



T.C.

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

BAZI MAKROEKONOMİK VERİLERLE BORSA İSTANBUL SINAİ
ENDEKSİNİN TAHMİN EDİLMESİ

Hazırlayan

İmdat KÖKSAL

İşletme Ana Bilim Dalı

Sayısal Yöntemler Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Meziyet Sema ERDEM

TOKAT – 2013



T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

BAZI MAKROEKONOMİK VERİLERLE BORSA İSTANBUL SİNAİ
ENDEKSİNİN TAHMİN EDİLMESİ

Hazırlayan
İmdat KÖKSAL

İşletme Ana Bilim Dalı
Sayısal Yöntemler Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Meziyet Sema ERDEM

TOKAT – 2013

BAZI MAKROEKONOMİK VERİLERLE BORSA İSTANBUL SİNAİ
ENDEKSİNİN TAHMİN EDİLMESİ

Tezin Kabul Ediliş Tarihi: 19 / 07 / 2013

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Fatih Coskun ERTAŞ

Üye : Yrd.Doç.Dr.M.Sema ERDEM

Üye : Yrd.Doç.Dr.İlhan EROĞLU

Bu tez, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun 08.07.2013 tarih ve 22 sayılı oturumunda belirlenen jüri tarafından kabul edilmiştir.

Enstitü Müdürü:

Prof. Dr. Ali AÇIKEL
Enstitü Müdürü

Mühür

T.C.

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu belge ile bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak toplanıp sunulduğunu, bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçlara atıf yaptığımı ve kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

(19/07/2013)

İmdat KÖKSAL

TEŐEKKÖR

Çalışmada yardımlarını esirgemeyen ve tecrübelerini paylaşan danışman hocam Sayın Yrd.Doç.Dr.M.Sema ERDEM'e ve mesai arkadaşım Sayın Öğr. Gör. Bülent TURAN'a, ve teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

Bu çalışmada Borsa İstanbul Sınai Endeksi (XUSIN-BIST SINAI), 6 aylık mevduat faiz oranları, altın fiyatları, M1 para arzı ve enflasyon değişkenleri ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada Ocak 1994 ile Aralık 2011 arası aylık veriler kullanılmıştır.

Tahminler için yapay sinir ağı modellerinden faydalanılmıştır. Yapay Sinir Ağları (YSA) modellerinin geliştirilmesinde MATLAB programından faydalanılmıştır. Ağ eğitimi için 1994-2006 ve 2010-2011 dönemlerindeki veriler kullanılmıştır. Test için 2007-2009 dönemi verileri kullanılmıştır.

Çalışmada, YSA tekniğinin trendi tahmin etme aşamasında kullanılabileceği ve istatistiksel analiz teknikleri kadar başarılı olabileceği gösterilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapay sinir ağı, endeks tahmini, trend tahmini, Borsa İstanbul, Sınai Endeks

ABSTRACT

In this study, Istanbul Stock Exchange Industrial Index (SINAI XUSIN-BIST), is tried to estimate by using variables of 6-month deposit interest rates, gold prices, the M1 money supply and inflation rates. In the study, the monthly data between January 1994 and December 2011 is used.

The artificial neural network models have been used for the estimates. The MATLAB program have been used for developing Artificial Neural Networks (ANN) models. The training values are selected from the 1994-2006 and the 2010-2011 periods. The test values are selected from 2007-2009 period.

In the study, it is shown that the ANN technique can be use on the phase of estimating trend, and be as succesful as statistical analysis techniques.

Keywords: Artificial neural network, the index estimating, trend estimating, Istanbul Stock Exchange, Industrial Index

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
KISALTMALAR ve SİMGELER LİSTESİ	xiv
1.GİRİŞ	1
2.YAPAY SİNİR AĞLARI	3
2.1.TANIMI VE GELİŞİMİ	3
2.2.YAPAY SİNİR AĞLARININ YAPISI VE FONKSİYONLARI	5
2.3.BAZI YSA MODELLERİ	10
2.3.1.Tek Katmanlı Algılayıcılar	10
2.3.2.Basit Algılayıcı	10
2.3.3.ADALINE/MADALINE Modeli	11
2.3.4.Çok Katmanlı Algılayıcılar	11
2.3.4.1.Öğrenme Kuralı	12
2.3.4.2.Çalışma Aşamaları	17

Sayfa

2.3.4.3.Ağın Eğitilmesi.....	19
2.3.4.4.Ağın Performansının Ölçülmesi	21
2.3.4.4.3Ağın Ezberlemesi.....	22
2.3.4.6.ÇKA Ağının Tasarımı	22
2.3.4.6.1.Örneklerin Seçimi	22
2.8.4.6.2.Girdi ve Çıktıların Gösteriminin Belirlenmesi	22
2.3.4.6.3.Başlangıç Değerinin Atanması	23
2.3.4.6.4.Öğrenme ve Momentum Katsayılarının Belirlenmesi	23
2.3.4.6.4.3Örnek Setinin Ölçeklendirilmesi.....	24
2.8.4.6.6.Çıktı Setinin Ölçeklendirilmesi	24
2.3.4.6.7.Durdurma Ölçütleri	25
2.3.4.6.8.Ara Katman ve Proses Eleman Sayılarının Belirlenmesi.....	26
2.4.Yapay Sinir Ağlarının Uygulama Alanları.....	26
3.YSA İLE YAPILAN BAZI TAHMİN ÇALIŞMALARI	28
4.BİST SINAİ ENDEKSİNİN YSA İLE TAHMİNİ ÜZERİNE UYGULAMA ÇALIŞMASI.....	34
4.1.ARAŞTIRMANIN AMACI VE KAPSAMI	34
4.2.MATERYAL VE YÖNTEM.....	34
4.2.1.Materyal	34

Sayfa

4.2.2.Yöntem.....	35
4.2.2.1.Bağımsız Değişkenlerin Belirlenmesi.....	35
4.2.3.YSA Parametrelerinin Belirlenmesi	39
4.2.3.1.Girdi Katmanı	39
4.2.3.2.Çıktı Katmanı	40
4.2.3.3.Gizli Katmanlar	40
4.2.3.4.Ağ Parametreleri.....	40
4.3.BULGULAR.....	41
4.3.1.Tek Gizli Katmanlı YSA	42
4.3.1.1.Gecikmesiz Model.....	42
4.3.1.2.Bir Gecikmeli Model	44
4.3.1.3.İki Gecikmeli Model.....	46
4.3.1.4.Üç Gecikmeli Model.....	48
4.3.2.İki Gizli Katmanlı YSA	50
4.3.2.1.Gecikmesiz Model.....	51
4.3.2.2.Bir Gecikmeli Model	53
4.3.2.3.İki Gecikmeli Model.....	55
4.3.2.4.Üç Gecikmeli Model.....	57
4.3.3.Özel Denemeler	59

Sayfa

4.3.3.1.Gecikmesiz Model	59
4.3.3.2.Bir Gecikmeli Model	60
4.3.3.3.İki Gecikmeli Model	61
4.3.3.4.Üç Gecikmeli Model	62
5.SONUÇ	64
KAYNAKLAR	66
EKLER	74
EK 1: Çalışmada Kullanılan Veriler	74
EK 2: Çalışmada Kullanılan VerilerE AİT İSTATİSTİKLER	80
EK 3: Normalize Edilmiş 3 Gecikmeye Kadar Veriler.....	81
ÖZGEÇMİŞ.....	87

TABLOLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2. 1: YSA'nın Toplama Fonksiyonları.....	8
Tablo 2. 2: YSA'nın Aktivasyon Fonksiyonları.....	9
Tablo 4.1: Tek gizli katmanlı tek elemanlı YSA gecikmesiz model sonuçları.....	42
Tablo 4.2: Tek katmanlı ve 10 ila 100 arası gizli elemanlı YSA modelindeki tam doğru sonuçlar	43
Tablo 4.3: Bir gecikmeli tek gizli katmanlı YSA modeli sonuçları	44
Tablo 4.4: Bir gecikmeli tek katmanlı ve 10 ila 100 arası gizli elemanlı YSA modelindeki tam doğru sonuçlar.....	45
Tablo 4.5: İki gecikmeli tek gizli katmanlı YSA model sonuçları	46
Tablo 4.6: İki gecikmeli tek gizli katmanlı YSA modeli sonuçları.....	48
Tablo 4.7: Üç gecikmeli tek elemana sahip gizli katmanlı YSA modeli tahmin sonuçları	49
Tablo 4.8: Üç gecikmeli on ve daha fazla elemana sahip tek gizli katmanlı YSA modeli sonuçları.....	50
Tablo 4.9: Gecikmesiz tek elemanlı iki gizli katmana sahip YSA modeli tahmin sonuçları	51
Tablo 4.10: Gecikmesiz iki gizli katmanlı YSA modeli sonuçları.....	52
Tablo 4.11: Bir gecikmeli tek elemanlı iki gizli katmana sahip YSA modeli tahmin sonuçları	53

Sayfa

Tablo 4.12: Bir gecikmeli 10 ve daha fazla elemana sahip gizli katmana sahip YSA modeli tahmin sonuçları.....	54
Tablo 4.13: İki gecikmeli tek elemanlı iki gizli katmana sahip YSA modeli tahmin sonuçları	55
Tablo 4.14: İki gecikmeli on ve daha fazla elemanlı gizli katmanlı YSA modeli tahmin sonuçları.....	56
Tablo 4.15: Üç gecikmeli tek elemanlı iki gizli katmana sahip YSA modeli tahmin sonuçları	57
Tablo 4.16: İki gecikmeli on ve daha fazla elemanlı gizli katmanlı YSA modeli tahmin sonuçları.....	58
Tablo 4.17: Gecikmesiz YSA modeli deneme sonuçları	59
Tablo 4.18: Bir gecikmeli YSA modeli sonuçları	60
Tablo 4.19: İki gecikmeli YSA modeli sonuçları.....	61
Tablo 4.20: Üç gecikmeli YSA modeli sonuçları.....	62

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1: Sinir Hücresi	5
Şekil 2. 2: Sinir Hücresi Yapısı	6
Şekil 2. 3: Yapay Sinir Hücresi Bağlantıları	6
Şekil 2. 4: Temsili Yapay Sinir Ağı.....	7
Şekil 2. 5: Yapay Sinir Ağı Hücresi.....	7
Şekil 2. 6: Basit algılayıcı	10
Şekil 2. 7: MADALINE modeli	11
Şekil 2. 8: Çok katmanlı algılayıcı.....	12
Şekil 2. 9: Öğrenmenin hata uzayındaki gösterimi.....	19
Şekil 2. 10: Çok boyutlu hata uzayı.....	20
Şekil 4.1: Tek gizli katmanlı tek elemanlı YSA gecikmesiz model mutlak hata oranları	43
Şekil 4.2: Tek katmanlı ve 10 ila 100 arası gizli elemanlı YSA modeli ortalama mutlak hata oranları	44
Şekil 4.3: Bir gecikmeli tek elemanlı gizli katmana sahip YSA modeli mutlak hata oranları	45
Şekil 4.4: Bir gecikmeli 10 ve daha fazla elemanlı gizli katmana sahip YSA modeli mutlak hata oranları	46
Şekil 4.5: İki gecikmeli tek elemanlı gizli katmana sahip YSA modeli mutlak hata oranları	47

Sayfa

Şekil 4.6: İki gecikmeli tek elemanlı gizli katmana sahip YSA modeli mutlak hata oranları	48
Şekil 4.7: Üç gecikmeli tek elemana sahip gizli katmanlı YSA modeli mutlak hata oranları	49
Şekil 4.8: Üç gecikmeli on ve daha fazla elemana sahip tek gizli katmanlı YSA modeli ortalama mutlak hata oranları.....	50
Şekil 4.9: Gecikmesiz tek elemanlı iki gizli katmana sahip YSA modeli ortalama mutlak hata oranları	51
Şekil 4.10: Gecikmesiz iki gizli katmanlı YSA modeli ortalama mutlak hata oranları	53
Şekil 4.11: Bir gecikmeli tek elemanlı gizli katmana sahip YSA modeli ortalama mutlak hataları.....	54
Şekil 4.12: Bir gecikmeli 10 ve daha fazla elemana sahip gizli katmana sahip YSA ortalama mutlak hata oranları	55
Şekil 4.13: İki gecikmeli tek elemanlı gizli katmanlı YSA modeli ortalama mutlak hata oranları	56
Şekil 4.14: İki gecikmeli on ve daha fazla elemanlı iki gizli katmanlı YSA modeli ortalama mutlak hata oranları	57
Şekil 4.15: Üç gecikmeli tek elemanlı iki gizli katmanlı YSA modeli ortalama mutlak hata oranları	58

Sayfa

Şekil 4.16: İki gecikmeli on ve daha fazla elemanlı iki gizli katmanlı YSA modeli ortalama mutlak hata oranları	59
Şekil 4.17: Gecikmesiz YSA modeli tam doğru sonuçları	60
Şekil 4.18: Bir gecikmeli YSA modeli tam doğru sonuçlar	61
Şekil 4.19: İki gecikmeli YSA modeli tam doğru sonuçlar	62
Şekil 4.20: Üç gecikmeli model tam doğru sonuçlar	63



KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

ANN Artificial Neural Network

AR (Auto Regressive) Otoresif

ARMA (Auto Regressive Moving Average) Otoresif Hareketli Ortalamalar

ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average) Otoresif Entegre
Hareketli Ortalamalar

BIST Borsa İstanbul A.Ş.

ÇKA Çok Katmalı Algılayıcı(lar)

EKK En Küçük Kareler Yöntemi

İMKB İstanbul Menkul Kıymetler Borsası

MA (Moving Average) Hareketli Ortalamalar

XUSIN Ulusal Sınai Endeks

YSA Yapay Sinir Ağı

1.GİRİŞ

Öngörü, bir işin ilerisini kestirme veya nasıl bir yol alacağını önceden anlayabilme ve ona göre davranma durumudur. İnsan faktörünün etkili olduğu değişkenler için gelecek değer öngörüsü araştırmacılar tarafından üzerinde uzun yıllardır çalışılan konular arasındadır. Yapılan deneysel çalışmalarda bazı makroekonomik ve finansal değişkenlerin başarılı bir şekilde tahmin edilebileceği gözlemlenmiştir. Yapay zekâ çalışmalarının ilerleme kaydetmesi ve bilgisayar teknolojisinin gelişimiyle birlikte, önceleri matematiksel ve istatistiksel yöntemlerle yapılan öngörü çalışmaları, sezgisel yöntemlerin de kullanılmaya başlamasına neden olmuştur. Araştırmacıların sezgisel yöntemlere olan ilgileri, bu yöntemlerin finansal tahminlerde kullanımını tetikleyerek olumlu sonuçlar alınmasını sağlamıştır. Bu çalışmalarda hedeflenen amaçlardan ilki bir finansal değer gelecekteki değerinin önceden öngörülebileceği tezini doğrulamaktır.

İstatistiksel analiz yöntemleri ile birlikte kullanıldıklarında etkili sonuçlar verebilen Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemi, işin profesyonelleri ve araştırmacıların borsadaki en önemli yardımcılardan biri haline gelmiştir. Bu konudaki çalışmalarda, gerçekten çok başarılı sistemler kurulabilmiştir. Başlangıçta YSA modelleri ile gerçekleştirilen tahminler, istatistiksel yöntemlerle karşılaştırılarak, YSA modellerinin başarısı ortaya konulmuş, sonraki çalışmalarda ise YSA modelleri başka tekniklerle birleştirilerek modellerin tahmin gücü artırılmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmada da Borsa İstanbul Sınai Endeksinin önceden tahmin edilebileceği doğrulanmaya çalışılmış, bu amaçla YSA modeli kullanılmıştır. Çalışmada YSA modelinin tek başına ne kadar etkin olabileceği ortaya konulmaya çalışılmış bu amaçla hiçbir ek yardımcı sistem (istatistiksel ya da diğer benzetim sistemleri) kullanılmamıştır.

Bu bağlamda ikinci bölümde YSA modeli ve modelin matematiksel altyapısı tanıtılmıştır. Üçüncü bölümde daha önce benzer konularda YSA ile yapılan çalışmalar hakkında bilgiler aktarılmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde YSA ile tahmin uygulaması yapılmıştır. Beşinci ve son bölümde ise elde edilen nihai değerler ile elde edilen tecrübeler ışığında önerilere yer verilmiştir.



2.YAPAY SİNİR AĞLARI

2.1.TANIMI VE GELİŞİMİ

İnsanlık tarihi boyunca, doğal yaşamda gözlenen birçok işleyiş, bilim insanlarının icatları için esin kaynağı olmuştur. Günlük hayatta karşılaşılan problemler, doğadaki ve özellikle canlılardaki benzer işleyişe sahip sistemlerin gözlemlenmesi ve bu sistemlerin mevcut problemlere adapte edilmesi ile çözümlenmeye çalışılmıştır. Geçtiğimiz yüzyıl ortalarından itibaren ise biyolojik sinir sistemleri ve özellikle insan beyni üzerinde yoğunlaşan araştırmalar, biyolojik sistemlerin öğrenme, yorumlama ve karar verme gibi yetenekleri ve bu yeteneklerin işleyişleri ile ilgili önemli bilgilerin elde edilmesine olanak sağlamıştır. Bu bilgiler, tıp alanında, hastalıkların tedavisi için yeni tekniklerin geliştirilmesine yardımcı olduğu gibi değişik disiplinlerde de sistem davranışlarının açıklanması, yorumlanması, öğrenme ve karar verme süreçlerinde yeni tekniklerin doğmasına imkân vermiştir. Bu disiplinlerden biri de “Yapay Zekâ”dır. McCarthy (2007), yapay zekâyı, “akıllı makineler ve özellikle bilgisayar programları yapma bilimi ve mühendisliği” olarak tanımlamaktadır. Yapay zekâ alanında kullanılan algoritmaların birçoğu biyolojik sistemlerin taklit edilmesi ile geliştirilmiş algoritmalarlardır. Genetik algoritmalar ve yapay sinir ağları algoritmaları, biyolojik sistemlerin taklit edilmesi ile geliştirilmiş algoritmalara örnek olarak verilebilir.

YSA insanlar tarafından gerçekleştirilmiş gerçek beyin fonksiyonlarının ürünü olan örnekleri kullanarak olayları öğrenebilen, çevreden gelen olaylara karşı nasıl tepkiler üretileceğini belirleyebilen bilgisayar sistemleridir (Öztemel, 2006).

McCulloch ve Pitts (1943) ilk olarak bir biyolojik nöronun temel fonksiyonlarının basit bir eşik cihazı olarak modellenebileceğini göstermiştir. Hebb (1949) ise hücresel

seviyede beynin öğrenme mekanizmasından bahsetmiştir. Bu mekanizmaya göre; bir nöronun dendrit yoluyla gelen ve bir akson yoluyla alınan giriş onun bir darbe üretmesine sebep olmaktadır. Sonraki aksonal girişlerin darbe üretmesi olasılığı artmakta ve böylelikle yapılan davranışın mükâfatı ortaya çıkmaktadır.

1950'li yıllarda hızlı hesaplama yönelik ilk YSA çalışması, Rosenblatt (1959) tarafından önerilmiştir. Bunun ardından perseptron olarak bilinen ilk tek katmanlı YSA modeli ortaya çıkmıştır. Widrow ve Hoff (1960) bu modeli kullanılarak öğrenen ilk adaptif sistemler üzerinde çalışmış ve delta kuralı diye bilinen; gerçek çıkış ile istenen çıkış arasındaki farka eşit bir hata terimi kullanarak bağ ağırlıklarının değiştirildiği bir öğrenme kuralı ortaya koymuşlardır.

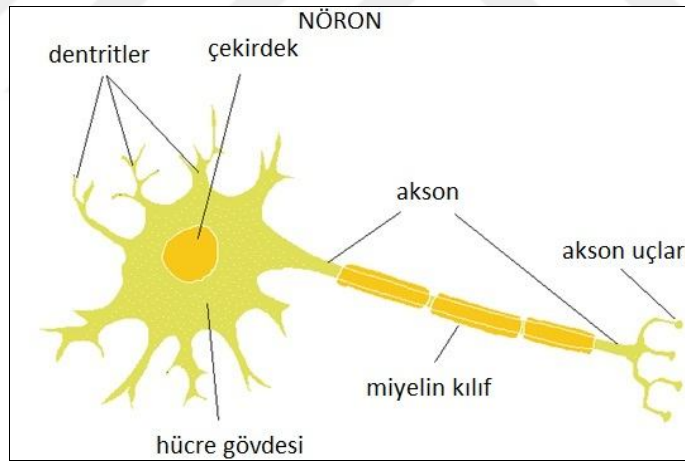
Minsky ve Papert (1969), basit perceptron modelinin XOR¹ problemine çözüm bulmasının imkânsız olduğunu göstermişler, çalışmalarında YSA yardımı ile öğrenme ve hesaplamada aşılması zor engeller olduğunu iddia etmişler ve bu iddiaları ile YSA konusundaki çalışmaları önemli derecede yavaşlatmışlardır. Hopfield (1982) yaptığı çalışma ile durağanlaşan YSA çalışmaları tekrar ivme kazanmıştır. Hopfield, nöronların karşılıklı etkileşimlerine dayanan bir hesaplama modeli önermiştir. Bu model, bir enerji fonksiyonunu, alabileceği en az değere indirgen 1. derece non-lineer diferansiyel denklemlerden oluşmuştur. Hopfield, ağ seviyesinde, tek tek nöron seviyesinde var olmayan hesaplama kapasitesinin bulunduğunu öne sürmüştür. Bu tür YSA ya, "Hopfield Ağı" denilmektedir. Hopfield'in geri beslemeli YSA modelini ortaya atması ve bunun pratik optimizasyon problemlerinde kullanılabilirliğini göstermesi YSA

¹ **XOR**: **EX**clusive **OR** (Özel Veya) kısaltmasından türetilmiş mantıksal işlem adıdır. Tüm girişlerin aynı olduğu durumlarda çıkışın olumsuz yani sayısal olarak **0**, girişlerin en az birinin farklı olması durumunda çıkışın olumlu yani sayısal olarak **1** olduğu mantıksal işlemdir.

konusundaki çalışmaları yeniden hızlandırmıştır. Grossberg (1986), “Adaptive Resonance Theory” (ART) adında bir YSA yapısını geliştirmiştir. Kohonen ve Somervuo (1984) ise “Self-Organizing Maps” (SOM) modelini geliştirmiştir. Bu model, nümerik aerodinamik akış hesaplamaları için oldukça etkili olmuştur. Rumelhart ve McClelland (1986) ileri beslemeli (feed-forward) ağlarda yeni öğrenme modeli olan hatanın geriye yayılma algoritmasını (backpropagation algorithm) geliştirerek, daha önce bu konuda Papert ve Minsky (1969) tarafından iddia edilen aksaklıkların aşılabileceğini göstermişlerdir.

2.2.YAPAY SİNİR AĞLARININ YAPISI VE FONKSİYONLARI

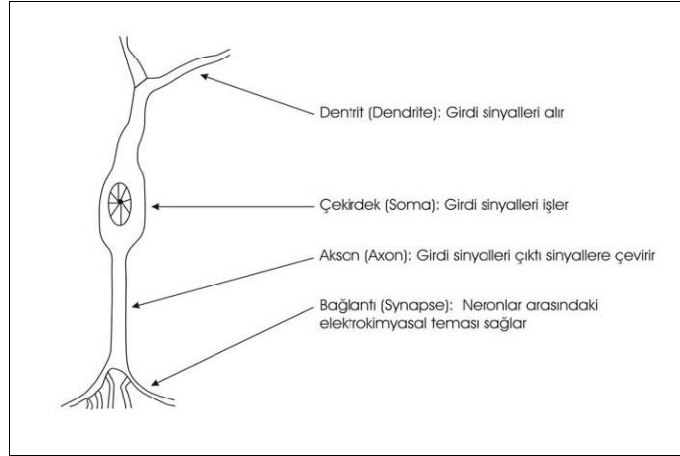
Yapay sinir ağları, biyolojik sinir sistemindeki sinir hücrelerinden esinlenilerek geliştirilmiştir. Biyolojik sinir hücreleri, girdi sinyallerini alarak işlerler



Şekil 2. 1: Sinir Hücresi

Kaynak:<http://webspace.ship.edu/cgboer/theneuron.html>

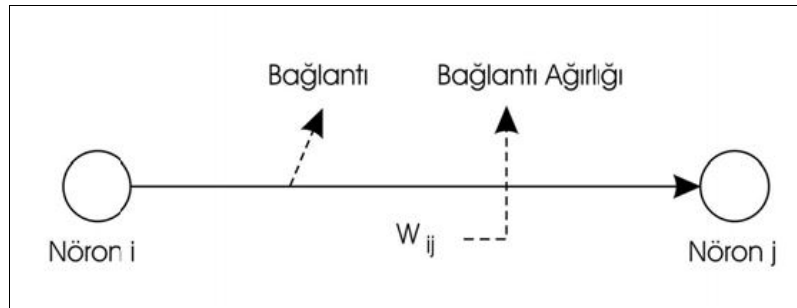
İşlenen sinyaller, çıktı sinyallerine dönüştürülür ve bağlantılar yardımı ile diğer sinir hücrelerine aktarılır (Şekil 2.2).



Şekil 2. 2: Sinir Hücresi Yapısı

Kaynak: Yurtoğlu, 2005

Yapay sinir ağları da sinir hücrelerine benzeyen düğümler ve bu düğümler arasındaki bağlantılardan oluşur. Bir yapay sinir hücresi dış ortamdan veya başka bir yapay sinir hücresinden aldığı veriyi işleyerek bir çıktı üretir ve bu çıktıyı diğer yapay sinir ağına ya da dış ortama gönderir (Şekil 2.3).



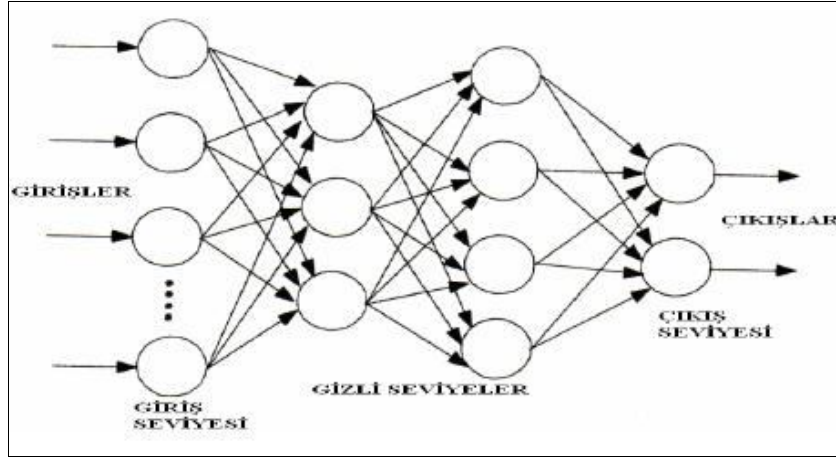
Şekil 2. 3: Yapay Sinir Hücresi Bağlantıları

Kaynak: Yurtoğlu, 2005

Bağlantı ağırlıkları başlangıçta rastgele olarak belirlenmektedir. YSA fonksiyonları aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

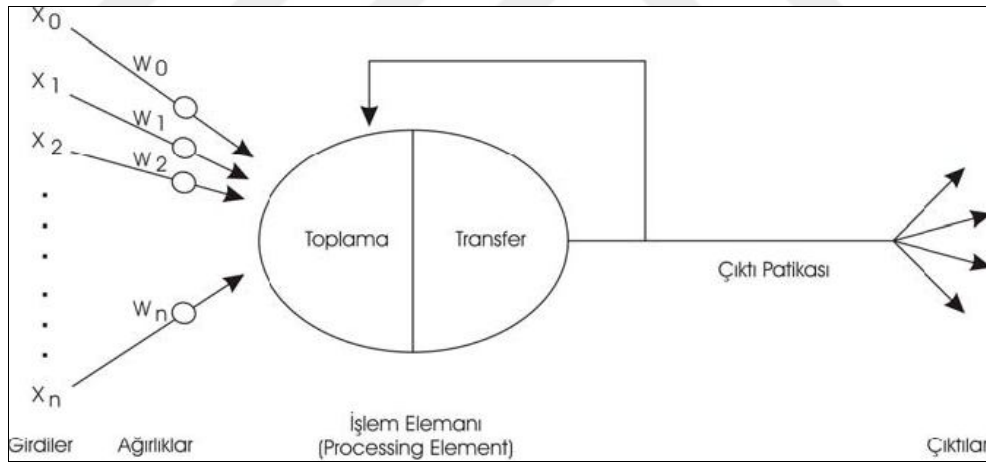
Toplayıcı Fonksiyon: Yapay sinir hücreleri arasındaki bağlantılar, bir yapay sinir hücresi çıktısının, bağlı olduğu yapay sinir hücresinin toplayıcısında hangi ağırlıkta

temsil edileceğini belirler (Şekil 2.4 ve Şekil 2.5)



Şekil 2. 4: Temsili Yapay Sinir Ağı

Kaynak: <http://www.tirebor.com/bor-madenleri-makale/bor-katkili-amorf-seritlerde-yapay-sinir-aglari-kullanilarak-gmi-etkisinin-tahmini.html>



Şekil 2. 5: Yapay Sinir Ağı Hücresi

Kaynak: Yurtoğlu, 2005

Her bir yapay sinir hücresi, bağlı olduğu yapay sinir hücresindeki çıktıyı bağlantı ağırlığı ile etkiler ve çıktılar en son yapay sinir hücrelerine kadar ilerlerler. Son hücrelerin çıktısı ise ağıın çıktısını oluşturur. Bu işlem ileri besleme işlemidir. İleri

besleme işleminde araştırmacılar farklı toplama fonksiyonları kullanmışlardır. Bu fonksiyonlardan bazıları Tablo 2.1 de verilmiştir.

Tablo 2. 1: YSA'nın Toplama Fonksiyonları

Net Girdi	Açıklama
<p><i>Çarpım,</i> Net Girdi=$\prod G_i A_i$</p>	Ağırlık değerleri (W_i) girdiler (I_i) ile çarpılır daha sonra bulunan değerler de birbirleri ile çarpılarak net girdi hesaplanır.
<p><i>Maksimum,</i> Net Girdi=$\text{Max}(G_i A_i), i=1..N$</p>	N adet girdi içinden ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra en büyüğü yapay sinir hücresinin net girdisi olarak kabul edilir.
<p><i>Minimum,</i> Net Girdi=$\text{Min}(I_i \times G_i), i=1..N$</p>	N adet girdi içinden ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra en küçüğü yapay sinir hücresinin net girdisi olarak kabul edilir.
<p><i>Çoğunluk,</i> Net Girdi=$\sum \text{sgn}(I_i \times W_i)$</p>	N adet girdi içinden ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra pozitif ve negatif olanların sayısı bulunur. Büyük olan sayı hücrenin net girdisi olarak kabul edilir.
<p><i>Kümülatif Toplam,</i> Net girdi= Net(Eski)+$\sum G_i A_i$</p>	Hücreye gelen bilgiler ağırlıklı olarak toplanır ve daha önce gelen bilgilere eklenerek hücrenin net girdisi bulunur.

Kaynak: Öztemel, 2006

Çıktı (Aktivasyon) Fonksiyonu: Toplayıcı fonksiyonun ağırlık net girdisini belirlemesinden sonra bu değer çıktı fonksiyonuna verilerek yapay sinir hücresinin çıktısı hesaplanır. Yaygın olarak kullanılan aktivasyon fonksiyonları Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2. 2: YSA'nın Aktivasyon Fonksiyonları

Aktivasyon Fonksiyonu	Açıklama
Lineer Fonksiyon, $F(NE T)=NE T$	Gelen girdiler olduğu gibi hücrenin çıktısı olarak kabul edilir.
Step Fonksiyonu, (ED:Eşik Değer) $F(NE T)=\begin{cases} 1, & NE T > ED \\ 0, & NE T \leq ED \end{cases}$	Hücre, NET girdi değerinin belirlenen bir eşik değer altında veya üstünde olmasına göre hücrenin çıktısı 1 veya 0 değerlerini alır.
Sinüs Fonksiyonu, $F(NE T)=\text{Sin}(NE T)$	Öğrenilmesi düşünülen olayların sinüs fonksiyonuna uygun dağılım gösterdiği durumlarda kullanılır.
Eşik Değer Fonksiyonu, $F(NE T)=\begin{cases} 0, & NE T \leq 0 \\ NE T, & 0 < NE T < 1 \\ 1, & NE T \geq 1 \end{cases}$	Gelen bilgilerin 0 veya 1 den büyük veya küçük olmasına göre 0 ya da 1 değerlerini alır. 0 veya 1 arasında değerler alabilir. Bunların dışında değerler alamaz.
Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu, $F(NE T)=\frac{e^{NE T} + e^{-NE T}}{e^{NE T} - e^{-NE T}}$	Gelen NET girdi değerinin tanjant fonksiyonundan geçirilmesi ile hesaplanır.

Kaynak: Öztemel, 2006

Ağın Eğitilmesi: Bir yapay sinir ağında elde edilen çıktılar ile beklenen çıktılar arası farklar hata terimlerini oluşturur. Oluşan hatalar, yapay sinir hücreleri ağırlıkları arasında dağıtılarak her bir ağırlık yeniden hesaplanır. Bu geri besleme işlemidir. Geri beslemenin ardından çıktılar yeniden hesaplanır ve hata terimleri bulunur. Bu işlem ağ, istenilen çıktıyı ya da buna en yakın çıktıyı üretene kadar devam eder.

Yapay sinir ağları belli sayıda bir örnek seti ile ileri ve geri besleme işlemlerine tabi tutularak ağın, her bir örnek seti için doğru çıktıları üretecek ağırlıklara sahip

olması sağlanır. Böylece ağ, girdi değerlerini öğrenerek verilen örnek seti için kabul edilebilir bir hata ile doğru çıktılar üretebilir. Böylece ağın eğitilmesi işlemi tamamlanmış olur. (Akay, 2009)

Ağın test edilmesi işlemi, eğitim tamamlandıktan sonra öğrenip öğrenmediğini ölçmek için yapılan denemelere denir. Test için eğitim esnasında ağın görmediği örnekler kullanılır ve ağırlık değerleri ile oynanmaz. Eğitim için kullanılan örnek setine *eğitim seti*, test için kullanılanlara ise *test seti* denir.

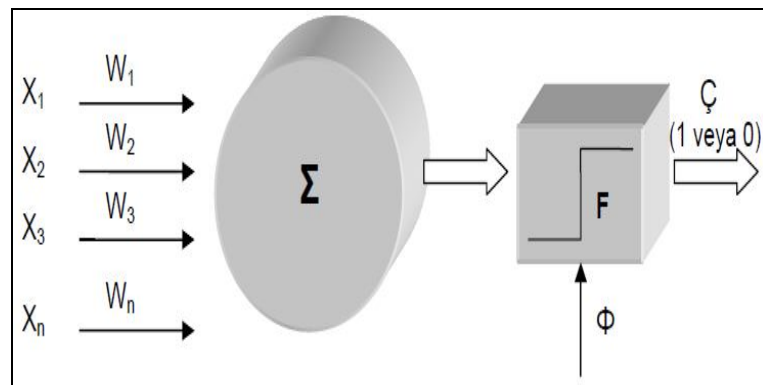
2.3.BAZI YSA MODELLERİ

2.3.1.Tek Katmanlı Algılayıcılar

Tek katmanlı *yapay sinir ağları* girdi ve çıktı katmanlarından oluşur. Her bağlantının bir ağırlığı vardır. Her katman bir ya da daha fazla girdi ve çıktıdan oluşur. Bu ağlarda çıktının 0 (sıfır) olmasını önleyen ve değeri 1 olan eşik değeri vardır.

2.3.2.Basit Algılayıcı

Basit algılayıcı ise birden fazla girdi değeri ile bir çıktı üretilmesi prensibine dayalıdır. Ağın çıktısı 1 ya da 0 değerinden oluşur. Örüntü sınıflandırmak amacıyla ROSENBLATT tarafından geliştirilmiştir.



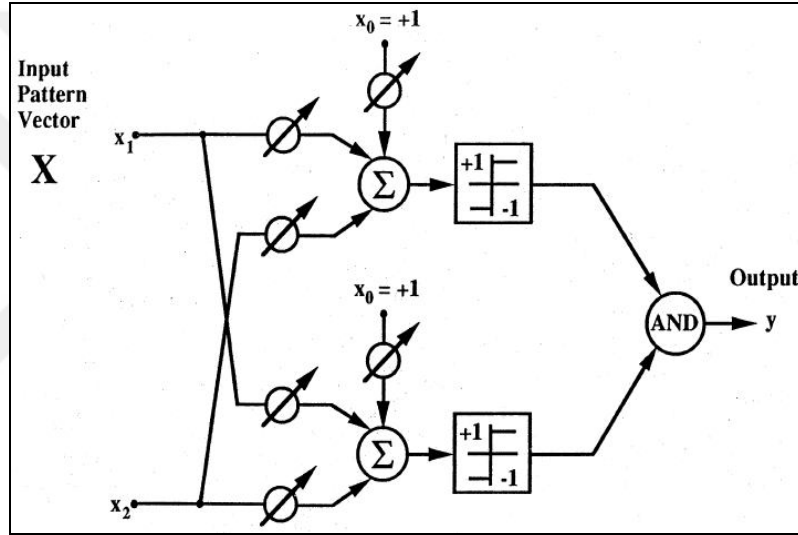
Şekil 2. 6: Basit Algılayıcı

Kaynak: Vural, 2007

2.3.3.ADALINE/MADALINE Modeli

Widrow ve Hoff (1959) tarafından geliştirilmiş olan model delta kuralı (EKK) ile öğrenme yöntemine dayalı olarak çalışır. Bağlantı ağırlıkları, hataların en aza indirilmesi delta kuralı ile belirlenir. Tek algılayıcıya sahiptir.

MADALINE modeli (Multi ADALINE) birden fazla ADALINE ünitesinin bir araya gelmesi ile oluşur. Her ADALINE ünitesinin çıktısı AND veya OR ile birleştirilerek ağın çıktısı belirlenir.



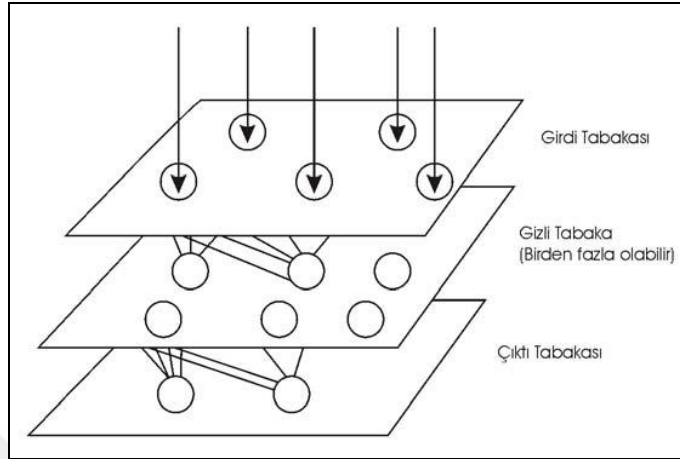
Şekil 2. 7: MADALINE Modeli

Kaynak: Arbib, 2002

2.3.4.Çok Katmanlı Algılayıcılar

Doğrusal olmayan (Non-Linear) problemlerde tek katmanlı algılayıcılar, çözüm üretemezler. XOR problemi bu türden problemlerin en bilinenidir. Basit algılayıcıların doğrusal olmayan problemleri çözememesi sonucu yapay sinir ağları üzerine yapılan araştırmalar bir süre durmuş ve XOR probleminin çok katmanlı algılayıcılar (ÇKA) ile çözümü sayesinde yeniden canlanmıştır (Akay, 2009).

ÇKA ağının en önemli özelliği, girdi ve çıktı katmanları arasında bir ya da daha fazla sayıda gizli katmana sahip olmasıdır.



Şekil 2. 8: Çok Katmanlı Algılayıcı

Kaynak: Anderson ve McNeill, 1992

2.3.4.1.Öğrenme Kuralı

ÇKA öğretmenli öğrenme stratejisine göre çalışırlar. Yani; bu ağlara eğitim sırasında hem girdiler hem de o girdilere karşılık üretilmesi gereken (beklenen) çıktılar gösterilir. Ağın görevi her girdi için o girdiye karşılık gelen değeri üretmektir. ÇKA ağının öğrenme kuralı **En Küçük Kareler (EKK)** yöntemine dayalı Delta Öğrenme Kuralının genelleştirilmiş halidir. Bu nedenle öğrenme kuralına *Genelleştirilmiş Delta Kuralı* da denir. Ağın öğrenebilmesi için eğitim seti adı verilen ve örneklerden oluşan bir sete ihtiyaç vardır. Bu set içinde her örnek için, ağın hem girdileri hem de her girdi için üretmesi gereken çıktılar belirlenmiştir. Genelleştirilmiş delta kuralı iki safhadan oluşur (Öztemel, 2006).

İleriye Doğru Hesaplama: Ağın çıktısını hesaplama aşamasıdır. Bilgi işlemeye eğitim setindeki bir örneğin *Girdi Katmanından* (G_1, G_2, \dots) ağa gösterilmesi ile başlar. Girdiler hiçbir değişime uğratılmadan ara katmana gönderilir. Yani girdi katmanındaki

k . örneğin çıktısı ζ_k^i ,

$$\zeta_k^i = G_k \quad (2.1)$$

Ara katmandaki her işlem elemanı girdi katmanındaki bütün örneklerden gelen bilgileri bağlantı ağırlıklarının (A_1, A_2, \dots) etkisi ile alır. Önce ara katmandaki işlem elemanlarına gelen net girdi (NET_j^a) aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$NET_j^a = \sum_{k=1}^n A_{kj} \zeta_k^i \quad (2.2)$$

Burada A_{kj} k . örneği j . ara katman elemanına bağlayan bağlantının ağırlık değerini göstermektedir. j . ara katman elemanın çıktısı ise bu net girdinin aktivasyon fonksiyonundan geçirilmesi ile hesaplanır. Uygulamada genellikle sigmoid fonksiyonu kullanılmakla beraber, zorunlu değildir. Önemli olan burada türevi alınabilir bir fonksiyon kullanmaktır. Daha önce belirtilen aktivasyon fonksiyonlarından herhangi birisini burada kullanmak mümkündür. Yalnız geriye doğru hesaplamada burada kullanılan fonksiyonun türevi alınacaktır. *Sigmoid* fonksiyonunun kullanılması halinde çıktı,

$$\zeta_j^a = \frac{1}{1 + e^{-(NET_j^a + \beta_j^a)}} \quad (2.3)$$

şeklinde olacaktır. Burada β_j ara katmanda bulunan j . elemana bağlanan eşik değer elemanının ağırlığını göstermektedir. Bu eşik değeri ünitesinin çıktısı sabit olup 1'e eşittir. Ağırlık değeri ise *sigmoid* fonksiyonunun uyumunu belirlemek üzere konulmuştur. Eğitim esnasında ağ bu değeri kendisi belirlemektedir.

Ara katmanın bütün işlem elemanları ve çıktı katmanının tahmin elemanlarının

çıktıları aynı şekilde kendilerine gelen NET girdinin hesaplanması ve *sigmoid* fonksiyonundan geçirilmesi sonucu belirlenirler. Çıktı katmanından çıkan değerler, yani çıktılar, (C_1, C_2, \dots) bulununca ağırlık ileri hesaplama işlemi tamamlanmış olur (Öztemel, 2006).

Geriye Doğru Hesaplama: Ağa sunulan girdi için ağırlık ürettiği çıktı ağırlık beklenen çıktılar (B_1, B_2, \dots, B_N) ile karşılaştırılır. Bunların arasındaki fark hata olarak kabul edilir. Amaç bu hatanın düşürülmesidir. O nedenle geriye doğru hesaplamada bu hata ağırlık değerlerine dağıtılarak bir sonraki yinelemede hatanın azaltılması sağlanır. Çıktı katmanındaki m . tahmin elemanı için oluşan hata (E_m),

$$E_m = B_m - C_m \quad (2.4)$$

olacaktır. Bu bir tahmin elemanı için oluşan hatadır. Çıktı katmanı için oluşan toplam hatayı bulmak için bütün hataların toplanması gerekir. Bazı hata değerleri negatif olacağından toplamın sıfır olmasını önlemek amacı ile ağırlıkların kareleri hesaplanarak sonucun karekökü alınır. ÇKA ağırlığının eğitilmesindeki amaç bu hatayı en aza indirmektir. Toplam hata formülü,

$$TH = \frac{1}{2} \sum_m E_m^2 \quad (2.5)$$

Toplam hatayı en aza indirmek için bu hatanın kendisine neden olan işlem elemanlarına dağıtılması gerekir. Bu ise işlem elemanlarının ağırlıklarının değiştirilmesi demektir. Ağırlık değerlerini değiştirmek için iki durum söz konusudur (Öztemel, 2006):

- Ara katman ile çıktı katmanı arasındaki ağırlıkların değiştirilmesi
- Ara katmanlar arası ve ara katman girdi katmanı arasındaki ağırlıkların değiştirilmesi

Ara Katman İle Çıktı Katmanı Arasındaki Ağırlıkların Değiştirilmesi

Ara katmandaki j . proses elemanını çıktı katmanındaki m . proses elemanına bağlayan bağlantının ağırlığındaki değişim miktarı ΔA^a olsun. Herhangi bir t anında ağırlığın değişim miktarı,

$$\Delta A_{jm}^a(t) = \lambda \delta_m C_j^a + \alpha \Delta A_{jm}^a(t-1) \quad (2.6)$$

olur. Burada λ öğrenme katsayısını, α momentum katsayısıdır. Öğrenme katsayısı ağırlıkların değişim miktarını, momentum katsayısı ise ÇKA ağırlığının öğrenme esnasında yerel bir optimum noktaya takılıp kalmaması için ağırlık değişim değerinin belirli bir oranda bir sonraki değişime eklenmesini sağlarlar. Eşitlikte m . çıktı ünitesinin hatasını gösteren δ_m ,

$$\delta_m = f'(NET)E_m \quad (2.7)$$

Buradaki $f'(NET)$ aktivasyon fonksiyonunun türevidir. Sigmoid fonksiyonunun kullanılması durumunda;

$$\delta_m = C_m(1-C_m)E_m \quad (2.8)$$

şekline dönüşür. Değişim miktarları hesaplandıktan sonra ağırlıkların t . yineleme sonundaki değerleri,

$$A_{jm}^a(t) = A_{jm}^a(t-1) + \Delta A_{jm}^a(t) \quad (2.9)$$

Aynı şekilde eşik değer ünitesinin de ağırlıklarını da değiştirmek gerekmektedir. Bunun için önce değişim miktarını hesaplamak gerekir. Eğer çıktı katmanında bulunan tahmin elemanlarının eşik değer ağırlıkları β^c ile gösterilirse, bu ünitenin çıktısının sabit ve 1 olması nedeni ile değişim miktarı,

$$\Delta\beta_m^\zeta(t) = \lambda\delta_m + \alpha\lambda\Delta\beta_m^\zeta(t-1) \quad (2.10)$$

olacaktır. Eşik değerin t. yinelemedeki ağırlığının yeni değeri ise,

$$\beta_m^\zeta(t) = \beta_m^\zeta(t-1) + \Delta\beta_m^\zeta(t-1) \quad (2.11)$$

şeklinde hesaplanır (Öztemel, 2006).

Ara Katmanlar Arası Veya Ara Katman Girdi Katmanı Arasındaki Ağırlıkların Değiştirilmesi

Ara katman ile çıktı katmanı arasındaki ağırlıkların değişimde her ağırlık için sadece çıktı katmanındaki bir tahmin elemanının hatası dikkate alınmıştır. Bu hataların oluşmasında girdi katmanı ve ara katman arasındaki ağırlıkların payı vardır. Çünkü en son katmana gelen bütün bilgiler girdi katmanı veya önceki ara katmandan gelmektedir. O nedenle girdi katmanı ile ara katman arasındaki ağırlıkların değiştirilmesinde çıktı katmanındaki tahmin elemanların hepsinin hatasından payını alması gerekir. Bu ağırlıklardaki değişim ΔA^i ile gösterilirse,

$$\Delta A_{kj}^i(t) = \lambda\delta_j^a \zeta_k^i + \alpha\Delta A_{kj}^i(t-1) \quad (2.12)$$

olacaktır. Buradaki hata terimi δ^a , aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\delta_j^a = f'(NET) \sum_m \delta_m A_{jm}^a \quad (2.13)$$

Aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid fonksiyonu düşünülürse bu hata değeri şu şekilde hesaplanacaktır.

$$\delta_j^a = \zeta_j^a (1 - \zeta_j^a) \sum_m \delta_m A_{jm}^a \quad (2.14)$$

Hata değeri hesaplandıktan sonra yukarıda verilen eşitlik ile değişim miktarını

bulmak mümkün olur. Ağırlıkların yeni değerleri ise,

$$A_{kj}^i(t) = A_{kj}^i(t-1) + \Delta A_{kj}^i(t) \quad (2.15)$$

şeklinde olacaktır. Benzer şekilde, eşik değer ünitesinin yeni ağırlıkları da yukarıdaki gibi hesaplanır. Ara katman eşik değer ağırlıkları β^a ile gösterilirse, değişim miktarı,

$$\Delta \beta_j^a(t) = \lambda \delta_j^a + \alpha \lambda \Delta \beta_j^a(t-1) \quad (2.16)$$

olacaktır. Ağırlıkların yeni değerleri ise t. iterasyonda aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\beta_j^a(t) = \beta_j^a(t-1) + \Delta \beta_j^a(t) \quad (2.17)$$

Böylece ağırlıklarının hepsi değişmiş olacaktır. Bir iterasyon hem ileri hem de geriye doğru hesaplamaları yapılarak tamamlanmış olacaktır. İkinci bir örnek verilerek sonraki iterasyona başlanır ve aynı işlemler öğrenme tamamlanıncaya kadar tekrarlanır (Öztemel, 2006).

2.3.4.2. Çalışma Aşamaları

ÇKA ağlarının çalışma adımları aşağıdaki şekildedir:

- **Örneklerin Toplanması:** ağın çözmesi istenen olay için daha önceden gerçekleşmiş örneklerin bulunması işlemidir. Ağın eğitilmesi için örneklerin (*eğitim seti*) toplandığı gibi, ağın test edilmesi için de örneklerin (*test seti*) toplanması gerekir. Ağın eğitilmesi sırasında test seti ağa hiç gösterilmez. Eğitim setindeki örnekler ağa tek tek gösterilerek ağın olayı öğrenmesi sağlanır. Ağ olayı öğrendikten sonra test setindeki örnekler gösterilerek ağın performansı ölçülür. Hiç görmediği örnekler karşısındaki başarısı ağın öğrenme performansını ortaya koymaktadır.
- **Ağın Topolojik Yapısının Belirlenmesi:** Öğrenilmesi istenen olay için

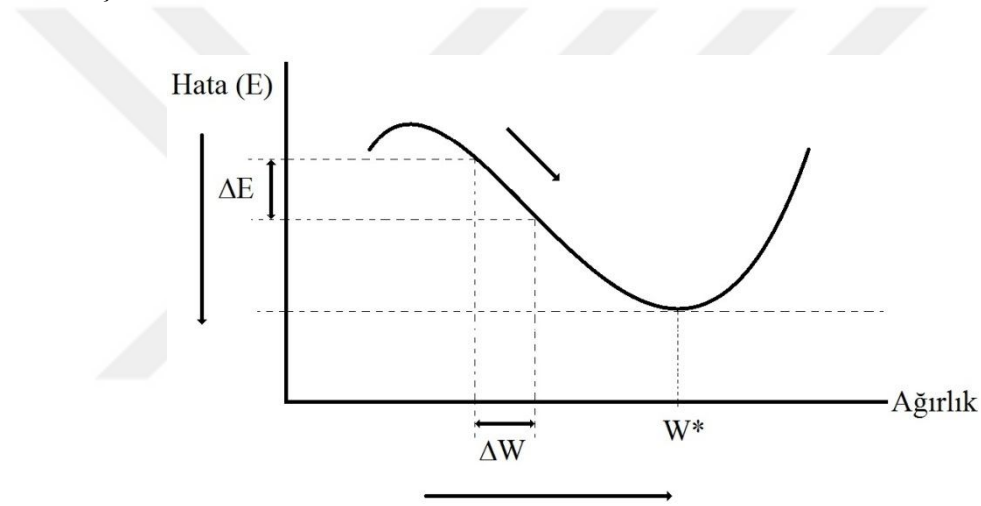
oluşturulacak ağın girdi ünitesi, ara katman, her ara katmandaki proses elemanı ve çıktı elemanı sayıları belirlenir.

- **Öğrenme Parametrelerinin Belirlenmesi:** Ağın öğrenme katsayısı, proses elemanlarının toplama ve aktivasyon fonksiyonları, momentum katsayısı gibi parametreler bu adımda belirlenir.
- **Ağırlıkların Başlangıç Değerlerinin Atanması:** Proses elemanlarını birbirine bağlayan ağırlık değerlerinin ve eşik değer ünitesinin ağırlıklarının başlangıç değerlerinin atanması yapılır. Başlangıçta genellikle rasgele değerler atanır. Daha sonra öğrenme sırasında uygun değerler ağ tarafından atanır.
- **Öğrenme Setinden Örneklerin Seçilmesi ve Ağa Gösterilmesi:** Ağın öğrenmeye başlaması ve yukarıda anlatılan öğrenme kuralına uygun olarak ağırlıkları değiştirmesi için ağa örnekler (Girdi/Çıktı değerleri) belirli bir düzeneğe göre gösterilir.
- **Öğrenme Sırasında İleri Hesaplamaların Yapılması:** Yukarıda anlatıldığı şekilde sunulan girdi için ağın çıktı değerleri hesaplanır.
- **Gerçekleşen Çıktının Beklenen Çıktı İle Karşılaştırılması:** Ağın ürettiği hata değerleri hesaplanır.
- **Ağırlıkların Değiştirilmesi:** Geriye doğru hesaplama yapılarak üretilen hatanın azalması için ağırlıklar değiştirilir.

Yukarıdaki adımlar ÇKA ağına öğrenmesi tamamlanmaya, yani gerçekleşen çıktılar ile beklenen çıktılar arasındaki hatalar kabul edilir düzeye ininceye kadar devam eder. Ağı öğrenmesi için bir durdurma ölçütünün olması gerekir. Bu ise genellikle hatanın belirli bir düzeyin altına düşmesi olarak alınır (Öztemel, 2006).

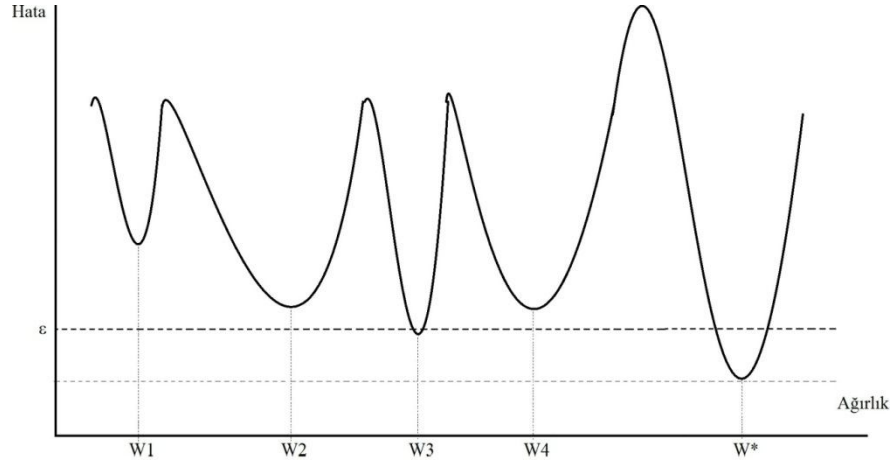
2.3.4.3. Ağın Eğitilmesi

ÇKA ağının eğitilmesi, ağın kendisine gösterilen girdi örnekleri için beklenen çıktıyı üretmesini sağlayacak ağırlık değerlerinin bulunması işlemidir. Başlangıçta bu değerler rasgele atanmakta ve ağa örnekleri gösterdikçe ağın ağırlıkları değiştirilerek istenen ağırlıklara ulaşması sağlanmaktadır. İstenen ağırlık değerlerinin ne olduğu başlangıçta bilinmemektedir. Ağdan istenen problem uzayında en az hata verebilecek ağırlık değerlerinin hesaplanmasıdır. Aşağıdaki şekilde öğrenmenin gösterimi verilmiştir.



Şekil 2. 9: Öğrenmenin Hata Uzayındaki Gösterimi

Ağ W^* değerine ulaştığında hatanın en az olduğu nokta bulunmuş olur. Bu nedenle her iterasyonda ağırlıklarda ΔW kadar bir değişim yapılarak hata düzeyinin ΔE kadar düşmesi sağlanmaktadır. Tahmin edilebileceği gibi problemlerin hata düzeyleri her zaman Şekil 2.9'da ki gibi basit olmayabilir. Şekil 2.10'da daha karmaşık bir hata düzeyi gösterilmiştir.



Şekil 2. 10: Çok Boyutlu Hata Uzayı

Şekilden de görüleceği üzere problemin çözümünde hatanın en az olduğu ağırlık W^* olmasına rağmen uygulamada bu noktayı yakalamak çoğunlukla mümkün olmayabilmektedir. Bu çözüm ağın sahip olabileceği en iyi çözümdür. Ancak bu noktanın nasıl yakalanacağı hakkında kesin bir bilgi yoktur. Ağ, eğitim sırasında kendisi bu çözümü yakalamaya çalışmaktadır. Bazen farklı bir çözüme takılıp kalabilmekte ve performansı iyileştirmek mümkün olamamaktadır. Bundan dolayı kullanıcılar ağların performanslarında ε kadar hatayı kabul etmektedirler. Buna tolerans değeri denmektedir. Şekildeki W_1 , W_2 ve W_4 çözümlerinin hataları kabul edilebilir hatanın üzerinde olduğundan bunlar kabul edilemez çözümlerdir. Bunlara **yerel çözümler** de denir. W_3 çözümü en iyi çözüm olmamasına rağmen kabul edilebilir hata düzeyinin altında bir hataya sahiptir. W_3 de bir yerel çözüm olmasında rağmen kabul edilebilir bir çözümdür. Görüldüğü üzere yapay sinir ağlarının ürettikleri çözümlerin her zaman iyi çözümler oldukları söylenemez. Ancak kabul edilebilir çözümler ürettikleri söylenebilir. Üretilen çözüm en iyi çözüm olsa bile bilinmesi zor, çoğu zaman mümkün değildir.

Ağın iyi sonuçlar bulamamasının değişik nedenleri olabilir. Bunlar;

- Ağın eğitilmesi amacıyla bulunan örnekler problem uzayını tam olarak temsil

etmiyor olması,

- Oluşturulan ağ için doğru parametreler seçilmemiş olması,
- Ağın ağırlıkları başlangıçta olması gerektiği için belirlenmemiş olması,
- Ağ topolojisinin yetersiz seçilmiş olmasıdır.

Bu ve benzeri nedenlerden dolayı oluşturulan ağ, eğitim sırasında hatayı belli bir değer altına düşüremeyebilir. Şekil 10 da gösterildiği gibi W3 ağırlığını bulmuş olabilir ve hatayı daha aşağı düşüremediğinden en iyi çözüm bir yerel uygun değer olabilir. Global çözümün bulunması da mümkün olabilir. Bu tamamen ağın tasarımına, örneklere ve eğitim sürecine bağlıdır. Böyle bir durumda ağın eğitim için uygulanan parametreleri değiştirilerek yeniden eğitilmesi gerekir.

2.3.4.4. Ağın Performansının Ölçülmesi

Yapay sinir ağı performansı denilince öğrenme yeteneği anlaşılmaktadır. Ağın eğitim sırasında kendisine verilen bütün örneklere doğru sonuçlar üretmesi performansının iyi olduğu anlamına gelmeyebilir. Eğitim sırasında gösterilen örneklere doğru sonuçlar üretilmesi ağın iyi öğrendiğini gösterir ancak performansı hakkında kesin bilgi sunmaz. Eğitimi tamamlanmış ağlara daha önce görmedikleri örnekler gösterildiğinde ürettikleri cevaplar o ağın performansını ortaya koyacaktır. Ağın performansı görmediği örnekler karşısında ürettiği doğru cevapların oranı olarak söylenebilir ve aşağıdaki şekilde ölçülebilir.

$$P = \frac{D}{T} \times 100 \quad (2.18)$$

P: Performans Oranı,

D: Test Setinden Doğru Olarak Cevaplandırılan Örnek Sayısı,

T: Test Setinde Bulunan Toplam Örnek Sayısı,

2.3.4.4.3 Ağın Ezberlemesi

Eğitimde doğru sonuçlar üreten ağlar daha önce görmediği örneklere doğru cevaplar veremiyor ise bu duruma ezberleme denmektedir. Ağın eğitimde oldukça iyi sonuçlar elde ediliyor ancak test seti sisteme sokulduğunda ancak %10-20 gibi bir performans ile karşılaşılıyor ise ağın öğrenmediği ezberlediği sonucuna varılabilir. Ağı tasarlayanlar bu durumdan kurtulmak, ağın gerçekten öğrenmesini sağlamak isteyecekleri muhakkaktır. Ezberleyen ağ yerine performansı düşük de olsa öğrenen bir ağ daha kabul edilir sonuçlar üretecektir.

2.3.4.6. ÇKA Ağının Tasarımı

2.3.4.6.1. Örneklerin Seçimi

Örneklerin seçilmesi ağın performansını yakından etkiler. Bunun nedeni ağın bu örneklere göre ağırlıkları ayarlamasıdır. Seçilen örnekler problem uzayını temsil edebilmelidir. Bazen problem uzayındaki örneklerin bir kısmı ağa gösterilmekte ancak tamamı ile ilgili sonuçlar üretmesi beklenmektedir. Bazen ağa örnek uzayının uç değerleri gösterilmekte ve normal değerlere ait sonuçları üretmesi beklenmektedir. Böyle durumlar ağı başarısız gösterebilir. Örnekler ağın genellemeler üretmesini sağlayacak şekilde seçilmeli örnek problem uzayının her tarafından uygun şekilde seçilmelidir.

Problem uzayına ait örneklerin bir kısmı eğitim için kalan kısmı test için kullanılmalıdır. Eğer problem uzayının tüm örnekleri eğitim için kullanılırsa performans testi için örnek kalmayacağından, ağın doğruluğu test edilemez.

2.8.4.6.2. Girdi ve Çıktıların Gösteriminin Belirlenmesi

Örneklerin ağa gösterim şekli oldukça önemlidir. Yapay sinir ağları sadece

sayısal değerler ile çalışabilmektedir. Problem uzayı sadece sayısal değerlerden oluşmayabilir. Böyle bir durumda sayısal olmayan örnekler uygun şekilde sayısallaştırılmalıdır. Bazı durumlarda ise örneklerin gruplara bölünmesi ve o şekilde ağa gösterilmesi gerekebilir. Tasarımcı ağın hesaplama adımlarına göre en uygun dönüşümleri belirlemeli ve örnekleri o şekilde ağa göstermelidir. Tasarlanan ağ tabii olarak çıktı değerlerini de sayısal üretmelidir. Ağın performansının ölçülmesi üretilecek sayısal sonuçlara bağlıdır.

2.3.4.6.3. Başlangıç Değerinin Atanması

Ağın, proses elemanlarını birbirine bağlayan bağlantıların ağırlıklarının başlangıç değerlerinin atanması, performansı ile yakından alakalıdır. Ağırlıklar belirli aralıklarda atanmaktadır. Ağırlıkların büyük başlangıç değerleri ile atanması ağın yerel çözümler etrafında dolaşmasına, küçük başlangıç ağırlıkları ise geç öğrenmeye sebebiyet vermektedir. Genellikle -1 ile 1 arasında belirlenen başlangıç ağırlıklarının başarılı sonuçlar ürettiği görülmüştür.

2.3.4.6.4. Öğrenme ve Momentum Katsayılarının Belirlenmesi

Öğrenme katsayısı ağırlıkların değişim miktarını belirlemektedir. Büyük değerlerin seçimi ağın yerel çözümler etrafında dolaşmasına neden olabilir. Küçük değerler ise öğrenme zamanının uzamasına neden olabilir. Genellikle 0,2 ile 0,4 arasındaki değerlerin uygun sonuçlar ürettiği tecrübe edilmiştir.

Momentum katsayısı bir önceki iterasyondaki değişimin belirli bir oranının yeni değişime eklenmesidir. Benzer şekilde momentum katsayısı da öğrenmeyi etkilemektedir. Momentum katsayısı yerel bir çözüme takılmış ağların bir sıçrama ile daha iyi sonuçlar bulmasını sağlamak amacı ile önerilmiş bir çözümdür. Bundan dolayı

küçük momentum katsayıları yerel çözümlerden kurtulmayı zorlaştırabilir. Tecrübeler momentum katsayısının 0,6 ile 0,8 arasında belirlendiğinde global çözümlere daha kolay ulaşıldığını göstermiştir.

2.3.4.6.4.3 Örnek Setinin Ölçeklendirilmesi

Çok katmanlı ağlarda girdi ve çıktıların ölçeklendirilmesi ağın performansını ilgilendiren konulardan birisidir. Örneklerin ölçeklendirilmesi değerlerin dağılımını düzenli hale getirmektedir. Örnek seti ağın kullandığı transfer fonksiyonlarına uyumlu olmalıdır. Örneğin hiperbolik tanjant fonksiyonu -1 ile +1 arasında değerler alabilmektedir. Ancak gerçek dünyadan derlenen veriler bu fonksiyona uymayabilir. Bundan dolayı derlenen verilerin bu aralığa uydurulması gerekir. Bunun en uygun yolu ölçek kullanmaktır.

Ölçeklendirme yapmak amacıyla genellikle verilerin 0 ile 1 arasına sıkıştırılmasını sağlayan aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$x' = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (2.19)$$

Formüldeki x girdi değerini, x_{\min} girdi değerlerinin en küçüğünü, x_{\max} girdi değerlerinin en büyüğünü ve x' ise ölçeklendirilmiş x değerini göstermektedir.

2.8.4.6.6. Çıktı Setinin Ölçeklendirilmesi

Ölçeklendirilerek eğitilen ağın çıktı değerleri tahmin edilebileceği gibi ölçekli sonuçlar olacaktır. Ancak gerçek dünya verileri ölçekli değildir. Bu durumda yapılması gereken ölçekli olarak elde edilmiş çıktıların ters ölçek ile gerçek dünya verileri haline getirilmesidir. Ters matematiksel dönüşümle çıktı değerleri gerçek verilere dönüştürülür. Bunun için aşağıdaki formül kullanılır.

$$x = x'(x_{\max} - x_{\min}) + x_{\min} \quad (2.20)$$

Formüldeki x girdi değerini, x_{\min} girdi değerlerinin en küçüğünü, x_{\max} girdi değerlerinin en büyüğünü ve x' ise ölçeklendirilmiş x değerini göstermektedir.

2.3.4.6.7.Durdurma Ölçütleri

Çok Katmanlı Ağların eğitilmesi kadar gereksiz yere eğitilmemesi de önem taşır. Eğitilmek istenen ağ probleme en uygun çözümü bulduktan sonra eğitmeye devam edilirse ağırlıkların değiştirmeye devam edeceğinden performansın azalma ihtimali artmaktadır. Bundan dolayı ağın eğitiminin durdurulma zamanının belirlenmesi önem arz eden bir konudur. Genellikle iki durumda ağın eğitiminin durdurulmasına karar verilmektedir:

- *Hatanın belli bir değer altına düşmesi:* Bütün eğitim seti için ortalama hatanın belirli bir değer altına düşmesi durumunda eğitimin durdurulması demektir. Burada dikkat edilmesi gereken konu ortalama hatayı oluşturan bazı değerlerin çok küçük bazılarının ise çok büyük oluşabileceğidir. Ortalamalar kabul edilebilir düzeyde olmasına rağmen bazı örnekler için öğrenme hiç gerçekleşmeyecektir. Bu durumda bu tip örnekler ya eğitim setinden çıkartılır ya da bunların öğrenilmemesine katlanılır. Her eğitim deneyi için kabul edilebilir hata oranı farklı olabilir. Bazı durumlarda %5 bile çok fazla bulunabileceken diğer bazı deneylerde %15 hatta %20 kabul edilir bulunabilir. Buna araştırmacı karar verecektir.
- *Belirli bir iterasyon sonucu:* eğitimin kaç iterasyon sonucu durdurulacağı belirlenmesi, önceden yapılan iterasyonlar sonucu ağın öğrenme kapasitesi anlaşıldıktan sonra yapılabilir. Ancak aynı eğitim seti için, hiçbir parametresi

değiştirilmemiş ağların bile birbirinden bağımsız eğitimlerinin farklı sonuçlar verebileceğinin unutulmaması gerekir.

2.3.4.6.8.Ara Katman ve Proses Eleman Sayılarının Belirlenmesi

ÇKA ağlarında problem çözümü üretiminde kullanılan ara katman ve bu katmanlarda kullanılacak proses eleman sayılarının belirlenmesinde tespit edilmiş bir yöntem bulunmamaktadır. Araştırmacılar bu parametrelerin belirlenmesinde tecrübelerine güvenmek zorunda olmakla beraber yine de en uygun ara katman ve proses elemanı sayısını belirlemek adına uygulanacak yöntemler vardır. Bunlardan bir tanesi büyük ya da küçük bir ağ oluşturup her iterasyon sonucu ağı biraz daha küçülterek ya da büyütürken yeni sonuçları öncekilerle karşılaştırmak yoluyla uygun katman sayısını bulmaktır. Proses elemanı sayısı içinde aynı yöntemi denemek mümkündür.

2.4.YAPAY SİNİR AĞLARININ UYGULAMA ALANLARI

Yapay zekâ, insan zekâsına özgü olan, algılama, öğrenme, çoğul kavramlar arasında ilişki kurma, düşünme, fikir yürütme, sorun çözme, iletişim kurma, çıkarsama yapma ve karar verme gibi fonksiyonları veya otonom davranışları sergilemesi beklenen yapay bir işletim sistemidir. Bu sistem aynı zamanda düşüncelerinden tepkiler üretebilmeli ve bu tepkileri fiziksel olarak dışa vurabilmelidir. Yapay sinir ağlarının uygulama alanları aşağıdaki gibidir (Bahadır, 2008, s. 39-40):

Mühendislik Bilimleri: Uzman sistemler gibi yapay zekânın bir alt dalı olan YSA, görüntü ve ses tanıma ile tahmin ve kestirim için sıkça kullanılan araçlardan biridir.

Finans ve Ekonomi Alanı: YSA, son yıllarda en sık başvurulan menkul kıymet gelecek değer tahmini araçlarından biridir. Teknik analiz yöntemleri ile birlikte

kullanıldıklarında çok önemli sonuçlar verebilmektedir

Arıza Analizi ve Tespiti: Bir sistemin, cihazın ya da elemanın düzenli ve doğru çalışma şeklini öğrenen YSA yardımıyla, bu sistemlerde meydana gelebilecek arızaların tanımlanma olanağı vardır. Bu amaçla YSA; elektrik makinelerinin, uçakların ya da bileşenlerinin, bütünleşik devrelerin v.b. arıza analizinde kullanılmaktadır.

Tıp Alanı: YSA tıp alanında; tıbbi sinyallerin analizi, kanserli hücrelerin analizi, protez tasarımı, transplantasyon zamanlarının optimizasyonu ve hastanelerde giderlerin optimizasyonu v.b. gibi uygulama yeri bulmuştur.

Savunma Sanayi: Silahların otomasyonu ve hedef izleme, nesnelere/görüntüleri ayırma ve tanıma, yeni algılayıcı tasarımı ve gürültü önleme v.b. gibi alanlara uygulanmıştır.

Haberleşme: Görüntü ve veri sıkıştırma, otomatik bilgi sunma servisleri, konuşmaların gerçek zamanda çevirisi v.b. gibi alanlarda uygulama örnekleri vardır.

Üretim: Üretim sistemlerinin optimizasyonu, ürün analizi ve tasarımı, ürünlerin (bütünleşik, kâğıt, kaynak v.b.) kalite analizi ve kontrolü, planlama ve yönetim analizi v.b. alanlarına uygulanmıştır.

Otomasyon ve Kontrol: YSA uçaklarda otomatik pilot sistemi otomasyonu, ulaşım araçlarında otomatik yol bulma/gösterme, robot sistemlerin kontrolü, doğrusal olmayan sistem modelleme ve kontrolü, elektrikli sürücü sistemlerin kontrolü v.b. gibi yaygın uygulama alanları bulmuştur.

3.YSA İLE YAPILAN BAZI TAHMİN ÇALIŞMALARI

YSA modelinin değişik alanlarda uygulanmaktadır. Buna bağlı olarak ekonomik tahmin konusunda da uygulama alanı bulmaktadır. Özellikle borsa ve hisse senedi piyasası konusunda oldukça geniş çalışmalara konu olan YSA ile bazı çalışmalar kısaca aşağıda anlatılmıştır.

Kuo, Lee ve Lee (1996), Taiwan hisse senedi piyasası üzerinde yaptıkları bir çalışmada YSA yönteminden faydalanarak iki farklı YSA modeli oluşturmuşlardır. Birinci modelde teknik göstergelerin yanı sıra ulusal bazı borsa endeksleri de girdi değerleri olarak kullanılmıştır. Bu modelde, araştırmacılar gerekli gördükleri bazı değişkenlerin bir günlük gecikmeleriyle birlikte toplam 42 girdi değeri vardır. İkinci modelde nicel faktörlerin etkisini ölçmek amacıyla birinci modelde kullanılan değişkenlere ek olarak anket sonucu elde ettikleri verileri de sisteme dahil etmişlerdir. Bu verileri, Fuzzy Delphi modeli ile oluşturulan bir yapay sinir ağı ile eğiterek iki çıktı üretmişlerdir. Birinci modelde kullanılan ağın ürettiği çıktı ile ikinci modeldeki ağın ürettiği çıktılar, ayrıca oluşturulan bir yapay sinir ağına girdi olarak verilerek ağın tahmin gücü artırılmaya çalışılmıştır. Sonuçta birinci modelde yapılan tahminlerin kabul edilebilir düzeyde olmasına karşın, ikinci modelde yapılan tahminlerin daha başarılı olduğu görülmüştür.

Bengoechea, Uretaz, Saavedra ve Medina (1996) Şili Santiago borsa endeksi günlük kapanış değerlerini YSA ile tahmin etmek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, çok katmanlı YSA mimarisi kullanılmışlardır. Modelde aktivasyon fonksiyonu olarak tanjant sigmoid fonksiyonu kullanılmıştır. Model geliştirilmiş EKK yöntemine göre öğrenme işlemi yapılmaktadır. Öğrenme katsayısı ve momentum katsayısı alt ve üst limitleri araştırmacılar tarafından belirlenmekle beraber seçimi ağ tarafından yapılmıştır.

Modelde öğrenme katsayısı 0.01 ile 0.5 ve momentum katsayısı da 0.2 ile 1 arasında alınmıştır. Borsa günlük kapanış değerleri, günlük işlem adetleri ve bu değerlerin 10 güne kadar gecikmeleri modele girdi değeri olarak verilmiştir. Modelde 3 gizli katman kullanılmıştır. Çıktı katmanındaki 1 eleman gelecek gün değerini temsil etmektedir. Ağın doğru sonuç üretebilmesi için endeksin yükseliş ve düşüş sinyalleri ayrı ayrı değerlendirmeye alınmıştır. Çalışma sonucunda endeksin yükseliş sinyalleri %63,3, düşüş sinyalleri ise %74,7 doğrulukla tahmin edilmiştir.

Schierhol ve Dağlı (1996) çalışmalarında, S&P 500 endeksi hareket yönünü, günlük kapanış değerleri kullanarak ÇKA ve Olasılıklı Sinir Ağları ile tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada Şubat 1994 ile Eylül 1995 tarihleri arasındaki veriler kullanılmıştır. Bu çalışmada girdi değerleri olarak Japon Yeni, İngiliz Sterlini ve Alman Markı kullanılmıştır. ÇKA modelinde sigmoid aktivasyon fonksiyonu kullanılmış ve geri yayılma algoritması ile eğitim yapılmıştır. Modelde bir gizli katman kullanılmıştır. Çıktı katmanında 'al', 'tut' ve 'sat' anlamına gelen üç eleman bulunmaktadır. Model eğitim setinde %75 başarı sağlamıştır. Bu yapıya ikinci bir gizli katman eklenince öğrenmenin çok hızlandığı ve hata değerinin küçüldüğü görülmüştür. Olasılıklı sinir ağı modelinde ise katsayı ağırlıklarının belirlenmesi için Gaussian fonksiyonu kullanılmıştır. Bu modelin test sonuçlarında, endeksin artış gösterdiği ilk yarıda tahmin değerleri çok başarılı ancak, endeksin düştüğü ikinci yarıda tahmin değerleri artmaya devam etmiştir. Çalışma sonucunda genel olarak çok katmanlı algılayıcının tahminlerine göre yapılan al-sat işlemleri tek gizli katmanlı mimaride %6,10 iki katmanlı mimaride ise %7,21 getiri sağlanmıştır. Olasılıklı yapay sinir ağı modeli ise %8,3 getiri ile çok katmanlı algılayıcıya göre nispeten daha başarılı olmuştur.

S&P 500 endeksini tahmin etmek için yapılan başka bir çalışmada Atiya, Talaat,

ve Shaheen, (1997) 4 farklı eğitim ve test veri seti ve her set için 4 farklı strateji olmak üzere 16 model oluşturmuştur. Birinci stratejide test setindeki tüm hisseler alınır ve 12 ay saklanır. İkinci stratejide ise alınan hisselerden %20 kar ya da zarar edenler satılır. Üçüncü stratejide alınacak hisseler ağ karar vermektedir. Dördüncü stratejide ise satılacak hisseler yine oluşturulan ağ karar vermektedir. Bu şekilde oluşturulan ve alım kararlarının ağ tarafından verildiği modeller diğerlerine göre oldukça yüksek getiri elde etmiştir.

Rast (1999) DAX endeksi teknik gösterge verilerinin ÇKA ve bulanık sinir ağları modellerinin iki farklı dönemdeki tahminlerinin karşılaştırdığı başka bir çalışmada veri aralığını 1998'in ikinci yarısında yaşanan Rusya ve Asya kökenli krizi temel almış ve fiyatların yükseliş periyodunu eğitim amacıyla alçalış periyodu ise doğrulama için kullanmıştır. İkinci dönemde ise Ekim 1987'de meydana gelen dünya borsa krizi incelenmiştir. Oluşturulan her iki modelde de endeks yüzde değişimi, bir gün önceki değer, bugünkü değer ve bir günlük hareketli ortalama girdileri kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Modellerin performansı ise tahmin değerlerinin yükselişe işaret etmesi durumunda al; alçalışa işaret etmeleri durumunda sat sinyali olarak değerlendirilmesiyle hesaplanan getiriye göre belirlenmiştir. Rast, birinci dönemde yapay sinir ağının bulanık ağa göre daha yüksek getiri sağladığını, ikinci dönemde ise farklılığın birinci döneme göre daha az olduğunu belirtmiştir.

Kim, Oh ve Han (2000) Kore hisse senedi piyasası üzerinde yaptıkları bir çalışmada 1987 ile 1996 yılları arasındaki haftalık veriler kullanılarak endeks tahmini yapılmışlardır. Girdi değişkeni olarak 13 farklı teknik gösterge seçilmiştir. Üç farklı model oluşturulmuştur. İlk oluşturulan ağ modelinde değişken seçimi, gizli katman eleman sayısı ve bağlantı ağırlıkları genetik algoritmalar ile belirlemiştir. İkinci

modelde geri yayımlı ağ kullanılmış ve modelin eğitimi genetik algoritmalar ile yapılmıştır. Son modelde ise ağın yapısı, optimizasyonu, ağırlıkların belirlenmesi ve değişim noktası tespiti için genetik algoritmalar kullanılmıştır. Uygulama sonucunda üçüncü modelin en uygun değeri ürettiği belirtilmiştir.

Chan, Wong ve Lam (2000) 'in çalışmalarında geri yayılma algoritması yerine eşlenik gradyan (conjugate gradient) ve başlangıç ağırlıklarının atanması için çoklu doğrusal regresyon modeli önerilmiştir. Çalışmada Shanghai Borsası 1994-1996 yılları arasındaki günlük veriler kullanılmıştır. Modelde 10 elemanlı girdi, 5 elemanlı gizli ve 1 elemanlı çıktı katmanı vardır.

Liu ve Yao (2001) evrimsel sinir ağları kullandıkları çalışmalarında, modelin tahmin başarısını test etmişlerdir. Evrimsel yöntemin ağın en uygun yapısını evrim süreci içerisinde belirleyebilmesi ve geri yayılma algoritmasının yavaşlığını ortadan kaldırarak genel en uygun çözümü bulamama riskini azaltmasının avantajları bu çalışmada ortaya konmuştur.

Zorin ve Borisov (2002) tarafından Riga endeksi üzerinde yapılan bir çalışmada 2000 yılı günlük kapanış verileri eğitim için, 2001 Ocak ayı verileri test için kullanılmıştır. Oluşturulan YSA modeli ile ARMA ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. YSA modelinin daha başarılı sonuçlar elde ettiği belirtilmiştir.

Phua, Zhu ve Koh (2003) endeksleri oluşturan bileşenlerin 1994-2002 yılları arasındaki günlük değerleri kullanarak beş farklı borsa üzerinde (DAX, DJIA, FTSE-100, HSI, NASDAQ) tahminlerde bulunmuşlardır. Güven aralığı metodunun oluşturulan farklı ağ modellerine göre daha başarılı sonuçlar ürettiği belirtilmiştir.

Qiong, Xin, Ren ve Kuroiwa (2004) Ağustos 2002 ile Kasım 2003 tarihleri arası

günlük teknik gösterge verileri kullanmışlardır. Tokyo Borsası üzerinde ileri beslemeli model ile al, sat ve tut sinyalleri üreten bir çalışma yapmışlardır. 10 elemanlı girdi katmanı, 10 elemanlı gizli katman ve 3 elemanlı çıktı katmanından oluşan YSA modeli tasarlamışlardır. Bu çalışmada çıktı elemanlarından bir tanesi 1 değerini diğerleri 0 değerlerini üretmektedir. Çalışma sonucunda YSA modelinin istatistiksel yöntemlerden daha iyi sonuç ürettiği belirtilmiştir.

Avcı (2007) yaptığı çalışmada İMKB-100 endeksi Ocak 1996 ile Haziran 2005 tarihleri arasındaki verileri kullanmış, günlük ve dönemsel tahminlerde bulunmuştur. Veriler %70 eğitim, %20 doğrulama ve %10 test için kullanılmıştır. Araştırmada ileri beslemeli ÇKA ağı kullanılmıştır. Model 1 gizli katmana sahiptir. Gizli katman eleman sayıları 7, 14 ve 28 elemanlı olarak denenmiştir. Modelin günlük tahminlerde daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Lee, Yoo ve Jin (2007) ise Kore hisse senedi fiyat endeksi tahmini için ARIMA ve YSA ile iki farklı model oluşturarak, bu modellerde Ocak 1999 ile Mayıs 2006 arasındaki verileri kullanmış ve çalışma sonucunda ARIMA yönteminin endeks, YSA modelinin ise getiri tahmininde daha başarılı olduğu belirtilmiştir.

Abdelmouez, Hashem, Atiya ve Al-Gama (2007) NYSE, NASDAQ ve S&P 500 gibi endekslerden elde edilen 223 sektör endeksinin Ocak 1988 ile Temmuz 2001 tarihleri arasındaki göstergelerini kullanarak Box-Jenkins, Çoklu Regresyon ve YSA yöntemleri ile tahmin çalışması yapılmıştır. Çalışmada öncelikle ARMA modeli ile çoklu regresyon modeli karşılaştırılmış ve ARMA modelinin daha başarılı sonuçlar ürettiği belirtilmiştir. Bu işlemden sonra ARMA ile YSA modeli karşılaştırılmış, YSA tahminlerinin ARMA tahminlerinden daha başarılı olduğu belirtilmiştir.

Arisa ve Mohamad (2008) Kuala Lumpur bileşik endeksi eğilim yönünün, genelleştirilmiş ileri beslemeli sinir ağları ve çok **katmanlı** algılayıcılar ile tahmin edilmesine yönelik çalışmalar yapmışlardır. Endeksin açılış, en düşük, en yüksek ve kapanış değerleri ve haftanın günlerini temsilen 5 kukla değişken kullanılmıştır. Çalışmada Temmuz 2001 ile Şubat 2003 tarihleri arasındaki verilerin %90'ı eğitim, %10'u ise test için kullanılmıştır. Çalışmada 1, 2 ve 4 gizli katmanlı YSA modeli ile 5 ve 10 günlük MA tahminleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda 1 gizli katmanlı YSA modelinin diğer YSA modellerine göre daha iyi sonuç ürettiği belirtilmiştir. Ayrıca YSA modelinin MA modeline göre daha iyi tahminlerde bulunduğu görülmüştür.

Buliali, Fatichah ve Susanto (2009) Jakarta bileşik endeksi tahmini için Temmuz 1997 ile Aralık 2007 arası günlük endeks değerleri ile teknik göstergeleri kullanarak iki farklı YSA modeli oluşturulmuşlardır. Geri yayımlı çok katmanlı algılayıcılar kullanılarak oluşturulan modellerde eğitim verilerinin yarısı Monte Carlo benzetimi ile üretilmiştir. Modellerin birisi 6 aylık diğeri 1 yıllık dönemler için eğitilmiş ve 3, 6 ve 9 aylık tahminler üretilmiştir. Monte Carlo benzetimi ile üretilen veriler eklendiğinde üretilen tahminlerin daha iyi olduğu görülmüştür.

4.BİST SİNAİ ENDEKSİNİN YSA İLE TAHMİNİ ÜZERİNE UYGULAMA ÇALIŞMASI

4.1.ARAŞTIRMANIN AMACI VE KAPSAMI

İleriye öngörmek, özellikle de ekonomik olaylar bağlamında insanlar için önem arz etmektedir. İktisadi bağlamda bir sonraki fazın ne olabileceği hakkında fikir sahibi olanlar, genelde uzun yıllara dayanan tecrübe ya da sezgilerini kullanarak hareket etmekte, piyasadaki davranışları yüksek riskler içerebileceğinden ekonomik kayıplara uğrama olasılıkları artmaktadır.

Piyasada ekonomik kazanç elde etmenin yöntemlerinden birisi de portföy yatırımı yapmaktır. Yatırımcılar paralarını farklı finansal araçlar arasında sezgisel olarak dağıtarak risklerini en aza indirmek, bu arada kazançlarını en yüksek düzeye çıkarmak isterler. Ancak finansal birikimin dağıtılması her ne kadar riski azaltsa da karı en yüksek düzeye çıkartmada etkili bir yol değildir.

Araştırmada belirsiz davranışlar gösteren borsa endeksi üzerindeki hareket yönü ve gelecek değeri tahmin edilerek yatırımcıya sezgisel değil bilimsel öngörü bilgisi temin etme amaçlanmıştır. Böylece yüksek riskli bir ortamda mümkün olan en düşük risk ve yüksek getiri sağlanması amaçlanmıştır. Bu kapsamda reel sektör endekslerinden Borsa İstanbul Sınai Endeksin (BİST XUSIN) hareket yönü ve endeks puanı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla endeksi etkilediği düşünülen bazı makroekonomik veriler kullanılmıştır.

4.2.MATERYAL VE YÖNTEM

4.2.1.Materyal

Çalışmada İMKB Sınai Endeksi etkileyeceği düşünülen parametreler, aylık

enflasyon oranları(%), 6 aylık ortalama banka faiz oranları(%), altın fiyatları(USD/ons) ve döviz fiyatları (Amerikan Doları) bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır. Bağımlı değişken ise BIST XUSIN aylık kapanış değerleridir. Bağımlı değişkenin 1 gecikmesi, 2 gecikmesi ve 3 gecikmesi de ayrı ayrı olarak modele eklenmesi ile sistemin etkinliği karşılaştırılmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan YSA modelinde Çalışmada MATLAB paket programından faydalanılmıştır

4.2.2.Yöntem

Çalışmada ileri beslemeli geri yayımlı Yapay Sinir Ağı hesaplama modeli kullanılmıştır. Hesaplama aşamasında parametreler değiştirilerek en uygun sonuç elde edilmeye çalışılmıştır.

4.2.2.1.Bağımsız Değişkenlerin Belirlenmesi

Bağımsız değişkenlerin doğru belirlenmesi sonucun da en uygun tahmin edilebilirliğini etkileyecektir. Bağımlı değişken üzerinde etkisi az olan bir değişkeni sisteme almak sonuca ulaşmada zaman kaybına neden olabilir. Bundan dolayı bağımlı değişken üzerindeki en etkili değişkenler belirlenmeye çalışılmıştır.

Bağımsız Değişken 1 (Faiz Oranı):

Faiz oranları hisse senedi fiyatları üzerinde dolaylı ve dolaysız olarak iki tür etkiye sahiptir. Yatırımcılar, yatırımlarından elde edecekleri getiri oranının en az piyasadaki faiz oranı kadar olmasını beklerler. Dolayısı ile bu oranı yatırımlarından bekledikleri nakit akışlarının bugünkü değerini belirlerken iskonto oranı olarak kullanırlar. Faiz oranının gerçek değerini hesaplanmasında kullanımı, faiz oranının yatırımcının al/sat kararında dolaysız olarak etkin bir rol oynamasına neden olur. Al/sat kararı da hisse senedi fiyatlarında belirleyici etkindir (Durukan, 1999).

Faiz oranının değer belirleyici rolünün yanında, Fitzpatrick (1994) ve Abdullah ve Hayworth (1993) izlenerek, yatırım aracı olarak hisse senetlerine alternatif olan tahvillerin faiz oranlarının da hisse senedine talebi etkileyerek, hisse senedi fiyatları üzerinde dolaylı olarak etkili olacağı öne sürülebilir. Faiz oranlarındaki artış, yatırımcıları hisse senetlerinden tahvile yönlendirerek, hisse senedi fiyatlarında düşüşe neden olacaktır. Ayrıca, faiz oranlarındaki artış, firmaların finansman maliyetlerini artırarak, firmaların beklenen kazançlarında düşüşe neden olabilir. Bu durum ekonomide durgunluk olacağı beklentisini artırarak, hisse senedi fiyatlarında düşürücü bir etki yapar (Durukan, 1999).

Drakos (2001) ile Zafar, Urooj ve Durrani (2008) yaptıkları çalışmalarda hisse senedi fiyatları ile faiz oranları arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu sonucuna varmışlardır. Durukan (1999) ise faiz oranı değişkeninin test edilen tüm diğer değişkenlere göre farklılaştığını ve regresyon denklemlerinde negatif değer aldığını, istatistiksel olarak da anlamlı olduğunu vurgulamıştır. Zügül ve Şahin (2009) gibi araştırmacılar da yaptıkları çalışmada İMKB 100 endeksi ile faiz oranları arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu sonucuna varmışlardır.

Bağımsız Değişken 2 (Altın Fiyatları):

Altın tüm dünyada kurumsal olarak ve özellikle de bazı ülkelerde hem kurumsal hem de bireysel olarak önemli bir yatırım aracıdır. Bu bağlamda hisse senetlerine alternatif oluşturacağı göz önünde bulundurularak aralarında ters yönlü bir ilişki olabileceği düşünülebilir.

Atan, Tanrıöven, Kayacan ve Boztosun (2004) çalışmalarında analiz ettikleri 29 hisse senedinden 14 tanesinin altın fiyatları ile aynı yönde hareket ettiği yani aralarında

pozitif yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Albeni ve Demir (2005) ise çalışmalarında Cumhuriyet altınındaki %1 oranındaki bir artışın mali sektör hisse senedi fiyatlarında %4,5 oranında bir artışa neden olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu durum cumhuriyet altınının mali sektör hisse senetlerine alternatif bir yatırım aracı olduğu tezi ile çelişmektedir.

Bağımsız Değişken 3 (Para Arzı):

Para arzındaki değişimler genel ekonomi üzerindeki dolaysız etkilerinden dolayı, öncelikle, finansal piyasaları etkilemektedir. Para arzındaki artış oranı yüksek ise, kredi olarak borç verilebilecek para miktarındaki fazlalıktan dolayı piyasa faiz oranları düşecektir. Ayrıca, para arzındaki yüksek artış oranı firmaların faaliyetlerinde artış ve ekonomik büyümeye neden olarak, hisse senedi fiyatlarını artırıcı rol oynayacaktır. Bu etkilerin ötesinde, yüksek para arzı enflasyona neden olarak faiz oranlarını artıracaktır. Dolayısı ile para arzındaki artış nedeni ile ortaya çıkan hisse senedi fiyatlarındaki artış, enflasyonu kontrol etmek amacı ile uygulanan kısıtlamalar nedeni ile olumsuz etkilenecektir (Durukan, 1999).

Akkum ve Vuran (2005) da çalışmalarında para arzı ile getiriler arasında beklenen pozitif ilişkinin genelde görülemediğini göstermiştir. Bu durum araştırma döneminde para arzında yaşanan bir genişlemenin toplam talebe etkisi nedeniyle hisse senedi fiyatlarında artış yaratmamış olması olasılığını düşündürmektedir. Benzer şekilde Zügül ve Şahin (2009) de çalışmalarında M1 para arzı ile İMKB 100 endeksi arasında negatif yönlü bir ilişki ortaya çıkmıştır. Atan, Tanrıöven, Kayacan ve Boztosun (2004) çalışmalarında test ettikleri 29 hisse senedinden 15 tanesinin (%52) β katsayısının pozitif değer almış olması bu senetlerin getirilerinin para arzı ile aynı yönlü hareket

ettiğini göstermektedir.

Eş-bütünleşme analizi hem M1 hem de M2 para arzı ile hisse senedi fiyatları arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan, hata düzeltme modeli ile M1 ve hisse senedi fiyatları arasında uzun dönemli bir ilişki olmadığı görülmektedir. Uzun vadeli ilişki ile ilgili olarak, model, M2 ile hisse senedi fiyatları arasında tek yönlü bir nedensellik görmektedir. Bu model aynı zamanda M2 para arzının hisse senedi fiyatları üzerinde kısa vadedeki etkilerini kanıtlamaktadır. Yapılan analiz para arzının borsa üzerinde etkin olmadığını göstermektedir (Husain & Mahmood, 1999).

Bağımsız Değişken 4 (Enflasyon):

Fiyatların genel düzeyindeki devamlı bir artış süreci ile beraber paranın satın alma gücünde de azalmayı ifade eden enflasyon, hisse senedi fiyatlarını etkilediği araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Enflasyon oranındaki artış milli paranın değerini düşüreceğinden hisse senetlerinin fiyatında bir artış olacaktır. Bu bakış açısı ile teoride enflasyon ile hisse senedi fiyatları arasında pozitif yönlü bir ilişki beklenir (Karamustafa & Karakaya, 2004).

1953-71 döneminde beklenen enflasyon oranı ile hisse senedi getirileri arasında negatif bir ilişki vardır (Fama & Schwert, 1977). Fama (1981), diğer bir çalışmasında ise hisse senedi getirileri ile enflasyon arasındaki negatif ilişkinin, enflasyonun harcamalar ve sermaye ve üretimdeki ortalama reel getiri oranı gibi reel aktiviteler üzerindeki olumsuz etkisinden kaynaklandığını öne sürmüştür.

Adrangi ve Chatrath (2002), Bordo, Dueker ve Wheelock (2008) ve Shanmugam ve Mısra (2002) gibi birçok araştırmacı enflasyon ile hisse senedi fiyatları arasında

negatif bir ilişki olduğunu savunmuşlardır. Fosback (1991), Abdullah ve Hayworth (1993) gibi araştırmacılar ise enflasyonist ortamlarda hisse senetleri fiyatlarının da yükselişe geçeceğini, yani enflasyon ile hisse senedi fiyatları arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunduğu öne sürmüşlerdir. Durukan (1999) ise yaptığı çalışmada borsa endeksi ile enflasyon oranı arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna varmıştır. Akkum ve Vuran (2005) yaptıkları çalışmada enflasyonist ortamın hisse senedi fiyatlarında düzeltme hareketlerine neden olduğu ve fiyatların yükselmesini sağladığını bundan dolayı aralarında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna varmışlardır.

Atan, Tanrıöven, Kayacan ve Boztosun (2004) yaptıkları çalışmada, inceledikleri 20 hisse senedindeki enflasyon oranına ait β katsayısını istatistiksel olarak anlamlı ve bu hisse senetlerinden 14 tanesinin de β katsayısı pozitif değer almıştır. Yani bu hisse senetlerinin getirilerinin enflasyon göstergesi olan fiyat endeksi ile aynı yönde hareket ettiği bulgusuna ulaşılmıştır.

4.2.3.YSA Parametrelerinin Belirlenmesi

4.2.3.1.Girdi Katmanı

Bir YSA ağı girdi ile çıktı katmanları ve bu iki katman arasındaki gizli katman ya da katmanlardan oluşur. Önceki konularda anlatıldığı gibi genellikle logaritmik sigmoid ve hiperbolik tanjant fonksiyonları kullanılarak girdi ve çıktı fonksiyonları oluşturulur. Her ne kadar farklı girdi ve çıktı fonksiyonları bulunsada amaca yönelik olarak ara katman ya da katmanlarda da bu iki fonksiyonu kullanarak en iyi çözüme ulaşmaya çalışılacaktır. Girdi değerlerinin $(-\infty, +\infty)$ aralığında olması olasılığı göz önünde bulundurulduğunda hiperbolik tanjant fonksiyonu kullanmak, $[0, \infty)$ olduğu durumlarda logaritmik sigmoid fonksiyonu kullanmak doğru sonuçlar elde etmek

açısından oldukça önemlidir. Çalışmada kullanılacak veriler her ne kadar $[0,1]$ aralığında olaksa da gizli katmanlardaki hesaplamaları bozmaması amacı ile girdi katmanında hiperbolik tanjant fonksiyonu kullanılacaktır.

4.2.3.2. Çıktı Katmanı

Çalışmada kullanılacak veriler normalizasyona tabi tutulacağından $[0,1]$ aralığına indirgeneceklerdir. Çıktı sonuçlarının da $[0,1]$ aralığında olacağı tahmin edilmektedir. Ancak gizli katmandan gelecek olan verilerin bozulmaması amacı ile çıktı katmanında hiperbolik tanjant ve logaritmik sigmoid fonksiyonları en iyi çözüm bağlamında denenecektir.

4.2.3.3. Gizli Katmanlar

Çalışmada 1 den 10 a kadar gizli katman en iyi çözüm bağlamında kullanılacaktır. Her gizli katman altında da 1 den 100 e kadar eleman sayısı onarlı artırılarak aynı amaçla değerlendirilecektir.

4.2.3.4. Ağ Parametreleri

Kullanılacak ağ ve parametreleri Matlab paket programında kullanılış tarzına göre ifade edilmiştir.

Eğitim Metodu: Oluşturulacak ağda Levenberg-Marquardt geri yayılmalı eğitim metodu (trainlm) kullanılacaktır.

Öğrenme Metodu: Momentum ağırlık ve önkatsayılı eğimli azaltma öğrenme fonksiyonu (learngdm) kullanılmıştır.

Performans Fonksiyonu: Ağda ortalama mutlak hata (mean absolute error) performans fonksiyonu kullanılmıştır.

Katsayı ve Ağırlık Değiştirme Fonksiyonu: Ağda katsayı ve ağırlıklar tamsayı bölme fonksiyonu (divide with integer) ile değiştirilecektir.

İterasyon Sayısı: Eğitim için ağın kullanabileceği azami döngü adeti 100 000 olarak belirlenmiştir. Bu sayı olması gerektiğinden çok fazla olduğundan sonuca etki etmeyecektir. Bilakis ağın bu kadar iterasyona ulaşamayacağı öngörülmektedir.

Hata Hedefi: Eğitimdeki hata hedefi 0 (Sıfır) olarak kabul edilmiştir. Hiçbir zaman sıfır hatanın mümkün olmadığı aşikârdır. Ancak bu hedeften amacımız, daha önemli olan diğer parametrelerin tutturulması ve bu sayede en küçük hatalı sonucun bulunmasıdır.

Öğrenme Katsayısı: Her bir eğitim döngüsünde elde edilen yeni katsayının eskisini ne kadar etkileyeceğini belirten öğrenme katsayısı 0,3 olarak alınmıştır. Bunu amacı ne çok büyük bir öğrenme ile hedefi aşma ne de çok küçük bir öğrenme ile hedefe ulaşamama kaygısını ortadan kaldırmaktır.

Moment Katsayısı: Moment katsayısı orta değer olan 0,7 olarak kabul edilmiştir. Öğrenme katsayısında olduğu gibi çok küçük değerlerle hedefin uzağında kalmak ya da çok büyük değerlerle hedefi aşmamak için ılımlı değerlerle çalışmak gerektiğinden sözü edilen moment katsayısı ağda kullanılmıştır.

4.3.BULGULAR

Geliştirilen YSA modelinde “tam doğru sonuç” kavramından bahsedilmiştir. Bu kavramı kullanmamızdaki amaç, ortalama mutlak hata terimi yerine sistemin gerçekleşen endeksi istatistiksel güven aralığı içinde bulup bulmadığını göstermek içindir. $\alpha=0,05$ için, tahmin sonucunun $XUSIN-(\alpha/2)$ ile $XUSIN+(\alpha/2)$ aralığında olması durumunda tam doğru olarak kabul edilmiştir.

4.3.1. Tek Gizli Katmanlı YSA

Tek gizli katman kullanımında giriş ve çıkış için yazılımın kabul ettiği mevcut değerler kullanılmış, gizli katman için hiperbolik tanjant fonksiyonu kullanılmıştır. 10 adet deneme sonucu en iyi sonuçlar bulunmuştur. Ayrıca gerçekleşen endeksin bir, iki ve üç gecikmesi de modele bağımsız değişken olarak eklenmiş ve aynı metotla en iyi sonuçlar da karşılaştırılmıştır. Tek gizli katman kullanımı altında eğitim verilerini gecikmesiz, bir gecikmeli, iki gecikmeli ve üç gecikmeli olarak sisteme vererek sonuçlar elde edilmiştir. Sistemin eğitiminin ardından 2007-2009 periyoduna ait veriler sisteme verilerek tahmin sonuçları elde edilmiştir. Elde edilen tahminler, gerçekleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar hem tablo hem de grafik olarak sunulmuştur.

Tablo verileri elde edilen mutlak hatalar, tam doğru sonuçlar ve tam doğru sonuç tahmin oranı şeklinde verilmiştir. Grafik gösteriminde ise elde edilen mutlak hataların 10 denemede izlediği seyir verilmiştir.

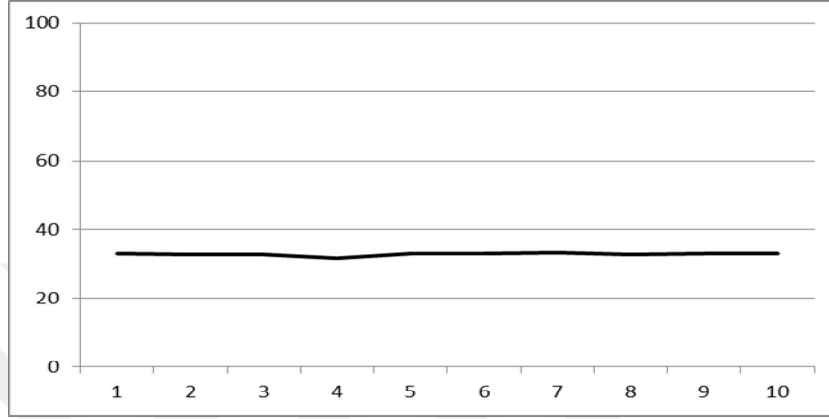
4.3.1.1. Gecikmesiz Model

Tek Elemanlı Gizli Katman

Tablo 4.1: Tek Gizli Katmanlı Tek Elemanlı YSA Gecikmesiz Model Sonuçları

Deneme No	Mutlak Hata (%)	Tam Doğru Sonuç	Tam Doğru Tahmin Oranı (%)
1	32,95	4	11,11
2	32,76	4	11,11
3	32,89	4	11,11
4	31,79	4	11,11
5	33,04	4	11,11
6	33,08	2	5,56
7	33,26	2	5,56
8	32,90	4	11,11
9	33,00	4	11,11
10	32,99	4	11,11

Tek elemanlı tek gizli katmanlı modelde ortalama mutlak hata %31,79 ila %33,08 aralığında bulunmuştur. İki denemede 36 endeks verisinin 2 adeti, sekiz denemede ise 4 adeti tam doğru tahmin edilmiştir. Tam doğru tahmin oranı %5,56 ve %11,11 olarak gerçekleşmiştir. Sistem kararlı ancak isabetli değildir.



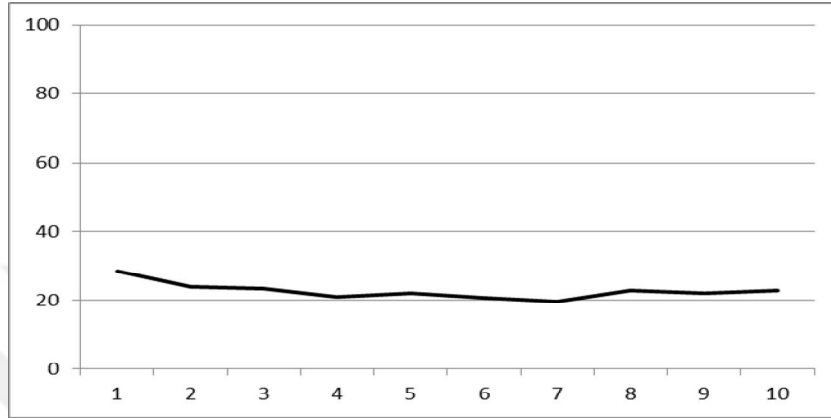
Şekil 4.1: Tek Gizli Katmanlı Tek Elemanlı YSA Gecikmesiz Model Mutlak Hata Oranları

On ve Daha Fazla Elemanlı Gizli Katman

Tablo 4.2: Tek katmanlı ve 10 ila 100 arası gizli elemanlı YSA modelindeki tam doğru sonuçlar

Deneme No	GİZLİ KATMAN ELEMAN SAYISI																			
	10		20		30		40		50		60		70		80		90		100	
	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %
1	6	23,00	4	30,73	8	26,49	3	23,03	4	26,48	6	15,87	10	14,98	6	28,88	5	22,12	2	24,81
2	5	32,10	10	29,65	6	36,21	2	27,49	8	22,03	7	19,26	5	24,17	5	18,10	6	15,83	7	20,73
3	5	28,57	7	25,44	9	24,35	6	26,11	7	15,90	15	11,29	5	17,96	4	20,90	1	24,18	8	23,46
4	3	27,34	7	25,74	9	27,46	5	19,34	3	24,08	5	15,38	8	13,64	4	20,02	1	29,55	7	27,61
5	5	27,44	13	13,98	9	15,21	8	18,54	5	21,01	8	13,63	5	20,93	5	29,78	6	22,02	6	18,37
6	6	28,20	5	26,74	6	28,97	4	19,69	3	24,90	3	42,09	3	20,08	3	25,47	7	19,22	5	25,96
7	4	32,28	3	14,34	8	21,59	9	26,40	4	21,72	7	25,39	2	22,38	5	33,51	7	30,97	8	13,56
8	2	24,44	1	24,22	7	17,80	7	16,06	6	27,87	1	24,23	6	18,09	9	12,16	6	23,62	4	16,12
9	5	32,13	4	20,27	4	18,01	6	17,71	8	21,09	8	13,26	4	21,95	5	27,88	10	16,92	6	23,91
10	4	29,87	7	28,41	3	19,44	9	17,03	9	15,31	6	26,21	4	23,54	8	12,20	4	16,28	1	33,19
ORT	4,50	28,54	6,10	23,95	6,90	23,55	5,90	21,14	5,70	22,04	6,60	20,66	5,20	19,77	5,40	22,89	5,30	22,07	5,40	22,77

Tablo 4.2'ye göre sonuçlara ait ortalama mutlak hata oranları %28,54 ile %19,77 arasında dağılmaktadır. Elde edilen tam doğru sonuçlar yeterli sayıda olmadığından YSA modeli geçerli olarak kabul edilmemiştir. Şekil 4.2 'de tasarlanan YSA modeline ait ortalama mutlak hata oranları grafik halinde gösterilmiştir.



Şekil 4.2: Tek Katmanlı ve 10 İla 100 Arası Gizli Elemanlı YSA Modeli Ortalama Mutlak Hata Oranları

4.3.1.2. Bir Gecikmeli Model

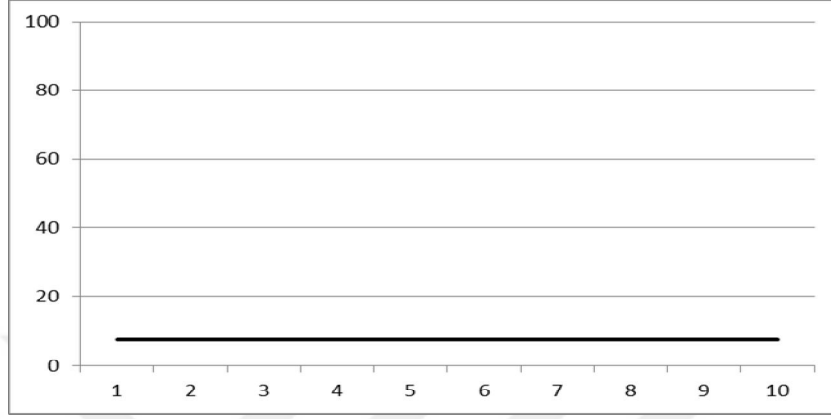
Tek Elemanlı Gizli Katman

Tablo 4.3: Bir Gecikmeli Tek Gizli Katmanlı YSA Modeli Sonuçları

Deneme No	Mutlak Hata (%)	Tam Doğru Sonuç	Tam Doğru Tahmin Oranı (%)
1	7,69	14	38,89
2	7,62	14	38,89
3	7,60	15	41,67
4	7,58	15	41,67
5	7,60	15	41,67
6	7,60	14	38,89
7	7,77	14	38,89
8	7,61	14	38,89
9	7,60	15	41,67
10	7,60	15	41,67

Bir gecikmeli tek elemanlı tek gizli katmanlı modelde ortalama mutlak hata %10 oranının altına inerek %7,58 ila %7,77 aralığında gerçekleşmiştir. Her denemede 36

verinin 14 ila 15 adeti tam doğru tahmin edilmiştir. Tam doğru tahmin oranı %38,89 ile %41,67 aralığında gerçekleşmiştir. Sistem kararlıdır. Ancak tam doğru bilme oranı yükselmiş olmasına rağmen yetersizdir.



Şekil 4.3: Bir gecikmeli Tek Elemanlı Gizli Katmana Sahip YSA Modeli Mutlak Hata Oranları

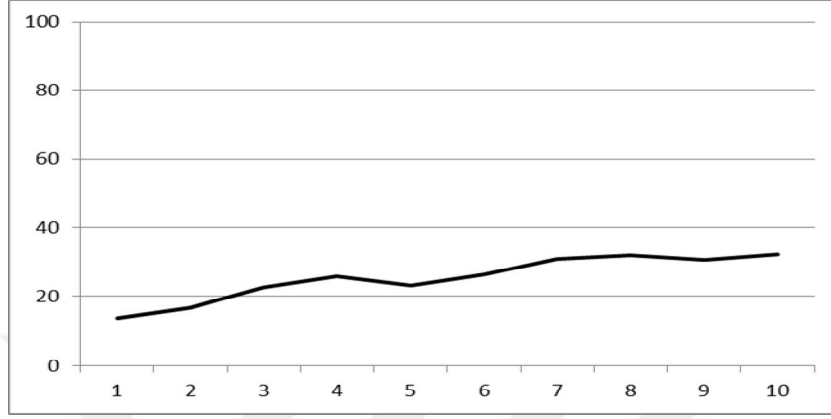
On ve Daha Fazla Elemanlı Gizli Katman

Tablo 4.4: Bir Gecikmeli Tek Katmanlı ve 10 ila 100 Arası Gizli Elemanlı YSA Modelindeki Tam Doğru Sonuçlar

Deneme No	GİZLİ KATMAN ELEMAN SAYISI																			
	10		20		30		40		50		60		70		80		90		100	
	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %
1	12	15,22	9	15,32	7	15,64	3	27,46	5	23,97	4	32,43	6	17,09	9	14,09	2	33,60	3	43,92
2	12	16,43	7	18,97	6	19,66	1	34,31	6	13,86	5	22,44	5	21,38	4	45,48	4	21,45	3	32,61
3	10	11,53	6	16,19	7	24,06	10	20,00	3	43,99	8	27,62	8	38,95	11	23,82	1	38,43	5	32,82
4	5	12,10	12	12,46	6	24,72	5	23,76	7	15,10	6	22,16	3	29,99	7	25,98	12	31,29	3	44,06
5	11	11,91	8	14,70	5	22,09	4	32,25	7	15,96	7	22,68	5	38,38	4	41,54	6	35,67	4	39,26
6	14	14,25	9	23,39	6	33,70	7	29,23	8	18,91	7	29,48	5	58,60	5	26,81	6	20,28	6	21,30
7	9	21,60	10	19,02	5	30,38	4	25,75	4	30,68	5	36,74	3	29,80	2	40,45	4	27,41	5	25,71
8	7	15,75	8	16,64	4	19,93	5	27,25	3	26,73	4	32,58	7	15,16	5	46,37	9	21,00	8	25,13
9	12	12,26	8	20,74	4	19,55	1	22,47	13	13,96	6	21,55	2	38,29	8	16,97	6	23,70	5	24,69
10	15	8,40	8	9,97	7	16,89	7	15,65	6	28,12	7	16,59	3	20,87	2	37,77	6	53,16	8	33,71
ORT	10,70	13,95	8,50	16,74	5,70	22,66	4,70	25,81	6,20	23,13	5,90	26,43	4,70	30,85	5,70	31,93	5,60	30,60	5,00	32,32

Tablo 4.4'te görüldüğü üzere bir gecikmeye sahip 10 dan 100 e kadar elemana

sahip gizli katmanlı YSA modelinde eleman sayısı arttıkça ortalama mutlak hata artmaktadır. Gizli katman eleman sayısı arttıkça tam doğru tahmin sayısı da azalmaktadır.



Şekil 4.4: Bir Gecikmeli 10 ve Daha Fazla Elemanlı Gizli Katmana Sahip YSA Modeli Mutlak Hata Oranları

4.3.1.3. İki Gecikmeli Model

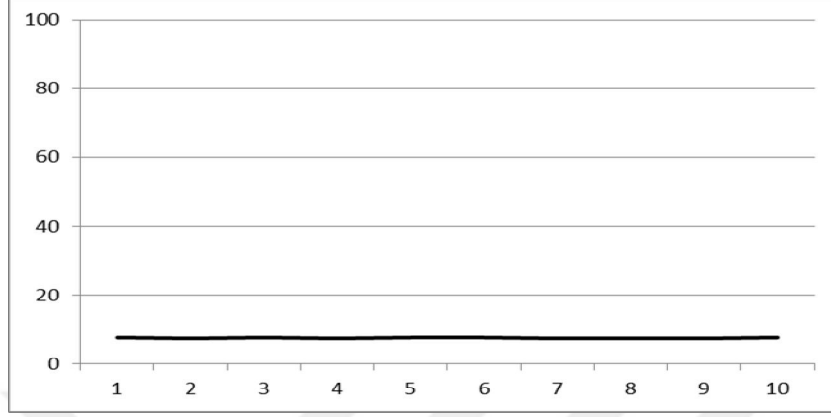
Tek Elemanlı Gizli Katman

Tablo 4.5: İki Gecikmeli Tek Gizli Katmanlı YSA Model Sonuçları

Deneme No	Mutlak Hata (%)	Tam Doğru Sonuç	Tam Doğru Tahmin Oranı (%)
1	7,56	15	41,67
2	7,49	14	38,89
3	7,56	15	41,67
4	7,45	16	44,44
5	7,58	15	41,67
6	7,58	15	41,67
7	7,55	14	38,89
8	7,55	15	41,67
9	7,46	14	38,89
10	7,58	15	41,67

İki gecikmeli tek elemana sahip tek gizli katmanlı modelde ortalama mutlak hata %7,45 ila %7,58 aralığında bulunmuştur. Denemelerde 36 verinin 14-16 adeti tam

doğru tahmin edilmiştir. Tam doğru tahmin oranı %38,89 ila %44,44 aralığında gerçekleşmiştir.



şekil 4.5: İki Gecikmeli Tek elemanlı Gizli Katmana Sahip YSA Modeli Mutlak Hata Oranları

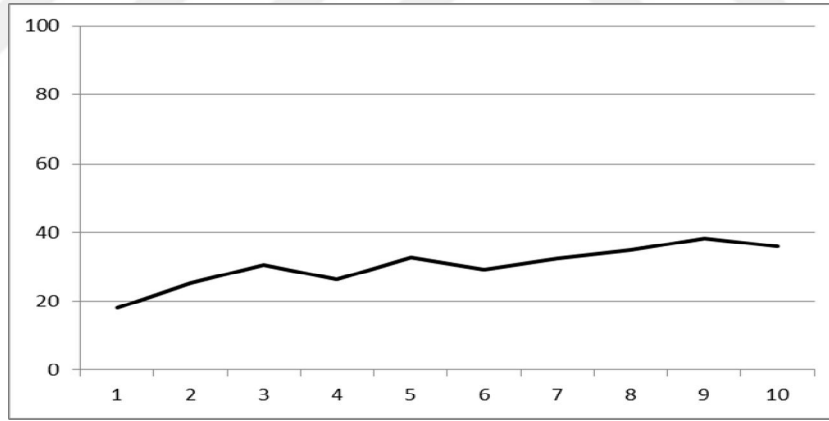
On ve Daha Fazla Elemanlı Gizli Katman

İki gecikmeli tek gizli katmanlı YSA modelinde eleman sayısı artıkça isabetli sonuç elde etme oranı azalmaktadır. Tablo 4.6'da görüleceği üzere iki gecikmeli modelde de gizli katman eleman sayısı arttıkça sistemin ortalama mutlak hatası artış eğilimindedir. Bu durum sistemin kararsızlığının artış eğiliminde olduğunun göstergesidir.

Tablo 4.6: İki Gecikmeli Tek Gizli Katmanlı YSA Modeli Sonuçları

Deneme No	GİZLİ KATMAN ELEMAN SAYISI																			
	10		20		30		40		50		60		70		80		90		100	
	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %
1	5	20,75	2	27,05	5	33,16	5	18,58	2	31,59	7	21,42	5	30,10	3	41,48	2	40,68	8	22,04
2	5	23,54	1	25,06	6	23,92	3	27,31	2	41,54	5	25,75	6	22,70	7	33,86	2	45,92	5	32,11
3	3	20,84	8	17,17	5	38,91	3	18,54	5	29,69	3	23,56	2	47,49	4	45,68	2	31,57	3	33,89
4	4	22,48	7	26,20	6	19,03	5	22,04	3	48,56	3	25,61	5	38,98	6	25,35	2	31,51	2	46,28
5	6	23,13	4	25,21	3	32,32	4	25,43	2	43,73	3	30,43	5	31,72	4	37,38	6	41,60	0	52,78
6	7	22,17	2	24,06	5	22,62	5	20,49	9	25,44	4	34,92	6	24,09	1	36,89	3	46,99	5	25,65
7	8	11,11	4	45,23	4	34,09	7	33,16	5	30,77	4	42,65	3	35,86	3	31,57	3	51,04	1	25,85
8	13	9,31	5	21,28	3	30,75	4	34,48	7	18,68	4	31,27	4	39,24	2	23,30	6	30,49	3	26,09
9	10	14,54	7	19,72	4	40,84	7	25,12	3	28,52	3	27,16	6	20,70	9	21,18	2	35,46	0	43,31
10	11	13,78	6	21,33	7	31,06	3	39,65	4	28,02	5	29,32	3	33,75	4	53,70	2	28,94	4	52,55
ORT	7,20	18,17	4,60	25,23	4,80	30,67	4,60	26,48	4,20	32,65	4,10	29,21	4,50	32,46	4,30	35,04	3,00	38,42	3,10	36,06

Şekil 4.6’da genel eğilim çizgisinin yükseliş eğiliminde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.6: İki Gecikmeli Tek Elemanlı Gizli Katmana Sahip YSA Modeli Mutlak Hata Oranları

4.3.1.4. Üç Gecikmeli Model

Tek Elemanlı Gizli Katman

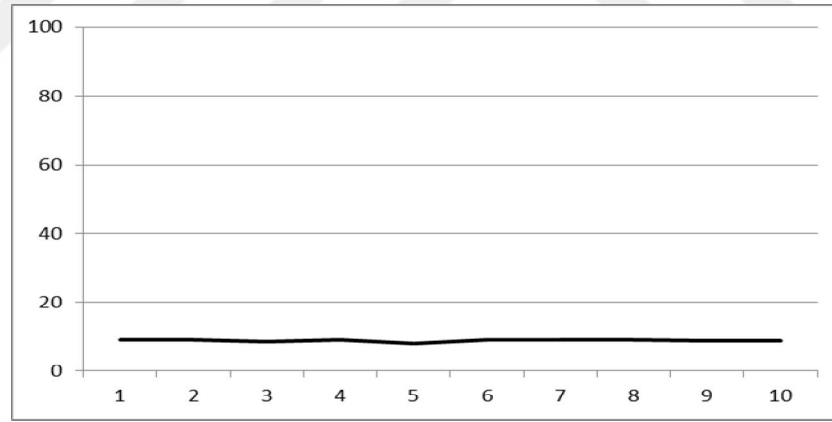
İki gecikmeli tek elemana sahip gizli katmanlı YSA modelinde mutlak hata oranı %7,5 etrafında yoğunlaşmışken üç gecikmeli tek elemana sahip gizli katmanlı YSA

modelinde %8,8 etrafında toplanmıştır. Ortalama mutlak hata oranları 1,3 puan artış göstermiştir.

Tablo 4.7: Üç Gecikmeli Tek Elemana Sahip Gizli Katmanlı YSA Modeli Tahmin Sonuçları

Deneme No	Mutlak Hata (%)	Tam Doğru Sonuç	Tam Doğru Tahmin Oranı (%)
1	8,91	13	36,11
2	8,94	13	36,11
3	8,53	14	38,89
4	8,95	13	36,11
5	7,97	14	38,89
6	9,02	14	38,89
7	9,13	14	38,89
8	8,95	13	36,11
9	8,80	15	41,67
10	8,80	14	38,89

Şekil 4.7’de görüleceği üzere mutlak hata oranları azalma eğilimindedir.



Şekil 4.7: Üç Gecikmeli Tek Elemana Sahip Gizli Katmanlı YSA Modeli Mutlak Hata Oranları

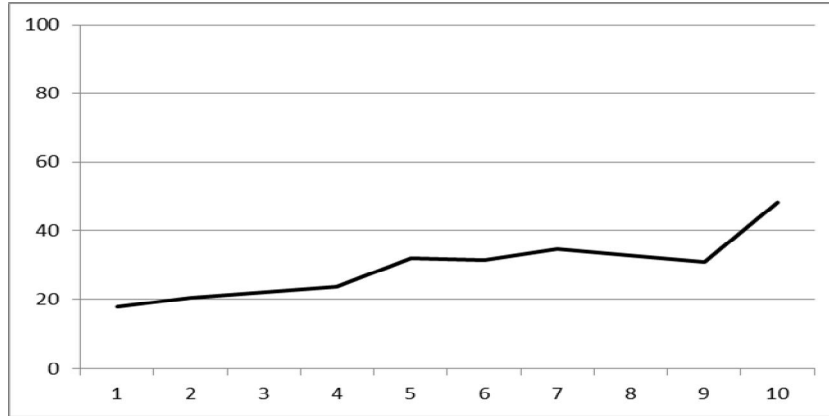
On ve Daha Fazla Elemanlı Gizli Katman

Gecikme sayısı üçe çıkartıldığında da isabet sayısı ve mutlak hata oranlarının önemli derecede değişmediği Tablo 4.8’de görülmektedir.

Tablo 4.8: Üç Gecikmeli On ve Daha Fazla Elemana Sahip Tek Gizli Katmanlı YSA Modeli Sonuçları

Deneme No	GİZLİ KATMAN ELEMAN SAYISI																			
	10		20		30		40		50		60		70		80		90		100	
	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %
1	5	15,86	6	25,76	4	21,61	2	29,90	2	46,63	2	22,72	5	32,03	5	23,96	5	18,31	4	42,42
2	8	21,38	4	15,72	8	12,75	10	18,73	11	14,53	1	53,25	9	19,04	2	50,39	6	15,97	2	60,77
3	7	24,25	6	14,81	6	29,69	6	21,11	9	12,24	4	54,30	9	12,66	2	35,12	3	39,13	5	61,53
4	6	17,95	5	31,23	6	18,68	3	15,78	3	49,86	5	28,37	5	39,08	6	24,29	1	43,93	1	36,64
5	4	14,42	3	15,66	7	16,05	4	26,43	3	43,00	5	17,29	3	63,52	6	18,86	5	19,04	5	57,38
6	4	23,49	2	15,21	3	39,86	8	23,60	1	45,66	5	19,08	5	38,03	4	35,61	5	24,40	3	28,33
7	4	18,64	9	18,45	4	16,04	2	23,58	5	26,02	3	25,25	6	20,23	0	30,57	4	39,32	0	59,01
8	3	17,59	7	14,27	3	29,85	2	31,67	2	25,04	4	23,56	5	50,72	6	25,95	4	39,01	3	71,14
9	17	10,33	2	27,54	5	16,37	3	17,70	2	25,50	4	25,92	4	27,95	3	49,96	6	30,89	8	21,59
10	10	14,96	6	25,87	2	19,29	3	28,80	4	30,27	3	44,47	7	42,72	1	33,62	3	39,08	2	44,90
ORT	6,80	17,89	5,00	20,45	4,80	22,02	4,30	23,73	4,20	31,88	3,60	31,42	5,80	34,60	3,50	32,83	4,20	30,91	3,30	48,37

Şekil 4.8'de görüldüğü üzere gizli katman eleman sayısı arttıkça ortalama mutlak hata oranları artmaktadır.



Şekil 4.8: Üç Gecikmeli On ve Daha Fazla Elemana Sahip Tek Gizli Katmanlı YSA Modeli Ortalama Mutlak Hata Oranları

4.3.2. İki Gizli Katmanlı YSA

Uygulamanın bu kısmında gizli katman sayısı ikiye çıkartılarak önce her gizli

katmanda bir eleman daha sonra birinci gizli katmanın eleman sayısını tek gizli katmanlı YSA modelinde olduğu gibi 10 dan 100 e kadar artırarak sonuçları karşılaştırılacaktır.

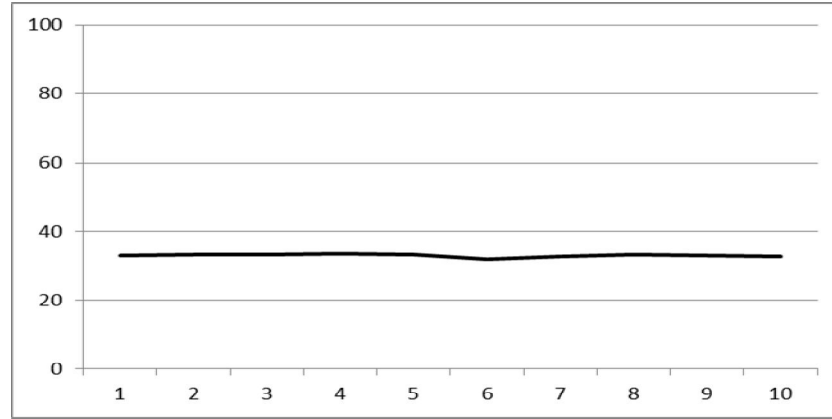
4.3.2.1. Gecikmesiz Model

Tek Elemanlı Gizli Katman

Tablo 4.9: Gecikmesiz Tek Elemanlı İki Gizli Katmana Sahip YSA Modeli Tahmin Sonuçları

Deneme No	Mutlak Hata (%)	Tam Doğru Sonuç	Tam Doğru Tahmin Oranı (%)
1	33,13	4	11,11
2	33,44	4	11,11
3	33,41	4	11,11
4	33,51	4	11,11
5	33,21	2	5,56
6	32,06	2	5,56
7	32,68	4	11,11
8	33,32	4	11,11
9	33,10	2	5,56
10	32,67	2	5,56

Tablo 4.9’da tek elemana sahip iki gizli katmanlı YSA modelinin en fazla 4 tam doğru tahmini ve mutlak hata oranları görülmektedir.



Şekil 4.9: Gecikmesiz Tek Elemanlı İki Gizli Katmana Sahip YSA Modeli Ortalama Mutlak Hata Oranları

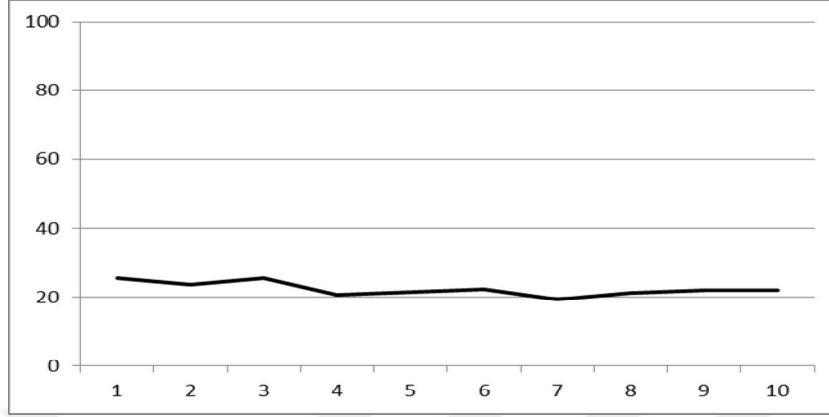
On ve Daha Fazla Elemanlı Gizli Katman

Gecikmesiz modelin birinci gizli katmanında eleman sayıları 10'dan başlatılmış ve 100'e kadar eleman sayısı artırılmıştır. İkinci gizli katmanda ise 10 eleman kullanılmıştır. Tablo 4.10' da birinci gizli katmanda 10'dan 100'e kadar eleman sayısına göre elde edilen mutlak hata oranları ve tam doğru tahmin sayıları verilmiştir.

Tablo 4.10: Gecikmesiz İki Gizli Katmanlı YSA Modeli Sonuçları

Deneme No	GİZLİ KATMAN ELEMAN SAYISI																			
	10		20		30		40		50		60		70		80		90		100	
	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %
1	6	17,13	13	17,31	3	32,07	4	18,13	7	19,14	9	15,36	10	24,42	1	24,32	10	15,16	3	34,08
2	6	29,53	8	15,44	4	28,96	12	13,46	6	22,10	6	16,84	8	13,01	1	18,53	4	15,94	9	14,31
3	7	24,02	4	24,54	7	30,33	6	19,46	6	27,22	10	21,71	7	15,35	6	23,90	3	25,50	3	29,83
4	7	28,24	8	25,08	2	25,01	8	13,33	11	17,73	7	16,26	11	16,54	3	23,17	3	27,91	3	19,46
5	5	30,68	6	27,44	5	23,94	3	18,08	8	15,98	5	21,69	2	22,81	9	14,46	9	27,64	4	23,92
6	5	27,77	5	36,53	7	34,29	6	20,33	1	27,56	7	24,58	7	29,02	8	18,21	11	14,74	5	15,35
7	7	18,20	6	30,51	6	21,70	6	23,51	3	24,22	4	21,02	5	16,75	4	19,87	6	26,29	6	17,39
8	5	26,30	8	16,94	6	20,56	5	28,20	4	19,66	6	26,96	1	21,54	4	29,15	2	22,73	6	26,59
9	2	27,91	7	20,74	2	19,00	6	30,84	2	22,43	7	28,14	11	15,62	4	20,25	4	21,52	2	23,19
10	7	25,18	4	23,76	6	18,99	6	21,04	3	20,72	5	31,63	7	20,32	4	22,47	0	24,85	6	15,90
ORT	5,70	25,50	6,90	23,83	4,80	25,49	6,20	20,64	5,10	21,68	6,60	22,42	6,90	19,54	4,40	21,43	5,20	22,23	4,70	22,00

Şekil 4.10'da ortalama mutlak hatanın 70 elemanlı gizli katmana sahip YSA modelinde en az olduğu görülmektedir.



Şekil 4.10: Gecikmesiz İki Gizli Katmanlı YSA Modeli Ortalama Mutlak Hata Oranları

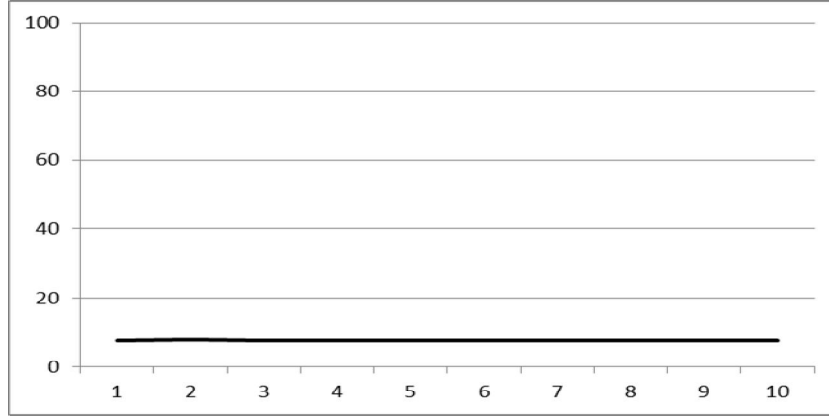
4.3.2.2. Bir Gecikmeli Model

Tek Elemanlı Gizli Katman

Tablo 4.11: Bir Gecikmeli Tek Elemanlı İki Gizli Katmana Sahip YSA Modeli Tahmin Sonuçları

Deneme No	Mutlak Hata (%)	Tam Doğru Sonuç	Tam Doğru Tahmin Oranı (%)
1	7,68	14	38,89
2	7,87	14	38,89
3	7,61	14	38,89
4	7,56	14	38,89
5	7,77	13	36,11
6	7,60	14	38,89
7	7,65	14	38,89
8	7,59	15	41,67
9	7,78	12	33,33
10	7,59	15	41,67

Tablo 4.11'de görüldüğü üzere ortalama mutlak hata %7,67 etrafında toplanmaktadır. Tek elemanlı gizli katmana sahip modelde ortalama mutlak hata uygun ancak tam doğru tahmin etme sayısı kabul edilebilir değildir.



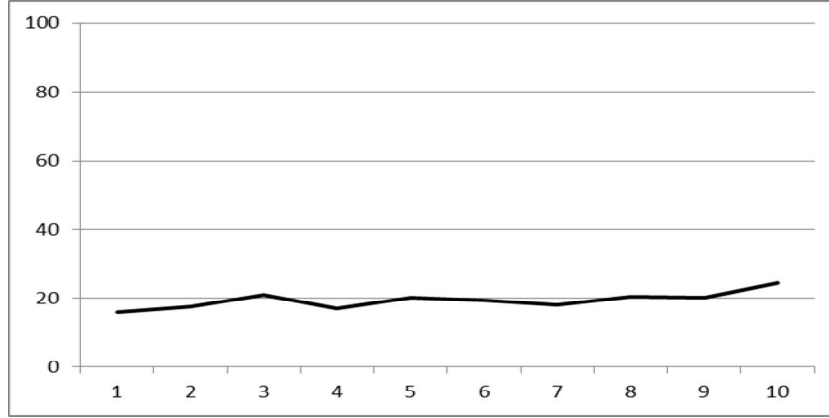
Şekil 4.11: Bir Gecikmeli Tek Elemanlı Gizli Katmana Sahip YSA Modeli Ortalama Mutlak Hataları

On ve Daha Fazla Elemanlı Gizli Katman

Tablo 4.12: Bir Gecikmeli 10 ve Daha Fazla Elemana Sahip Gizli Katmana Sahip YSA Modeli Tahmin Sonuçları

Deneme No	GİZLİ KATMAN ELEMAN SAYISI																			
	10		20		30		40		50		60		70		80		90		100	
	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %
1	9	19,77	7	18,77	6	24,12	7	14,87	7	25,23	7	19,65	4	24,09	5	11,83	5	25,19	5	16,26
2	9	14,85	7	13,04	5	20,05	3	11,60	3	28,47	5	24,73	9	21,21	4	30,25	6	15,07	7	33,00
3	11	16,74	9	12,79	8	16,97	6	13,80	4	22,83	7	13,90	3	24,78	8	18,22	8	15,24	9	17,25
4	10	10,68	7	27,70	9	21,73	8	13,98	10	18,66	10	12,29	4	24,97	10	22,46	7	14,53	7	31,08
5	8	13,02	13	9,85	5	20,68	4	30,29	5	15,47	8	25,00	15	9,69	7	16,42	4	36,40	3	33,30
6	4	23,10	4	26,99	9	14,06	10	11,42	6	17,62	8	22,60	9	10,18	3	30,99	4	24,23	5	44,68
7	11	17,37	6	19,45	3	35,49	8	14,33	6	20,47	5	15,58	10	14,18	7	18,03	2	19,17	7	13,60
8	8	16,97	10	19,17	10	11,24	6	17,92	6	18,00	10	16,08	7	20,12	7	17,44	8	20,89	5	17,94
9	6	13,88	12	12,50	7	15,81	6	19,11	8	14,20	4	14,94	12	8,82	12	17,43	8	15,21	7	18,29
10	8	12,68	6	15,18	5	29,30	3	22,75	9	20,55	6	29,71	6	22,39	4	23,11	8	16,82	6	19,93
ORT	8,40	15,91	8,10	17,54	6,70	20,95	6,10	17,01	6,40	20,15	7,00	19,45	7,90	18,04	6,70	20,62	6,00	20,28	6,10	24,53

Tablo 4.12’de 10 ve daha fazla elemana sahip gizli katmanlı YSA modeli %19,45 etrafında toplanan ortalama mutlak hata üretmiştir. Sistem geçerli sonuçlar üretmemiştir.



Şekil 4.12: Bir gecikmeli On ve Daha Fazla Elemana Sahip Gizli Katmana Sahip YSA Ortalama Mutlak Hata Oranları

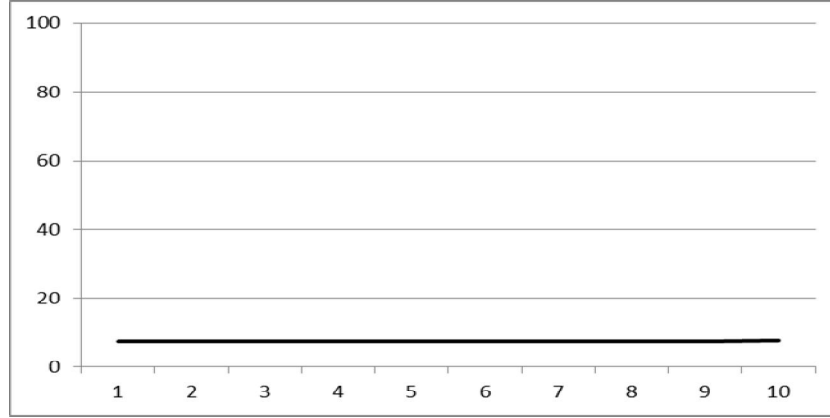
4.3.2.3. İki Gecikmeli Model

Tek Elemanlı Gizli Katman

Tablo 4.13: İki Gecikmeli Tek Elemanlı İki Gizli Katmana Sahip YSA Modeli Tahmin Sonuçları

Deneme No	Mutlak Hata (%)	Tam Doğru Sonuç	Tam Doğru Tahmin Oranı (%)
1	7,54	15	41,67
2	7,54	15	41,67
3	7,54	15	41,67
4	7,55	14	38,89
5	7,40	16	44,44
6	7,49	14	38,89
7	7,54	15	41,67
8	7,54	15	41,67
9	7,51	14	38,89
10	7,64	15	41,67

Tek elemana sahip iki gizli katmanlı YSA modelinde ortalama mutlak hata %7,5 etrafında toplanmıştır. 14, 15 ve 16 tam doğru sonuç elde edilebilmiştir.



Şekil 4.13: İki Gecikmeli Tek Elemanlı Gizli Katmanlı YSA

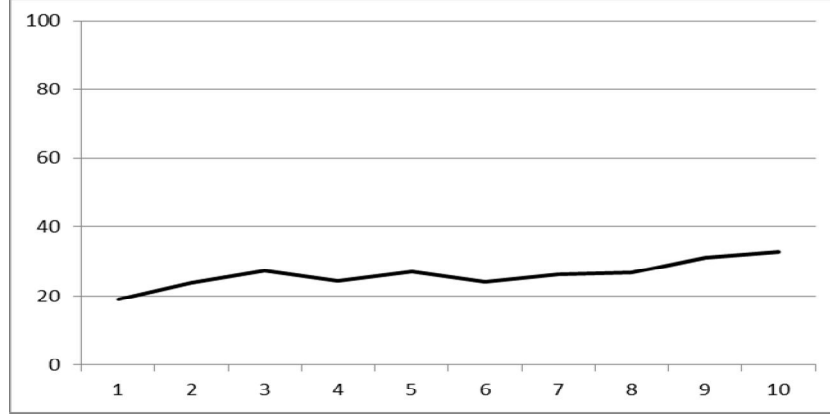
Modeli Ortalama Mutlak Hata Oranları

On ve Daha Fazla Elemanlı Gizli Katman

Tablo 4.14: İki Gecikmeli On ve Daha Fazla Elemanlı Gizli Katmanlı YSA Modeli Tahmin Sonuçları

Deneme No	GİZLİ KATMAN ELEMAN SAYISI																			
	10		20		30		40		50		60		70		80		90		100	
	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %
1	9	15,67	7	28,53	1	22,61	5	37,46	6	32,95	4	19,51	5	33,25	6	25,35	4	21,86	5	22,20
2	8	13,30	16	9,71	4	19,61	3	43,39	5	21,21	3	24,48	4	23,96	8	18,22	3	39,72	3	35,46
3	2	21,13	4	28,49	3	25,96	5	27,00	5	24,63	5	20,89	3	24,43	4	24,84	3	28,38	2	34,80
4	4	35,63	4	32,15	4	28,95	5	19,06	4	18,25	4	26,36	4	40,39	5	28,71	10	15,00	2	43,92
5	7	17,86	5	31,06	3	33,05	8	15,41	5	32,74	2	28,97	5	25,27	5	31,81	2	25,23	6	31,40
6	4	18,85	9	17,23	3	20,94	3	21,00	3	25,47	4	24,92	5	20,21	7	26,60	5	38,19	4	33,42
7	2	22,03	8	15,41	6	36,62	5	21,11	5	18,80	2	29,73	5	17,90	3	34,96	3	38,84	6	33,32
8	11	10,58	10	12,22	5	31,60	4	20,11	5	23,24	4	17,56	7	15,91	7	21,81	3	32,83	5	26,99
9	5	19,92	6	38,22	2	34,82	2	23,88	4	39,89	4	30,94	2	35,65	2	29,62	3	36,15	5	28,25
10	4	16,98	2	27,15	6	19,58	6	15,87	2	33,46	4	18,39	2	25,51	5	27,37	3	35,22	4	37,75
ORT	5,60	19,20	7,10	24,02	3,70	27,37	4,60	24,43	4,40	27,06	3,60	24,18	4,20	26,25	5,20	26,93	3,90	31,14	4,20	32,75

İki gecikmeli modelde ortalama mutlak hata %26,33 oranında gerçekleşmiştir.



Şekil 4.14: İki Gecikmeli On ve Daha Fazla Elemanlı İki Gizli Katmanlı YSA Modeli Ortalama Mutlak Hata Oranları

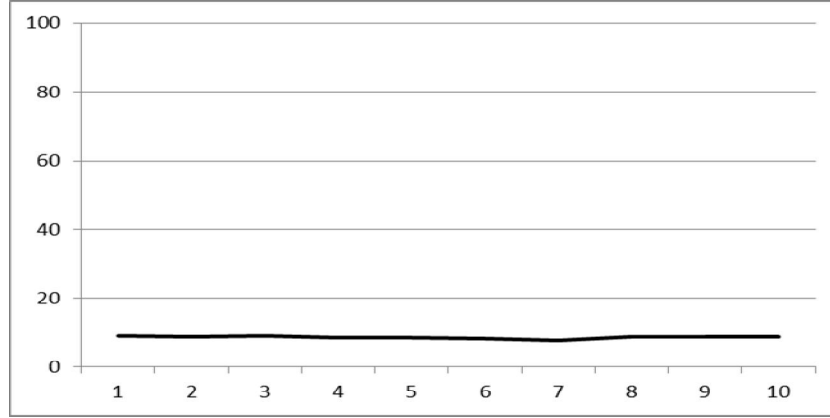
4.3.2.4. Üç Gecikmeli Model

Tek Elemanlı Gizli Katman

Tablo 4.15: Üç Gecikmeli Tek Elemanlı İki Gizli Katmana Sahip YSA Modeli Tahmin Sonuçları

Deneme No	Mutlak Hata (%)	Tam Doğru Sonuç	Tam Doğru Tahmin Oranı (%)
1	9,08	13	36,11
2	8,84	13	36,11
3	9,10	14	38,89
4	8,52	13	36,11
5	8,49	14	38,89
6	8,20	14	38,89
7	7,79	12	33,33
8	8,72	14	38,89
9	8,68	14	38,89
10	8,85	13	36,11

Tek elemana sahip iki gizli katmanlı YSA modelinde ortalama mutlak hata %8,6 etrafında toplanmıştır. 12 ile 14 arası tam doğru sonu elde edilmiştir.



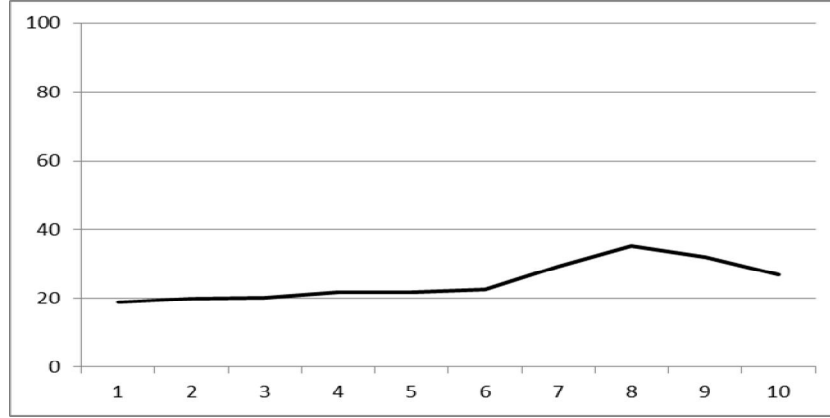
Şekil 4.15: Üç Gecikmeli Tek Elemanlı İki Gizli Katmanlı YSA Modeli Ortalama Mutlak Hata Oranları

On ve Daha Fazla Elemanlı Gizli Katman

Tablo 4.16: İki Gecikmeli On ve Daha Fazla Elemanlı Gizli Katmanlı YSA Modeli Tahmin Sonuçları

Deneme No	GİZLİ KATMAN ELEMAN SAYISI																			
	10		20		30		40		50		60		70		80		90		100	
	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %	Tam Doğru Sonuç	Mutlak Hata %
1	9	15,42	4	24,36	3	19,96	6	19,45	4	28,90	6	31,59	1	41,48	1	31,34	4	35,28	4	33,18
2	5	18,81	11	13,70	6	24,92	2	27,91	5	16,98	6	21,98	2	28,21	5	29,30	3	23,61	5	29,71
3	5	19,90	5	16,89	5	20,76	2	37,86	6	23,81	11	15,32	4	22,92	6	28,60	4	42,66	4	23,18
4	5	19,65	7	16,63	1	19,37	5	18,71	3	18,22	4	23,33	3	18,00	5	44,84	1	49,22	1	2,26
5	4	24,20	4	18,04	6	24,75	4	25,05	8	17,84	8	15,59	4	28,08	6	19,99	11	10,89	4	39,63
6	8	15,41	2	25,66	8	14,40	0	21,46	0	37,90	5	23,35	0	39,68	2	32,85	4	21,79	2	32,00
7	7	16,97	4	32,61	5	21,52	3	17,85	8	23,92	11	18,70	1	22,15	2	54,88	5	36,75	9	22,97
8	3	21,40	8	14,68	1	22,74	8	22,52	7	16,79	5	20,31	6	26,60	1	39,06	3	26,87	2	36,56
9	3	24,77	6	14,94	6	15,38	10	12,86	8	20,26	3	36,23	3	34,45	4	35,34	2	33,12	2	24,14
10	12	12,30	5	21,34	4	19,33	6	15,54	7	14,42	5	19,52	2	31,67	2	36,28	2	39,81	9	25,01
ORT	6,10	18,88	5,60	19,89	4,50	20,31	4,60	21,92	5,60	21,90	6,40	22,59	2,60	29,32	3,40	35,25	3,90	32,00	4,20	26,86

İki gecikmeli modelde ortalama mutlak hata %24,89 oranında gerçekleşmiştir.



Şekil 4.16: İki Gecikmeli On ve Daha Fazla Elemanlı İki Gizli Katmanlı YSA Modeli Ortalama Mutlak Hata Oranları

4.3.3.Özel Denemeler

Çalışmada 3 üzerinde gizli katman sayısının eğitimde etkili olduğu tecrübe edilmiştir. Özel denemelerde tasarlanan YSA modelinde 3 gizli katman ve her katman da 20 eleman kullanılmış ve sonuçlar elde edilmiştir.

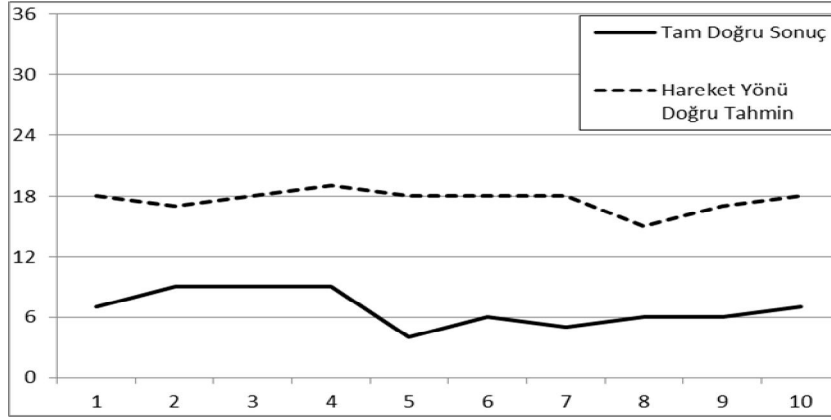
4.3.3.1.Gecikmesiz Model

Tablo 4.17: Gecikmesiz YSA Modeli Deneme Sonuçları

Deneme No	Ortalama Mutlak Hata (%)	Tam Doğru Sonuç	Tam Doğru Tahmin Oranı (%)	Hareket Yönü Doğru Tahmin	Hareket Yönü Doğru Tahmin Oranı (%)
1	20,99	7	19,44	18	50,00
2	22,37	9	25,00	17	47,22
3	22,37	9	25,00	18	50,00
4	20,95	9	25,00	19	52,78
5	21,90	4	11,11	18	50,00
6	20,60	6	16,67	18	50,00
7	22,82	5	13,89	18	50,00
8	20,94	6	13,89	15	41,67
9	22,69	6	16,67	17	47,22
10	20,99	7	19,44	18	50,00

Tablo 4.17’de ortalama mutlak hata %21,66 olarak gerçekleşmiştir. Hata oranı her ne kadar yüksek olsa da hataya bağlı kararlılık yerindedir. Ancak aynı durum tam

doğru sonuç elde etmede geçerli değildir.



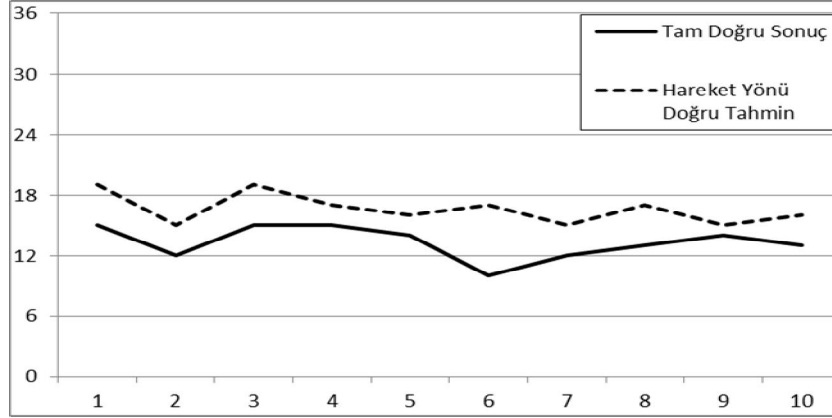
Şekil 4.17: Gecikmesiz YSA Modeli Tam Doğru Sonuçları

4.3.3.2. Bir Gecikmeli Model

Tablo 4.18: Bir Gecikmeli YSA Modeli Sonuçları

Deneme No	Ortalama Mutlak Hata (%)	Tam Doğru Sonuç	Tam Doğru Tahmin Oranı (%)	Hareket Yönü Doğru Tahmin	Hareket Yönü Doğru Tahmin Oranı (%)
1	7,98	15	41,67	19	52,78
2	8,39	12	33,33	15	41,67
3	8,33	15	41,67	19	52,78
4	8,52	15	41,67	17	47,22
5	8,13	14	38,89	16	44,44
6	7,95	10	27,78	17	47,22
7	8,29	12	33,33	15	41,67
8	8,31	13	36,11	17	47,22
9	7,75	14	38,89	15	41,67
10	8,31	13	36,11	16	44,44

Bir gecikmeli YSA modeli ortalama mutlak hataları %10 oranının altında gerçekleşmiştir. Tam doğru tahmin oranları %50 oranının altında kalmıştır. Sistem kararlı ancak isabetli değildir.



Şekil 4.18: Bir Gecikmeli YSA Modeli Tam Doğru Sonuçlar

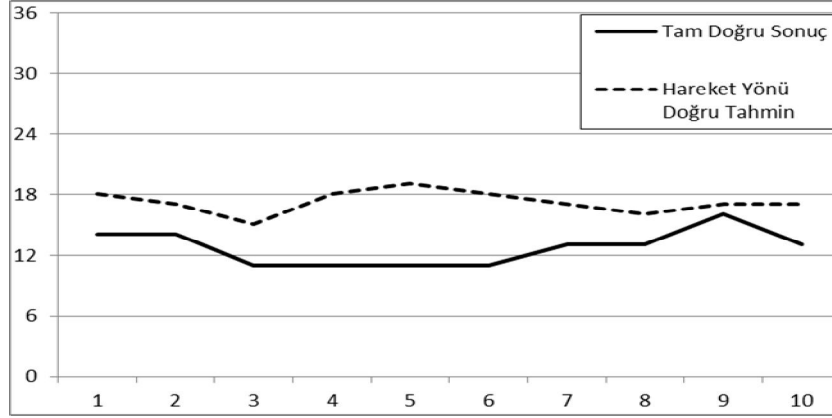
4.3.3.3. İki Gecikmeli Model

Tablo 4.19: İki Gecikmeli YSA Modeli Sonuçları

Deneme No	Ortalama Mutlak Hata (%)	Tam Doğru Sonuç	Tam Doğru Tahmin Oranı (%)	Hareket Yönü Doğru Tahmin	Hareket Yönü Doğru Tahmin Oranı (%)
1	8,81	14	38,89	18	50,00
2	7,64	14	38,89	17	47,22
3	8,72	11	30,56	15	41,67
4	7,79	11	30,56	18	50,00
5	8,53	11	30,56	19	52,78
6	8,43	11	30,56	18	50,00
7	8,43	13	36,11	17	47,22
8	8,75	13	36,11	16	44,44
9	8,48	16	44,44	17	47,22
10	8,61	13	36,11	17	47,22

İki gecikmeli modelde 11 ile 16 arasında tam doğru sonuç üretilebilmiştir.

Model kararlıdır. Üretilen ortalama mutlak hata %10 oranının altındadır. Ancak isabetli sonuç üretme yeterince başarılı değildir.



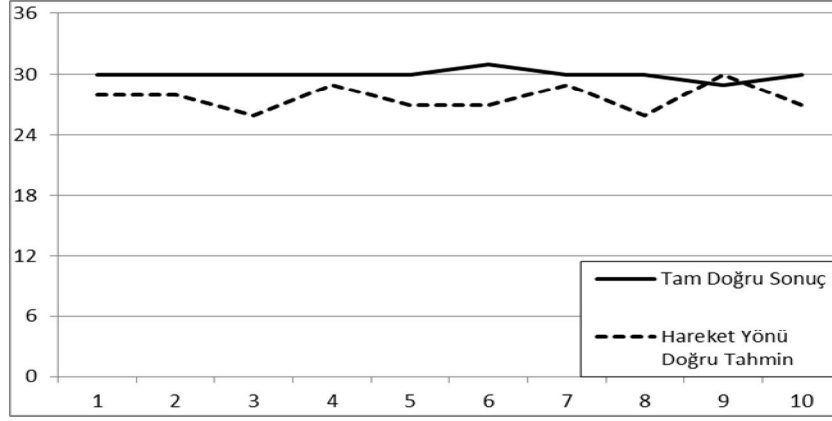
Şekil 4.19: İki Gecikmeli YSA Modeli Tam Doğru Sonuçlar

4.3.3.4. Üç Gecikmeli Model

Tablo 4.20: Üç Gecikmeli YSA Modeli Sonuçları

Deneme No	Ortalama Mutlak Hata (%)	Tam Doğru Sonuç	Tam Doğru Tahmin Oranı (%)	Hareket Yönü Doğru Tahmin	Hareket Yönü Doğru Tahmin Oranı (%)
1	4,00	30	83,33	28	77,78
2	3,97	30	83,33	28	77,78
3	4,86	30	83,33	26	72,22
4	3,15	30	83,33	29	80,56
5	3,53	30	83,33	27	75,00
6	3,47	31	86,11	27	75,00
7	2,78	30	83,33	29	80,56
8	3,37	30	83,33	26	72,22
9	3,44	29	80,56	30	83,33
10	4,07	30	83,33	27	75,00

Tablo 4.20’de üç gecikmeli modelin ortalama mutlak hatasının en fazla %4,86 en az ise % 2,78 oranında gerçekleştiği görülmektedir. Üretilen tam doğru sonuçlar 29’dan 31’e kadar değişmektedir. Endeks hareket yönü de 27’den 30’a kadar değerler almıştır. Tam doğru tahmin oranları da %72,22 ile %80,56 oranları arasında gerçekleşmiştir. Model kararlı ve tatmin edici sonuçlar üretmiştir. Üç gecikmeli YSA modeli kullanılabilir bir tasarımdır.



Şekil 4.20: Üç Gecikmeli Model Tam Doğru Sonuçlar



5.SONUÇ

Borsa İstanbul Sınai Endeks (BIST XUSIN) hareket yönü ve gerçekleşme sonuçları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla Yapay Sinir Ağları (YSA) yönteminden faydalanılmıştır.

Tahmin için 1994 yılı ile 2011 yılı enflasyon, M1 para arzı, Altın fiyatları ve 6 Aylık mevduat faizleri bağımsız değişken olarak, BIST XUSIN endeksi ise bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Bağımsız değişkenler üzerinde hiçbir istatistiksel test ya da düzeltme yapılmamıştır.

Ocak 1994-Aralık 2006 ve Ocak 2010-Aralık 2011 verileri eğitim için, Ocak 2007-Aralık 2009 verileri test için kullanılmıştır.

Modelin başarısını ölçmek amacı ile %5 hata oranı içerisinde fark gösteren (\pm %2,5 endeks sapması arasındaki) veriler tam doğru kabul edilmiştir.

Modelin başarısını artırmak için bağımlı değişkenin 1, 2 ve 3 gecikmeleri sırası ile modele bağımsız değişken olarak eklenmiş sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Modelde 1, 2 ve 3 gizli katman ve her gizli katmanda 1 den 100 e kadar eleman kullanılarak modelin geçerliliği test edilmiştir.

Yapılan denemelerde tek elemanlı gizli katmana sahip gecikmeli modellerin istikrarlı olduğu ancak etkili sonuçlar üretmediği görülmüştür.

Standardize edilmiş denemelerin dışında özel olarak iki ve üç gizli katman kullanılarak her gizli katmanda 20'şer elemanlı modellerin oldukça başarılı olduğu tespit edilmiş ve bu model gecikmesiz, 1, 2 ve 3 gecikmeli veriler için test edilmiştir.

Yapılan özel denemelerin sonucunda tam doğru tahmin sayısında 31'e ve doğru

hareket yönü tahmin sayısında 30'a kadar ulaşılabilmiştir.

Yapılan denemelerde YSA modelinin etkili sonuçlar üretebildiği görülmüştür. Ancak etkili sonuçları elde etmek için çok sayıda denemeye ve sonuçların test edilmesine ihtiyaç vardır.

Yapısı belli bir YSA modeli önermek ve her problem için aynı modeli kullanmak gibi bir sonuç elde edilmemiştir. Her problem için parametrelerde ve değişken seçimlerinde farklılıklar oluşabilir. Bundan dolayı YSA modellerinin istatistiksel yöntemlere göre daha dinamik modeller olduğu söylenebilir.

Veriler üzerinde yapılacak istatistiksel düzeltmelerin YSA modelinde daha istikrarlı ve etkili sonuçlar üretebileceği düşünülmektedir.

YSA modeli ile ileri doğru kestirimde bulunulması gereken her alanda, tahmin yapılabileceği ve karar almada yardımcı bir araç olarak kullanılabilceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Abdelmouez, G., Hashem, S., Atiya, A., & Al-Gama, M. (2007). Neural Network vs. Linear Models for Stock Market Sectors Forecasting. *Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks*, (s. 1-5).
- Abdullah, D., & Hayworth, S. C. (1993). Macroeconomics of Stock Price Fluctuations., *32*, s. 50-67.
- Adjasi, C., Harvey, S., & Agyapong, D. (2008, Aralık). Effect of Exchange Rate Volatility on the Ghana Stock Exchange. *African Journal of Accounting, Economics, Finance and Banking Research*, 3(3), 28-47.
- Adrangi, B., & Chatrath, A. (2002). Inflation, Output, And Stock Prices: Evidence from Brazil. *The Journal of Applied Business Research*, 61-77.
- Akay, A. (2009). *Yapay Sinir Ağları İle İMKB-100 Endeksi Gelecek Değer Öngörüsü*. TRABZON, TÜRKİYE: Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akçacı, T. (2009). Dolaşımdaki Para İle Güven Faktörü Etkileşimleri. *1. Uluslararası Davraz Kongresi* (s. 11). Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Akkum, T., & Vuran, B. (2005). Türk Sermaye Piyasasındaki Hisse Senedi Getirilerini Etkileyen Makroekonomik Faktörlerin Arbitraj Fiyatlandırma Modeli İle Analizi. *İktisat İşletme ve Finans*(20), 28-44.3
- Akpınar, H. (1994, Nisan). Yapay Sinir Ağları Gelişim ve Yapılarının İncelenmesi. *İşletme Fakültesi Dergisi*(23), 41-77.
- Akpınar, H. (1994). *Yapay Sinir Ağları Gelişimi*. İstanbul: Matbaayi Osmaniye.

- Albeni, M., & Demir, Y. (2005). Makro Ekonomik Göstergelerin Mali Sektor Hisse Senedi Fiyatlarına Etkisi (İMKB Uygulamalı). *Muğla Üniversitesi SBE Dergisi*(14), 1-16.
- Alexakis, P., Apergis, N., & Xanthakis, E. (1996, Mayıs). Inflation Volatility and Stock Prices: Evidence from ARCH Effects. *International Advances in Economic Research*, 2(2), 101-111.
- Altuntaş, E., & Çelik, T. (2003). *Yapay Zeka*. Afyon: Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Anderson, D., & McNeill, G. (1992). *Artificial Neural Networks Technology*. New York: Data & Analysis Center for Software.
- Arbib, M. (2002). *The Handbook of Brain Theory and Neural Networks*. Cambridge: MIT Press.
- Arisa, Z., & Mohamad, D. (2008). Application of Artificial Neural Networks Using Hijri Lunar Transaction as Extracted Variables to Predict Stock Trend Direction. *Labuan e-Journal of Muamalat and Society*, 9-16.
- Atan, M., Tanrıöven, C., Kayacan, M., & Boztosun, D. (2004). Dünya Borsalarının Finansal Göstergelere Göre Dönemlerarası Karşılaştırılmalı Analizi. *Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 127-144.3
- Atiya, A., Talaat, N., & Shaheen, S. (1997). An Efficient Stock Market Forecasting Model Using Neural Networks. *Neural Networks, 1997., International Conference on*, 4, s. 2112 - 2114.3
- Avcı, E. (2007). Forecasting Daily and Sessional Returns of the ISE-100 Index with Neural Network Models. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 128-142.

- Bahadır, Ş. (2008). *Koplanar İletim Hatlarının Yapay Sinir Ağları ile Analizi*. Niğde: Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Baş, N. (2006). *Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı ve Bir Uygulama*. İstanbul: Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bengoechea, A., Uretaz, C., Saavedra, M., & Medina, N. (1996). *Stock Market Indices in Santiago De Chile: Forecasting Using Neural Networks* (Cilt 4). Beijing: IEEE International Conference on Neural Networks.
- Bordo, M., Dueker, M., & Wheelock, D. (2008). Inflation, Monetary Policy and Stock Market Conditions: Quantitative Evidence from a Hybrid Latent-Variable VAR. *Federal Reserve Bank of St. Louis Working Paper Series*, 1-17.
- Buliali, J., Fatichah, C., & Susanto, M. (2009). Hybrid Neural Network-Monte Carlo Simulation for Stock Price Index Prediction. *Asian Journal of Information Technology*, 1-7.
- Chan, M.-C., Wong, C.-C., & Lam, C.-C. (2000). Financial Time Series Forecasting by Neural Network Using Conjugate Gradient Learning Algorithm and Multiple Linear Regression Weight Initialization. *Society for Computational Economics, Computing in Economics and Finance*.
- Chi, J., Tripe, D., & Young, M. (2007). Do Exchange Rates Affect the Stock Performance of Australian Banks? *12th Finsia-Melbourne Centre for Financial Studies Banking and Finance Conference* (s. 1-30). Melbourne: Social Science Research Network.

- Demir, Y. (2001). *İMKB’de Hisse Senedi Fiyatlarını Belirleyen Faktörler ve Mali Sektör Üzerine Bir Uygulama*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Drakos, K. (2001). Interest Rate Risk and Bank Common Stock Returns: Evidence from the Greek Banking Sector. *London Guildhall University Working Paper*, 1-27.
- Durukan, M. (1999, Temmuz-Ağustos-Eylül). İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Makroekonomik Değişkenlerin Hisse Senedi Fiyatlarına Etkisi. *İMKB Dergisi*(11), 19-47.
- Fama, E. (1970). Efficient Capital Markets: A review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance*, 383-417.
- Fama, E., & Schwert, G. (1977). Asset Returns and Inflation. *Journal of Financial Economics*, 115-146.
- Fitzpatrick, B. D. (1994). Stock Prices and Macroeconomic Data. *Journal of Applied Business Research*, 69-76.
- Fosback, N. G. (1991). *Stock Market Logic*. Florida: Dearborn Financial Publishing.
- Grossberg, S. (1986). *The Adaptive Brain I: Cognition, Learning, Reinforcement, and Rhythm, and The Adaptive Brain II: Visions, Speech, Language, and Motor Control*. Amsterdam: Elsevier Science & Technology.
- Gümüş, F. (1994). *Hisse Senedi Fiyatını Etkileyen Unsurlar: Türkiye Örneği*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Hebb, D. O. (1949). *The Organization of Behavior: a Neuropsychological Theory*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Hopfield, J. J. (1982). *Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities*. Washington: Proceedings of National Academy of Science of the United States of America.
- Hopfield, J. J. (1987). *Learning Algorithms and Propability Distributions in Feed-forward and Feed-back Networks*. Washington: Proceedings of National Academy of Science of the United States of America.
- Husain, F., & Mahmood, T. (1999). Monetary Expansion and Stock Returns. *Pakistan Institute of Development Economics*, 769-776.
- Karaatlı, M. A. (2003). *Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Tahmin. İMKB'de Bir Uygulama*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Karamustafa, O., & Karakaya, A. (2004). Enflasyonun Borsa Performansı Üzerindeki Etkisi. 23-34.3
- Kim, K.-j., Oh, K. J., & Han, I. (2000). Neural Network Forecasting of Stock Price Index to Integrate Change-Point Detection with Genetic Algorithms. *International Conference of Knowledge Management and Information Sharing*, (s. 141-150).
- Kohonen, T., & Somervuo, P. (1984). *Self Organizing Maps of Symbol Strings with Application to Speech Recognition*. Helsinki: Helsinki University.
- Kuo, R. J., Lee, L., & Lee, C. F. (1996). *Integration of Artificial Neural Networks and Fuzzy Delphi for Stock Market Forecasting (Cilt Vol. 2)*. Beijing: IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics.

- Lee, K., Yoo, S., & Jin, J. J. (2007). Neural Network Model vs. SARIMA Model In Forecasting Korean Stock Price Index (KOSPI). *Issues in Information Systems*, 372-378.
- Liu, Y., & Yao, X. (2001). Evolving Neural Networks for Hang Seng Stock Index Forecast. *Evolutionary Computation*, 1, 256-260.
- Maskay, B. (2007). Analyzing the Effect of Change in Money Supply on Stock Prices. *The Park Place Economist*, 72-79.
- McCarthy J. (2007). What Is Artificial Intelligence? <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/>
- McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*(5), 115-133.
- Öztemel, E. (2006). *Yapay Sinir Ağları*. İstanbul: Papatya Yayınları.
- Papert, S., & Minsky, M. (1969). *Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Phua, P. K., Zhu, X., & Koh, C. H. (2003). Forecasting Stock Index Increments Using Neural Networks with Trust Region Methods. *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*, (s. 260-265).
- Qiong, L., Xin, L., Ren, F., & Kuroiwa, S. (2004). Automatic Estimation of Stock Market Forecasting and Generating the Corresponding Natural Language Expression. *International Conference on Information Technology: Coding and Computing, 2004. Proceedings*, 1, s. 241-246.
- Rahman, L., & Uddin, J. (2009). Dynamic Relationship between Stock Prices and

- Exchange Rates:Evidence from Three South Asian Countries. *Canadian Center of Science and Education, International Business Research*, 167-174.
- Rast, M. (1999). Forecasting with Fuzzy Neural Networks: A Case Study in Stockmarket Crash Situations. *Fuzzy Information Processing Society, 1999. NAFIPS. 18th International Conference of the North American*, (s. 418-420).
- Rosenblatt, F. (1959). *Principles of Neurodynamics: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms*. New York: Spartan Books.
- Rumelhart, D. E., & McClelland, J. L. (1986). *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition, v. 1:Foundations*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Sağıroğlu, Ő. (2001). Yapay Sinir Ağları ve Mühendislik Uygulamaları. *Yapay Sinir Ağları Sempozyumu*. Kayseri.
- Schierholt, K., & Dağlı, C. H. (1996). Stock Market Prediction Using Different Neural Network Classification Architectures. *Computational Intelligence for Financial Engineering*, (s. 72-78).
- Sevüktekin, M., & Nargeleçekenler, M. (2007). Türkiye'de İMKB ve Döviz Kuru Arasındaki Dinamik İlişkinin Belirlenmesi. *8. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu* (s. 1-17). Malatya: İnönü Üniversitesi.
- Shanmugam, K. R., & Mısra, B. S. (2008). Stock Returns-Inflation Relation in India. *Madras School of Economics Workingpaper 38/2008*, 1-20.
- Songur, H. (2009). *Küresel Krizin İstanbul Borsası Üzerindeki Etkisi*. İstanbul: Maliye Finans Yazıları.

- Vural, B. B. (2007). *Yapay Sinir Ağları ile Finansal Tahmin*. Ankara: Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Widrow, B., & Hoff, M. (1960). *Adaptive Switching Circuits*. Palo Alto, CA: Stanford University Press.
- Yıldız, Ö. (2006). *Döviz Kuru Tahmininde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı*. Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yurtoğlu, H. (2005). *Yapay Sinir Ağları İle Öngörü Modellemesi: Bazı Makroekonomik Değişkenler İçin Türkiye Örneği*. Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı.
- Yücel, T., & Kurt, G. (2003). Foreign Exchange Rate Sensitivity and Stock Price: Estimating Economic Exposure of Turkish Companies. *European Trade Study Group*, 1-9.
- Zafar, N., Urooj, S. F., & Durrani, T. K. (2008). Interest Rate Volatility and Stock Return and Volatility. *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences*, 135-140.
- Zorin, A., & Borisov, A. (2002). Modelling Riga Stock Exchange Index Using Neural Networks. *Proceedings of the international conference "Traditional and Innovations in Sustainable Development of Society*, 312-320.
- Zügül, M., & Şahin, C. (2009). İMKB 100 Endeksi İle Bazı Makroekonomik Değişkenler Arasındaki İlişkiyi İncelemeye Yönelik Bir Uygulama. *Akademik Bakış*, 144-159.

EKLER

EK 1: ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLER

Tarih	6 Aylık Mevduat Faiz Oranı X1	Altın X2	M1 Para Arzı X3	Enflasyon X4	XUSIN Y
01-1994	72,63	377,90	109 176,00	1,00	222,44
02-1994	86,55	381,55	112 820,00	6,50	167,20
03-1994	87,65	389,20	110 582,00	5,80	165,29
04-1994	106,44	376,45	127 605,00	23,40	177,39
05-1994	110,84	387,60	140 616,00	8,20	169,79
06-1994	114,83	388,25	153 093,00	2,00	224,10
07-1994	100,10	384,00	179 751,00	3,10	242,15
08-1994	74,97	385,75	191 614,00	2,80	290,79
09-1994	73,22	394,85	205 485,00	6,20	309,90
10-1994	66,47	383,85	209 760,00	7,30	290,45
11-1994	77,84	383,10	210 053,00	6,40	322,34
12-1994	81,09	382,50	238 981,00	7,00	304,74
01-1995	90,49	374,90	202 489,00	7,10	282,93
02-1995	90,82	376,40	243 156,00	4,90	327,91
03-1995	87,20	392,00	234 180,00	4,50	444,91
04-1995	78,61	389,75	281 518,00	5,80	507,52
05-1995	78,21	384,30	291 507,00	3,30	513,87
06-1995	78,33	387,05	314 250,00	2,60	530,70
07-1995	73,83	383,35	333 764,00	3,10	586,18
08-1995	73,58	382,35	359 650,00	4,30	514,06
09-1995	73,87	384,00	372 786,00	7,70	479,05
10-1995	73,80	382,65	364 607,00	6,30	526,45
11-1995	83,09	387,80	369 599,00	4,70	446,72
12-1995	84,37	386,70	396 047,00	3,80	462,47
01-1996	84,72	405,55	357 017,00	8,30	569,20
02-1996	84,66	400,65	463 882,00	4,50	688,85
03-1996	84,31	396,35	421 300,00	5,60	736,15
04-1996	84,21	391,30	522 196,00	6,70	716,54
05-1996	83,86	390,55	469 499,00	4,50	684,94
06-1996	84,20	382,00	511 326,00	2,50	785,34
07-1996	84,54	385,30	532 040,00	2,10	716,82
08-1996	84,57	386,45	617 190,00	4,80	707,77
09-1996	84,64	379,00	620 375,00	6,10	792,82
10-1996	84,42	379,50	624 939,00	6,50	864,15
11-1996	84,72	371,30	724 715,00	5,20	968,96

Tarih	6 Aylık Mevduat Faiz Oran X1	Altın X2	M1 Para Arzı X3	Enflasyon X4	XUSIN Y
12-1996	84,62	369,55	831 415,00	3,40	1 045,91
01-1997	83,18	345,50	835 931,00	5,90	1 636,90
02-1997	82,76	358,60	959 814,00	5,70	1 649,07
03-1997	82,58	348,15	997 629,00	5,40	1 601,69
04-1997	82,55	340,15	1 090 065,00	6,60	1 427,02
05-1997	82,58	345,60	1 058 502,00	4,70	1 487,42
06-1997	82,88	334,55	1 087 974,00	2,90	1 728,65
07-1997	82,71	326,35	1 118 915,00	6,30	1 902,98
08-1997	90,20	325,35	1 126 461,00	6,20	1 937,77
09-1997	90,27	332,10	1 158 960,00	7,30	1 925,58
10-1997	90,70	311,40	1 315 788,00	8,30	2 432,09
11-1997	91,17	296,80	1 231 850,00	6,60	2 476,08
12-1997	91,53	289,20	1 378 604,00	5,10	2 660,22
01-1998	91,27	304,85	1 660 598,00	7,20	2 834,22
02-1998	91,34	297,40	1 568 818,00	4,40	2 516,81
03-1998	91,21	301,00	1 472 638,00	4,30	2 746,90
04-1998	90,09	310,70	1 604 666,00	4,70	3 427,63
05-1998	90,11	293,60	1 712 484,00	3,50	3 240,82
06-1998	86,67	296,30	1 772 063,00	2,40	3 503,84
07-1998	78,50	288,85	2 201 235,00	3,40	3 721,17
08-1998	75,21	273,40	2 164 340,00	4,00	2 203,10
09-1998	84,55	293,85	2 226 106,00	6,70	1 957,92
10-1998	85,43	292,30	2 347 676,00	6,10	1 706,93
11-1998	86,36	294,70	2 181 673,00	4,30	1 904,87
12-1998	85,93	287,45	2 284 174,00	3,30	1 943,67
01-1999	84,84	285,40	2 636 736,00	4,80	1 881,99
02-1999	84,75	287,05	2 512 544,00	3,20	2 571,63
03-1999	84,17	279,45	3 182 780,00	4,10	3 059,33
04-1999	84,15	286,60	3 209 391,00	4,90	3 447,10
05-1999	83,51	268,60	2 865 863,00	2,90	3 488,57
06-1999	83,33	261,00	2 937 405,00	3,30	3 208,09
07-1999	82,28	255,60	3 348 858,00	3,80	3 768,06
08-1999	82,38	254,80	3 534 820,00	4,20	3 617,51
09-1999	77,65	299,00	3 468 149,00	6,00	4 513,72
10-1999	75,69	299,10	3 890 943,00	6,30	4 586,75
11-1999	69,00	291,35	3 592 082,00	4,20	5 836,29
12-1999	48,25	290,25	4 931 262,00	5,90	9 945,75
01-2000	36,03	283,30	4 550 049,00	4,90	11 725,21
02-2000	37,12	293,65	4 737 176,00	3,70	11 027,98
03-2000	37,87	276,75	5 203 580,00	2,90	11 183,62

Tarih	6 Aylık Mevduat Faiz Oran X1	Altın X2	M1 Para Arzı X3	Enflasyon X4	XUSIN Y
04-2000	41,44	275,05	5 389 977,00	2,30	13 833,35
05-2000	39,13	272,25	5 385 951,00	2,20	11 581,21
06-2000	40,50	288,15	6 141 764,00	0,70	10 749,21
07-2000	37,01	276,75	6 166 994,00	2,20	10 346,14
08-2000	35,07	277,00	6 236 174,00	2,20	10 027,03
09-2000	52,22	273,65	6 712 743,00	3,10	8 913,77
10-2000	48,53	264,50	6 151 229,00	3,10	10 383,88
11-2000	50,62	269,10	6 783 131,00	3,70	7 088,18
12-2000	69,24	272,65	8 209 624,00	2,50	6 954,99
01-2001	55,57	264,50	6 804 660,00	2,50	7 504,16
02-2001	67,34	266,70	7 116 660,00	1,80	6 579,43
03-2001	104,25	257,70	8 189 625,00	6,10	6 395,44
04-2001	89,43	263,15	8 599 985,00	10,30	9 538,18
05-2001	68,11	267,50	8 727 590,00	5,10	8 286,10
06-2001	66,33	270,60	10 053 480,00	3,10	8 702,96
07-2001	66,34	265,90	9 790 203,00	2,40	8 311,43
08-2001	66,50	273,00	11 216 481,00	2,90	8 603,24
09-2001	66,67	293,10	10 452 426,00	5,90	7 068,90
10-2001	64,84	278,75	9 885 690,00	6,10	9 139,28
11-2001	62,12	275,50	10 424 607,00	4,20	10 056,85
12-2001	61,85	276,50	11 073 270,00	3,20	11 413,44
01-2002	63,65	282,30	10 190 528,00	5,30	11 095,57
02-2002	63,03	296,85	11 781 841,00	1,80	9 445,89
03-2002	61,52	301,40	11 485 861,00	1,20	9 427,08
04-2002	58,24	308,20	11 002 529,00	2,10	9 371,75
05-2002	53,94	326,60	12 021 369,00	0,60	8 764,79
06-2002	56,34	318,50	12 871 292,00	0,60	8 850,68
07-2002	55,78	304,65	12 548 656,00	1,40	9 883,96
08-2002	55,91	312,80	13 384 396,00	2,20	9 386,96
09-2002	59,61	323,70	13 706 946,00	3,50	8 531,86
10-2002	56,69	316,90	14 107 412,00	3,30	9 847,60
11-2002	50,84	319,05	15 022 904,00	2,90	12 519,81
12-2002	51,10	342,75	14 258 860,00	1,60	9 888,71
01-2003	51,83	364,65	14 520 544,00	2,60	10 701,87
02-2003	49,26	348,85	15 043 498,00	2,30	11 118,73
03-2003	47,24	335,70	14 621 760,00	3,10	9 692,32
04-2003	48,03	336,65	15 510 531,00	2,10	12 061,89
05-2003	44,74	366,50	15 369 938,00	1,60	11 850,38
06-2003	41,20	346,00	16 869 359,00	-0,20	10 944,97
07-2003	39,41	358,50	18 472 317,00	-0,40	10 683,53

Tarih	6 Aylık Mevduat Faiz Oran X1	Altın X2	M1 Para Arzı X3	Enflasyon X4	XUSIN Y
08-2003	35,45	371,75	18 397 199,00	0,20	11 555,39
09-2003	33,27	385,20	19 160 173,00	1,90	12 474,24
10-2003	28,09	385,90	20 918 436,00	1,40	14 188,35
11-2003	27,48	396,90	21 886 874,00	1,60	13 238,18
12-2003	28,14	417,00	21 564 149,00	0,90	16 299,23
01-2004	25,08	400,30	23 794 511,00	0,70	15 338,69
02-2004	23,67	393,90	21 986 652,00	0,60	16 490,67
03-2004	23,08	423,55	22 554 743,00	0,90	18 048,52
04-2004	22,47	389,20	24 296 118,00	0,60	16 651,83
05-2004	21,76	396,70	24 002 638,00	0,40	15 629,69
06-2004	22,39	397,65	25 911 044,00	-0,10	15 592,20
07-2004	22,86	390,30	26 133 132,00	0,20	17 141,14
08-2004	21,94	407,90	27 047 261,00	0,60	18 179,90
09-2004	22,20	411,70	28 127 061,00	0,90	19 746,68
10-2004	21,82	428,00	28 079 308,00	2,20	20 836,12
11-2004	22,07	454,15	27 811 475,00	1,50	20 162,66
12-2004	20,69	434,90	29 469 070,00	0,40	20 885,47
01-2005	19,04	422,90	27 117 195,00	0,55	22 687,68
02-2005	18,62	436,20	28 596 041,00	0,02	23 135,28
03-2005	18,75	428,20	30 443 455,00	0,26	21 646,66
04-2005	17,53	433,65	32 080 045,00	0,71	19 100,54
05-2005	17,77	415,60	30 975 326,00	0,92	20 041,86
06-2005	18,16	437,60	33 025 680,00	0,10	21 888,05
07-2005	17,40	423,35	34 410 814,00	-0,57	23 471,66
08-2005	17,11	434,00	35 457 625,00	0,85	24 249,55
09-2005	17,31	471,50	36 878 576,00	1,02	26 336,25
10-2005	16,84	469,20	38 326 491,00	1,79	25 262,05
11-2005	16,48	494,00	36 742 258,00	1,40	28 808,22
12-2005	17,43	513,20	41 758 872,00	0,42	31 140,59
01-2006	15,81	565,00	38 471 537,00	0,75	33 603,25
02-2006	15,76	557,30	38 052 886,00	0,22	34 949,23
03-2006	14,76	578,00	40 389 557,00	0,27	32 961,91
04-2006	14,97	638,60	41 412 679,00	1,34	34 024,24
05-2006	14,55	640,00	44 189 636,00	1,88	30 264,70
06-2006	17,39	598,00	45 581 764,00	0,34	28 324,23
07-2006	18,90	633,10	42 956 210,00	0,85	28 732,32
08-2006	18,65	623,80	44 281 401,00	-0,44	28 939,68
09-2006	19,07	600,00	44 600 513,00	1,29	28 165,89
10-2006	18,18	601,50	43 764 304,00	1,27	30 533,55
11-2006	18,93	642,00	42 314 497,00	1,29	30 129,37

Tarih	6 Aylık Mevduat Faiz Oran X1	Altın X2	M1 Para Arzı X3	Enflasyon X4	XUSIN Y
12-2006	20,46	634,50	47 490 824,00	0,23	30 896,67
01-2007	19,17	640,10	40 456 619,00	1,00	32 465,15
02-2007	19,00	667,40	40 001 433,00	0,43	33 450,21
03-2007	18,76	661,30	40 989 829,00	0,92	35 689,19
04-2007	19,64	678,60	42 490 045,00	1,21	35 455,37
05-2007	17,47	659,50	44 020 005,00	0,50	38 333,05
06-2007	18,87	654,00	46 037 235,00	-0,24	38 096,88
07-2007	19,05	667,50	46 487 419,00	-0,73	40 673,63
08-2007	17,71	673,00	46 043 739,00	0,02	39 078,74
09-2007	18,44	739,50	48 401 638,00	1,03	41 341,57
10-2007	17,16	785,00	48 451 405,00	1,81	42 073,93
11-2007	16,95	780,00	47 257 714,00	1,95	39 264,61
12-2007	18,12	834,50	52 817 562,00	0,22	40 567,17
01-2008	16,34	917,50	48 958 134,00	0,80	33 011,54
02-2008	16,80	965,00	48 518 786,00	1,29	36 001,72
03-2008	16,57	934,80	53 298 365,00	0,96	33 264,72
04-2008	16,55	867,05	53 398 593,00	1,68	37 173,07
05-2008	17,13	888,25	51 761 238,00	1,49	35 144,46
06-2008	17,56	930,00	55 285 856,00	-0,36	33 163,23
07-2008	17,93	921,00	54 288 084,00	0,58	35 578,18
08-2008	18,05	837,00	53 604 026,00	-0,24	33 793,73
09-2008	17,83	869,30	61 893 970,00	0,45	28 573,16
10-2008	18,03	736,00	56 746 771,00	2,60	21 991,18
11-2008	20,50	740,00	57 729 342,00	0,83	19 446,67
12-2008	19,35	855,00	57 674 515,00	-0,41	19 781,26
01-2009	13,71	914,50	55 598 420,00	0,29	19 261,02
02-2009	12,26	947,50	59 118 496,00	-0,34	19 137,28
03-2009	11,77	917,00	60 013 250,00	1,10	20 297,09
04-2009	11,42	883,00	60 601 189,00	0,02	22 879,18
05-2009	11,58	975,00	59 979 417,00	0,64	25 714,65
06-2009	12,29	928,50	61 978 917,00	0,11	27 972,17
07-2009	10,60	941,25	60 118 897,00	0,25	30 005,64
08-2009	9,39	950,00	62 089 917,00	-0,30	33 715,39
09-2009	9,60	998,00	67 107 204,00	0,39	35 237,95
10-2009	8,37	1 042,80	64 752 757,00	2,41	34 901,71
11-2009	7,72	1 182,00	73 575 350,00	1,27	33 618,78
12-2009	8,81	1 097,00	71 153 362,00	0,53	37 899,01
01-2010	8,87	1 079,20	67 975 102,00	1,85	40 838,63
02-2010	8,68	1 111,50	71 694 030,00	1,45	39 001,99
03-2010	8,48	1 117,00	72 392 837,00	0,58	42 360,56

Tarih	6 Aylık Mevduat Faiz Oram X1	Altın X2	M1 Para Arzı X3	Enflasyon X4	XUSIN Y
04-2010	8,93	1 177,00	71 832 135,00	0,60	44 699,17
05-2010	8,55	1 216,00	76 640 964,00	-0,36	39 868,26
06-2010	9,81	1 242,00	80 834 147,00	-0,56	41 039,66
07-2010	7,68	1 174,00	79 129 327,00	-0,48	43 330,63
08-2010	8,91	1 245,00	82 586 514,00	0,40	44 380,66
09-2010	9,05	1 307,50	84 513 203,00	1,23	48 925,93
10-2010	9,14	1 327,10	85 557 601,00	1,83	50 464,25
11-2010	8,63	1 383,00	86 945 669,00	0,03	48 484,84
12-2010	8,94	1 414,00	93 558 595,00	-0,30	52 503,36
01-2011	8,37	1 330,50	91 756 779,00	0,41	52 246,74
02-2011	8,28	1 412,50	93 627 220,00	0,73	51 210,79
03-2011	8,84	1 439,50	95 091 708,00	0,42	55 612,73
04-2011	9,41	1 542,50	97 161 883,00	0,87	61 236,79
05-2011	9,58	1 537,50	100 636 590,00	2,42	55 544,00
06-2011	10,22	1 504,75	104 191 627,00	-1,43	55 169,20
07-2011	10,42	1 631,00	104 003 109,00	-0,41	54 539,95
08-2011	9,65	1 822,00	112 125 289,00	0,73	45 747,99
09-2011	9,52	1 627,00	102 944 996,00	0,75	50 484,89
10-2011	9,39	1 726,00	105 317 175,00	3,27	51 425,28
11-2011	9,93	1 743,00	103 971 345,00	1,73	49 844,94
12-2011	11,98	1 573,50	104 727 500,00	0,58	48 243,51

Veriler TCMB Elektronik Veri Dağıtım Sistemi'nden (EVDS) alınmıştır.

EK 2: ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLERE AİT İSTATİSTİKLER

İstatistik	6 Aylık Mevduat Faiz Oram X1	Altın X2	M1 Para Arzı X3	Enflasyon X4	XUSIN Y
Aritmetik Ortalama	46,48	562,19	27 723 533,63	2,66	17 661,00
Kareli Ortalama	56,17	671,13	40 818 839,52	3,81	24 048,00
Harmonik Ortalama	24,27	423,94	1 281 294,39	0,70	1 819,87
Geometrik Ortalama	34,28	478,07	8 804 979,33	1,57	7 885,17
Q1	17,42	310,08	2 066 270,75	0,60	2 557,93
Medyan	39,96	388,03	14 571 152,00	1,98	11 298,53
Q3	82,31	668,88	46 154 659,00	4,30	30 957,65
Pearson Asimetri Ölçüsü	0,62	1,43	1,32	0,75	1,17
Ortalama Sapma	29,18	288,89	25 144 956,70	2,06	14 064,07
Standart Sapma	31,55	366,54	29 959 695,31	2,73	16 321,62
Varyans	995,58	134 354,30	897 583 343 201 192,00	7,47	266 395 376,23
Değişim Katsayısı	67,89	65,20	108,07	102,87	92,42

EK 3: NORMALİZE EDİLMİŞ 3 GECİKMEYE KADAR VERİLER

Tarih	6 Aylık Mevduat Faiz Oran X_1	Altın X_2	M1 Para Arzı X_3	Enflasyon X_4	XUSIN $Y_{(t-3)}$	XUSIN $Y_{(t-2)}$	XUSIN $Y_{(t-1)}$	XUSIN Y_t
01-1994	0,60616	0,07855	0,00000	0,09787				0,00094
02-1994	0,73607	0,08088	0,00003	0,31937			0,00094	0,00003
03-1994	0,74634	0,08576	0,00001	0,29118		0,00094	0,00003	0,00000
04-1994	0,92170	0,07762	0,00016	1,00000	0,00094	0,00003	0,00000	0,00020
05-1994	0,96276	0,08474	0,00028	0,38784	0,00003	0,00000	0,00020	0,00007
06-1994	1,00000	0,08515	0,00039	0,13814	0,00000	0,00020	0,00007	0,00096
07-1994	0,86253	0,08244	0,00063	0,18244	0,00020	0,00007	0,00096	0,00126
08-1994	0,62800	0,08356	0,00074	0,17036	0,00007	0,00096	0,00126	0,00205
09-1994	0,61167	0,08936	0,00086	0,30729	0,00096	0,00126	0,00205	0,00237
10-1994	0,54867	0,08234	0,00090	0,35159	0,00126	0,00205	0,00237	0,00205
11-1994	0,65478	0,08187	0,00090	0,31534	0,00205	0,00237	0,00205	0,00257
12-1994	0,68511	0,08148	0,00116	0,33951	0,00237	0,00205	0,00257	0,00228
01-1995	0,77284	0,07663	0,00083	0,34354	0,00205	0,00257	0,00228	0,00193
02-1995	0,77592	0,07759	0,00120	0,25493	0,00257	0,00228	0,00193	0,00266
03-1995	0,74214	0,08754	0,00112	0,23882	0,00228	0,00193	0,00266	0,00458
04-1995	0,66197	0,08611	0,00154	0,29118	0,00193	0,00266	0,00458	0,00560
05-1995	0,65824	0,08263	0,00163	0,19050	0,00266	0,00458	0,00560	0,00571
06-1995	0,65936	0,08439	0,00183	0,16230	0,00458	0,00560	0,00571	0,00598
07-1995	0,61736	0,08203	0,00200	0,18244	0,00560	0,00571	0,00598	0,00689
08-1995	0,61503	0,08139	0,00224	0,23077	0,00571	0,00598	0,00689	0,00571
09-1995	0,61773	0,08244	0,00235	0,36770	0,00598	0,00689	0,00571	0,00514
10-1995	0,61708	0,08158	0,00228	0,31132	0,00689	0,00571	0,00514	0,00591
11-1995	0,70378	0,08486	0,00232	0,24688	0,00571	0,00514	0,00591	0,00461
12-1995	0,71573	0,08416	0,00256	0,21063	0,00514	0,00591	0,00461	0,00487
01-1996	0,71899	0,09619	0,00221	0,39186	0,00591	0,00461	0,00487	0,00661
02-1996	0,71843	0,09306	0,00317	0,23882	0,00461	0,00487	0,00661	0,00857
03-1996	0,71517	0,09032	0,00279	0,28313	0,00487	0,00661	0,00857	0,00935
04-1996	0,71423	0,08710	0,00369	0,32743	0,00661	0,00857	0,00935	0,00903
05-1996	0,71097	0,08662	0,00322	0,23882	0,00857	0,00935	0,00903	0,00851
06-1996	0,71414	0,08116	0,00359	0,15828	0,00935	0,00903	0,00851	0,01015
07-1996	0,71731	0,08327	0,00378	0,14217	0,00903	0,00851	0,01015	0,00903
08-1996	0,71759	0,08400	0,00454	0,25091	0,00851	0,01015	0,00903	0,00888
09-1996	0,71825	0,07925	0,00456	0,30326	0,01015	0,00903	0,00888	0,01028
10-1996	0,71619	0,07957	0,00460	0,31937	0,00903	0,00888	0,01028	0,01144
11-1996	0,71899	0,07434	0,00550	0,26702	0,00888	0,01028	0,01144	0,01316
12-1996	0,71806	0,07322	0,00645	0,19452	0,01028	0,01144	0,01316	0,01442
01-1997	0,70462	0,05787	0,00649	0,29521	0,01144	0,01316	0,01442	0,02410

Tarih	6 Aylık Mevduat Faiz Oran X_1	Altın X_2	M1 Para Arzı X_3	Enflasyon X_4	XUSIN $Y_{(t-3)}$	XUSIN $Y_{(t-2)}$	XUSIN $Y_{(t-1)}$	XUSIN Y_t
02-1997	0,70070	0,06623	0,00759	0,28715	0,01316	0,01442	0,02410	0,02430
03-1997	0,69902	0,05956	0,00793	0,27507	0,01442	0,02410	0,02430	0,02352
04-1997	0,69874	0,05446	0,00876	0,32340	0,02410	0,02430	0,02352	0,02066
05-1997	0,69902	0,05794	0,00847	0,24688	0,02430	0,02352	0,02066	0,02165
06-1997	0,70182	0,05089	0,00874	0,17439	0,02352	0,02066	0,02165	0,02560
07-1997	0,70023	0,04565	0,00901	0,31132	0,02066	0,02165	0,02560	0,02845
08-1997	0,77014	0,04502	0,00908	0,30729	0,02165	0,02560	0,02845	0,02902
09-1997	0,77079	0,04932	0,00937	0,35159	0,02560	0,02845	0,02902	0,02882
10-1997	0,77480	0,03612	0,01077	0,39186	0,02845	0,02902	0,02882	0,03712
11-1997	0,77919	0,02680	0,01002	0,32340	0,02902	0,02882	0,03712	0,03784
12-1997	0,78255	0,02195	0,01133	0,26299	0,02882	0,03712	0,03784	0,04085
01-1998	0,78012	0,03194	0,01385	0,34756	0,03712	0,03784	0,04085	0,04370
02-1998	0,78077	0,02718	0,01303	0,23480	0,03784	0,04085	0,04370	0,03850
03-1998	0,77956	0,02948	0,01217	0,23077	0,04085	0,04370	0,03850	0,04227
04-1998	0,76911	0,03567	0,01335	0,24688	0,04370	0,03850	0,04227	0,05342
05-1998	0,76930	0,02476	0,01431	0,19855	0,03850	0,04227	0,05342	0,05036
06-1998	0,73719	0,02648	0,01485	0,15425	0,04227	0,05342	0,05036	0,05467
07-1998	0,66094	0,02173	0,01868	0,19452	0,05342	0,05036	0,05467	0,05822
08-1998	0,63024	0,01187	0,01835	0,21869	0,05036	0,05467	0,05822	0,03337
09-1998	0,71741	0,02492	0,01890	0,32743	0,05467	0,05822	0,03337	0,02935
10-1998	0,72562	0,02393	0,01998	0,30326	0,05822	0,03337	0,02935	0,02524
11-1998	0,73430	0,02546	0,01850	0,23077	0,03337	0,02935	0,02524	0,02848
12-1998	0,73028	0,02083	0,01942	0,19050	0,02935	0,02524	0,02848	0,02912
01-1999	0,72011	0,01953	0,02256	0,25091	0,02524	0,02848	0,02912	0,02811
02-1999	0,71927	0,02058	0,02146	0,18647	0,02848	0,02912	0,02811	0,03940
03-1999	0,71386	0,01573	0,02744	0,22271	0,02912	0,02811	0,03940	0,04739
04-1999	0,71367	0,02029	0,02768	0,25493	0,02811	0,03940	0,04739	0,05374
05-1999	0,70770	0,00881	0,02461	0,17439	0,03940	0,04739	0,05374	0,05442
06-1999	0,70602	0,00396	0,02525	0,19050	0,04739	0,05374	0,05442	0,04982
07-1999	0,69622	0,00051	0,02892	0,21063	0,05374	0,05442	0,04982	0,05899
08-1999	0,69715	0,00000	0,03058	0,22674	0,05442	0,04982	0,05899	0,05653
09-1999	0,65301	0,02820	0,02999	0,29923	0,04982	0,05899	0,05653	0,07120
10-1999	0,63472	0,02827	0,03376	0,31132	0,05899	0,05653	0,07120	0,07240
11-1999	0,57228	0,02332	0,03109	0,22674	0,05653	0,07120	0,07240	0,09286
12-1999	0,37863	0,02262	0,04305	0,29521	0,07120	0,07240	0,09286	0,16015
01-2000	0,26458	0,01819	0,03964	0,25493	0,07240	0,09286	0,16015	0,18929
02-2000	0,27476	0,02479	0,04132	0,20660	0,09286	0,16015	0,18929	0,17787
03-2000	0,28175	0,01401	0,04548	0,17439	0,16015	0,18929	0,17787	0,18042
04-2000	0,31507	0,01292	0,04714	0,15022	0,18929	0,17787	0,18042	0,22380

Tarih	6 Aylık Mevduat Faiz Oran X_1	Altın X_2	M1 Para Arzı X_3	Enflasyon X_4	XUSIN $Y_{(t-3)}$	XUSIN $Y_{(t-2)}$	XUSIN $Y_{(t-1)}$	XUSIN Y_t
05-2000	0,29351	0,01113	0,04711	0,14619	0,17787	0,18042	0,22380	0,18693
06-2000	0,30630	0,02128	0,05385	0,08578	0,18042	0,22380	0,18693	0,17330
07-2000	0,27373	0,01401	0,05408	0,14619	0,22380	0,18693	0,17330	0,16670
08-2000	0,25562	0,01417	0,05470	0,14619	0,18693	0,17330	0,16670	0,16148
09-2000	0,41568	0,01203	0,05895	0,18244	0,17330	0,16670	0,16148	0,14325
10-2000	0,38124	0,00619	0,05394	0,18244	0,16670	0,16148	0,14325	0,16732
11-2000	0,40075	0,00912	0,05958	0,20660	0,16148	0,14325	0,16732	0,11336
12-2000	0,57452	0,01139	0,07232	0,15828	0,14325	0,16732	0,11336	0,11118
01-2001	0,44694	0,00619	0,05977	0,15828	0,16732	0,11336	0,11118	0,12017
02-2001	0,55679	0,00759	0,06256	0,13008	0,11336	0,11118	0,12017	0,10503
03-2001	0,90126	0,00185	0,07214	0,30326	0,11118	0,12017	0,10503	0,10201
04-2001	0,76295	0,00533	0,07580	0,47241	0,12017	0,10503	0,10201	0,15347
05-2001	0,56398	0,00810	0,07694	0,26299	0,10503	0,10201	0,15347	0,13297
06-2001	0,54736	0,01008	0,08878	0,18244	0,10201	0,15347	0,13297	0,13980
07-2001	0,54746	0,00708	0,08643	0,15425	0,15347	0,13297	0,13980	0,13339
08-2001	0,54895	0,01161	0,09916	0,17439	0,13297	0,13980	0,13339	0,13817
09-2001	0,55054	0,02444	0,09234	0,29521	0,13980	0,13339	0,13817	0,11304
10-2001	0,53346	0,01528	0,08728	0,30326	0,13339	0,13817	0,11304	0,14694
11-2001	0,50807	0,01321	0,09209	0,22674	0,13817	0,11304	0,14694	0,16197
12-2001	0,50555	0,01385	0,09788	0,18647	0,11304	0,14694	0,16197	0,18418
01-2002	0,52235	0,01755	0,09000	0,27104	0,14694	0,16197	0,18418	0,17898
02-2002	0,51657	0,02683	0,10421	0,13008	0,16197	0,18418	0,17898	0,15196
03-2002	0,50247	0,02973	0,10156	0,10592	0,18418	0,17898	0,15196	0,15165
04-2002	0,47186	0,03407	0,09725	0,14217	0,17898	0,15196	0,15165	0,15075
05-2002	0,43173	0,04581	0,10634	0,08176	0,15196	0,15165	0,15075	0,14081
06-2002	0,45413	0,04065	0,11393	0,08176	0,15165	0,15075	0,14081	0,14222
07-2002	0,44890	0,03181	0,11105	0,11398	0,15075	0,14081	0,14222	0,15914
08-2002	0,45012	0,03701	0,11851	0,14619	0,14081	0,14222	0,15914	0,15100
09-2002	0,48465	0,04396	0,12139	0,19855	0,14222	0,15914	0,15100	0,13700
10-2002	0,45740	0,03962	0,12497	0,19050	0,15914	0,15100	0,13700	0,15854
11-2002	0,40280	0,04100	0,13314	0,17439	0,15100	0,13700	0,15854	0,20230
12-2002	0,40523	0,05612	0,12632	0,12203	0,13700	0,15854	0,20230	0,15921
01-2003	0,41204	0,07009	0,12865	0,16230	0,15854	0,20230	0,15921	0,17253
02-2003	0,38805	0,06001	0,13332	0,15022	0,20230	0,15921	0,17253	0,17935
03-2003	0,36920	0,05162	0,12956	0,18244	0,15921	0,17253	0,17935	0,15600
04-2003	0,37657	0,05223	0,13749	0,14217	0,17253	0,17935	0,15600	0,19480
05-2003	0,34587	0,07127	0,13624	0,12203	0,17935	0,15600	0,19480	0,19133
06-2003	0,31283	0,05819	0,14962	0,04954	0,15600	0,19480	0,19133	0,17651
07-2003	0,29613	0,06617	0,16393	0,04148	0,19480	0,19133	0,17651	0,17223

Tarih	6 Aylık Mevduat Faiz Oran X_1	Altın X_2	M1 Para Arzı X_3	Enflasyon X_4	XUSIN $Y_{(t-3)}$	XUSIN $Y_{(t-2)}$	XUSIN $Y_{(t-1)}$	XUSIN Y_t
08-2003	0,25917	0,07462	0,16326	0,06565	0,19133	0,17651	0,17223	0,18650
09-2003	0,23882	0,08321	0,17007	0,13411	0,17651	0,17223	0,18650	0,20155
10-2003	0,19048	0,08365	0,18577	0,11398	0,17223	0,18650	0,20155	0,22962
11-2003	0,18479	0,09067	0,19442	0,12203	0,18650	0,20155	0,22962	0,21406
12-2003	0,19095	0,10350	0,19153	0,09384	0,20155	0,22962	0,21406	0,26418
01-2004	0,16239	0,09284	0,21145	0,08578	0,22962	0,21406	0,26418	0,24845
02-2004	0,14923	0,08876	0,19531	0,08176	0,21406	0,26418	0,24845	0,26732
03-2004	0,14372	0,10768	0,20038	0,09384	0,26418	0,24845	0,26732	0,29282
04-2004	0,13803	0,08576	0,21592	0,08176	0,24845	0,26732	0,29282	0,26995
05-2004	0,13140	0,09054	0,21330	0,07370	0,26732	0,29282	0,26995	0,25322
06-2004	0,13728	0,09115	0,23034	0,05356	0,29282	0,26995	0,25322	0,25260
07-2004	0,14167	0,08646	0,23232	0,06565	0,26995	0,25322	0,25260	0,27797
08-2004	0,13308	0,09769	0,24048	0,08176	0,25322	0,25260	0,27797	0,29498
09-2004	0,13551	0,10011	0,25012	0,09384	0,25260	0,27797	0,29498	0,32063
10-2004	0,13196	0,11052	0,24970	0,14619	0,27797	0,29498	0,32063	0,33847
11-2004	0,13430	0,12720	0,24731	0,11800	0,29498	0,32063	0,33847	0,32744
12-2004	0,12142	0,11492	0,26210	0,07370	0,32063	0,33847	0,32744	0,33928
01-2005	0,10602	0,10726	0,24111	0,07974	0,33847	0,32744	0,33928	0,36879
02-2005	0,10210	0,11575	0,25431	0,05840	0,32744	0,33928	0,36879	0,37612
03-2005	0,10331	0,11064	0,27080	0,06806	0,33928	0,36879	0,37612	0,35174
04-2005	0,09193	0,11412	0,28541	0,08619	0,36879	0,37612	0,35174	0,31005
05-2005	0,09417	0,10260	0,27555	0,09464	0,37612	0,35174	0,31005	0,32546
06-2005	0,09781	0,11664	0,29386	0,06162	0,35174	0,31005	0,32546	0,35569
07-2005	0,09071	0,10755	0,30622	0,03464	0,31005	0,32546	0,35569	0,38162
08-2005	0,08801	0,11434	0,31557	0,09182	0,32546	0,35569	0,38162	0,39436
09-2005	0,08987	0,13827	0,32825	0,09867	0,35569	0,38162	0,39436	0,42853
10-2005	0,08549	0,13680	0,34118	0,12968	0,38162	0,39436	0,42853	0,41094
11-2005	0,08213	0,15263	0,32703	0,11398	0,39436	0,42853	0,41094	0,46901
12-2005	0,09099	0,16488	0,37182	0,07451	0,42853	0,41094	0,46901	0,50720
01-2006	0,07587	0,19793	0,34247	0,08780	0,41094	0,46901	0,50720	0,54752
02-2006	0,07541	0,19302	0,33873	0,06645	0,46901	0,50720	0,54752	0,56956
03-2006	0,06608	0,20623	0,35959	0,06847	0,50720	0,54752	0,56956	0,53702
04-2006	0,06804	0,24490	0,36873	0,11156	0,54752	0,56956	0,53702	0,55441
05-2006	0,06412	0,24579	0,39352	0,13331	0,56956	0,53702	0,55441	0,49286
06-2006	0,09062	0,21899	0,40595	0,07128	0,53702	0,55441	0,49286	0,46108
07-2006	0,10471	0,24139	0,38251	0,09182	0,55441	0,49286	0,46108	0,46776
08-2006	0,10238	0,23545	0,39434	0,03987	0,49286	0,46108	0,46776	0,47116
09-2006	0,10630	0,22027	0,39719	0,10954	0,46108	0,46776	0,47116	0,45849
10-2006	0,09799	0,22122	0,38972	0,10874	0,46776	0,47116	0,45849	0,49726

Tarih	6 Aylık Mevduat Faiz Oran X_1	Altın X_2	M1 Para Arzı X_3	Enflasyon X_4	XUSIN $Y_{(t-3)}$	XUSIN $Y_{(t-2)}$	XUSIN $Y_{(t-1)}$	XUSIN Y_t
11-2006	0,10499	0,24706	0,37678	0,10954	0,47116	0,45849	0,49726	0,49064
12-2006	0,11927	0,24228	0,42299	0,06685	0,45849	0,49726	0,49064	0,50320
01-2007	0,10723	0,24585	0,36019	0,09787	0,49726	0,49064	0,50320	0,52889
02-2007	0,10565	0,26327	0,35613	0,07491	0,49064	0,50320	0,52889	0,54502
03-2007	0,10341	0,25938	0,36495	0,09464	0,50320	0,52889	0,54502	0,58168
04-2007	0,11162	0,27042	0,37835	0,10632	0,52889	0,54502	0,58168	0,57785
05-2007	0,09137	0,25823	0,39200	0,07773	0,54502	0,58168	0,57785	0,62497
06-2007	0,10443	0,25472	0,41001	0,04793	0,58168	0,57785	0,62497	0,62110
07-2007	0,10611	0,26334	0,41403	0,02819	0,57785	0,62497	0,62110	0,66329
08-2007	0,09361	0,26685	0,41007	0,05840	0,62497	0,62110	0,66329	0,63718
09-2007	0,10042	0,30928	0,43112	0,09907	0,62110	0,66329	0,63718	0,67423
10-2007	0,08847	0,33831	0,43156	0,13049	0,66329	0,63718	0,67423	0,68622
11-2007	0,08651	0,33512	0,42091	0,13613	0,63718	0,67423	0,68622	0,64022
12-2007	0,09743	0,36990	0,47054	0,06645	0,67423	0,68622	0,64022	0,66155
01-2008	0,08082	0,42286	0,43609	0,08981	0,68622	0,64022	0,66155	0,53783
02-2008	0,08511	0,45316	0,43217	0,10954	0,64022	0,66155	0,53783	0,58679
03-2008	0,08297	0,43389	0,47484	0,09625	0,66155	0,53783	0,58679	0,54198
04-2008	0,08278	0,39066	0,47573	0,12525	0,53783	0,58679	0,54198	0,60597
05-2008	0,08819	0,40419	0,46111	0,11760	0,58679	0,54198	0,60597	0,57276
06-2008	0,09221	0,43083	0,49258	0,04309	0,54198	0,60597	0,57276	0,54032
07-2008	0,09566	0,42509	0,48367	0,08095	0,60597	0,57276	0,54032	0,57986
08-2008	0,09678	0,37149	0,47756	0,04793	0,57276	0,54032	0,57986	0,55064
09-2008	0,09473	0,39210	0,55157	0,07571	0,54032	0,57986	0,55064	0,46516
10-2008	0,09659	0,30704	0,50562	0,16230	0,57986	0,55064	0,46516	0,35738
11-2008	0,11965	0,30960	0,51439	0,09102	0,55064	0,46516	0,35738	0,31572
12-2008	0,10891	0,38298	0,51390	0,04108	0,46516	0,35738	0,31572	0,32120
01-2009	0,05628	0,42094	0,49537	0,06927	0,35738	0,31572	0,32120	0,31268
02-2009	0,04274	0,44200	0,52679	0,04390	0,31572	0,32120	0,31268	0,31065
03-2009	0,03817	0,42254	0,53478	0,10189	0,32120	0,31268	0,31065	0,32964
04-2009	0,03490	0,40084	0,54003	0,05840	0,31268	0,31065	0,32964	0,37192
05-2009	0,03640	0,45955	0,53448	0,08337	0,31065	0,32964	0,37192	0,41835
06-2009	0,04302	0,42987	0,55233	0,06202	0,32964	0,37192	0,41835	0,45532
07-2009	0,02725	0,43801	0,53572	0,06766	0,37192	0,41835	0,45532	0,48861
08-2009	0,01596	0,44359	0,55332	0,04551	0,41835	0,45532	0,48861	0,54936
09-2009	0,01792	0,47422	0,59811	0,07330	0,45532	0,48861	0,54936	0,57429
10-2009	0,00644	0,50281	0,57709	0,15465	0,48861	0,54936	0,57429	0,56878
11-2009	0,00037	0,59163	0,65585	0,10874	0,54936	0,57429	0,56878	0,54778
12-2009	0,01055	0,53739	0,63423	0,07894	0,57429	0,56878	0,54778	0,61786
01-2010	0,01111	0,52603	0,60586	0,13210	0,56878	0,54778	0,61786	0,66600

Tarih	6 Aylık Mevduat Faiz Oran X_1	Altın X_2	M1 Para Arzı X_3	Enflasyon X_4	XUSIN $Y_{(t-3)}$	XUSIN $Y_{(t-2)}$	XUSIN $Y_{(t-1)}$	XUSIN Y_t
02-2010	0,00933	0,54664	0,63906	0,11599	0,54778	0,61786	0,66600	0,63592
03-2010	0,00747	0,55015	0,64530	0,08095	0,61786	0,66600	0,63592	0,69092
04-2010	0,01167	0,58844	0,64029	0,08176	0,66600	0,63592	0,69092	0,72921
05-2010	0,00812	0,61332	0,68322	0,04309	0,63592	0,69092	0,72921	0,65011
06-2010	0,01988	0,62991	0,72065	0,03504	0,69092	0,72921	0,65011	0,66929
07-2010	0,00000	0,58652	0,70544	0,03826	0,72921	0,65011	0,66929	0,70680
08-2010	0,01148	0,63183	0,73630	0,07370	0,65011	0,66929	0,70680	0,72399
09-2010	0,01279	0,67171	0,75350	0,10713	0,66929	0,70680	0,72399	0,79842
10-2010	0,01363	0,68421	0,76282	0,13129	0,70680	0,72399	0,79842	0,82361
11-2010	0,00887	0,71988	0,77521	0,05880	0,72399	0,79842	0,82361	0,79120
12-2010	0,01176	0,73966	0,83425	0,04551	0,79842	0,82361	0,79120	0,85700
01-2011	0,00644	0,68638	0,81816	0,07410	0,82361	0,79120	0,85700	0,85279
02-2011	0,00560	0,73871	0,83486	0,08699	0,79120	0,85700	0,85279	0,83583
03-2011	0,01083	0,75593	0,84794	0,07451	0,85700	0,85279	0,83583	0,90791
04-2011	0,01615	0,82166	0,86642	0,09263	0,85279	0,83583	0,90791	1,00000
05-2011	0,01773	0,81847	0,89744	0,15505	0,83583	0,90791	1,00000	0,90678
06-2011	0,02371	0,79757	0,92917	0,00000	0,90791	1,00000	0,90678	0,90065
07-2011	0,02557	0,87813	0,92749	0,04108	1,00000	0,90678	0,90065	0,89034
08-2011	0,01839	1,00000	1,00000	0,08699	0,90678	0,90065	0,89034	0,74638
09-2011	0,01717	0,87557	0,91804	0,08780	0,90065	0,89034	0,74638	0,82395
10-2011	0,01596	0,93874	0,93922	0,18929	0,89034	0,74638	0,82395	0,83934
11-2011	0,02100	0,94959	0,92721	0,12727	0,74638	0,82395	0,83934	0,81347
12-2011	0,04013	0,84144	0,93396	0,08095	0,82395	0,83934	0,81347	0,78724

ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Trabzon'da doğdu. 1995 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri Bölümü'ne girdi. 2000 yılında buradan mezun oldu. Askerliğini müteakiben Ortaöğretim kurumlarında 2 yıl sözleşmeli bilgisayar öğretmenliği yaptı. Alanında 3 yıllık özel sektör yöneticilik deneyiminden sonra 2007-2008 yıllarında Sakarya Üniversitesi'nde görev aldı. 2009 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Zile Meslek Yüksekokulu'nda öğretim görevlisi olarak çalışmaya başladı. Halen aynı görevini yürütmektedir. Evli ve 3 çocuk babasıdır.