olan bir öğrenme metodudur (Anderson ve McNeill, 1992).

2.5.2.3. Destekleyici Öğrenme

Bu öğrenme türünde, sisteme bir danışman yardımcı olmaktadır. Ancak danışman her girdi seti için olması gereken çıktı setini sisteme göstermek yerine, sistemin kendi çıktılarını üretmesini bekler ve üretilen çıktının doğru veya yanlış olduğunu belirten bir sinyal üretir. Sistem de bu sayede, danışmandan gelen bu sinyal vasıtasıyla eğitimine devam etmiş olur (Öztemel, 2003: 25). Şekil 13'de destekleyici öğrenme yapısı gösterilmektedir.

Şekil 13: Destekleyici Öğrenme Yapısı



Kaynak: (Saraç, 2004: 31)

Yapay sinir ağlarında danışmansız öğrenme yöntemi, sürekli araştırılan ve gelişen bir öğrenme yöntemidir. Bu yöntem, gelecekte bilgisayarların insan yardımı olmadan öğrenebileceklerinin göstergesidir. Fakat günümüzde hala yoğun araştırma konusu olan ve sınırlı kullanım alanları bulan bir öğrenme yöntemidir (Anderson ve McNeill, 1992).

2.5.3. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenmenin Uygulamaya Göre Sınıflandırılması

Öğrenen sistemlerde olduğu gibi yapay sinir ağlarında öğrenme, bazı uygulamalara göre gerçekleştirilmektedir. Buna göre öğrenmenin uygulamaya göre sınıflandırılması iki şekilde olmaktadır. Bunlar Çevrimiçi (On-line) Öğrenme ve Çevrimdışı (Off-line) Öğrenmedir.

2.5.3.1. Çevrimiçi (On-line) Öğrenme

Bu öğrenme türüne göre öğrenen sistemler, gerçek zamanda çalışırken bir taraftan fonksiyonlarını yerine getirmekte, bir taraftan da öğrenmeye devam etmektedirler. Adaptif Rezonans Teori (ART) ağının öğrenme kuralı ve Kohonen öğrenme kuralı çevrimiçi öğrenmeye örnek olarak verilebilir (Öztemel, 2003: 26).

2.5.3.2. Çevrimdışı (Off-line) Öğrenme

Çevrimdışı öğrenmeye göre öğrenen sistemler, kullanıma alınmadan önce örnekler üzerinde eğitilirler. Eğitildikten sonra, gerçek yaşamda kullanıma alındığında artık öğrenme olmamaktadır. Eğer sisteme girilmesi gereken yeni bilgiler olursa, bu durumda sistem kullanımdan çıkarılıp çevrimdışı olarak yeniden eğitilmektedir. Eğitim tamamlandıktan sonra sistem tekrardan kullanıma alınmaktadır. Yapay sinir ağlarında yaygın olarak kullanılan Delta Öğrenme Kuralı bu tür öğrenmeye örnek olarak verilebilmektedir (Öztemel, 2003: 26).

2.6. YAPAY SİNİR AĞLARININ EĞİTİMİ VE TESTİ

Yapay sinir ağlarında işlemci elemanlar arasındaki bağlantıların ağırlık değerlerinin değiştirilmesine ağı eğitilmesi denir. Ağı eğitilmesi kısaca, beklenen çıktının hesaplanmasına olanak sağlayan bağlantı ağırlıklarının belirlenmesidir (Rumelhart vd., 1994: 89). Ağı eğitilmesi ile ağ yapısı gerçekte var olan probleme karşı kendisini hazırlar duruma getirmektedir. Burada amaç ağı kendisinin problemi çözer duruma gelebilmesi için doğru çıktıları üretecek ağırlık değerlerini atamasıdır.

Ağı doğru ağırlık değerlerine ulaşması örneklerin temsil ettiği olay hakkında genellemeler yapabileceğine kavuşması demektir. Bu genelleştirme özelliğine kavuşması işlemine ağı öğrenmesi denmektedir (Öztemel, 2003: 55).

Ağa girilecek olan veriler ağı eğitimi setini oluşturmaktadır. Girilecek olan veriler ne kadar fazla olursa, eğitilmiş olan ağı gerçekte oluşan probleme karşı çözüm üretmesi de o kadar yüksek olur. Ağı eğitilmesiyle aslında ağı performansının ne ölçüde yüksek olduğu hesaplanmış olmaktadır.

Yapay sinir ağlarında öğrenme iki aşamada gerçekleşir. Birinci aşamada ağa gösterilen örnek için ağı üreteceği çıktı belirlenir. İkinci aşamada ise ağı bağlantılarının sahip olduğu ağırlıklar değiştirilir. Ağı eğitimi tamamlandıktan sonra öğrenip öğrenmediğini ölçmek için yapılan denemelere ağı test edilmesi denmektedir. Test aşamasında ağı ağırlık değerleri değiştirilmez. Test örnekleri ağa gösterilir. Ağ eğitimi sırasında belirlenen bağlantı ağırlıklarını kullanarak görmediği bu örnekler için çıktı üretir. Bu çıktıların doğruluk dereceleri ağı öğrenmesi hakkında bilgiler

vermektedir (Öztemel, 2003: 55).

2.7.YAPAY SİNİR AĞLARININ AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Yapay sinir ağları özellikle doğrusal olmayan yapılar için iyi sonuçlar vermesiyle, genelleştirme yeteneğiyle, örnekleri kullanarak öğrenmesiyle, istatistik ve diğer modelleme teknikleri için ön şarta gereksinim duymayışıyla, hata toleransına sahip olmasıyla, bilginin saklanması ile güçlü yanlara sahiptir.

Yapay sinir ağları doğrusal olmayan yapıları dikkate aldıkları için tercih edilmelerini sağlamaktadır. Çünkü ekonomik verilerin yapıları gereği doğrusal olmayan bir yapıda olmaları normaldir fakat tahmin zorlukları nedeniyle analizler genellikle lineer yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Oysaki bu durum, yanlış sonuçlara yol açabilmektedir; ya da en azından analizi yapılan sistemde açıklanamayan bileşenler kalabilmektedir. Sonuç olarak, veri setinin doğrusal veya doğrusal olmayan yapı içeriyor olması, analiz sonuçlarını etkileyecek önemli bir faktördür. Bu yüzden, doğrusal olmayan yapıları dikkate alabilmesi YSA'ların önemli bir özelliğidir (Yurtoğlu, 2005: 35).

Yapay sinir ağlarının önemli diğer bir özelliği ise öğrenme yeteneğine sahip olmasıdır. YSA'lar girdi olarak tanıtılan veriler ile eğitilerek, gerçekte karşılaşılabilecek problemlere veya karmaşık yapılara karşı önceden bilgi sahibi olmaktadır. Böylece ortaya çıkacak olan yeni problemlere karşı önceden öğrenmiş olduğu bilgiler sayesinde çözüm üretebilecek duruma gelmektedir.

Yapay sinir ağları örnekleri kullanarak ilgili olay hakkında genelleme yapabilecek yeteneğe kavuşmaktadırlar (Öztemel, 2003: 31). Bu durum daha çok eğitim aşamasında olmaktadır. Eğitim seti ile ağırlıkların ayarlanması mümkün olabilmektedir. Ayarlanan ağırlıkların tüm ağ için genelleştirilmesi yoluyla girdi çıktı değişkenleri arasında en az hatayı veren YSA modellerinin kurulması yapay sinir ağlarına üstünlük kazandırmaktadır (Haykin, 1999: 25).

Bir problemin birçok istatistik ve başka modelleme teknikleri ile modellenmesi öncesinde yerine getirilmesi gereken birçok ön şart ve/veya kuralı olabilmektedir. Bu kurallar; normal dağılıma uyma koşulu, veri sayısı arttıkça ortalama varyans

parametrelerin sabit olma koşulu, hataların birbirinden doğrusal olarak bağımsız olması gibi karşımıza çıkabilmektedir. Oysaki yapay sinir ağlarında böyle ön şart ve kabuller yoktur. YSA modellemesi yapmak için olayın fiziğini önceden anlamak gerekmez. Hatta yapay sinir ağları çok karmaşık problemlerin çözümlenmesinde bile doğrudan kullanılabilir (Şen, 2004: 20).

Yapay sinir ağlarında diğer önemli bir avantaj ise bilginin, ağın bağlantılarının değerleriyle ölçülmesi ve saklanmış olmasıdır. Diğer programlara göre, veriler bir veri tabanında veya programın içinde gömülü değildir. Bilgiler direk olarak ağın üzerinde saklı olmaktadır. Ancak bu bilgilerin ortaya çıkartılması ve yorumlanması zor olabilmektedir (Öztemel, 2003: 31).

YSA modelleri sınırsız sayıda değişken ve parametre ile çalışabilmektedir. Bu sayede mükemmel bir öngörü doğruluğu ile genel çözümler sağlanabilmektedir. Karmaşık veya sorunlu veriden bile anlam çıkarabilmek gibi dikkate değer yetenekleriyle YSA'lar, insanlar veya bilgisayarlar tarafından anlaşılması zor trendleri belirlemek veya yapıları (pattern) çıkartmak için kullanılabilirler. Tam eğitilmiş bir yapay sinir ağı modeli, analiz ettiği bilgi kümesi (veri tabanı) için uzman olarak düşünülebilir. Bu uzmanlık, simülasyon problemlerine projeksiyonlar sağlamak için kullanılabilir (Yurtoğlu, 2005: 36).

Yapay sinir ağlarında bu tür avantajlar olmasına rağmen, dezavantaj olarak sayılabilecek durumlarla da karşılaşılabilinmektedir. Bu durumlar şunlardır:

Yapay sinir ağlarında probleme uygun ağ yapısının belirlenmesi genellikle deneme yanılma yöntemi ile yapılmaktadır. Eğer var olan problem için uygun bir çözüm oluşturulmaz ise çözümü olan bir problemin çözülememesi söz konusu olabilir. Aynı zamanda ortaya çıkan çözümün en iyi çözüm olacağının garantisini vermez (Öztemel, 2003: 34).

İstatistiksel çözümlerle anlaşılabilir ve açıklamaya ihtiyaç bırakmayan sonuçlar elde edilebilmesine rağmen YSA'nın ürettiği sonuçlardan ağırlıkların yorumlanması o kadar kolay olmamaktadır. Dolayısı ile YSA ile ulaşılan sonuçlarda model kapalı bir kutu olarak kalabilmektedir (Yıldız, 2001: 57).

Her problem için farklı bir yapay sinir ağı gerekebilmektedir. Ayrıca bazı ağlarda öğrenme katsayısı, katman sayısı, her katmanda olması gereken işlem elemanı

sayısı gibi parametrelerin belirlenmesinde bir kuralın olmaması diğer bir sorun olarak görölmektedir (Öztemel, 2003: 34).

YSA modelini kurmak ve bundan uygun sonuçlar üretmek amacıyla geniş veri setine ihtiyaç duyulmaktadır. Yine de, yeterli veri seti genişliği için kesin bir kriter yoktur; bir noktada uygulamaya bağlıdır (Yurtoğlu, 2005: 37).

Yapay sinir ağları her alana uygulanabilir ve her zaman çözüme kesinlikle ulaşacak yönünde bir özellik taşımamaktadır. Bu teknoloji bazı sorun alanlarında eğitim verisine bağlı olarak, ilgisiz ve kabul edilemez sonuçlar üretebilmekte, bazı alanlarda ise ağın eğitimi mümkün olamamaktadır (Yıldız, 2001: 57).

2.8. YAPAY SİNİR AĞLARININ İSTATİSTİK, EKONOMİ VE FİNANSTA KULLANIMI

İstatistik, ekonomi ve finans arasında sürekli gelişen bir trend görölmektedir. Ekonomik değişkenlerin modellenmesi ve tahmin edilmesi konusu bu alanlar için oldukça önem taşımakta ve genellikle istatistiksel yöntemlerin kullanımını gerektirmektedir. Son dönemde zaman serileri alanında kaydedilen gelişmeler sayesinde bu ilişki ivme kazanmıştır. YSA'lar da, günümüzde, diğer birçok alanda olduğu gibi ekonomi, finans ve istatistik alanlarında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. İstatistik alanında dağlımların belirlenmesi amaçlı, ekonomi alanında ise öngörü amaçlı olarak başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle, zaman serilerinin tahmin edilmesi ve öngörüsü konusunda sıklıkla kullanılıyor olması nedeniyle, YSA'larla İstatistik, Ekonomi ve Finans arasında nasıl bir ilişki olduğunu anlama açısından önem taşımaktadır (Yurtoğlu, 2005: 41).

Literatürde YSA'ların finans alanında kullanımı ile ilgili birçok ampirik çalışma yer almaktadır. Bunlardan bazıları şunlardır:

Chan vd. (1997), çoklu lineer regresyonun bir ağda, ağırlık başlangıçları için daha iyi bir alternatif sağlayacağını belirtmiştir. Şanghai Menkul Kıymetler Borsası'ndan 1994-1996 yılları arasını kapsayan günlük ticari veriler alınarak, yapay sinir ağları aracılığıyla çalışma yapılmıştır. Çalışmada iki öğrenme algoritması ve iki ağırlık başlangıçları karşılaştırılmış olup, hem öğrenme algoritması hem de ağırlık

başlangıçları kullanılarak yapay sinir ağlarının zaman serileri için yeterli bir şekilde modellenebileceğini göstermiştir (Chan vd., 1997).

Kim ve Chun (1998), Singapur Hisse Senedi Endeksi'nin günlük değerlerinin yönünün öngörüsünün yapılabilirliğini zaman serisi analizi ile araştırmıştır. Çalışmada, Singapur Hisse Senedi Endeksi'nin 1985-1986 yılları arasındaki günlük gecikmeli değerleri ile aynı yıllarla ait endeks getirilerinin, temettü getirilerinin, fiyat/kazanç oranlarının gecikmeli değerleri de ele alınmış, bunların sonucunda YSA modelleriyle de başarılı öngörülere ulaşılabildiği ortaya koyulmuştur (Kim ve Chun, 1998).

Disornetiwat ve Dagli (2000), S&P 500 Endeksi ve mevcut döviz kurlarının değerlerinin ve yönlerinin öngörüsünü yapmak amacıyla YSA modelleri ile zaman serisi analizleri yapmışlardır. S&P 500 Endeksi için 1998-1999 yılları arasındaki günlük kapanış fiyatları alınırken, döviz kurları için 1993-1999 yılları arasındaki beş farklı para biriminin gecikmeli değerleri girdi olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak, yapay sinir ağları ile endeks ve kur tahminlerinin kısa dönem için oldukça başarılı olabileceğini göstermişlerdir (Disornetiwat ve Dagli, 2000).

Yıldız (2001), finansal başarısızlık modellerinin geliştirilmesinde, çok değişkenli istatistiksel tekniklerin yaygın ve başarılı olarak kullanıldığını ancak finansal başarısızlık alanında uygulanırken istatistiksel tekniklere ait varsayımların göz ardı edildiğini dile getirmiştir. Bu çalışmada; finansal başarısızlık modellerinin geliştirilmesinde, yaygın ve başarılı bir şekilde kullanılan ayırma analizi tekniğine alternatif olarak, yapay sinir ağı teknolojisi kullanılmıştır. Çalışma kapsamında 1983-1997 yılları arasında Türkiye'deki SPK'ya tabi ve İMKB'de işlem gören sanayi, ticaret ve hizmet işletmeleri ele alınmıştır. Yapılan karşılaştırmada yapay sinir ağının finansal başarısızlığı öngörmeye ayırma analizine göre daha başarılı olduğu gözlenmiştir (Yıldız, 2001).

Kodogiannis ve Lolis (2002), döviz kuru tahmini için yapay sinir ağlarını kullanmış ve bunun için çok katmanlı sinir ağları, Gauss Yapay Sinir Ağı Modeli (Radial basis functions), Dinamik Sinir Ağları ve Bulanık Sistemler'i (Fuzzy Systems) ele almışlardır. Çalışma, 1997-2000 yılları arasındaki Amerikan Doları ve İngiliz Sterlin'in günlük değerlerini kapsamaktadır. Sonuç olarak, Otoregresif ve Elman Ağları'nın yüksek oranda doğruluğunu göstermiş ve en başarılı sonucun Bulanık

Sistemler ile elde edilebileceği gözlenmiştir (Kodogiannis ve Lolis, 2002).

Diler (2003), İMKB Ulusal-100 Endeksi'nin yapay sinir ağlarıyla ertesi gün hangi yönde olacağını tahmin etmeyi amaçlamıştır. Tüm bu denemeler, finans literatüründe bu tür analizler için en çok kullanılan hata geriye yayma yöntemi ve bu yöntemin momentumla güçlendirilmiş şekli ile yapılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenler 1990 ve 2003 yılları arasındaki günlük değerleri kapsamaktadır. Sonuç olarak söz konusu yöntem ile İMKB Ulusal-100 Endeksi'nin ertesi günkü yönü %60,81'lik bir oranla tahminde bulunulacağını göstermiştir (Diler, 2003).

Mirmirani ve Li (2004), altın fiyatlarının tahmini için çok katmanlı yapay sinir ağlarını kullanmışlardır. Bunun için New York Mercantile Exchange'ten mevcut olan altın fiyatlarının 1974-1998 yılları arasındaki verileri ele alınmış ve yapay sinir ağlarıyla öngörülerinin yapılacağını ortaya koymuşlardır (Mirmirani ve Li, 2004).

Küçükkocaoğlu vd. (2005), finansal sıkıntıda bulunan firmaları tespit için kullanılan Yapay Sinir Ağı Modeli'nin finansal bilgi manipülasyonunun tespitine nasıl bir katkı sağlayacağı üzerine bir çalışma yapmışlardır. İMKB'de yer alan şirketlere ait finansal bilgi manipülasyonu uygulamalarını tespit etmek için, yapay sinirlerin kullanımına dayanan model ile diğer modellerin bulguları karşılaştırılmıştır. Çalışmalarında İMKB'de hisse senetleri işlem gören ve reel sektörde faaliyet gösteren 126 şirket, örnek şirket olarak seçilmiştir. Bu şirketlerin 1992-2002 yıllarına ait finansal tabloları incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, finansal bilgi manipülasyonu yapan ve yapmayan şirketlerin ayrımı yapay sinir ağı modeli ile tahmin edilmiş ve tahminin doğru olma olasılığının %86.17 düzeyinde gerçekleştiğini, diğer modelin bulgularıyla karşılaştırıldığında ise daha iyi sonuçlar ürettiği gözlenmiştir (Küçükkocaoğlu vd., 2005).

Dhamija ve Bhalla (2010), çalışmalarında yapay sinir ağlarının doğru tahmini ile diğer istatistikî modelleri karşılaştırmış ve bunun için döviz kuru serilerini kullanmıştır. Sonuçlar hem yapay sinir ağlarının hem de koşullara bağlı olarak diğer modellerin tahmin için etkili bir şekilde kullanılabilmesini göstermiştir. Araştırma için kullanılan döviz kuru zaman serileri 1993-2008 yıllarını kapsamaktadır. Sinir ağları içerisinde bir karşılaştırma yapıldığında, özellikle Gauss Yapay Sinir Ağı Modeli'nin (Radial Basis Functions) Çok Katmanlı YSA'dan daha iyi olabileceği gözlenmiştir. Ancak genel

olarak sinir ağlarının diğer istatistikî modellerle karşılaştırılması sonucunda ise, döviz kurlarını tahmin ederken sinir ağlarının diğerlerine göre daha iyi performans gösterdiklerini ortaya koymuşlardır (Dhamija ve Bhalla, 2010).

3. BÖLÜM

VADELİ İŞLEM VE OPSİYON BORSASI ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Tahmin yapmak için birçok uygulama vardır. Örneğin, bir finansal analist bir hisse senedi, tahvil veya diğer finansal aracın gelecek değerini tahmin etmek isteyebilir. Bir mühendis bir jet motorunun yaklaşık olarak hatasını tahmin etmek isteyebilir. Bu tür tahminlemeler için dinamik sinir ağları kullanılmaktadır.

Tahmin edici modeller fiziksel sistemlerin dinamik modellerini inşa etmede kullanılan sistem belirleme (veya dinamik modelleme) için de kullanılmaktadır. Bu dinamik modeller analiz, simülasyon, izleme ve imalat sistemleri, kimyasal süreçler, robotik ve hava uzay sistemlerini içeren birçok çeşit sistemin kontrolü için oldukça önemlidir.

Bu bölümde Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası'ndan elde edilen finansal zaman serileri kullanılarak, yapay sinir ağları ile yapılan tahmin uygulamaları ele alınmıştır.

3.1. FİNANSAL ZAMAN SERİSİ VERİ SETİ

Çalışmada kullanılan tüm veriler Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası'nın web sitesinden elde edilmiştir. Verilerin başlangıç tarihi 4 Şubat 2005'tir. Son kullanılan veri ise 31 Aralık 2010 tarihlidir. İki tarih arasında toplam 1486 iş günlük veri kullanılmıştır. Seriler, ilgili sözleşme için seçilen tarih aralığında her gün itibariyle en yakın vadeli sözleşmenin bilgilerinden oluşturulur. Bir sözleşme sona erdiğinde aynı sözleşme türünden en yakın olan sözleşmenin bilgileri ile seri devam ettirilir. Açılış, Gün En Düşük, Gün En Yüksek, Uzlaşma, Açık Pozisyon, İşlem Adedi ve İşlem Hacmi verilerine göre seri oluşturulabilir. Bu veriler gün sonu verilerdir.

Uygulamada VOB'da mevcut olan endeks ve döviz sözleşmeleri ele alınmıştır. Endeks sözleşmelerinin içerisinde VOB-İMKB 30 ve VOB-İMKB 100 sözleşmeleri mevcut olmakta, döviz sözleşmelerinin içerisinde ise VOB-TL Dolar ve VOB-TL Euro sözleşmeleri yer almaktadır. Verilerin özet hali Tablo 4'de gösterilmiştir:

Tablo 4: Zaman Serileri

SERİLER	BAŞLANGIÇ TARİHİ	BİTİŞ TARİHİ	GÖZLEMLENEN
VOB-İMKB 30	04.02.2005	31.12.2010	1486
VOB-İMKB 100	01.11.2005	31.12.2010	1291
VOB-TL Dolar	04.02.2005	31.12.2010	1486
VOB-TL Euro	04.02.2005	31.12.2010	1486

Geçerlilik ve test aşaması için girilmiş olan hedef zaman serisi rastgele olacak şekilde üçe bölünmüştür. Bunlar eğitim, geçerlilik ve test veri setleridir. Eğitim veri seti, modeli eğitmek ve sistem parametrelerini öğretmek için kullanılmaktadır. Eğitim aşaması boyunca bu veriler ağa girilmekte ve ağın hatasına göre ağı eğitmektedir. Geçerlilik veri seti, gizli katman sayısı gibi sistemin geniş çapta parametrelerini ayarlamak için kullanılmaktadır. Geçerlilik aşamasında bu veriler, ağın genellemesini ölçmek için ve bu genellemenin geliştirilmesi bittiği zaman eğitimi durdurmak için uygulanan bir aşamadır. Son olarak test veri seti, önceden tanımlanmış ölçümleri hesaplamak için kullanılmaktadır. Test aşamasının eğitim üzerinde bir etkisi yoktur ve bu nedenle eğitim boyunca ve eğitimden sonra ağın performansı bağımsız bir ölçüm olarak sağlanmaktadır. Verilerin anlamlılığının yanı sıra yapay sinir ağlarının performansını etki eden oldukça önemli faktörler vardır. Bu faktörler gizli katman sayısı, öğrenme oranı ve geciktirme sayısıdır.

Veriler eğitim için %70, geçerlilik için %15, test için %15 olarak seçilmiştir. Ayrılmış bu veriler, MATLAB'in eğitim komutu olan "train" komutuna parametre olarak girilmiştir. Bu komut sayesinde ağımsız belirli bir devir sayısı kadar (epoch), ya da belirli bir başarı elde edilene kadar, ya da artık eğitime işlemi belirli bir oranın üzerinde katkı sağlamayana kadar eğitilebilmektedir. Böylece daha doğru sonuçlara ulaşması amaçlanmıştır. Ağ eğitildikten sonra istenilen bir başarı sağlanılmazsa ağ tekrardan eğitilebilmektedir.

Kullandığımız veriler ile performansı en yüksek YSA'yı bulmaya yardımcı olan, MATLAB'in sunmuş olduğu eğitim algoritmaları karşılaştırılmıştır. Bunlar:¹⁰

¹⁰ Daha fazla eğitim algoritması MATLAB'in sunmuş olduğu Yardım kısmında yer almaktadır.

- **traingd:** En temel “gradient descent” yani dereceli azaltma algoritmasıdır. Uygulamamızda da tespit ettiğimiz gibi yavaş çalışan bir algoritmadır.
- **traingdm:** “Gradient descent” algoritmasına momentum değişkeninin eklenmişidir. Genellikle traingd algoritmasından daha hızlı çalışır.
- **traingdx:** Temeli traingd algoritmasına dayanır fakat daha hızlıdır. Sadece “batch mode”6 eğitimde kullanılır.
- **trainrp:** Bilgisayarlar için daha az hafıza/disk alanı ve işlem gücü gerektiren “batch mode” eğitimde kullanılan oldukça hızlı bir algoritmadır. “Resilient Backpropagation” yani esnek ve hatalarını çabuk telafi eden bir geriye yayılım algoritmasıdır.
- **traincgf:** Fletcher-Reeves tekniğini kullanan “conjugate gradient (CG)”7” algoritmasıdır. Standart CG algoritmasına göre daha az işlem gerektirir.
- **traincgp:** Polak-Ribiere tarafından geliştirilen CG algoritmasıdır. traincgf’ye göre daha fazla hafıza ve işlem gücü gerektirir. Fakat bazı problemlerin çözümünde çözüme daha hızlı yakınsar.
- **traincgb:** Powell-Beale CG algoritmasıdır. traincgp’den daha fazla hafıza ve işlem gücü gerektirir fakat genellikle çözüme daha hızlı yakınsar.
- **trainscg:** Ölçeklendirilmiş CG algoritmasıdır. (Scaled Conjugate Gradient) Genel amaçlı bir eğitim algoritması olarak kullanılabilir.
- **trainbfg:** BFGS quasi-Newton yöntemidir. CG algoritmasına göre daha fazla işlem gerektirmesine rağmen sonuca daha az devirde (iterasyonda) ulaşır.
- **trainoss:** One Step Secant (Tek Adım Sekant) yöntemidir. CG algoritması ile quasi-Newton algoritmasını birleştiren bir yöntemdir.
- **trainlm:** Levenberg-Marquardt ‘ın geliştirdiği bir algoritmadır. Orta ölçekli ağlar için oldukça hızlı çalışır.
- **trainbr:** Bayesian Regularization yöntemidir. Levenberg-Marquardt eğitim algoritmasından türetilmiştir. Optimum ağ yapısının bulunmasında kolaylıklar sağlar. Hata kareleri toplamı ve ağırlıkların kombinasyonunu minimize etmeye çalışır.

Uygulamada eğitim için Levenberg Marquart Backpropagation (trainlm) eğitim algoritması kullanılmıştır. “Trainlm” Levenberg-Marquardt’ın geliştirdiği bir algoritmadır. Kullanılan bu algoritma ile oldukça iyi sonuçlar ele edilmektedir.

Ele alınan zaman serilerinin ertesi günkü yönünü tahmin etmek amacıyla, girdi olarak kullanılan verilerin günlük değerleri ele alınmıştır.

3.2. YAPAY SİNİR AĞI MODELİ

Ağımızda, zaman serilerinin tahmin edilmesinde en çok kullanılan yöntem dinamik yapay sinir ağları modelinden olan geriye yayılım algoritması kullanılmıştır.

Geriye yayılım algoritmasında (geri beslemeli ağlar), en az bir işlemci elemanın çıktısı, kendisine ya da diğer işlemci elemanlara girdi olarak verilmekte ve genellikle geri besleme bir geciktirme elemanı (ara katman veya çıktı katmanındaki aktivasyon değerlerini bir sonraki iterasyona girdi olarak taşımakla görevli eleman) üzerinden yapılmaktadır. Geri besleme, bir katmandaki işlemci elemanlar arasında olduğu gibi katmanlar arasındaki işlemci elemanlar arasında da olabilmektedir. Bu yapısı sayesinde geri beslemeli yapay sinir ağları, doğrusal olmayan dinamik bir davranış gösterirler. Bu sayede, geri beslemenin yapılış şekline göre farklı yapı ve davranışta geri beslemeli yapay sinir ağları elde edilebilir (Saraç, 2004).

Eğer ağ eğitildikten sonra iyi sonuç vermiyorsa bu durumda gizli katman sayısı ve geciktirme sayısı değiştirilmesi gerekmektedir. Çalışmada farklı gizli katman sayısı ve geciktirme sayıları denenerek, ağın performansı karşılaştırılmıştır. YSA modellerinin performansı, hata kareleri ortalaması ve regresyon sonuçlarıyla ölçülmüştür.

Model, iki tabakalı bir YSA olarak tasarlanmıştır. YSA'da girdi katmanı, gizli katman ve çıkış katmanı bulunmaktadır. Söz konusu algoritma ile yapılan denemelerde öncelikle gizli nöron sayısı değiştirilmiş, sonrasında geciktirme sayısı değiştirilerek modelin performansı ölçülmüştür.

Ağ genelleme yapabilme yeteneğine kavuştuğu zaman eğitim otomatik olarak durmaktadır. Bunun sonucu olarak ortaya geçerlilik örneklerinin Hata Kareleri Ortalaması'nda bir artış çıkmaktadır. Hata Kareleri Ortalaması, genelde iki sinyal vektörü arasındaki benzerliği ölçmek için kullanılan değerdir. Hedef ve çıktılar arasındaki farkı ölçer. Hata Kareleri Ortalaması ne kadar azsa benzerlik o kadar fazladır. Bu değer sıfır olunca hedeflenen değerle çıktı arasında hiç farkın olmadığı anlamına gelmektedir.

Regresyon R değerleri çıktı ve hedefler arasındaki korelasyonu ölçmektedir. R'nin 1 çıkmasının anlamı yakın bir ilişkiyi, 0 ise rastgele olan bir ilişkiyi göstermektedir. Bu nedenle 1'e yakın değerlerin çıkması arzu edilen sonuçlardır.

3.3. BULGULAR

3.3.1. Uygulama I- VOB- İMKB 30 Endeksi Sözleşmesi

Uygulamada ilk olarak Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nda mevcut olan VOB-İMKB 30 Endeksi'ne ait veriler ele alınmıştır. Verilerin başlangıç tarihi 4 Şubat 2005'tir. Bitiş tarihi ise 31 Aralık 2010'dur. İki tarih arasında toplam 1486 iş günlük veri mevcuttur. Toplamda kullanılan 1486 veriden 1040'ı eğitim, 223'ü geçerlilik ve 223'ü test için rastgele olarak seçilmiştir.

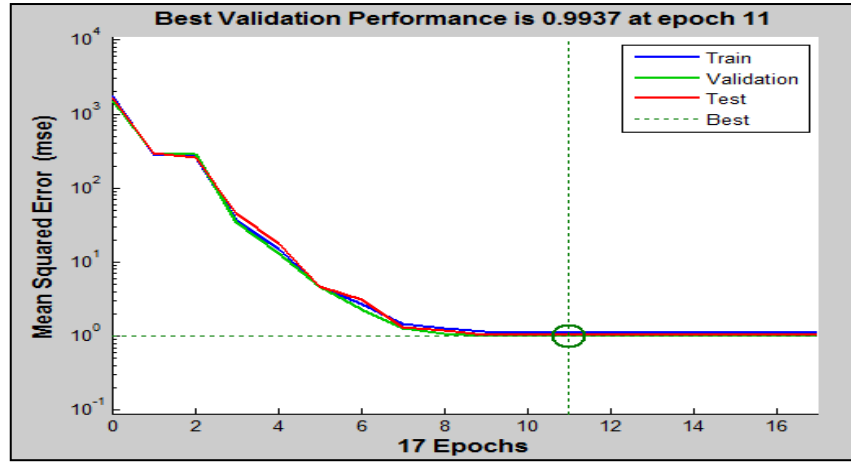
Tablo 5: Ağ Parametreleri

Sinir Ağı Parametreleri	
Başlangıç Tarihi	4 Şubat 2005
Bitiş Tarihi	31 Aralık 2010
Gözlemlenen	1486
Eğitim Seti	1040
Geçerlilik Seti	223
Test Seti	223
Gizli Nöron Sayısı	10
Geciktirme Sayısı	2
Döngü (Epoch)	17

Veriler ağı girildikten sonra öncelikle eğitim, sonrasında geçerlilik ve test aşamalarından geçmiştir. Ağımızın performansını ölçmek için kullanılan fonksiyon Hata Kareleri Ortalaması (MSE)'dir. Hata Kareleri Ortalaması, bir ağ performans

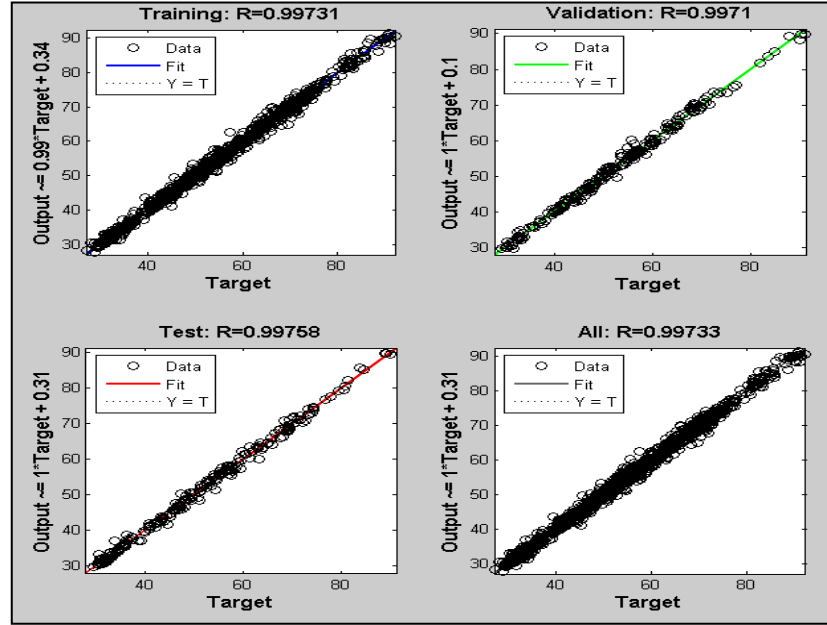
fonksiyonudur. Hata Kareleri Ortalaması en küçük olursa, modelin en anlamlı olduğu anlamına gelmektedir. Model, 17 döngüde tamamlanmış olup, Hata Karelerinin Ortalaması'nın (MSE) eğitime işlemi boyunca nasıl minimize edildiği Şekil 14'de gösterilmiştir. Şekil 14'den görüldüğü gibi, eğitim sürecinde Hata Kareleri Ortalaması değerleri ilk döngülerde hızlı olmak üzere giderek azalmış ve 11. Döngüde en uygun geçerlilik performansı 0,9937 ile sabitlenmiştir.

Şekil 14: Performans



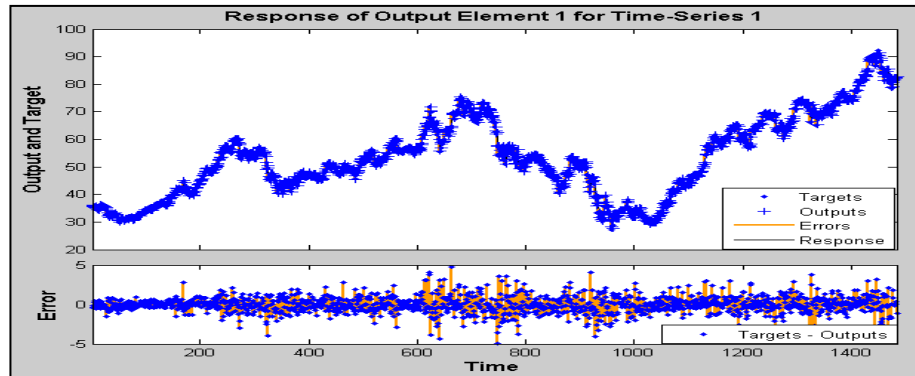
Modelin Regresyon değerlerine bakıldığında, yüksek oranlarla tahminin yapılabilirliği gösterilmektedir. En doğru tahmin, verilerin 45 derecelik bir çizgi boyunca oluşmasıyla belirlenmektedir. Eğer ki bu eğim azalır bu durumda tahmin derecesi de azalmaktadır. Regresyona göre, R'nin 1 çıkması yakın bir ilişkiyi göstermektedir. Şekil 15'de ağın çıktılarını hedeflenen değere %99,733 oranında çok yakın olmasıyla, doğru bir tahminleme yapıldığını göstermektedir.

Şekil 15: Regresyon



Kurulan modelin elde ettiği tahmin değerleri ile gerçekleşen değerler karşılaştırmalı olarak Şekil 16’da sunulmuştur. Gerçekleşen ve tahmin edilen serilerin birbirine örtüşen yapıda olduğu ve aralarındaki sapmaların aşırılık göstermediği görülmektedir. Elde edilen bu modeli tahmine uygun olarak nitelemek yanlış olmayacaktır.

Şekil 16: Zaman Serisi Sonucu



Çalışmada ayrıca yapılan denemelerle, öncelikle geciktirme katsayısı değiştirilmiş, sonrasında gizli nöron sayısı değiştirilerek ağın performansı ölçülmüştür. Sonuçlar Tablo 6’da karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

Tablo 6: Deneme Sonuçları [Uygulama I]

Deneme Sayısı	Gizli Nöron Sayısı	Çıktı Sayısı	Geciktirme Sayısı	Hata Kareleri Ortalaması (MSE)	Regresyon Değeri (R)	Döngü (Epoch)	En Uygun Performansın Olduğu Döngü
1	10	1	2	1,047	0,99733	17	11
2	10	1	3	1,1662	0,97342	29	23
3	10	1	5	1,1220	0,99732	14	8
4	10	1	10	1,1944	0,99729	13	7
5	10	1	15	1,2195	0,97456	15	9
6	12	1	2	1,3262	0,99732	16	10
7	14	1	2	1,0465	0,99735	15	9
8	16	1	2	1,0882	0,99734	13	7
9	9	1	2	1,1112	0,99732	13	7
10	8	1	2	1,0143	0,99732	31	25

İlk beş denemede diğer parametreler sabit tutularak geciktirme sayısı kademeli olarak artırılmıştır. Bu durumda geciktirme sayısı arttıkça hata kareleri ortalamasında artma, regresyon değerlerinde ise azalma söz konusudur. Gizli nöron sayısı artırıldığında ise bu uygulama için hata kareleri ortalamasında azalma, regresyon değerlerinde artma mevcuttur. Yapılan denemeler sonucu en yüksek başarı oranı 7. denemede elde edilmiştir.

Gizli katmanların sayısı arttırıldığı sürece, her bir yeni gizli katman veri setindeki özelliklerden birini daha göstermeye başlayacağından geçerlilik setindeki ağ performansı da artmaktadır. Ancak çok sayıda tabaka eklendiğinde performansta bir azalma görülebilir. Bunun nedeni ise genel güçteki kayıptır (Güneri, 2001).

3.3.2. Uygulama II- VOB- İMKB 100 Endeksi Sözleşmesi

Uygulamada ikinci olarak Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nda mevcut olan İMKB 100 Endeksi'ne ait veriler ele alınmıştır. VOB-İMKB 100 Endeksi Vadeli İşlem

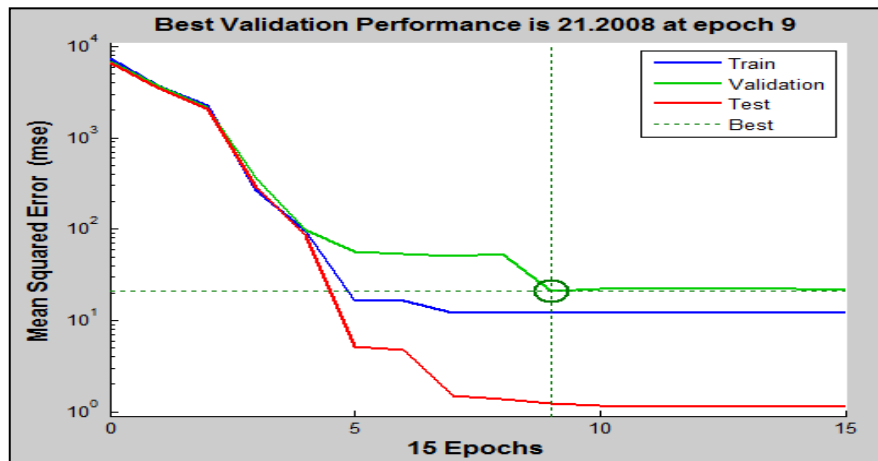
ve Opsiyon Borsası'nda Kasım ayında işleme açılmıştır. Bu nedenle verilerin başlangıç tarihi 1 Kasım 2005'tir. Bitiş tarihi ise 31 Aralık 2010'dur. İki tarih arasında toplam 1291 iş günlük veri mevcuttur. Toplamda kullanılan 1291 veriden 903'ü eğitim, 194'ü geçerlilik ve 194'ü test için rastgele olarak seçilmiştir.

Tablo 7: Ağ Parametreleri

Sinir Ağı Parametreleri	
Başlangıç Tarihi	1 Kasım 2005
Bitiş Tarihi	31 Aralık 2010
Gözlemlenen	1291
Eğitim Seti	903
Geçerlilik Seti	194
Test Seti	194
Gizli Nöron Sayısı	10
Geciktirme Sayısı	2
Döngü (Epoch)	15

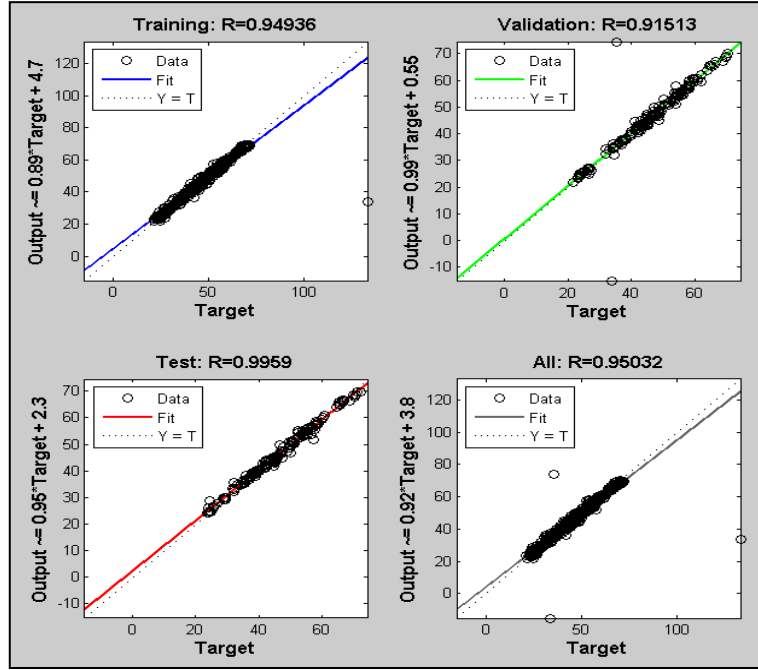
Ağ eğitildikten sonra ortaya çıkan sonuçlar aşağıda gösterilmiştir:

Şekil 17: Performans



Model, 15 döngüde eğitilmiştir. Şekil 17’de görüldüğü gibi, eğitim sürecinde Hata Kareleri Ortalaması değerleri ilk döngülerde hızlı olmak üzere giderek azalmış ve 9. döngüde en uygun geçerlilik performansı 0,9937 olarak sabitlenmiştir.

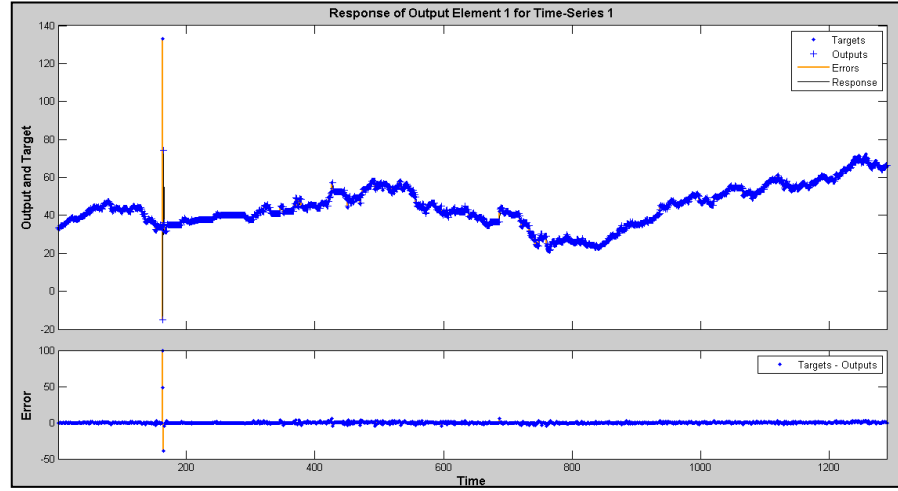
Şekil 18: Regresyon



Modelin regresyon değerlerine bakıldığında, yüksek oranlarla tahminin yapılabilirliği gösterilmektedir. Şekil 18’de ağın çıktıları hedeflenen değere %95,032 oranında yakın olmasıyla, doğru bir tahminleme yapıldığını göstermektedir. VOB-İMKB 100 Endeksi’ne ait verilerle yapılan tahminlerin diğer tahminlere göre daha düşük performans göstermesindeki neden, VOB-İMKB 100 Endeksi verilerinin diğerlerine oranla daha az sayıda olduğunu söylemek mümkündür. Çünkü veri sayısı ne kadar fazla olursa ağ kendisini daha iyi eğittiğinden, gerçek değerlerin tahmin değerlerine ulaşma oranı da yükselmektedir.

Kurulan modelin elde ettiği tahmin değerleri ile gerçekleşen değerler karşılaştırmalı olarak Şekil 19’da sunulmuştur. Gerçekleşen ve tahmin edilen serilerin birbirine örtüşen yapıda olduğu ve aralarındaki sapmaların aşırılık göstermediği görülmektedir.

Şekil 19: Zaman Serisi Sonucu



Yapılan diğer denemelerle, öncelikle geciktirme katsayısı değiştirilmiş, sonrasında gizli nöron sayısı değiştirilerek ağın performansı ölçülmüştür. Sonuçlar Tablo 8'de karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

Tablo 8: Deneme Sonuçları [Uygulama II]

Deneme Sayısı	Gizli Nöron Sayısı	Çıktı Sayısı	Geciktirme Sayısı	Hata Kareleri Ortalaması (MSE)	Regresyon Değeri (R)	Döngü (Epoch)	En Uygun Performansın Olduğu Döngü
1	10	1	2	11,754	0,95032	15	9
2	10	1	3	8,8830	0,962652	25	19
3	10	1	5	8,6734	0,963541	13	7
4	10	1	10	9,6591	0,959545	19	13
5	10	1	15	11,0053	0,954708	18	12
6	12	1	2	8,6863	0,963478	14	8
7	14	1	2	10,4907	0,955756	14	8
8	16	1	2	28,7070	0,898706	13	7
9	9	1	2	10,4038	0,956694	17	11
10	8	1	2	12,1649	0,948649	12	6

İlk beş denemede diğer parametreler sabit tutularak geciktirme sayısı kademeli olarak artırılmıştır. Bu durumda geciktirme sayısı arttıkça hata kareleri ortalamasında artma, regresyon değerlerinde ise azalma söz konusudur. Gizli nöron sayısı artırıldığı durumda hata kareleri ortalamasında artma, regresyon değerlerinde nispeten azalma görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında, en yüksek başarı oranı 3. denemede elde edilmiştir.

3.3.3. Uygulama III- VOB-TL Dolar Döviz Sözleşmesi

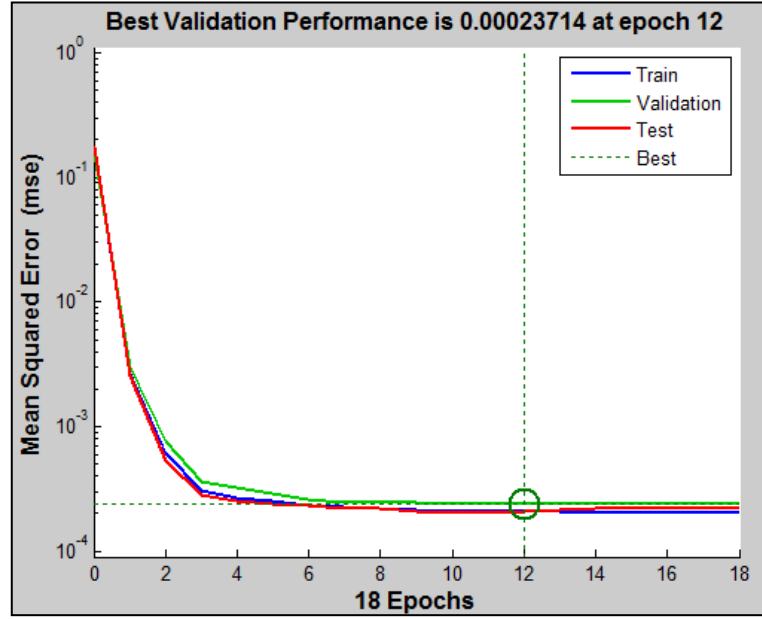
Üçüncü uygulama olarak Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nda mevcut olan VOB-TL Dolar döviz sözleşmesine ait veriler ele alınmıştır. Verilerin başlangıç tarihi 4 Şubat 2005'tir. Bitiş tarihi ise 31 Aralık 2010'dur. İki tarih arasında toplam 1486 iş günlük veri mevcuttur. Toplamda kullanılan 1486 veriden 1040'ı eğitim, 223'ü geçerlilik ve 223'ü test için rastgele olarak seçilmiştir.

Tablo 9: Ağ Parametreleri

Sinir Ağı Parametreleri	
Başlangıç Tarihi	4 Şubat 2005
Bitiş Tarihi	31 Aralık 2010
Gözlemlenen	1486
Eğitim Seti	1040
Geçerlilik Seti	223
Test Seti	223
Gizli Nöron Sayısı	10
Geciktirme Sayısı	2
Döngü (Epoch)	18

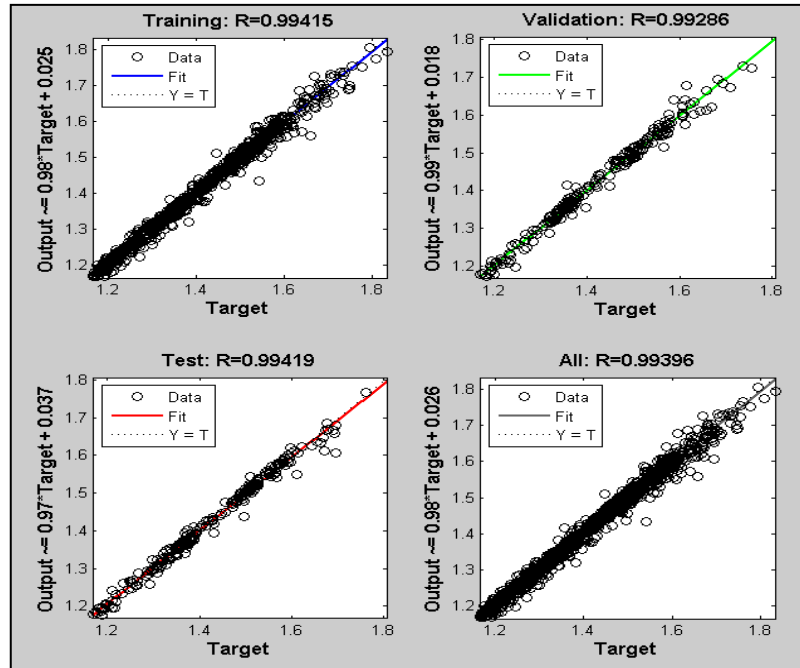
Ağ eğitildikten sonra ortaya çıkan sonuçlar aşağıda gösterilmiştir:

Şekil 20: Performans



Model, 18 döngüde eğitilmiştir. Şekil 20’de görüldüğü gibi, eğitim sürecinde Hata Kareleri Ortalaması değerleri ilk döngülerde hızlı olmak üzere giderek azalmış ve 12. döngüde minimum değerine ulaşmıştır.

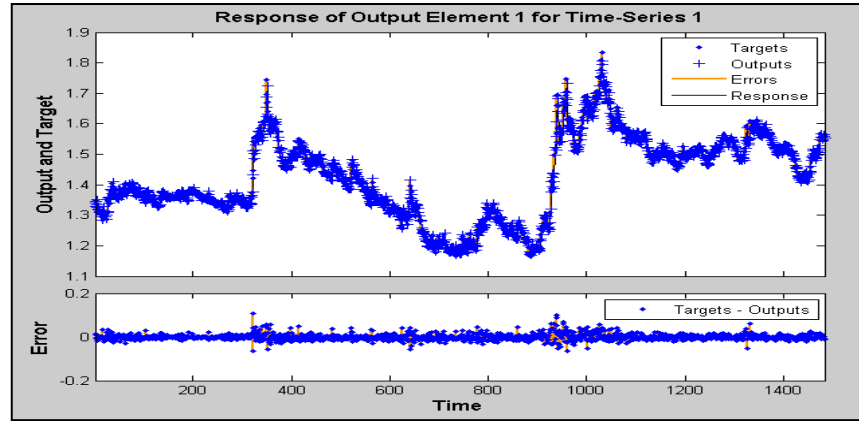
Şekil 21: Regresyon



Modelin regresyon değerlerine bakıldığında, yüksek oranlarla tahminin yapılabilirliği görülmektedir. Şekil 21’de ağıın çıktıları hedeflenen değere %99,396 oranında yakın olmasıyla, doğru bir tahminleme yapıldığını göstermektedir.

Kurulan modelin elde ettiği tahmin değerleri ile gerçekleşen değerler karşılaştırmalı olarak Şekil 22’de sunulmuştur. Gerçekleşen ve tahmin edilen serilerin birbirine örtüşen yapıda olduğu ve aralarındaki sapmaların aşırılık göstermediği görülmektedir.

Şekil 22: Zaman Serisi Sonucu



Yapılan diğer denemelerle, öncelikle geciktirme katsayısı değiştirilmiş, sonrasında gizli nöron sayısı değiştirilerek ağıın performansı ölçülmüştür. Sonuçlar Tablo 10’da karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

Tablo 10: Deneme Sonuçları [Uygulama III]

Deneme Sayısı	Gizli Nöron Sayısı	Çıktı Sayısı	Geciktirme Sayısı	Hata Kareleri Ortalaması (MSE)	Regresyon Değeri (R)	Döngü (Epoch)	En Uygun Performansın Olduğu Döngü
1	10	1	2	2,1188	0,993956	18	12
2	10	1	3	2,0595	0,994108	20	14
3	10	1	5	2,1555	0,993928	13	7
4	10	1	10	2,6954	0,992723	14	8
5	10	1	15	1,9282	0,994679	12	6
6	12	1	2	2,1217	0,993928	11	5
7	14	1	2	2,2112	0,993668	13	7
8	16	1	2	2,1370	0,993884	10	4
9	9	1	2	2,0578	0,994107	16	10
10	8	1	2	2,0935	0,994005	26	20

İlk beş deneme için diğer parametreler sabit tutularak geciktirme sayısı kademeli olarak artırılmıştır. Sonrasında gizli nöron sayıları değiştirilmiştir. Yapılan uygulamalar sonucunda hata kareleri ortalamasının en az olduğu, regresyon değerinin en yüksek olduğu en yüksek başarı oranı 5. denemede elde edilmiştir.

3.3.4. Uygulama IV- VOB-TL EURO Döviz Sözleşmesi

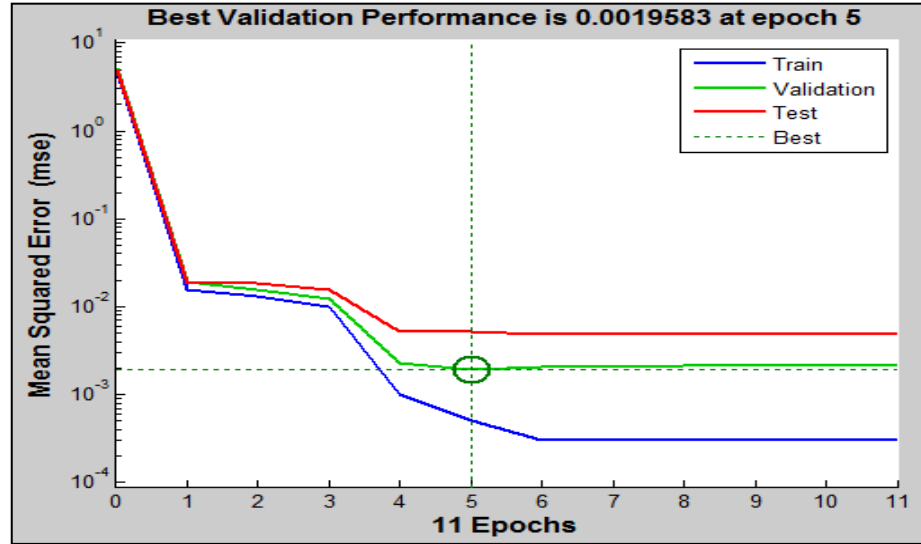
Son olarak Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nda mevcut olan VOB-TL EURO döviz sözleşmesine ait veriler ele alınmıştır. Verilerin başlangıç tarihi 4 Şubat 2005'tir. Bitiş tarihi ise 31 Aralık 2010'dur. İki tarih arasında toplam 1486 iş günlük veri mevcuttur. Toplamda kullanılan 1486 veriden 1040'ı eğitim, 223'ü geçerlilik ve 223'ü test için rastgele olarak seçilmiştir.

Tablo 11: Ağ Parametreleri

Sinir Ağı Parametreleri	
Başlangıç Tarihi	4 Şubat 2005
Bitiş Tarihi	31 Aralık 2010
Gözlemlenen	1486
Eğitim Seti	1040
Geçerlilik Seti	223
Test Seti	223
Gizli Nöron Sayısı	10
Geciktirme Sayısı	3
Döngü (Epoch)	11

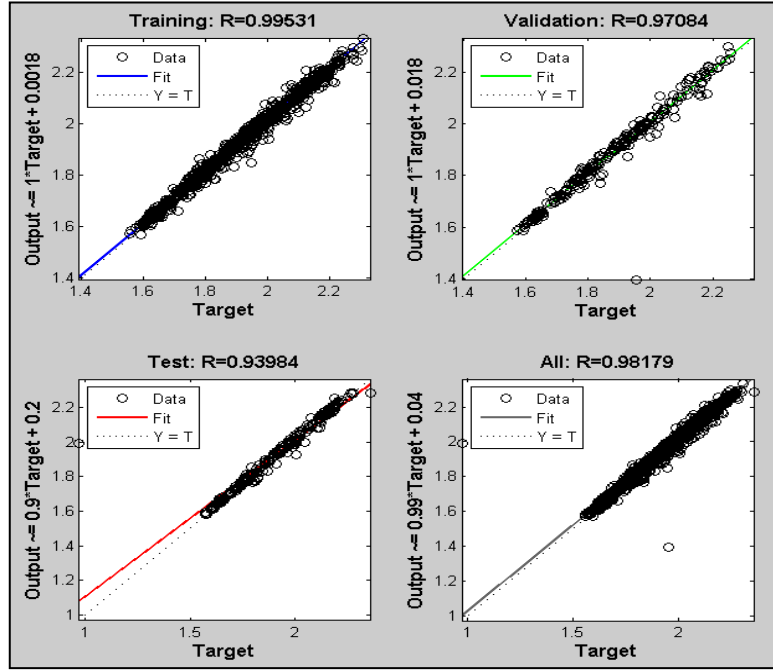
Ağ eğitildikten sonra ortaya çıkan sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Şekil 23: Performans



Model, 11 döngüde eğitilmiştir. Şekil 23'de görüldüğü gibi, eğitim sürecinde Hata Kareleri Ortalaması değerleri ilk döngülere göre giderek azalmış ve 5. döngüde en uygun geçerlilik performansı 0,00195 olarak sabitlenmiştir.

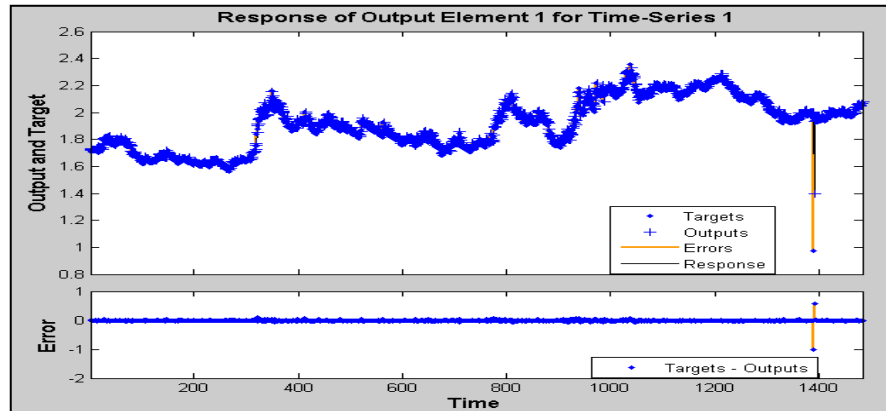
Şekil 24: Regresyon



Modelin regresyon değerlerine bakıldığında, yüksek oranlarla tahminin yapıldığı gösterilmektedir. Şekil 24’de ağırlık çıktıları hedeflenen değere test aşamasında nispeten daha az bir oranla olsa da, genel olarak bakıldığında %98,179 oranıyla doğru bir tahminleme yapıldığını göstermektedir.

Kurulan modelin elde ettiği tahmin değerleri ile gerçekleşen değerler karşılaştırmalı olarak Şekil 25’de sunulmuştur. Gerçekleşen ve tahmin edilen serilerin birbirine örtüşen yapıda olduğu ve aralarındaki sapmaların aşırılık göstermediği görülmektedir.

Şekil 25: Zaman Serisi Sonucu



Yapılan diğer denemelerle, öncelikle geciktirme katsayısı değiştirilmiş, sonrasında gizli nöron sayısı değiştirilerek ağın performansı ölçülmüştür. Sonuçlar Tablo 12’de karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

Tablo 12: Deneme Sonuçları [Uygulama IV]

Deneme Sayısı	Gizli Nöron Sayısı	Çıktı Sayısı	Geciktirme Sayısı	Hata Kareleri Ortalaması (MSE)	Regresyon Değeri (R)	Döngü (Epoch)	En Uygun Performansın Olduğu Döngü
1	10	1	2	1,0030	0,985133	62	62
2	10	1	3	1,4234	0,981792	11	5
3	10	1	5	1,0025	0,985133	15	9
4	10	1	10	1,0336	0,984671	11	5
5	10	1	15	1,0115	0,985002	12	6
6	12	1	2	1,0136	0,985056	4	4
7	14	1	2	2,1727	0,968089	19	13
8	16	1	2	9,9387	0,98265	11	5
9	9	1	2	1,0055	0,985093	15	9
10	8	1	2	1,0001	0,98171	13	7

İlk beş deneme için diğer parametreler sabit tutulup, geciktirme sayısı kademeli olarak artırılmıştır. Bu durumda geciktirme sayısı arttıkça hata kareleri ortalamasında öncelikli olarak bir artış sonrasında bir azalma görülmüştür. Gizli nöron sayısı azaldığı durumda ise hata kareleri ortalamasında azalma gözlemlenmiştir. Tüm yapılan uygulamalar sonucunda başarı oranının en yüksek olduğu deneme 3. deneme olmuştur.

Yapılan bu çalışmalar ile Şubat 2005– Aralık 2010 dönem aralığı için, yapay sinir ağı modelinin iyi öngörü sonuçlar verip vermediği araştırılmıştır. Genel olarak yapay sinir ağı modeli ayrıntılı bir biçimde incelenmiş ve Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası’na ait endeks ve döviz sözleşmelerinin öngörüsünde kullanılmıştır.

Ayrıca yapay sinir ağı modelinin performansının ölçülmesi için kullanılan hata

kareleri ortalaması ve regresyon değerleri için, gizli nöron sayısı ve geciktirme sayısı değiştirilerek her bir sözleşme için 10 deneme gerçekleştirilmiştir. Böylece sonuçlar karşılaştırılarak performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Deneme sonuçlarından da görüleceği gibi, gizli nöron sayısı artırıldığında genel olarak hata kareleri ortalamasında bir artış gözlemlenebilmekte, aynı şekilde geciktirme sayısı değiştğinde de bir artış söz konusu olmaktadır.

Yapay sinir ağı mimarisinin yaygın şekilde kullanılması ve kullanışlı olması nedeniyle, tüm sözleşmeler için tahmin aşamasında geri yayımlı yapay sinir ağı mimarisi kullanılmış ve geri yayılım algoritmasıyla oluşan hatanın en az olması sağlanmıştır. Sözleşmelerin öngörüsü için kurulan modelin analizleri sonucunda, doğrusal olmayan bir modelleme tekniği olan yapay sinir ağları yönteminin etkin bir performans sergilediği görülmektedir.

SONUÇ

Piyasa, bir ürünün alışverişi için alıcı ve satıcıların bir araya geldiği platformdur. Alıcı ve satıcıların o anki arz ve taleplerine göre ürünle ilgili olarak bir fiyat belirlenir ve alışveriş gerçekleşir. Piyasalarda fiyatta anlaşıldıktan sonra ürün ve para değişimi hemen o an yapılabilir. Bunlara spot piyasalar denmektedir. Bu değişim ileride herhangi bir tarihte de yapılabilir. Bunlara da vadeli işlem piyasaları denir. Vadeli işlem piyasalarına “Türev Piyasalar” da denilebilmektedir. Türev piyasalardaki işlemlere konu olan ürünlere de “Türev Ürünler” denir. Türev ürünler, değerli diğer bazı temel varlıklara bağlı olan finansal araçlardır. Bu araçlar arasında en önemlileri forward, futures, opsiyon ve swaplar yer almaktadır.

Forward sözleşmeler; vadesi, miktarı ve fiyatı önceden belirlenmiş bir menkul kıymetin veya herhangi bir malın (döviz, faiz veya tarımsal ürün) ileri bir tarihte teslimini öngören anlaşmalardır. Futures sözleşmeler, belirli bir finansal aracın belirli bir tarihte belirli bir fiyattan teslim edilmesini veya teslim alınmasını ifade eden standart bir sözleşmedir. Opsiyon sözleşmeleri, vadeli işlem ve opsiyon borsalarının bir gereği olarak sözleşmeyi satın alan kişiye önceden standartlaştırılmış miktarda bir malı belirli bir kullanım fiyatından olmak kaydıyla yine ileride belirli bir tarihte veya vadesinden önce alım-satım hakkı veren türev sözleşmelerdir. Swap sözleşmeler ise, en az bir forward sözleşmesine dayanmakta olup alıcı ve satıcılar arasında vadesi önceden belirlenen bir tarihte finansal akışların her iki tarafın da lehine olan karşılıklı değişimidir. Tüm bu türev ürünler, piyasada oluşacak finansal riskleri azaltmak ve bu risklerden korunmak amacıyla kullanılmaktadır.

Finansal risklere karşı yatırımcılar korunma amacıyla risk yönetim araçlarına ihtiyaç duymaktadır. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda İzmir Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası (VOB) riskleri yönetmek ve enstrümanlar sunması amacıyla 2002 yılında Ticaret Siciline tescil edilmiş ve 2005 tarihinde işleme açılmıştır.

VOB’da vadeli işlem sözleşmeleri alınıp satılmakta ve bu sözleşmeler belirli varlıklara dayalı olmaktadır. Bu varlıklar döviz, endeks, faiz, emtia ve altın sözleşmeleridir. Döviz sözleşmeleri içerisinde VOB-TL Dolar, VOB-TL Euro ve VOB-EUR/USD Çapraz Kuru Vadeli İşlem Sözleşmeleri yer almaktadır. Endeks sözleşmelerinde ise VOB-İMKB 30 Endeksi ve VOB-İMKB 100 Endeksi sözleşmeleri

mevcuttur. Faiz sözleşmeleri 91 ve 365 günlük Devlet İç Borçlanma Senetleri ile dayanak varlığı Gösterge DİBS'' olarak kabul edilen İskontolu Devlet İç Borçlanma Senetleri üzerine yapılmaktadır. VOB bünyesinde emtia sözleşmesi olarak VOB-Ege Pamuk ve VOB-Anadolu Kırmızı Buğday Vadeli İşlem Sözleşmeleri mevcuttur. Ayrıca VOB' da VOB-Altın Vadeli İşlem Sözleşmesi ve VOB-Dolar/Ons Altın Vadeli İşlem Sözleşmeleri mevcuttur.

Finansal endekslerde kullanılabilir tahmin yöntemlerini genel olarak dört ana kategoriye bölünebilmektedir. Bunlar; teknik analiz, temel analiz, geleneksel zaman serileri analizi ve son olarak makine öğrenme yaklaşımıdır.

Makine öğrenme yaklaşımlarından olan yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri, herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemleridir.

Yapay sinir ağları, biyolojik sinir ağlarından esinlenilerek ortaya çıkarılan ve biyolojik sinir ağlarına benzer bazı performans özellikleri içeren bir bilgi işleme sistemidir. Basitçe çok sayıda birbiri ile bağlantılı sinir hücresi (nöron) olarak isimlendirilen işlem birimlerinden oluşur. Yapay sinir ağları ile model seçimi ve sınıflandırılması, işlev tahmini ve işlev taklidi, en uygun değeri bulma gibi görevlerde başarılı şekilde kullanılmaktadır.

Çalışmada kullanılan tüm veriler Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nın web sitesinden elde edilmiştir. Verilerin başlangıç tarihi 4 Şubat 2005'tir. Son kullanılan veri ise 31 Aralık 2010 tarihlidir.

Uygulamada VOB'da mevcut olan endeks ve döviz sözleşmeleri ele alınmıştır. Endeks sözleşmelerinin içerisinde VOB-İMKB 30 ve VOB-İMKB 100 sözleşmeleri mevcut olmakta, döviz sözleşmelerinin içerisinde ise VOB-TL Dolar ve VOB-TL Euro sözleşmeleri yer almaktadır.

Ağımızda, zaman serilerinin tahmin edilmesinde en çok kullanılan yöntemlerden dinamik yapay sinir ağları modelinden olan geriye yayılım algoritması kullanılmıştır.

Geriye yayılım algoritmasında (geri beslemeli ağlar), en az bir işlemci elemanın çıktısı, kendisine ya da diğer işlemci elemanlara girdi olarak verilmekte ve genellikle

geri besleme bir geciktirme elemanı (ara katman veya çıktı katmanındaki aktivasyon değerlerini bir sonraki iterasyona girdi olarak taşımakla görevli eleman) üzerinden yapılmaktadır. Geri besleme, bir katmandaki işlemci elemanlar arasında olduğu gibi katmanlar arasındaki işlemci elemanlar arasında da olabilmektedir. Bu yapısı sayesinde geri beslemeli yapay sinir ağları, doğrusal olmayan dinamik bir davranış gösterirler. Bu sayede, geri beslemenin yapılış şekline göre farklı yapı ve davranışta geri beslemeli yapay sinir ağları elde edilebilir.

Geri beslemeli (recurrent) ağlarda, ağı işlem elemanlarının çıktıları yine ağa belirli bir şekilde geri gönderilerek girdi olarak kullanılmaktadır. Dinamik sistemlerin modellenmesinde geri dönüşümlerin olması özellikle zaman gecikmelerini (time delays) dikkate almak için önem teşkil etmektedir.

Eğer ağ eğitildikten sonra iyi sonuç vermiyorsa bu durumda gizli katman sayısı ve geciktirme sayısı değiştirilmesi gerekmektedir. Çalışmada farklı gizli katman sayısı ve geciktirme sayıları denenerek, ağı performansı karşılaştırılmıştır. YSA modellerinin performansı, hata kareleri ortalaması ve regresyon sonuçlarıyla ölçülmektedir.

Yapılan bu çalışmalar ile Şubat 2005– Aralık 2010 dönem aralığı için, yapay sinir ağı modelinin iyi öngörü sonuçları verip vermediği araştırılmıştır. Genel olarak yapay sinir ağı modeli ayrıntılı bir biçimde incelenmiş ve Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'na ait endeks ve döviz sözleşmelerinin öngörüsünde kullanılmıştır.

Ayrıca yapay sinir ağı modelinin performansının ölçülmesi için kullanılan hata kareleri ortalaması ve regresyon değerleri için, gizli nöron sayısı ve geciktirme sayısı değiştirilerek her bir sözleşme için 10 deneme gerçekleştirilmiştir. Böylece sonuçlar karşılaştırılarak performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Deneme sonuçlarından da görüleceği gibi, gizli nöron sayısı artırıldığında genel olarak hata kareleri ortalamasında bir artış gözlemlenebilmekte, aynı şekilde geciktirme sayısı değiştiğinde de bir artış söz konusu olmaktadır.

Yapay sinir ağı mimarisinin yaygın şekilde kullanılması ve kullanışlı olması nedeniyle, tüm sözleşmeler için tahmin aşamasında geri yayımlı yapay sinir ağı mimarisi kullanılmış ve geri yayılım algoritmasıyla oluşan hatanın en az olması sağlanmıştır. Sözleşmelerin öngörüsü için kurulan modelin analizleri sonucunda, doğrusal olmayan bir modelleme tekniği olan yapay sinir ağları yönteminin etkin bir

performans sergilediği grlmektedir.

KAYNAKÇA

- AKÇAY, Barış, Cantürk Kayahan, Özge Ögüç Yürükoğlu, (2009), **Türev Ürünler ve Risk Yönetimi Sözlüğü**, Scala Yayıncılık, İstanbul.
- ALPAN, Fulya, (1999), **Örneklerle Futures Anlaşmalar ve Opsiyonlar**, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- ANDERSON, D.and McNeill, G., (1992), **Artificial Neural Networks Technology**, Kaman Sciences Corporation, New York.
- BAŞ, Nuray, (2006), Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı ve Bir Uygulama, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- BEALE, Mark Hudson, Martin T. Hagan, Howard B. Demuth, (2010), **Neural Network Toolbox 7 User's Guide**, The MathWorks, Inc, Natick, MA.
- BOZKAYA, Burçin, (2010), Döviz Dayalı Vadeli İşlemler ve Muhasebe Uygulamaları, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- CANBAŞ, Serpil; Hatice Doğukanlı, (1997), **Finansal Pazarlar**, Beta Yayınevi, İstanbul.
- CARTER, Colin Andre, (2003), **Futures and Options Markets**, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- CHAMBERS, Nurgül, (1998), **Türev Piyasalar**, Avcıol Basım Yayın, İstanbul.
- CHAMBERS, Nurgül, (2007), **Türev Piyasalar**, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul.
- CHAN Man-Chung, Wong Chi-Cheong, Lam Chi-Cheong, (1997), "Financial Time Series Forecasting By Neural Network Using Conjugate Gradient Learning Algorithm And Multiple Linear Regression Weight Initialization", The Hong Kong Polytechnic University Department of Computing, Kowloon, Hong Kong.
- CEYLAN, Ali, (1995), **Finansal Teknikler**, Ekin Yayın Evi, Bursa.
- CEYLAN A. ve Korkmaz T., (1998), **Borsada Uygulamalı Portföy Yönetimi**, Ekin Yayınları, 3.Baskı, Bursa.
- CEYLAN A. ve Korkmaz T., (2004), **Finansal Teknikler**, Ekin Yayınevi, Bursa.

- CUTHBERTSON, Keith, Nitzsche, Dirk.(2001), **Financial Engineering Derivatives And Risk Management**, John Wiley & Sons Publishing.
- ÇANAKCI, Aylin, (2006), Yapay Sinir Ağlarının Makroekonomik Bir Model Üzerine Uygulanması: Bir Türkiye Örneği, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- DEMİRKAN, Şamil, (2006), Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsasında İşlem Gören Vadeli İşlem Sözleşmeleriyle Piyasa Risklerinin Yönetilmesi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- DHAMIJA, AK, VK Bhalla, (2010), “Financial Time Series Forecasting: Comparison of Neural Networks and ARCH Models”, *International Research Journal of Finance and Economics*, Issue 49, 185-202.
- DİLER, Ali İhsan, (2003), “İMKB Ulusal 100 Endeksinin Yönünün Yapay Sinir Ağları Hata Geriye Yayıma Yöntemi İle Tahmin Edilmesi”, *İMKB Dergisi*, Cilt: 7 Sayı: 25-26, 65-82.
- DISORNTETIWAT, Parinya, Cihan H. Dagli, (2000), “Simple Ensemble-Averaging Model based on Generalized Regression Neural Network in Financial Forecasting Problems”, *IEEE Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium*, 477-480.
- ELMAS, Çetin, (2003), **Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama)**, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- ERDEM, Yusuf, (1993), “Vadeli İşlem Piyasaları (Forward&Futures) ve Türkiye’de Oluşumunun Ekonomik Şartları”, *Ankara: Araştırma ve Planlama Müdürlüğü*, Ocak s. 12-13.
- ERGİNCAN, Yakup, (1996), **Endekse Dayalı Vadeli İşlem Sözleşmeleri Portföy Yönetiminde Kullanımı ve Türkiye’de Uygulanabilirliği**, 1. Baskı, Ankara.
- ERGİNCAN Y., (1996), “Endekse Dayalı Vadeli İşlem Sözleşmeleri”, *SPK Yay.*, No:33, Ankara.
- EROL, Ümit, (1999), **Vadeli İşlem Piyasaları Teori ve Pratik**, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası, İstanbul.
- FAUSETT, Laurene, (1994), **Fundamentals of Neural Networks**, Prentice Hall, USA.

- FRANK, Eibe, Ian H. Witten, (1998), "Generating Accurate Rule Sets Without Global Optimization", *Proceedings Fifteenth International Conference on Machine Learning*, July, 144-151.
- GORDON J Alexander, William F. Sharpe, (1989), **Fundamentals of Investments**, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs.
- GUYTON, Arthur C., John Hall, (2006), *Textbook of Medical Physiology*, Eleventh Edition, Elsevier Saunders, Philadelphia, Pennsylvania.
- GÜNAK, Nadir, (2007), **İleri Teknik Analiz Uygulamaları**, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- GÜNERİ, N., (2001), Öğrenci Başarısızlıklarının Analizinde Sinir Ağları Yaklaşımının Lojistik Regresyon Analizi İle Karşılaştırılması, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- GÜRAN, Nevzat, (1987), **Döviz Kuru Sistemleri ve Ekonomik Denge**, Kavram Matbaası, İzmir.
- HAGAN Martin T., Howard B. Demuth, (1996), **Neural Network Design**, PWS Publishing Company, United States.
- HAMZAÇEBİ, Coşkun, Fevzi Kutay, (2004), "Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini", *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 19, No 3, s. 227-233.
- HARP AKADEMİLERİ KOMUTANLIĞI, (1996), **Uzman Sistemler ve Yapay Zekâ**, Harp Akademileri Yayını Basımevi, İstanbul.
- HAYKIN, Simon, (1999), **Neural Networks A Comprehensive Foundation**, 2. Edition, Pearson Prentice Hall, India.
- HULL, John, (1989), **Options, Futures and Other Derivative Securities**, Prentice-Hall, New Jersey.
- HOPGOOD, Adrian A., (2001), **Intelligent Systems for Engineers and Scientists**, 2. Edition, CRC Press LLC, USA.
- İMKB E. Y. (İMKB Eğitim Yayınları), *Vadeli İşlemler Piyasası (Türev Piyasalar)*, Temel Bilgiler Kılavuzu.
- KARSLI, Muharrem, (1989), **Sermaye Piyasası**, Borsa Menkul Kıymetler, İstanbul.
- KARSLIGİL, Elif, Yahya Karslıgil, (1993), "Yapay Nöron Ağı Adaptif Rezonans Teori Yöntemi ile Karakteristik Değerler Algoritması: Tam ve Yarım Karakter

- Matrisleri ile Harf Tanıma”, *İkinci Türk Yapay Zeka ve Yapay Sinir Ağları Sempozyumu*, Boğaziçi Üniversitesi, 24-25 Haziran, İstanbul.
- KAYA, Feridun, (2009), **Dış Ticaret ve Finansmanı Yeni Mevzuat**, Beta Basım, İstanbul.
- KAYNAR, Oğuz, Serkan Taştan, (2009), “Zaman Serisi Analizinde Mlp Yapay Sinir Ağları ve ARIMA Modelinin Karşılaştırılması” *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı: 33, Temmuz-Aralık, s.161-172.
- KIM, Steven H., Se Hak Chun, (1998), “Graded Forecasting Using An Array of Bipolar Predictions: Application of Probabilistic Neural Networks To A Stock Market Index”, *International Journal of Forecasting* 14, 323–337.
- KODOGIANNIS V., A. Lolis, (2002), “Forecasting Financial Time Series Using Neural Network and Fuzzy System-based Techniques”, *Neural Computing and Applications*, Vol:11, 90–102.
- KOHONEN, T., (1982), **Content Addressable Memories**, Springer-Verlag, New-York.
- KORKMAZ Tufan, Ali Ceylan, (2010), **Sermaye Piyasası ve Menkul Değer Analizi**, Ekin Yayınevi, Bursa.
- KÜÇÜKKOCAOĞLU, Güray, Yasemin Keskin Benli ve Cemal Küçüksözen, (2005), “Finansal Bilgi Manipülasyonunun Tespitinde Yapay Sinir Ağı Modelinin Kullanımı”, *İMKB Dergisi*, Cilt 9 Sayı:36, 1-30.
- MACKAY, David J.C., (2003), **Information Theory, Inference and Learning Algorithms**, Cambridge University Press, UK.
- MADURA J., (1992), **Financial Markets and Institutions**, Second Editon, West Company, USA
- MEHROTRA, Kishan, Chilukuri K. Mohan, Sanjay Ranka, (1996), **Elements of Artificial Neural Networks**, October, The MIT Press.
- MINSKY, M, S. Papert, (1969), **Perceptrons**, MIT Press, Cambridge, MA.
- MIRMIRANI, Sam ve H. C. Li, (2004), “Gold Price, Neural Networks and Genetic Algorithms”, *Computational Economics* Vol: 23, 193-200.
- MURPHY, John, (1999), **Technical Analysis of the Financial Markets**, New York Institute of Finance, USA.
- ÖZÇAM, Ferhat, (1996), **Teknik Analiz ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası**,

- Sermaye Piyasası Kurulu, Yayın No:32, Ankara.
- ÖZEN, Ercan, (2008), İzmir Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nda Hisse Senedine Dayalı Futures İşlemlerin Spot Piyasa Etkinliğine Katkısı: İMKB 30 Endeksi İçin Bir Uygulama, Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Afyonkarahisar.
- PLUMMER, Tony, (2010), **Forecasting Financial Markets, The Psychology of Successful Investing**, Sixth Edition, Publisher: Kogan Page, London and Philadelphia.
- RITCHKEN, Peter, (1995), **Derivative Markets Theory , Strategy and Applications**, New York: Harper Collins.
- RUMELHART, David E., Bernard Widrow ve Michael A. Lehr, (1994), "The Basic Ideas in Neural Networks", *Communcations of the ACM*, Vol. 37, No. 3, 86-92.
- SAĞIROĞLU, Şeref, Erkan Beşdok ve Mehmet Erler, (2003), **Mühendislikte Yapay Zeka Uygulamaları-1: Yapay Sinir Ağları**, Ufuk Yay., Kayseri.
- SARAÇ, Tuğba, (2004), Yapay Sinir Ağları, Gazi Üniversitesi Endüstri Bölümü Mühendisliği Anabilim Dalı, Seminer Projesi, Ankara.
- SHAPIRO, Alan C., (1998), **Foundations of Multinational Financial Management**, Allyn and Bacon, Massachusetts.
- SEYİDOĞLU, Halil, (2003), **Uluslararası Finans**, Geliştirilmiş Dördüncü Baskı, Güzem Can Yayınları No: 19, İstanbul.
- STEVENS, Leigh, (2002), **Essential Technical Analysis**, 2. Edition, John Wiley&Sons Inc., New York, USA.
- ŞEN, Zekai, (2004), **Yapay Sinir Ağları İlkeleri**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- TEWELES, Richard J. Charles V. Harlow ve Herbert L. Stone, (1977), **The Commodity Futures**, McGraw-Hill Inc., New York, Third Edition.
- TSPAKB, (2009), Analiz Yöntemleri, Sermaye Piyasası Faaliyetleri İleri Düzey Lisansı Eğitimi, Türkiye Sermaye Piyasası Aracı Kuruluşları Birliği.
- UYAR, Aydın, (2001), **Temel Analiz Bilanço Okuma Teknikleri**, Beta Yayınları, İstanbul.
- USTA, Öcal, (2008), **İşletme Finansı ve Finansal Yönetim**, Üçüncü Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara.

- UZUNOĞLU, Sadi, (2007), **Para ve Döviz Piyasaları**, Genişletilmiş Üçüncü Basım, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- VOBJEKTİF, (2005), Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası Haber Bülteni, Sayı: 7.
- YALÇINER, Kürşat, Murat Atan, Murad Kayacan ve Derviş Boztosun, (2004), “İMKB 30Endeksinde Etkinlik Analizi (veri Zarflama Analizi - VZA) ile Hisse senedi Seçimi”, *Uluslararası Manas Üniversitesi Ekonomi Konferansı*, 23-24 Eylül, Bişkek-Kırgızistan, s.1-12.
- YILDIZ, Birol, (2001), “Finansal Başarısızlığın Öngörülmesinde YSA Kullanımı ve Halka Açık Sirketlerde Ampirik Bir Uygulama”, *İMKB Dergisi*, Cilt 5 Sayı:17, 51-67.
- YILMAZ, M. K., (2002), **Döviz Vadeli İşlem Sözleşmeleri**, Der Yayınları.
- YURTOĞLU, Hasan, (2005), Yapay Sınır Ağları Metodolojisi ile Öngörü Modellemesi: Bazı Makroekonomik Değişkenler İçin Türkiye Örneği, Ekonomik Modeller ve Stratejik Araştırmalar Genel Müdürlüğü, DPT, Yayın No: DPT: 2683.
- ZHANG, Peter G., (2003), **Business Forecasting with Artificial Neural Networks: An Overview, Neural Networks in Business Forecasting**, Idea Group Publishing, USA.
- ZUARADA J. M., (1992), **Artificial Neural Systems**, West Publishing Company.
- www.vob.org.tr
- www.imkb.gov.tr