

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



**PARA KRİZLERİNİN TAHMİNİNDE LOGİT-PROBİT
MODELLERİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI: TÜRKİYE
ÖRNEĞİ**

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

HAZIRLAYAN

YRD. DOÇ. DR. HASAN SÖYLER OKTAY KIZILKAYA

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PARA KRİZLERİNİN TAHMİNİNDE LOGİT-
PROBİT MODELLERİ VE YAPAY SİNİR
AĞLARI: TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
YRD.DOÇ.DR.HASAN SÖYLER

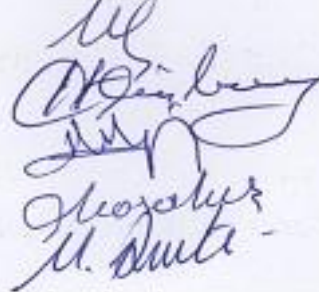
HAZIRLAYAN
OKTAY KIZILKAYA

Jürimiz 26.05.2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda bu doktora tezini (oybirliği) ile başarılı bulunarak Ekonometri Anabilim dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyelerinin Unvan Ad Soyadı

1. PROF.DR.MEHMET GÜNGÖR
2. DOÇ.DR.HAKAN TÜRKAY
3. YRD.DOÇ.DR.HASAN SÖYLER
4. YRD.DOÇ.DR.ENGİN KARAKIŞ
5. YRD.DOÇ.DR.MUSTAFA DESTE

imzası



İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih vesayılı kararıyla bu tezin kabulü onaylanmıştır.

Prof.Dr. Mehmet KUBAT
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Yrd. Doç. Dr. Hasan SÖYLER'in danışmanlığında doktora tezi olarak hazırladığım “PARA KRİZLERİNİN TAHMİNİNDE LOGİT-PROBİT MODELLERİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI: TÜRKİYE ÖRNEĞİ” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün yapıtların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterildiğini belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Tarih:

Ad-Soyad:

İmza:

BİLDİRİM

Yrd. Doç. Dr. Hasan SÖYLER'in danışmanlığında hazırladığım "PARA KRİZLERİNİN TAHMİNİNDE LOGİT-PROBİT MODELLERİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI: TÜRKİYE ÖRNEĞİ" başlıklı doktora tezimin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, doktora tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

- Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
 - Tezim sadece İnönü Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
 - Tezimin 1 yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

26.05.2017

Oktay KIZILKAYA

ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince bilgi ve öneri anlamında hiçbir zaman desteğini esirgemeyen ve bu tezin oluşmasında büyük rol oynayan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Hasan SÖYLER'e,

Tez hazırlama aşamasında bilgi ve tecrübesini benden esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Mehmet GÜNGÖR ve Yrd. Doç. Dr. Mustafa DESTE'ye,

Çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Esra CANPOLAT ve Yrd. Doç. Dr. Selim DEMEZ'e,

Tez hazırlama aşamasında bana destek olan ve her zaman yanımda olan sevgili eşim Fatma'ya ve kızım Ece'ye,

Bana maddi ve manevi her türlü desteği veren aileme,

Sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

Finansal krizlerin çok yönlü olaylar olması sebebiyle tek gösterge kullanılarak karakterize etmek zor olabilir. Literatürde, krizlerin itici faktörlerinin bazıları açıklığa kavuşturulmasına rağmen, krizlerin daha derin nedenlerinin belirlenmesi bir sorun olmaya devam etmektedir. Makroekonomik dengesizlikler, iç veya dış şoklar gibi temel faktörlerin genellikle gözlenmesine rağmen, krizlerin tam olarak nedenleri hakkında birçok soru geriye kalmaktadır. Finansal krizlerin, yaşandıkları ülkelerde son derece yüksek maliyetlere neden olabilecekleri, gün geçtikçe daha fazla oranda kabul görmektedir. Finansal krizlerin önceden tahmin edilebilmesi, ekonomide ortaya çıkardığı sorunların ve yüklediği maliyetlerin azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

1980 öncesinde şiddeti ve süresi farklı olan birkaç kriz yaşayan Türkiye ekonomisi, 1990'lı yıllardan günümüze kadar olan dönemde ise 1994 Krizi, 2000-2001 Krizi ve 2008 Küresel Ekonomik Kriz olmak üzere farklı finansal krizler ile karşı karşıya kalmıştır. Bu çalışmanın amacı da Türkiye'de yaşanan para krizlerinin öngörülebilirliğini Logit-Probit yöntemleri ve yapay zekâ yöntemlerinden Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS) yöntemlerini kullanarak araştırmak ve Türkiye'de yaşanan para krizlerini etkileyen değişkenleri belirlemektir. Çalışma sonucunda, Türkiye için para krizi tahmininde kullanılan YSA yönteminin, ANFIS, Logit ve Probit yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. En iyi performansa sahip YSA modelinin sonuçları dikkate alınarak bağımsız değişkenlerin ağırlıklı değerleri incelendiğinde ise Türkiye'de meydana gelen para krizlerini en fazla etkileyen üç değişkenin sırasıyla reel efektif döviz kuru (REDK), mevduat faiz oranları (MFAIZ) ve ihracat birim değeri (XUV) değişkenleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bu sonuçlar YSA yönteminin para krizleri tahmininde oldukça başarılı olduğunu göstermektedir. Bu durum, YSA yöntemlerinin üstünlüğünü göstererek bunun ekonomi politikası ve karar vericiler için güçlü bir araç olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağları (YSA), Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS), Logit, Probit, Finansal Krizler, Para Krizleri

ABSTRACT

As economic crises are multi-pronged events, it can be difficult to characterize by using a single indicator. In literature, although some driving factors have been clarified, determining deeper reasons of the crises is still a problem. Even though basic factors like macroeconomic instabilities, internal or external shocks are monitored, there are many questions left for the real reasons of the crises. How economic crises can cost high to the countries where they are faced is getting accepted day by day. Predicting economic crises early plays a significant role in decreasing its problems and cost burden in economy.

Turkish economy, which has experienced some crises whose severity and time are different before 1980, has been faced with various crises such as 1994 Crisis, 2000-2001 Crisis and 2008 Global Economic Crisis since 1990s. The aim of this study is to research the predictability of the currency crisis in Turkey by using Logit-Probit methods, and Artificial Neural Networks (ANN) and Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) methods which are the two of the artificial intelligence methods; and to identify the variables that affect the currency crises experienced in Turkey. As the result of the study, it has been observed that ANN, which is used for predicting currency crisis for Turkey, shows better results than ANFIS and Logit-Probit methods. When the weighted values of the independent variables are analyzed by the results of the ANN, which has the best performance, it has been found out that three variables that mostly affects the currency crises occurred in Turkey are respectively real effective exchange rate (REER), interest rates on deposits (IROD) and export unit value (XUV). These results indicate that ANN method is quite successful in predicting currency crises. This situation shows the superiority of ANN methods and asserts that it is a strong tool for economic policy and decision-makers.

Anahtar Kelimeler: Artificial Neural Networks (ANN), Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS), Logit, Probit, Financial Crisis, Currency Crisis

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ	iii
BİLDİRİM	iv
ÖNSÖZ	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
Kısaltmalar	xi
Tablolar	xii
Şekil Listesi	xiv
GİRİŞ	1
1. EKONOMİK KRİZLER	3
1.1. Reel Sektör Krizleri	5
1.2. Finansal Krizler	5
1.2.1. Para Krizleri	7
1.2.1.1. Birinci Nesil Modeller	9
1.2.1.2. İkinci Nesil Modeller	15
1.2.1.3. Üçüncü Nesil Modeller	18
1.2.2. Bankacılık Krizleri	19
2. TÜRKİYE’DE YAŞANAN KRİZLER	22
2.1. 1980 Öncesi Yaşanan Krizler	22
2.2. 1994 Krizi	23
2.3. 2000-2001 Krizleri	26
2.4. 2008 Küresel Ekonomik Krizi	30
3. FİNANSAL KRİZ TAHMİNİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER	35
3.1. Sinyal Yaklaşımı	37

3.2.	Doğrusal Olasılık Modeli (DOM)	38
3.3.	Logit Modeli	39
3.4.	Probit Modeli.....	41
3.5.	Yapay Zekâ Yöntemleri	42
3.5.1.	Yapay Sinir Ağları	46
3.5.1.1.	YSA'nın Tanımı ve Özellikleri	46
3.5.1.2.	Biyolojik Sinir Hücresi.....	49
3.5.1.3.	Yapay Sinir Hücresi.....	50
3.5.1.4.	Çok Katmanlı Algılayıcı.....	53
3.5.1.5.	Öğrenme Algoritması.....	54
3.5.1.6.	YSA Tasarımı.....	58
3.5.2.	Bulanık Mantık	60
3.5.2.1.	Bulanık Küme Kavramı.....	62
3.5.2.2.	Üyelik Fonksiyonları.....	65
3.5.2.3.	Bulanık Mantık Denetleyiciler.....	68
3.5.2.3.1.	Bulanıklaştırma	69
3.5.2.3.2.	Bilgi Tabanı	70
3.5.2.3.3.	Bulanık Çıkarım Motoru	71
3.5.2.3.4.	Durulaştırma	73
3.5.2.4.	Bulanık Mantık Denetleyici Tasarımı	76
3.5.3.	ANFIS (Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi).....	77
4.	TÜRKİYE'DE PARA KRİZLERİNİN LOGİT-PROBİT MODELLERİ, YAPAY SİNİR AĞLARI VE ANFIS İLE TAHMİNİ	81
4.1.	İncelenen Değişkenler	81
4.2.	Birim Kök Testi Sonuçları	84
4.3.	Logit-Probit Sonuçları	89

4.4. YSA Sonuçları	97
4.5. ANFIS Sonuçları	102
4.6. Model Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	106
5. SONUÇ	109
KAYNAKÇA.....	113
EK-1: BİRİM KÖK TESTİ SONUÇLARI	122
EK-2: LOGİT-PROBİT MODEL SONUÇLARI.....	143
EK-3: YSA MODEL SONUÇLARI	147



Kısaltmalar

YSA	: Yapay Sinir Ağları
ANFIS	: Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi
TDK	: Türk Dil Kurumu
IMF	: Uluslararası Para Fonu
İMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla
GSMH	: Gayri Safi Milli Hâsıla
TCMB	: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
EUS	: Erken Uyarı Sistemleri
EKK	: En Küçük Kareler Yöntemi
DOM	: Doğrusal Olasılık Modeli
ÇKA	: Çok Katmanlı Algılayıcı
GYA	: Geri Yayılım Algoritması
MSE	: Hata Kareler Ortalaması
MAPE	: Ortalama Mutlak Yüzde Hata
SSE	: Hata Kareler Toplamı
RMSE	: Hata Kareler Ortalamasının Karekökü
TSK	: Takagi-Sugeno-Kang Modeli
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
EMP	: Döviz Piyasası Baskı İndeksi
DF	: Dickey-Fuller
ADF	: Genişletilmiş Dickey-Fuller
EYO	: En Yüksek Olabilirlik
LR	: Olabilirlik Oranı
BÇS	: Bulanık Çıkarım Sistemi

Tablolar

Tablo 1.1: Birinci Kriz Modelleri ve İkinci Nesil Kriz Modellerinin Karşılaştırılması (Kaynak: Bustelo vd., 1999:50)	18
Tablo 2.1: Türkiye’de 1994 Kriz Dönemine İlişkin Temel Göstergeler	25
Tablo 2.2: Türkiye’de 2000-2001 Kriz Dönemlerine İlişkin Temel Göstergeler	29
Tablo 2.3: Türkiye’de 2008 Küresel Kriz Dönemine İlişkin Temel Göstergeler	32
Tablo 3.1: Türkiye’de Finansal Krizlerin Tahminine Yönelik Yapılan Çalışmalar	36
Tablo 3.2: Sinyal Matrisi	38
Tablo 3.3: Yapay Sinir Ağları, Bulanık Mantık ve Genetik Algoritmalar Yöntemlerinin Karşılaştırılması (Kaynak: Baykal ve Beyan, 2004: 20)	43
Tablo 3.4: Ekonomi ve Finans alanında YSA ve ANFIS Yöntemi ile Yapılan Bazı Çalışmaların Özeti.....	44
Tablo 3.5: Aktivasyon Fonksiyonu Örnekleri	52
Tablo 3.6: Bulanık Modelde Yapı ve Parametreler (Kaynak: Baykal ve Beyan, 2004:225).....	77
Tablo 4.1: Çalışmada Kullanılan Değişkenler	81
Tablo 4.2: ADF Birim Kök Testi Sonuçları	86
Tablo 4.3: Zivot-Andrews Birim Kök Testi	88
Tablo 4.4: Logit Model 1 Sonuçları	91
Tablo 4.5: Probit Model 1 Sonuçları.....	92
Tablo 4.6: Logit Model 2 Sonuçları	93
Tablo 4.7: Probit Model 2 Sonuçları.....	94

Tablo 4.8: Logit Model 3 Sonuçları	95
Tablo 4.9: Probit Model 3 Sonuçları	96
Tablo 4.10: Logit Model 1 için Doğru Sınıflandırma Oranı Tablosu	97
Tablo 4.11: Probit Model 1 için Doğru Sınıflandırma Oranı Tablosu	97
Tablo 4.12: En İyi Performansa Sahip ÇKA Modelleri	98
Tablo 4.13: En İyi Performansa Sahip ÇKA Modelinin (Model 4) Ağ Bilgisi	99
Tablo 4.14: Oluşturulan ÇKA Modelinin Sınıflama Tablosu	100
Tablo 4.15: Kullanılan YSA Mimarisi	102
Tablo 4.16: ANFIS Modellerinde Kullanılan Girdi Üyelik Fonksiyonları	104
Tablo 4.17: Kurulan ANFIS Modelleri	105
Tablo 4.18: En İyi Performansa Sahip Logit Modelinin (Logit Model 1) Örnek Dışı Performansı	107
Tablo 4.19: En İyi Performansa Sahip Probit Modelinin (Probit Model 1) Örnek Dışı Performansı	107
Tablo 4.20: En İyi Performansa Sahip YSA Modelinin Örnek Dışı Performansı	107
Tablo 4.21: En İyi Performansa Sahip ANFIS Modelinin Örnek Dışı Performansı	108

Şekil Listesi

Şekil 1.1: Temel Makroekonomik Krizlerin Sınıflandırılması (Kaynak: Kibritçioğlu, 2001:9).....	4
Şekil 1.2: Ekonomik Büyüklükler ve Çoklu Denge İlişkisi (Kaynak: Chui v.d., 2000:369).....	17
Şekil 3.1: Bir YSA Örneği.....	49
Şekil 3.2: Biyolojik Sınır Hücresi (Kaynak: Öztemel, 2003).....	50
Şekil 3.3: Yapay Sınır Hücresi.....	51
Şekil 3.4: İki Gizli Katmana Sahip ÇKA	53
Şekil 3.5: İki Bulanık Kümenin Birleşimi	64
Şekil 3.6: İki Bulanık Kümenin Kesişimi.....	65
Şekil 3.7: Bulanık Bir Denetleyicinin Yapısı	69
Şekil 3.8: Max-Dot Çıkarım (Kaynak: Elmas, 2007:245).....	72
Şekil 3.9: Min-Max Çıkarım (Kaynak: Elmas, 2007:246)	72
Şekil 3.10: Tsukamoto Çıkarım (Kaynak: Ross, 2010:154).....	73
Şekil 3.11: Takagi-Sugeno-Kang Çıkarım (Kaynak: Ross, 2010:153)	73
Şekil 3.12: En Büyük Üyelik Yöntemi.....	74
Şekil 3.13: Sentroid Yöntemi.....	75
Şekil 3.14: Ağırlıklı Ortalama Yöntemi	75
Şekil 3.15: Ortalama En Büyük Üyelik Yöntemi	76
Şekil 3.16: İki Girişli Sugeno Tip Bulanık Çıkarım Yöntemine İşlevsel Olarak Eşdeğer Olan ANFIS Yapısı	79
Şekil 4.1: Hesaplanan Döviz Piyasası Baskı İndeksi (EMP) ve Eşik Değer	83
Şekil 4.2: En İyi Performansa Sahip ÇKA Modeli	100
Şekil 4.3: Bağımsız Değişken Önem Analizi	101
Şekil 4.4: ANFIS Sistemine Yüklenen Eğitim ve Test Verilerinin Görünümü	103

Şekil 4.5: Eğitim Verisi İçin Gerçek Değerlerle Tahmin Değerlerinin Görünümü (o: Gerçek Değerler, *: Tahmin Değerleri).....	105
Şekil 4.6: Test Verisi İçin Gerçek Değerlerle Tahmin Değerlerinin Görünümü (● Gerçek Değerler, * Tahmin Değerleri).....	106
Şekil 4.7: ANFIS Yöntemiyle Oluşturulan Modellerin BÇS Yapısı	106



GİRİŞ

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, 1980'li yılların başından 1990'lı yıllara kadar olan dönemde mali sistemlerini serbestleştirmek amacıyla reformlar uygulamışlardır. Bu reformların en önemlileri, faiz oranlarının serbest bırakılarak kredi tavanlarının kaldırılması, bankaların Merkez Bankasında bulundurmak zorunda oldukları mevduat munzam karşılık oranlarının düşürülmesi ya da tamamen kaldırılması, bankacılık sektörünün hem yabancı hem de yerleşiklere açılması, sermaye hareketlerinin serbestleştirilmesi gibi finansal serbestleşme politikaları olarak sıralanabilir (Güloğlu ve Altunoğlu, 2002:108). Finansal serbestleşme, özellikle gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilir büyümenin dinamiği olarak görülmüştür. Küresel sermayeyi ülke içine çekme çabaları bazı ülkelerde başarılı olurken, yatırımcıların olumsuz ekonomik veya politik risk beklentilerine girmesi ile sıcak paranın ülkeyi terk etmesi, ülke ekonomilerini finansal krizlerle karşı karşıya getirmiştir. Özellikle 1990'lı yıllardan sonra artış gösteren finansal krizlerin temel nedeni uluslararası sermaye hareketleri olsa da aşırı borçlanma, döviz kuru politikaları, yüksek enflasyon da krizlere neden olabilmektedir. 1994 Tekila Krizi, 1994 Türkiye krizi, 1997 Asya krizi ve 1997-1998 Rusya krizi spekülasyon sermaye hareketlerinden kaynaklanan krizlere örnek olarak gösterilebilir (Demez, 2016:1).

Finansal krizler, yaşandıkları ülkelerde son derece yüksek maliyetlere neden olabilmektedir. Ek olarak bu krizler genellikle, çeşitli kanallar üzerinden yayılarak diğer ülkelerin kriz konusundaki kırılganlığını artırmaktadır. Yaşanan bankacılık ve para krizleri gibi finansal kriz sonrasındaki temizliğin maliyeti yükseldikçe, iyi çalışan bir erken uyarı sisteminin tasarlanması fikrine dönüş artmaktadır. Literatürde finansal krizlerin tahmin edilmesi amacıyla yapılan çalışmaların çoğu para krizlerini ele alan çalışmalardır. Bunun yanında gelişmekte olan ülkelerdeki bankacılık krizlerinin maliyetleri para krizleri maliyetinden daha yüksek maliyetle gerçekleşmektedir. Ayrıca, bankacılık krizleri para krizlerini yaratan önemli faktörlerden biri olarak görülmektedir (Goldstein vd., 2000:1-7-17-18). Goldstein vd. (2000) çalışmalarında; bankacılık ve para krizinde, en iyi performansa sahip öncü göstergeler arasında oldukça fazla iç içe geçişmeler bulunsa bile, yine de ikisini ayrı ayrı ele alabilmek için yeterli bir farklılık bulunduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada finansal kriz türleri, para krizleri ve

bankacılık krizleri çerçevesinde ele alınacaktır. Para krizleri, büyük ölçüde spekülâtif ataklar sonucunda devalüasyon, rezervlerde önemli azalmalar, faiz oranlarında aşırı yükselmeler biçiminde yaşanırken; bankacılık krizleri ise bankaların yükümlülüklerini yerine getirmede zorlanmalarına sebep olan banka hücumları (bank run) veya kamu otoritesinin bankalara el koymas1 durumu olarak ifade edilebilir (Bayraktutan, 2006:25).

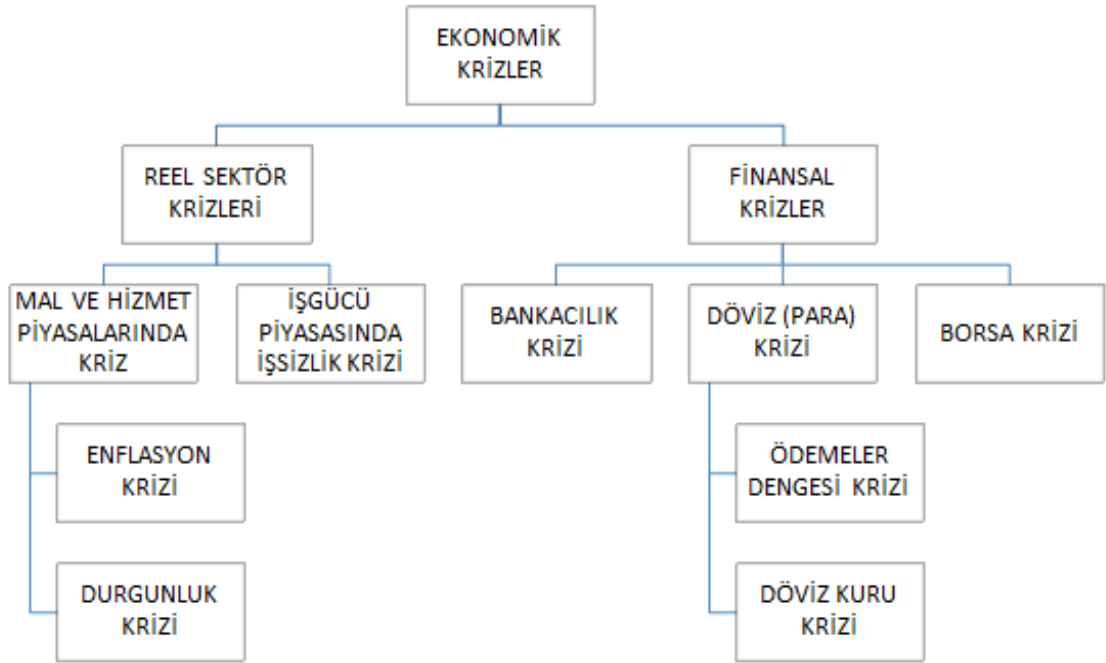
Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de yaşanan para krizlerinin öngörülebilirliğini Logit-Probit yöntemleri ve yapay zekâ yöntemlerinden Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS) yöntemlerini kullanarak araştırmak ve Türkiye’de yaşanan para krizlerini etkileyen değişkenleri belirlemektir. Logit-Probit modelleri için literatürde para krizleri üzerine yapılan çalışmalarda en çok kullanılan değişkenler seçilmeye çalışılmış ve oluşturulan anlamlı modellerden elde edilen anlamlı değişkenler YSA ve ANFIS yöntemleri ile oluşturulacak modellere girdi olarak seçilmiştir.

Bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Çalışanın birinci bölümünde kriz literatürü teorik ve kavramsal olarak tanıtılmakta, ikinci bölümde ise Türkiye’de yaşanan finansal krizler ele alınmaktadır. Çalışmanın üçüncü bölümünde, finansal krizleri tahmin etmek amacıyla literatürde kullanılan istatistiksel yöntemler tanıtılmakta ve literatürde bu yöntemler ile yapılan ampirik çalışmalar ele alınmaktadır. Çalışmanın dördüncü bölümünde, Türkiye’de yaşanan para krizlerinin öngörülebilmesi amacıyla Logit-Probit, YSA ve ANFIS yöntemleri kullanılmış, yöntemlerin tahmin performansları karşılaştırılarak, Türkiye’de yaşanan para krizlerini etkileyen değişkenler belirlenmeye çalışılmıştır. Beşinci bölümde ise elde edilen sonuçlar açıklanmıştır.

BÖLÜM 1

1. EKONOMİK KRİZLER

Kriz kavramı TDK'ya göre “Bir ülkede veya ülkeler arasında, toplumun veya bir kuruluşun yaşamında görülen güç dönem, bunalım, buhran” olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2016). Kibritçioğlu ise ekonomik krizi “Herhangi bir mal, hizmet, üretim faktörü veya döviz piyasasındaki fiyat veya miktarlarda, kabul edilebilir bir değişme sınırının ötesinde gerçekleşen şiddetli dalgalanmalar” olarak tanımlamıştır (Kibritçioğlu, 2001:1). Ekonomik kriz, tüketici talebinde ve firmaların yatırımlarında meydana gelen büyük düşüş, yüksek işsizlik oranı ve buna bağlı olarak yaşam şartlarının kötüleşmesi şeklinde ortaya çıkabilir. Bu şekilde meydana gelen ekonomik krizlere genel olarak finansal piyasada ortaya çıkan belirsizlikler, hisse senedi fiyatlarındaki azalmalar ve yerli paranın değerindeki düşüşler eşlik eder. Ekonomik krizler reel sektörden başlayıp finans kesimini etkileyeceği gibi doğrudan finansal sektörden de kaynaklanabilmektedir. Çok ağır bir ekonomik kriz söz konusu olduğunda işsizlik oranında meydana gelen artışın eşlik ettiği büyümenin eksi değerlere düşmesi ile ortaya çıkan resesyon ve borçları ödeyememe durumu da meydana gelebilir (Eğilmez, 2008:48). Kriz yaşanan ülkede finansal sistem bozulmakta ve reel sektöre finansman sağlama işlevi yerine getirilememektedir. Yani bankalar kredi vermekte daha isteksiz bir hale gelmekte ve bunun sonucunda firmalar kaynak bulmakta zorlanmaktadırlar. Kaynak bulamayan firmalar ise yatırımlarını azaltmakta, bu durum hem ülkenin resesyona girmesine hem de işsizliğin artmasına neden olmaktadır. Bunun en önemli nedeni yatırımları azalan firmaların kârlarının da azalması ve bu durum karşısında firmaların maliyetlerini düşürmek istemesidir (Yüksel, 2016:11).



Şekil 1.1: Temel Makroekonomik Krizlerin Sınıflandırılması (Kaynak: Kibritçioğlu, 2001:9)

Şekil 1.1’de görüldüğü gibi ekonomik krizleri, mal ve hizmet piyasalarında ve işgücü piyasasında oluşan dengesizliklerin sebebiyet verdiği reel sektör krizleri ve finans piyasalarındaki şiddetli fiyat dalgalanmalarının sebebiyet verdiği finansal krizler olarak iki başlık altında sınıflayabiliriz. Reel sektör krizleri; mal ve hizmet piyasası ile işgücü piyasalarındaki üretimde veya istihdamda ciddi daralmalar şeklinde ortaya çıkar. Finansal krizler ise finans piyasalarındaki şiddetli fiyat dalgalanmaları veya bankacılık sisteminde bankalara geri dönmeyen kredilerin gereğinden fazla artması sonucunda yaşanan ciddi ekonomik sorunlar olarak ifade edilebilir (Kibritçioğlu, 2001: 2).

Kapitalizm küreselleşmeden önce yaşanan krizlerin birçoğu krizin yaşandığı ülkeyle sınırlı kalmaktaydı. Krizin meydana geldiği ülke görece olarak küçük bir ekonomiye ve dünya ticaretinde küçük bir paya sahip ise ortaya çıkan kriz, bu ülke ve ülkenin yakın ekonomik ilişki içerisinde olduğu ülkeler ile sınırlı kalabilmektedir. Ulusal ekonomik kriz olarak adlandırılan bu tür krizlere 2001 Türkiye krizini örnek olarak verebiliriz. Bazı durumlarda ise bir ekonomide ortaya çıkan kriz, ilişkili diğer ekonomilere de sıçrayarak bölgesel bir krize dönüşebilmektedir. Bu tür krizlere örnek olarak 1997 Asya krizi verilebilir. Tayland’da başlayan, Singapur ve Hong Kong gibi bölgenin iki güçlü ekonomisine de sıçrayan krizin temel nedeni, yatırımcıların bu ülkelerin bulunduğu bölgeyi bir bütün olarak görmesinden kaynaklanmaktadır.

Özellikle büyük ekonomilerde yaşanan ekonomik krizler, sermaye hareketlerinin serbestleşmesi ve kapitalizmin küreselleşmesi ile birlikte küresel alana yayılarak küresel ekonomik krizlerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Örneğin 2007 yılında ABD’de ortaya çıkan ve daha sonra İngiltere’ye sıçrayan mortgage krizi, 2008 yılının ikinci çeyreğinden itibaren küresel bir krize dönüşmüştür (Eğilmez, 2008:52-53).

1.1. Reel Sektör Krizleri

Reel sektör krizleri, mal ve hizmet piyasalarında kriz ve işgücü piyasasında işsizlik krizi olmak üzere iki farklı türe ayrılmaktadır. Mal ve hizmet piyasalarında meydana gelen krizler ise enflasyon krizi ve durgunluk krizi olmak üzere iki farklı türe ayrılmaktadır. Enflasyon krizi; mal ve hizmet piyasasında oluşan genel fiyat düzeyindeki sürekli artışların belirli bir sınırın üzerinde olması olarak tanımlanabilmektedir. Fiyatlar genel seviyesinde meydana gelen artışların, ekonomide mal ve hizmet üretiminde yatırımları teşvik edecek olan seviyeden daha aşağıda gerçekleşmesi ise durgunluk krizi olarak ifade edilebilmektedir.

Diğer bir reel sektör krizi olan işgücü piyasasında işsizlik krizi ise, emek piyasasındaki işsizlik oranlarının alışılmış seviyenin üzerinde seyretmesi olarak ifade edilebilir (Eren, 2010:3-4).

1.2. Finansal Krizler

Belirli bir düzeydeki krizler, finans sektörü ve reel ekonomi arasındaki etkileşimlerin aşırı belirtileridir. Bu nedenle, finansal krizleri anlamak, kendi içinde gerçekten karmaşık ve zor olan makro-finansal bağlantıları anlamayı gerektirir. Finansal krizler, ortak unsurları olmasına rağmen farklı şekillerde meydana gelirler. Bir finansal kriz genelde aşağıda belirtilmiş bir veya daha fazla olgu ile ilişkilidir;

- Varlık fiyatları ve kredi hacminde önemli değişiklikler
- Dış finansman tedariki ve finansal aracılıkta ciddi aksamalar
- Büyük ölçekli bilanço problemleri (firmaların, hanehalkının finansal araçların ve hükümetlerin)
- Büyük ölçekli hükümet desteği (likitide desteği ve yeniden sermayelendirme şeklinde)

Finansal krizleri, çok yönlü olaylar olması nedeniyle tek gösterge kullanılarak karakterize etmek zor olabilmektedir. Krizlerin altında yatan nedenler ile ilgili birçok teori geliştirilmiştir. Literatürde, krizleri etkileyen faktörlerin bazıları açıklığa kavuşturulmasına rağmen, krizlerin daha derin nedenlerinin belirlenmesi bir sorun olmaya devam etmektedir. Temel faktörlerin (makroekonomik dengesizlikler, iç veya dış şoklar) genellikle gözlenmesine rağmen, krizlerin tam olarak nedenleri hakkında birçok soru geriye kalmaktadır (Claessens vd., 2014:3-5).

Finansal krizler genellikle varlık ve kredi balonları öncesinde olur ve sonunda çöküşe dönüşebilir. Krizlerin kaynaklarına odaklanan birçok teori varlık ve kredi piyasalarındaki patlamanın önemini vurgulamıştır. Literatürde, krizler çerçevesinde makroekonomik ve finansal değişkenlerin dinamikleri kapsamlı olarak incelenmiştir. Yapılan ampirik çalışmalar, finansal krizlerin başlangıç ve küçük ölçekli finansal aksamalardan büyük ölçekli ulusal, bölgesel ve hatta küresel krizlere kadar çeşitli safhalarını ifade etmiştir (Claessens vd., 2014:5-6).

Literatürde, finansal kriz türleri ile ilgili farklı sınıflamalar mevcut olmakla beraber Uluslararası Para Fonu (IMF), finansal krizleri temel olarak Para Krizleri, Bankacılık Krizleri, Sistemik Finansal Krizler ve Dış Borç Krizleri olarak sınıflamıştır (IMF, 1998:74-75). Bir paranın değişim değeri üzerindeki spekülasyon saldırı, paranın değer kaybetmesine neden oluyorsa veya bu durumun önüne geçebilmek amacıyla döviz rezervlerinde önemli miktarlarda azalmaya neden oluyorsa veya çok büyük düzeylerde faiz artışlarına neden oluyorsa, bu durum para krizi olarak adlandırılmaktadır. Fiili veya potansiyel banka başarısızlıkları durumunun, bankaların yükümlülüklerini yerine getirmesini engellemesi veya mevcut hükümetin bu başarısızlığı önleyecek şekilde müdahale etmeye zorlanması durumunda ise bankacılık krizi meydana gelebilmektedir. Bankacılık krizi, hükümet tarafından fona devredilen ya da iflasa zorlanan bankaların olduğu veya hükümet tarafından el konulmamasına rağmen, büyük bir kamu ya da finansal kurum desteği almak zorunda kalan bankaların ciddi bir sorun oluşturduğu durumlarda ortaya çıkan bir kriz türüdür. Sistemik finansal krizler ise finans piyasalarının etkin bir şekilde çalışmasını engelleyerek reel ekonomi üzerinde önemli olumsuz etkilere sahip finansal bozulmalar olarak ifade edilmektedir. Bir ülkenin dış borcunu ödeyememesi durumunda ise dış borç krizi ortaya çıkabilmektedir. Dış borç krizi, devletin tahvil ve bonolarına ait faizlerin ödeme günü

gelmesine rağmen, taahhüt edilen faizi gününde ödeyememesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Sürdürülemez ekonomik dengesizlikler ve finansal varlık fiyatlarında veya döviz kurunda oluşan ciddi dalgalanmalar, bu finansal kriz türlerinin ortak özellikleri olarak sıralanabilir (Işık vd., 2004:47-48; Doğru, 2015:58).

Bir para krizinin başlangıcından itibaren en çok iki yıl önce veya en çok iki yıl sonra bir bankacılık krizi meydana gelir ise bu durum ikiz kriz olarak ifade edilmektedir. Türkiye’de meydana gelen 1994 Krizi ve 2001 Krizini ikiz kriz olarak tanımlamak daha uygundur, 2008 Krizi ise para krizidir. Türkiye sermaye hesabını serbestleştirdiği 1989 yılından günümüze kadar, para krizi ile eşleşmeyen bir bankacılık krizi yaşamamıştır (Türel, 2010:30-35-36).

Reinhart ve Rogoff (2009) ise krizleri iki farklı gruba ayırmıştır. Birinci grup para ve ani durgunluk (sudden stop) krizlerini içerirken, ikinci grup ise borç ve bankacılık krizlerini içermektedir. Kibritçioğlu (2001) ise finansal krizleri bankacılık krizi, döviz (para) krizi ve borsa krizi olarak üç ana başlıkta sınıflamıştır.

Finansal yapıdaki zayıflıklar, hatalı makroekonomik politikalar, döviz sistemi ve döviz kurunun belirlenmesindeki hatalar, denetim ve düzenleme ile ilgili sorunlar ile dışsal makroekonomik koşullar finansal krizleri ortaya çıkaran nedenler olarak ifade edilebilir. Kredi hacminde oluşan daralma, faizlerde meydana gelen artışlar, emisyonunda artma, üretim ve istihdamda azalma, harcama ve talepte düşüş, tasarruf ve yatırımlarda meydana gelen azalmalar finansal piyasalarda yaşanan bir krizin yaratacağı makroekonomik etkiler olarak sıralanabilmektedir (Ural, 2003:15).

Çalışmanın bu bölümünde, finansal kriz türleri olan para krizleri ve bankacılık krizleri ele alınacaktır.

1.2.1. Para Krizleri

Bir para krizi, para birimine karşı bir saldırının önemli rezerv kayıplarına veya saldırı sonunda başarıya ulaşırsa parada hızlı bir aşınmaya veya her ikisine birden yol açtığı bir durum olarak ifade edilmektedir (Goldstein vd., 2000:26).

Kaminsky ve Reinhart (1999) ve Kaminsky, Lizondo ve Reinhart (1998)’ a göre para krizi, ulusal paraya yönelik yapılan spekülatif saldırının ya paranın ani değer kaybetmesi ile sonuçlanması ya da bu saldırı sonucunda uluslararası rezerv düzeyinde

meydana gelen ciddi azalmalar durumu ya da her iki durumun birlikte gerçekleşmesi olarak ifade edilmektedir. Yani döviz kurundaki ve uluslararası rezerv düzeyindeki yüzde değişimlerin ağırlıklı ortalamalarından oluşan spekülasyon baskı indeksi değerinin, ortalamasından 3 standart sapmaya sahip olması para krizi olarak ifade edilmektedir. Edison (2000) modeli ise bu yaklaşıma dayalı olmasına rağmen bazı değişiklikleri içermektedir. Bu modele göre belirli bir dönemdeki indeks değeri, ülke ortalamasının 2.5 standart sapma üzerinde olduğunda o dönem kriz dönemi olarak belirlenebilmektedir (Çeviş, 2005:9).

Para krizi esnasında, krizin yaşandığı ülkenin parası ciddi boyutlarda değer kaybetmektedir. Bu süreçte ulusal paranın değer kaybedeceğine ilişkin beklentiler etkili olmakta ve ulusal paranın değer kaybedeceğini düşünen spekülasyonörler piyasadan sürekli döviz satın almaktadır. Bu süreçte Merkez Bankası söz konusu değer kaybının önlenmesi amacıyla piyasaya döviz satarak savunmaya geçmekte ve elinde bulunan uluslararası rezervlerin önemli bir kısmını kaybetmektedir. Ulusal paranın değer kaybını önlemek isteyen Merkez Bankasının, rezervlerini daha fazla kaybetmeye tahammülü olmaması nedeniyle döviz satmak dışında başka bir araç kullanarak piyasaya müdahale etmesi gerekmektedir. Bu durum karşısında Merkez Bankası faiz oranlarını yükseltmeye başlayacaktır. Yükselen faiz oranı ile ulusal para yatırımcılar için önem kazanacak ve böylece ulusal paranın değer kaybının önüne geçilebilmiş olacaktır. Yaşanan para krizlerinin ülke ekonomilerine temelde iki farklı olumsuz etkisi bulunmaktadır. Para krizi esnasında Merkez Bankası önemli boyutta uluslararası rezervlerini yitirmekte ve ülkede faiz oranları yükselmektedir (Yüksel, 2016:13-14).

Sabit döviz kuru sistemlerinde, ülkelerin dışsal dengesizliklerinin ulusal paranın aşırı değerlenmesine neden olması sonucunda para krizlerinin meydana geldiği, bu tür krizlerin söz konusu ülkeler ile mal ve sermaye piyasaları kapsamında bağlantısı olan ve olmayan diğer ülkelere de bulaştığı sıklıkla gözlenmektedir (Çeviş, 2005:10). Makroekonomik göstergelerin zayıf olması ve iktisat politikalarında yapılan hatalar, finansal altyapının yetersiz oluşu, ahlaki risk ve asimetric enformasyon olgusu, piyasada bulunan krediörlerin ve uluslararası finans kuruluşlarının his ve önsezgilerinin hatalı olması, yapılan siyasi suikastler veya terör saldırıları gibi bazı beklenmedik olaylar ve tesadüfler para krizlerinin belirleyicileri olarak sıralanabilir (Kibritçioğlu, 2001:2).

Para krizlerini açıklamak için kullanılan modeller, birinci nesil kriz modelleri, ikinci nesil kriz modelleri ve üçüncü nesil kriz modelleri olarak sınıflandırılmaktadır. Birinci nesil kriz modelleri, 1970'li yıllarda ve 1980'li yılların başında Latin ülkelerinde meydana gelen krizleri açıklamak amacıyla ortaya atılmıştır. Birinci nesil kriz modellerine göre krizlerin temel nedeni makroekonomik politikaların, hükümetin döviz kuru hedefleriyle tutarsızlık göstermesidir. Bu kriz modelleri 1992 Avrupa para krizini açıklamakta yetersiz kalmış ve ikinci nesil para krizleri teorisi literatüre girmiştir. İkinci nesil kriz modellerine göre ise krizler kendi kendini besleyen beklentiler neticesinde ortaya çıkmaktadır. 1997 Asya krizinin diğer krizlerden daha şiddetli olması ve yayılma etkisi nedenleri ile diğer kriz modellerine göre farklılık göstermesi üçüncü nesil kriz modellerinin iktisat literatürüne girmesine neden olmuştur. Üçüncü nesil modeller, Asya krizinden sonra bankacılık ve finans sektörünün önemine vurgu yaparak, bankacılık krizleri ile para krizlerinin birbirini besleyen kısır bir döngü oluşturduğu temel düşüncesine dayanmaktadır. Bu kriz modelleri, krizlerin ülkeler arasında bulaşma mekanizmasını açıklamaya çalışmaktadırlar (Altunöz, 2013:55; Sevim, 2012:24).

1.2.1.1. Birinci Nesil Modeller

Krugman (1979) tarafından ileri sürülen ve Flood ve Garber (1984) tarafından geliştirilen bu model, 1973-1982 Meksika ile 1978-1981 Arjantin'de yaşanan krizleri açıklamak amacıyla ortaya atılmıştır. Birinci nesil modele göre sabit kur rejimi altında, para talebi büyümesini geçen yurtiçi kredi genişlemesi, kademeli ancak kalıcı bir şekilde ülkenin uluslararası rezervlerinin kaybına ve ülke parasına yönelik spekülasyon ataklara sebebiyet vermektedir (Kaminsky vd., 1998:4). Spekülasyon atak krizleri olarak da bilinen birinci nesil kriz modellerine göre hükümetlerin verdiği bütçe açığı, iç borçlanma veya emisyon yardımıyla finanse edilmektedir. Uygulanan bu makroekonomik politikaların para arzının artırılması yoluyla finansmanı enflasyona, sermayenin kaçışına ve beklentilerin olumsuz bir hal almasına neden olmaktadır. Bu durum ödemeler dengesinde bir açığın meydana gelmesi sonucunu doğurmaktadır. Sabit kur sistemine devam edilmesi konusunda ısrarcı olan para otoritesi, ödemeler dengesi açığını kapatmak için rezervlerini kullanmak durumunda kalır. Gelişmekte olan bir ülke ekonomisi açısından bakıldığında ise rezervlerin sınırlı miktarda olması nedeniyle sabit kur rejimi konusunda fazla ısrar edilmesi söz konusu olamayacaktır. Bu noktada para

devalüe edilir veya dalgalanmaya bırakılır. Bu modele göre ortaya çıkan kriz, yanlış makroekonomik politikaların bir sonucudur ve paranın reel olarak aşırı değerlendirilmesi, cari işlemler bilançosundaki artan açık ve rezervlerdeki önemli azalma ile birlikte öngörülebilmektedir (Karaçor ve Alptekin, 2006: 238).

Krugman'ın modeline göre yurtiçi para talebi döviz kuruna bağlıdır ve esnek döviz kuru yurtiçinde ihtiyaç duyulan para talebini zamanla dengeye getirecektir. Bu model aşağıdaki varsayımlara dayanmaktadır (Bustelo vd., 1999:30-31).

1. Satın alma gücü paritesi vardır. Uluslararası fiyatlar birbirine eşit ve sabittir. Bu yüzden döviz kuru aynı zamanda ulusal fiyat düzeyini ifade etmektedir. Böylece devalüasyon, beklenen enflasyon seviyesinde gerçekleşir.
2. Yerli ve yabancı olmak üzere iki tür para vardır. Yerli ekonomik birimler varlıklarını enflasyon beklentilerine göre iki para birimi arasında dağıtırlar. Yabancıların ise yerli paraya erişimleri yoktur.
3. Para otoriteleri sadece sabit döviz kurunda döviz piyasasına müdahale edebilirler.
4. Para arzında artışlar para otoritelerinin bankacılık sistemine verdikleri kredilerin artması ve kamu kesimi finansman ihtiyaçları tarafından belirlenmektedir.
5. Kamu açıklarının finansmanında sadece Merkez Bankasına başvurulmaktadır.
6. Spekülatörler geleceğe yönelik mükemmel öngörü yapabilmektedirler.

Flood ve Garber (1984) çalışmasında birinci nesil para krizlerini açıkladığı spekülasyon saldırı modelini, para piyasası denge koşuluna ve karşılıksız faiz paritesi koşuluna dayandırmıştır (Çeviş, 2005:38). Buna göre $m - p$ reel para talebi, p yurtiçi fiyatlar genel seviyesi, i yurtiçi faiz oranı ve α sabit pozitif bir parametre olmak üzere yurtiçi reel para talebi;

$$m - p = \alpha i, \quad \alpha > 0 \quad (1.1)$$

m parasal taban, r uluslararası rezervler ve d yurtiçi krediler olmak üzere para arzı;

$$m = d + r \quad (1.2)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Merkez Bankası bilançosunun aktif pasif dengesinden hareketle, nominal para arzı uluslararası rezervlerle yurtiçi kredilerin toplamından

oluşmaktadır. p^* yurtdışı fiyatlar genel düzeyi, s ise döviz kuru olmak üzere, yurtiçi fiyatlar genel düzeyi, satın alma gücü paritesi koşuluna göre;

$$p = p^* + s \quad (1.3)$$

olarak ifade edilmektedir. Bu denklem satın alma gücü paritesi ile yurtiçi fiyatların belirlendiğini ifade etmektedir. Faiz oranları ise karşılıksız faiz paritesi koşulunu sağlamaktadır. i^* yurtdışı faiz oranını, $\dot{s}$ ise ekonomi otoritelerinin tam bilgiye sahip oldukları varsayımı altında döviz kurundaki cari ve beklenen değişim oranını ifade etmek üzere karşılıksız faiz paritesi koşulu;

$$i = i^* + \dot{s} \quad (1.4)$$

şeklinde ifade edilir. Sabit döviz kuru sisteminde $\dot{s} = 0$ olduğundan yurtiçi ve yurtdışı faiz oranları birbirine eşit olacaktır. Yurtiçi kredilerin büyüme oranı sabit ve sürekli olan kamu açıklarını finanse etmede kullanılmakta olduğu varsayılmaktadır. Yurtiçi kredilerdeki değişim oranı,

$$\dot{d} = \mu, \mu > 0 \quad (1.5)$$

şeklinde tanımlanabilir. Eğer, Merkez Bankası sabit döviz kuru sisteminde ısrar edip kamu finansmanını yurtiçi kredilerle karşılamaya çalışırsa uluslararası rezervlerdeki değişim oranı şu şekilde olacaktır;

$$\dot{r} = -\mu \quad (1.6)$$

Daha açık bir ifadeyle yurtiçi kredilerdeki genişleme Merkez Bankası rezervleri ile karşılanacaktır. Denklem (1.2), (1.3) ve (1.4)'ü (1.1)'de yerlerine yazdığımızda para piyasası denge koşulu Denklem (1.7) ile şöyle ifade edilebilir:

$$d + r = p^* + \bar{s} - \alpha(i^*) \quad (1.7)$$

Herhangi bir olumsuz ekonomik öngörünün olmadığı ve sabit döviz kuru varsayımı altında para arzı sabit olacaktır:

$$p^* = i^* = 0, s = \bar{s} \text{ ve } \dot{s} = 0 \text{ iken } m = \bar{s} \quad (1.8)$$

Buna ek olarak Denklem (1.1)'e göre sabit döviz kuru sisteminde yurtiçi para talebi de sabit olacaktır. Çünkü yurtiçi kredi talebi Merkez Bankası rezervleri ile karşılanmaktadır. Modelin varsayımlarından hareketle tam bilgiye sahip olan spekülâtörler, Merkez Bankası rezervlerinin tükendiğini görerek kâr amacıyla döviz

kuruna yönelik saldırıya geçecek ve bu süreç Merkez Bankası rezervlerinin tükenmesi ile sonuçlanacaktır. Rezervlerin tükenmesi ile birlikte sabit döviz kuru sürdürülemez hale gelir ve sürdürülemez düzeye gelen sabit döviz kuru terk edilerek dalgalı kur sistemine geçilmek zorunda kalınır. Bütün bunların sonucunda para piyasası dengesi Denklem (1.9) ile ifade edilebilir.

$$d = \tilde{s} - \alpha(\dot{\tilde{s}}) \quad (1.9)$$

Burada $\tilde{s}$ gölge döviz kurunu göstermektedir. Gölge döviz kuru, spekülasyon atak sonucunda meydana gelen ve piyasa arz talebine göre belirlenen esnek döviz kuru oranıdır. Bu oran aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$\dot{\tilde{s}} = \mu \text{ iken } \tilde{s} = \alpha\mu + d \quad (1.10)$$

Yukarıda bahsedilen süreçte bahsedilen spekülasyon süreci sonunda iki durum ortaya çıkar.

1. Durum ($\tilde{s} < \bar{s}$) piyasa tarafından belirlenen gölge döviz kurunun sabit döviz kuru oranında küçük olması durumu. Bu durumda spekülasyonlar herhangi bir kazanç elde edemezler. Para otoriteleri sabit döviz kuru sistemine devam eder.
2. Durum ($\tilde{s} > \bar{s}$) piyasa tarafından belirlenen gölge döviz kurunun sabit döviz kuru oranından büyük olması durumu. Bu durumda döviz satın alan spekülasyonlar bir kazanç elde ederler.

Her iki durumda ($s = \bar{s}$) oluncaya kadar yani gölge döviz kurunun sabit kura eşit olduğu duruma kadar spekülasyonların rekabetleri devam eder. Böylece ($s = \bar{s}$) durumu beklenen saldırının oluşmasına neden olmaktadır.

(Δr) spekülasyon saldırı düzeyini göstermektedir. Yukarıdaki eşitlikten saldırı sonrasında döviz kuru μ oranında artacak, faiz paritesi koşuluna bağlı olarak yurtiçi faiz oranı da μ oranında artacaktır.

$$i = i^* + \mu \quad (1.11)$$

Saldırı sonucunda para arzı ($-\Delta r$) kadar azalacak ve yurtiçi faiz oranının artmasına bağlı olarak para talebi azalacaktır. Rezerv kayıpları neticesinde azalan para arzı, para talebindeki düşüşe eşit olduğundan saldırı anında para piyasası dengesini Denklem (1.12) ile ifade edebiliriz.

$$-\Delta r = -\alpha\mu \quad (1.12)$$

Yukarıda belirttiğimiz bilgilerin ışığında spekülâtif saldırı uluslararası rezervler ile yurtiçi kredilere bağlı olacaktır. Buna göre yurtiçi krediler ile uluslararası rezervleri aşağıdaki gibi ifade edebiliriz.

$$d(t) = d(0) + \mu t, \quad r(t) = r(0) - \mu t \quad (1.13)$$

Saldırı anında (T), rezerv düzeyi sıfır olacağından saldırının zamanı Denklem (1.14) ile gösterebiliriz.

$$-\Delta r = r(0) - \mu T = \alpha\mu \quad \text{iken} \quad T = \frac{r(0) - \alpha}{\mu} \quad (1.14)$$

Agenor, Bhandari ve Flood (1992) ve Flood, Garber ve Kramer (1996) modele sterilizasyonu dâhil ederek birinci nesil modeli genişletmişlerdir. Para otoritesinin, spekülâtif saldırıyla ortaya çıkan rezerv kayıplarını para arzı etkilerini sterilize etmesi durumunda model yeniden ele alınmalı, yani sterilizasyon politikası uygulaması ile birlikte model sonuçlarının nasıl olacağına bakmak gerekmektedir.

Spekülâtif saldırı anında para arzı ($m = \bar{m}$) ve sabit döviz kurunda, para piyasası denge koşulu;

$$\bar{m} - p^* - \bar{s} = -\alpha(i^*) \quad (1.15)$$

şeklindedir. Spekülâtif saldırı oluştuğunda ve uluslararası rezervler tükendiğinde sabit döviz kuru sistemini sürdürülemez ve döviz kuru dalgalanmaya bırakılacaktır. Aynı zamanda, para arzı ve döviz kuru oranı da ($\mu > 0$) artacaktır. Faiz oranı paritesi koşulu, $i = i^* + \mu$ şeklini alacak ve saldırı sonrası para piyasası dengesi de aşağıdaki gibi olacaktır;

$$\bar{m} - p^* - \tilde{s} = -\alpha(i^* + \mu) \quad (1.16)$$

(1.16) nolu denklemden (1.15) nolu denklem çıkarılırsa Denklem (1.17) elde edilir.

$$\tilde{s} - \bar{s} = \alpha\mu > 0 \quad (1.17)$$

Bu denkleme göre her durumda ($\tilde{s} > \bar{s}$) olacaktır. Diğer bir ifadeyle sterilizasyon politikası neticesinde, sterilizasyon politikası sabit döviz kurunun sürdürülemeyeceğini belirleyen bir model ortaya koyar.

Spekülatif saldırı sterilizasyon politikası ile etkisizleştirildiğinde bu durum tahvil piyasasına da etki eder. Flood, Garber ve Kramer (1996) yaptığı çalışmada spekülatif saldırı modelinin tahvil piyasasında meydana getirdiği etkiyi birinci nesil model çerçevesinde ele almışlardır. Bu durumda spekülatif saldırının sterilize edilmesi yurtiçi kredi düzeyinde $\dot{d} = \mu > 0$ kadar genişlemeye neden olmaktadır. Karşılıksız faiz paritesi koşulunda yurtiçi faiz oranı ile yurtdışı faiz oranı arasındaki farka risk primine bağlı tahvil miktarı değişkeni eklenmiştir. $\beta > 0$ sabit bir katsayı, b ; özel sektörün elinde tuttuğu yurtiçi tahvil miktarı ve b^* da yabancı tahvil miktarı olmak üzere yurtiçi faiz oranı aşağıdaki gibidir.

$$i = i^* + \dot{s} + \beta(b - b^* - s) \quad (1.18)$$

Yurtiçi kredi genişlemesine bağlı olarak uluslararası rezervler özel sektörün eline geçer. Dolayısıyla, Merkez Bankası döviz rezervlerinin azalmasıyla birlikte özel sektörün yabancı tahvil rezervi artar. Özel sektörün tahvil rezervindeki değişme oranı Denklem (1.19)'da olduğu gibi ifade edilir.

$$\dot{r} = \frac{\mu}{(1 + \alpha + \beta)} \quad (1.19)$$

Tahvil fiyatlarındaki değişmeye bağlı olarak ortaya çıkan portföy dengesi modeli için denge gölge döviz kuru;

$$\tilde{s} = k_0 + k_1 d \quad (1.20)$$

şeklinde olmaktadır. Gölge döviz kurundaki değişme 0'dan $(k_1\mu)$ 'ye artacak ve risk primi de $(-2\beta\Delta r)$ kadar azalacaktır. Spekülatif atağın büyüklüğü ise;

$$\Delta r = \frac{-k_1\mu}{2\beta} \quad (1.21)$$

şeklinde olacaktır. Para otoritesi güçlü bir para ile kaybedilen döviz rezervlerini karşılamaya çalışacaktır. Saldırı aşağıdaki denklemde ifade edilen durumda meydana gelmektedir.

$$k_1\mu = -2\beta\Delta r \quad (1.22)$$

Buna göre t anındaki döviz rezervi düzeyi;

$$r(t) = r(0) - \frac{\mu t}{1 + \alpha\beta} \quad (1.23)$$

şeklinde olmaktadır. Spekülatif saldırının gerçekleşeceği zamanın koşulu;

$$T = \frac{r(0)(1 + \alpha\beta)}{\mu} - \frac{1}{2\beta} \quad (1.24)$$

şeklinde olacaktır.

Sonuç olarak; tahvil piyasasında faiz oranı paritesine risk primi ilave edilerek sterilizasyon politikası ile sabitlenen para arzına karşılık para talebinin sabit tutulmasını sağlayan bir model kurulmaya çalışılmıştır (Çeviş, 2005:37-43; Emirmahmutoğlu, 2011:15-21).

1.2.1.2. İkinci Nesil Modeller

İkinci Nesil Modellere göre meydana gelen krizler, olumsuz iktisadi temellerin kendisini besleyen beklentilere neden olduğu öngörülemeyen olaylardır. Obstfeld (1986;1994;1996) tarafından ortaya konan bu kriz modelleri, olumsuz koşullara dayanan kötümser beklentilere ve kendi kendini besleme özelliğine vurgu yapmaktadır (Aydın ve Kara, 2008:4). İkinci nesil kriz modelleri, özel sektör davranışlarında değişim olduğunda ve hükümetlerin bu değişime reaksiyon göstermesi durumunda nasıl bir sonucun meydana geleceğini veya hükümetlerin sabit kur politikası ile diğer politikaları arasında tercih yapmak zorunda olması durumunda nasıl bir sonucun oluşacağına açıklık getirmeyi hedeflemektedir. Bu tür modellere göre uygulanan makroekonomik politikalar kur politikası ile tutarlı olsa da, piyasa beklentilerinde oluşan bir değişim hükümetlerin tercihlerini değiştirebilir ve ekonomi kendiliğinden ortaya çıkan bir krize girebilir (Doğanlar vd., 2007:261).

İkinci nesil kriz modelleri, birçok iktisatçının çalışma konusu olmasına rağmen bu modeller ile krizler için ortak bir çerçeve sunulamamakta ve üçüncü nesil modeller ile birlikte ele alınabilmektedir. Politika yapıcı davranışının modele dâhil edildiği bu modeller endojen politika modelleri olarak ifade edilmektedir. Reel çıktıdaki azalma ve yüksek işsizlik gibi makroekonomik şoklara karşı politika yapıcının optimal şekilde tepki verdiği, rasyonel karar birimlerinin beklentileri ile makroekonomik koşullar arasındaki yüksek ilişki sebebiyle kendi kendini besleyen spekülatif saldırı beklentilerinin oluşabildiği, bu durumda da politika yapıcının kayıp fonksiyonunu minimize etmeye çalışacağı ikinci nesil para krizi modellerinin temel önermesidir. Yani

piyasadaki karar birimleri ile politika yapıcı arasındaki iki yönlü etkileşim, hükümetin kayıp fonksiyonunda yer alan yapılacak ya da yapılmayacak olan devalüasyonun maliyetinin önem kazanmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla; politika yapıcı, mevcut makroekonomik koşullarda sabit kur sistemini sürdürmek ile devalüasyon yapmanın maliyeti arasında politika tercihi yapabilmektedir. Bu noktada, söz konusu modeller çerçevesinde çoklu dengenin varlığından bahsedilmektedir (Çeviş, 2005:132).

Kenen (1996) çalışmasında bu durumu şu şekilde örneklendirmektedir. İki aynı özelliklere sahip yatırımcının ellerinde n birim ulusal para bulunduğu ve her ikisinin de Merkez Bankası rezerv miktarı ve birbirleri hakkında tam bilgiye ve öngörüye sahip olduğu varsayımı altında üç durum söz konusu olmaktadır.

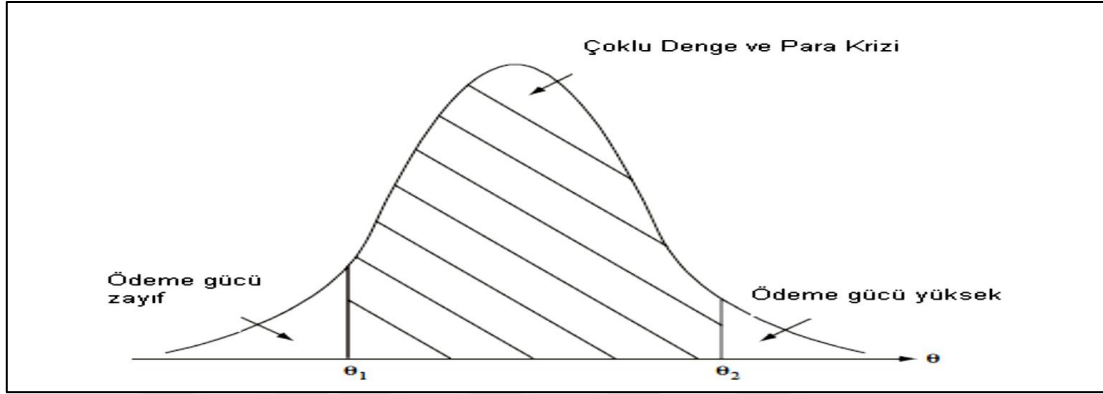
i)Merkez Bankasının yüksek ve yeterli rezerv miktarına sahip olduğu durum ($R>2n$): Spekülatörler tam bilgi sahibi oldukları için döviz kuruna spekülative bir atak gerçekleştirmeyeceklerdir. Bu durumda herhangi bir kriz riski bulunmamaktadır.

ii)Merkez Bankasının rezervlerinin yetersiz olduğu durum ($R<n$): Yine spekülatörler tam öngörü ve tam bilgi sahibi oldukları için rezervlerin yetersiz olduğunu bildiklerinden döviz kuruna spekülative bir atakta bulunacaklardır. Bu durumda Merkez Bankası rezervleri döviz talebini karşılayamayacağından kriz kaçınılmazdır.

iii)Merkez Bankasının ne yüksek ne de yetersiz rezerve sahip olduğu durum ($2n>R>n$): Bu durumda krizin oluşabilme olasılığı spekülatörlerin beklentilerine bağlı olarak değişir. Sadece bir spekülatör krizin meydana gelmesi için yetersiz kalabileceğinden her iki spekülatörün davranışları önem arz eder. Tam olarak ikinci nesil modelin konusuna giren bu durumda para otoritesinin tutumu oldukça önemlidir. Eğer para otoritesi sabit kuru terk etmeme konusunda ısrarcı olursa spekülative saldırı olasılığı yüksek olur. Para otoritesi sabit kurda ısrarcı olmaz ise o zaman krizin gerçekleşme olasılığı ilk duruma göre çok daha düşük olacaktır (Kenen, 1996:473).

Görüldüğü gibi çoklu bir denge sistemi söz konusudur. Spekülatörlerin beklentilerine göre sabit döviz kurunun sürdürülebilirliği Merkez Bankası tarafından değerlendirilir. Bu üç senaryo değerlendirildiği zaman ikinci nesil parasal kriz teorisinin konusunu ara bir durum olan $2n>R>n$ durumu net olarak ortaya koymaktadır. Yukarıda

yapılan açıklamalar yardımıyla, para otoritelerinin sabit döviz kurunu uygulamadaki kararlılığı oldukça önemlidir. Eğer hükümet kuru terk etmeme konusunda kararlı ise, beklentilere dayalı spekülasyon atak olasılığı ve spekülasyon atak olsa bile başarısı düşük olur. Şekil 1.2’de birinci nesil krizler ve ikinci nesil krizlerde çoklu denge ile makroekonomik büyüklükler arasındaki ilişki ifade edilmektedir.



Şekil 1.2: Ekonomik Büyüklükler ve Çoklu Denge İlişkisi (Kaynak: Chui v.d., 2000:369)

Şekil 1.2’de θ rassal ve normal dağılımlı ekonomik büyüklükleri göstermektedir. θ_1 ’in sol tarafındaki alan ekonominin ödeme gücünün zayıf olduğu alanı, θ_2 ’nin sağ tarafında kalan alan ödeme gücünün yüksek ve geleceğe yönelik beklentilerin olumlu olduğu alanı ifade etmektedir. Ortada kalan taralı alan ise çoklu denge durumunu yansıtmaktadır. Diğer bir ifadeyle ekonominin para krizi ve beklentilere bağlı krizlere açık olduğu alandır. θ_1 ’in sol tarafında kalan alanda ekonomi, birinci nesil kriz modeline açıktır. θ_2 ’nin sağ tarafında ise ekonomi oldukça iyi durumdadır ve ekonomik değişkenler herhangi bir kriz sinyali vermemektedir. Bu durum ikinci nesil kriz modelinde yer alan çoklu denge modeli çerçevesinde değerlendirilmelidir (Emirmahmutoğlu, 2011:25).

Tablo 1.1: Birinci Kriz Modelleri ve İkinci Nesil Kriz Modellerinin Karşılaştırılması
(Kaynak: Bustelo vd., 1999:50)

Birinci Nesil Kriz Modelleri	İkinci Nesil Kriz Modelleri
• Krizler kaçınılmazdır • Krizler önceden tahmin edilebilir	• Krizler bulaşıcıdır • Krizler önceden tahmin edilemez
• Beklentiler krizi hızlandırır	• Beklentiler kendi kendini besleyen niteliktedir ve krizlere yol açar
• Uygulanan politikalar, makroekonomik göstergelerin bozulmasına yol açar.	• Hükümetler makroekonomik politikalar karşısında seçim yaparlar. (Kur rejimine tamam veya devam gibi)
• Makroekonomik göstergelerde bozulma, krizlere neden olur.	• Makroekonomik göstergelerde bozulma, kendi kendini besleyen kriz sürecini hızlandırır.

Tablo 1.1’de birinci nesil kriz modelleri ve ikinci nesil kriz modellerinin varsayımları ve teorileri özetlenmiştir. Böylece modelleri karşılaştırmalı olarak görmek mümkün olmakla birlikte anlaşılmasını da kolaylaştırmaktadır. Karşılaştırmalı olarak baktığımızda tablodan çıkaracağımız en önemli sonuç birinci nesil modeller çerçevesinde makroekonomik değişkenlerdeki değişmelere bağlı olarak krizlerin önceden tahmin edilebileceğidir. Diğer bir ifadeyle eğer herhangi bir krizi, krize konu olan ülke ya da bölgedeki makroekonomik değişkenlerle öngörebiliyorsak yaşanan krizi birinci nesil kriz modeli ile açıklamamız mümkün olabilmektedir.

1.2.1.3. Üçüncü Nesil Modeller

Üçüncü nesil modeller, Güney Doğu Asya krizlerini açıklamak amacıyla, bankacılık krizleri ve para krizlerinin birbirlerini beslediğine vurgu yapmakta ve krizlerin ülkeler arası yayılma yöntemini açıklamaya çalışmaktadır (Mutlu ve Polat, 2012:55). Bu modeller krizlerin; kamu maliyesi açıkları, döviz kurunda meydana gelen bozulmalar, dış ticaret bilançosu göstergeleri, spekülasyon sermaye atakları ve yapısal nedenler gibi çeşitli kaynaklardan beslendiğini ortaya koymuşlardır (Karaçor ve Alptekin, 2006:240).

Temmuz 1997’de, bazı Asya ekonomileri beklenmedik bir kriz dalgası ile sarsılmıştır. Yaşanan bu krizin kaynağını açıklamak için birinci ve ikinci nesil kriz modelleri yetersiz kalmıştır. Doğu Asya krizinin ortaya çıktığı Tayland, Filipinler,

Endonezya, Malezya ve Kore’de bütçe açıkları kriz öncesi dönemde ya sınırlı düzeyde ya da fazla vermekteydi. Bu durum ortaya çıkan krizin, birinci nesil kriz modelleri ile açıklanamamasına sebebiyet vermektedir. Çünkü birinci nesil modellere göre kriz, bütçe açıklarının para basılarak finanse edilmesi neticesinde oluşan spekülasyon saldı ve sabit kur sistemindeki çöküş ile meydana gelmektedir. Yine bu ülkelerde büyüme, enflasyon ve işsizlik gibi makroekonomik büyüklükler, kriz öncesinde bir sorun oluşturmayacak, kendi kendini besleyen veya çoklu denge yaratabilecek beklentilere sebebiyet vermeyecek seviyededir. Bu durum ortaya çıkan krizin, ikinci nesil modeller ile açıklanamamasına neden olmaktadır. Asya krizinin kaynağı konusunda bazı anlaşmazlıkların olmasına rağmen, krizin etkilediği ülkelerin finansal yapılarındaki kırılganlığın, krizin temel nedeni olduğu konusunda görüş birliğine varılmıştır. Bu finansal kırılganlığın önemli özelliklerinden biri de kurumların ve bankaların dış borç düzeyinin ciddi miktarlarda artmasıdır. Var olan kur rejimi finansal arabuluculuğu (dışardan borçlanma ve yurtiçinde bulunan firmalara borç verme) kolaylaştırmış ve bu yapılan finansal arabuluculuk işlemi, ödemeler dengesini bozarak devalüasyona olan duyarlılığı artırmıştır. Bu deneyim, krizleri açıklamak için finansal sektörde oluşan dengesizliklerin oynadığı rolü ortaya koyan üçüncü nesil kriz modellerinin ortaya atılmasına neden olmuştur. Oluşturulan bu modelin; yükselen piyasalarda yatırım yapmak ile özdeşleşen riskin, ahlaki tehlike ve asimetrik enformasyon problemlerine sebebiyet vermesi, bankerlerin ve portföy yöneticilerinin sürü psikolojisine girmesi, finansal ve ticari ilişkiler yoluyla ülkeler arasında bulaşma etkisinin görülmesi gibi birçok ayırt edici özelliği bulunmaktadır (Eren, 2010:16-17; Sevim, 2012:35-36).

Krugman (2001), üçüncü nesil modeller için krize yol açacak üç ana neden üzerinde durmaktadır. Bu nedenler, ahlaki tehlike kaynaklı yatırımlar, dış borç yoluyla finanse edilen yatırımların aşırı bir şekilde yapılması ve bu sürecin daha sonra tersine dönmesi, açık ekonomilerde banka hücumlarının olması ve ödemeler bilançosunda oluşan bozulmaların döviz kuru üzerinde yarattığı baskıdır (Sevim, 2012:35-36).

1.2.2. Bankacılık Krizleri

Bankacılık krizleri; geri dönmeyen kredilerin neden olduğu banka bilançolarının bozulması, ticari kredi vadelerindeki daralma ve reel sektör kredi taleplerinde azalmalar, menkul piyasalardaki ani ve sert dalgalanmalar, vadesiz hesaplardan ani para çekimleri,

finansal sisteme olan güvensizlik ile sermaye erozyonları gibi nedenler ile ortaya çıkan şoklar olarak tanımlanmaktadır (Yücel ve Kalyoncu, 2010:56). Bankacılık krizi, tasarruf sahiplerinin finansal sistemde oluşan güven kaybı sonucunda mevduatlarını geri çekmek amacıyla bankalara hücum etmeleri durumudur. Banka bilançolarının varlıklar kalemlerindeki kalite kötüleşmeleri, varlık fiyatlarında meydana gelen ani dalgalanmalar, bankaların portföylerinde verimli olmayan fonların fazla paya sahip olması, batan firma sayısının artması ile mevduat sahiplerinin ülkedeki politik ve ekonomik koşulların değişmesi sonucunda mevduatlarını geri çekmek istemeleri gibi faktörler bankacılık krizlerinin temel nedenleri arasında yer almaktadır (Çeviş, 2005:11). Makroekonomik yapının istikrarsız olması, yetersiz yasal düzenlemeler, bankacılık sektöründe yeterli ve etkin denetim ve gözetimin mevcut olmaması, mali altyapı unsurlarının güvenilir olamaması ve kredi mantığının oluşmaması gibi nedenler bankacılık sektörünü krize açık bir yapı haline getirmektedir (Altunöz, 2013:105).

Bankacılık krizleri, ekonomik faaliyetler üzerinde bir takım olumsuz etkiye sahiptir. Kriz yaşanan ülkede bankaların verecekleri kredilerde azalma meydana gelmekte ve bu yaşanan kriz döneminde bankalar vermiş oldukları kredilerin bir kısmını da geri çağırılmaktadır. Bu sebepten dolayı kredi alamayan firmalar da yatırımlarını azaltmak zorunda kalmaktadırlar. Bankacılık krizleri, krizi yaşayan ülkede ekonomik durgunluğa neden olmaktadır. Kriz döneminde ülkenin döviz kurunda ve faiz oranlarında meydana gelen aşırı dalgalanmalar sonucunda bankacılık krizi yaşanan ülkede bankacılık sistemine olan güven yok olmaktadır. Bu durum sermayenin yurtdışına çıkış hızının artmasına neden olmaktadır. Bankacılık krizi finansal sektörün yanı sıra reel sektörü de etkilemektedir. Yatırımları azalan veya kurdaki yüksek dalgalanmalardan dolayı zarar eden firmalar bankalara olan yükümlülüklerini yerine getirememeye başlarlar. Bankalar da firmalardan alacaklarını tahsil edemeyince söz konusu kriz daha da derinleşmektedir. Bankacılık krizinin nedenlerini incelediğimizde ise kriz yaşayan ülkelerin büyük bir kısmında, yaşanan kriz öncesinde finansal serbestleşmenin olduğu görülmektedir. Küreselleşme ile dışa açık hale gelen ekonomiler, krizlere daha duyarlı hale gelmektedirler (Yüksel, 2016:2-3).

1980 sonrası dönemde, Türkiye’de bazı kaynaklara göre üç, bazı kaynaklara göre ise dört bankacılık krizi meydana gelmiştir. Bu süreçte yaşanan banka krizleri ülke

ekonomisinin kırılganlığı açısından ciddi bir risk potansiyeline işaret etmektedir (Tunay, 2010:36).



BÖLÜM 2

2. TÜRKİYE'DE YAŞANAN KRİZLER

1980 öncesinde Türkiye ekonomisi süresi ve şiddeti farklı birkaç kriz yaşamıştır. Türkiye ekonomisi 1980'den sonra ihracata dayalı kalkınma modeli çerçevesinde dışa açılmış, kendi müdahalesi dışında olan şoklarla da karşı karşıya kalma noktasına gelmiş ve ülkenin yaşadığı krizlerin sayısı ve şiddetinde artışlar meydana gelmiştir (Doğru, 2015:62-63). 1980 yılı sonrası dönemde kronik bir enflasyon ülkesi haline gelen Türkiye, 1990'lı yıllardan sonra siyasi istikrarsızlık unsurunun da eklenmesiyle krizlerle daha sık karşı karşıya kalmıştır (Işık vd., 2006:240). 1990'lı yıllardan günümüze kadar olan dönemde ise 1994 Krizi, 2000-2001 Krizi ve 2008 Küresel Ekonomik Kriz olmak üzere farklı krizler meydana gelmiştir. Türkiye ekonomisi, 1997 Asya Krizi ve 1998-1999 Rusya Krizi'nden de olumsuz etkilenmiş olsa da bu krizler ekonomide büyük yıkımlara sebebiyet vermemiştir. Kamu açıkları, iç borçlanma ve enflasyon, 1994 krizinin temel nedenleri olarak sayılabilir. 2000-2001 krizlerinin ortaya çıkmasındaki en önemli etkenler ise cari açık, yüksek enflasyon ve bankaların açık pozisyonlarıdır. ABD'nin finansal türev ürünlerine bağlı emlak balonunun patlaması ile ortaya çıkan 2008 küresel krizi ise başta AB ülkeleri olmak üzere tüm dünyayı etkisi altına almıştır (Demez, 2016:94).

2.1. 1980 Öncesi Yaşanan Krizler

Türkiye ekonomisi 1980 öncesi dönemde farklı boyutlarda ve farklı yapılarda krizler yaşamıştır. Bu krizlerden bazıları 1929 Büyük Dünya Krizi, II. Dünya Savaşı, Körfez Savaşı, Asya-Rusya Krizi gibi bir bölümü kendi dışındaki gelişmelerden, 1958 krizi ve devalüasyonu, 1979 krizi ve 1980 devalüasyonu gibi bir bölümü de kendi ekonomi politikası hatalarından kaynaklanmıştır. Türkiye'nin kendi ekonomi politikaları kaynaklı yaşadığı krizlerin hemen hepsi Türk lirasının ciddi oranda değer kaybetmesiyle sonuçlanmıştır. Başka bir ifadeyle Türkiye'nin döviz rezervlerinde sorun ortaya çıktığında krizle karşı karşıya kaldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra döviz dışındaki dengelerin bozukluğu son aşamada Türk lirasının değer kaybetmesiyle çözümlenmeye çalışıldığı da iddia edilebilir (Eğilmez, 2008:70).

1980 öncesinde Türkiye’de, politik istikrarsızlıkla beraber yüksek enflasyon, işsizlik, dış borç, ithalat tıkanıkları ve ihracat durgunluğu olmasıyla beraber uygulanmakta olan finansal baskı politikaları finansal piyasaların gelişmemesine ve tasarruf oranlarının düşmesine neden olmuştur. Türkiye, içinde bulunduğu kriz ortamından çıkabilmek amacıyla 24 Ocak 1980 tarihinde IMF ile yapılan anlaşma ile büyük çapta reformları kapsayan istikrar programını yürürlüğe koymuştur. Kısa dönemde enflasyonu kontrol altına almak ve ödemeler dengesinin açıklarını gidermek, uzun dönemde ise döviz kuru rejimini esnek hale getirmek, dış ticareti serbest bırakmak, kamu işletmelerini özelleştirmek ve finansal reformları yürürlüğe koymak, bu programın temel hedefleri olmuştur (Güloğlu ve Altunoğlu, 2002:120).

2.2. 1994 Krizi

Türkiye’de 1989-1993 tarihleri arasında liberal ekonomi politikaları uygulanmış, finansal serbestliğin yaşandığı bu dönemde yurtdışından önemli miktarlarda kısa vadeli sermaye girişi olmuş ve ülkeye giren yüksek tutardaki döviz, Türk lirasının değerlenmesine sebebiyet vermiştir. Bu dönemde Türk lirasının değer kazanması, ihracatın azalmasına, ithalatın ise artmasına sebebiyet vermiştir. Bu durumda cari işlemler dengesi bozulmuş ve belirtilen dönemde ülkede cari açık sorunu ortaya çıkmıştır. Bu dönemde ülkenin iç ve dış borçlarının artmasıyla beraber faiz oranları da yükselmiştir. Yüksek faiz oranlarını düşürmek isteyen hükümet bono ihalelerini iptal ederek iç borçlanma politikasından vazgeçmiş, artan kamu borçları ise Merkez Bankasının bastığı paralarla finanse edilmeye çalışılmıştır. Piyasaya enjekte edilen yüksek likidite döviz talebi artırmış, bu durum döviz kurunun önemli miktarlarda artmasına sebebiyet vermiştir. Artan döviz kuru Merkez Bankasının piyasaya döviz satmasıyla engellenmeye çalışılmış olsa da bu müdahale yetersiz kalmıştır. Dar işlem hacmine sahip olan İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB)’de belirtilen yüksek miktardaki likiditenin döviz talebine kayması engellenememiştir. Piyasadaki döviz talebinin engellenememesi ve bunun sonucunda kurda meydana gelen yükseliş ile 1994 yılının ilk dönemlerinde piyasalarda tedirginlik başlamıştır. Bu problemlere paralel olarak, 14 Ocak 1994 tarihinde uluslararası kredi derecelendirme kuruluşu Moody’s, yüksek cari açık ve kamu açıklarının finansmanındaki kötüleşmeyi gerekçe göstererek Türkiye’nin kredi notunu ‘yatırım yapılabilir’ seviyesinin altına düşürmüştür. Bu not

düşüşü ile birlikte ülkeden para çıkışı hız kazanmış ve ülkenin yurtdışından kredi bulması imkânsız hale gelmiştir. Bu problemlerle beraber hükümet yurtiçinde de borçlanamaz hale gelmiştir. Ayrıca 1994 yılı Ocak ayında Merkez Bankası tarafından açıklanan resmi kur ile serbest piyasa tarafından belirlenen dalgalı kur arasındaki farkın % 22.9 gibi yüksek bir orana ulaştığı görülmektedir (Yüksel, 2016:89-92; Özatay, 2009:69).

Türkiye ekonomisi, 1994 yılı başında ekonomik kriz içine girmiş, Dolar-TL paritesi ciddi biçimde bozulmuş, enflasyonist beklentiler büyük ölçüde artmış ve Hazine içerde borçlanamaz hale gelmiştir. Siyasi iktidar 5 Nisan 1994 tarihinde ekonomik istikrar programını açıklamış ve ardından IMF ile Stand-by düzenlenmesine gidilmiştir. Açıklanan istikrar programının ana hedefleri şu şekilde sıralanabilir (Eğilmez, 2008:71);

- Ek vergiler ile kamu gelirlerinin artırılması
- Ücret artışlarının enflasyonun altında tutulması da dâhil kamu giderlerinin çeşitli bütçe kısıtlamaları ile azaltılması
- Yukarıda bahsedilen önlemler sonucunda konsolide bütçe açığının ve kamu kesimi harcama gereğinin düşürülmesi
- Türk lirasının dolar karşısında değerlenmesinin önlenmesi
- Başlangıçta enflasyonun çok üstünde bir faizle kağıt satılması ve zamanla bu faizin düşürülmesi yoluyla hazine borçlanmasını çekici hale getirilmesi
- Bütün bu önlemlerin sonucunda enflasyonu makul düzeylere indirilmesi

5 Nisan istikrar paketi açıklanırken Merkez Bankası'nın artık piyasaya müdahale etmeyeceği ve faizlerin serbestçe belirleneceği kamuoyuna duyuruldu. Buna karşın Merkez Bankası 5 Nisan'da % 150 dolaylarında olan gecelik faizi 6 Nisan'da % 90'a indirdi. Piyasaların bu suni harekete tepkisi oldukça şiddetli oldu. Dolar kuru bir günde 31.898 liradan 39.852 liraya sıçradı. Yılbaşına göre kur yaklaşık % 175 oranında artmış oldu. Bankalar arası gecelik borçlanma piyasasındaki faizler de kurdaki hareketleri aratmayarak benzer sıçramaları göstermiştir (Özatay, 2009:69-70).

5 Nisan kararlarının alınması serbest piyasa ekonomisine geçmekte olan ülkemizde para, döviz, mal, sermaye ve emek piyasaları arasında oluşan dengesizlikleri gidermek ve enflasyonun üç rakamlı değerlere dönüşmesini engellemek amacını

taşımaktadır. 1994 krizi öncesinde var olan ve 5 Nisan kararlarının alınmasına neden olan birçok dengesizlik kriz sonrası dönemde de devam etmiştir (Işık vd., 2006:247-250).

Türkiye’de 1994 kriz dönemine ilişkin temel göstergeler Tablo 2.1 ile gösterilmiştir.

Tablo 2.1: Türkiye’de 1994 Kriz Dönemine İlişkin Temel Göstergeler

Göstergeler	1993	1994	1995	1996
Büyüme (GSYİH) (%) (1)	8.0	-5.5	7.2	7.0
GSYİH Deflatörü (%)	67.8	106.5	87.2	77.8
TÜFE -Yıl Sonu (%)	71.1	125.5	76.0	79.8
TÜFE -Yıllık Ortalama (%)	66.1	106.3	89.1	80.4
İşsizlik Oranı (%)	9.4	9.1	8.1	7.1
Cari İşlem Dengesi/GSYİH (%)	-2.7	1.5	-1.0	-1.3
İhracat (Kişi başına-US\$)	265	308	362	383
İhracat (% Değişim)	4.3	18.0	19.5	7.3
İthalat (Kişi başına-US\$)	508	395	598	719
İthalat (% Değişim)	28.7	-20.9	53.5	22.2
KKBG/GSYİH-Toplam (2)	7.7	4.6	3.7	6.5
KKBG/GSYİH-Faiz Dışı (2)	1.5	-3.5	-3.4	-2.2

Kaynak: Ekonomik ve Sosyal Göstergeler, Kalkınma Bakanlığı: 1950-2014

(1) 1987 baz yılı GSYİH

(2) (-) işaret fazlayı ifade etmektedir.

1993 yılında % 8.0 olan büyüme oranı 1994 yılında ise % -5.5 olarak gerçekleşmiştir. 1994 yılı kriz döneminde, büyüme oranındaki düşüş ile enflasyondaki yükseliş birlikte görülmüştür. Yine bu dönemde cari işlemler dengesinde iyileşme gözlemlenmiş ve cari işlemler dengesi fazla vermiştir. İhracat, 1993-1996 döneminde bir önceki yıl geneline göre sürekli artış göstermiş ve 1993 yılı genelinde % 4.3 oranında, 1994 yılı genelinde % 18 oranında, 1995 yılı genelinde % 19.5, 1996 yılı genelinde ise % 7.3 oranında yükselmiştir. İthalatta ise 1993 yılı genelinde % 28.7 oranında artış meydana gelirken, krizin yaşandığı 1994 yılında ise % 20.9 oranında azalış meydana gelmiştir. 1994 kriz yılında ithalat daralırken, ihracattaki artış cari

işlemler dengesini olumlu etkilemiştir. 1993 yılında milli gelirin % 2.7'si kadar açık veren cari işlemler dengesi, 1994 yılında milli gelirin % 1.5'i kadar fazla vermiştir. 1994 krizinde faiz dışı kamu kesimi borçlanma gereğinde (KKBG) çok ciddi bir uyum yapılmış ve faiz dışı fazla politikası, genelde takip edilen yıllarda da sürdürülmüştür (Yükseler, 2009:10-11).

1994'te Türkiye'de yaşanan krizin ortaya çıkmasında artan kamu açıklarının yüksek faizli borçlanma ile karşılanması ve TL'yi aşırı değerlendiren bir kur politikası (düşük kur politikası)'nın etkileri büyüktür. Sonuç olarak Türkiye'ye önemli ölçüde kısa süreli yabancı fon girişi gerçekleştirilmiş, ancak bu fonların ülkeyi terk etmeye başlamasından sonra finansal kriz ortamı oluşmuştur. 5 Nisan'da 1994 krizine karşı alınan ekonomik istikrar programı kararları ile TL devalüe edilmiş ve kamu harcamalarının azaltılmasını ve vergilerin artırılmasını da içeren önlem paketi uygulamaya konulmuştur. Bütün bunlar ekonomide uzun süre etkili olan durgunluk ve şirket iflaslarına neden olmuştur (Seyidoğlu ve Yıldız, 2006:10).

2.3. 2000-2001 Krizleri

1994 krizinin hasarlarını gidermek amacıyla alınan tedbirler tam olarak etkili olamamış, krizi meydana getiren faktörleri tamamen ortadan kaldırmada başarılı olunamamıştır. Yani 1994 krizi sonrasında alınamayan önlemler 2000 ve 2001 krizlerinin meydana gelmesine neden olmuştur (Yüksel, 2016: 94). Türkiye'de meydana gelen Kasım 2000 ve Şubat 2001 krizleri finansal krizler olup bu tip krizlerin para piyasalarındaki yansıması faiz ve kurdaki artış biçiminde olmaktadır. Finansal krizler spekülatif amaçlı ataklar ve piyasanın likidite ihtiyacından doğan ataklardan oluşan döviz talebi genişlemesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Kasım 2000 krizinin ortaya çıkma sebebi, TL'ye ve döviz talebinin artması ve artan bu likidite talebinin piyasa tarafından karşılanamaması sonucu faiz ve kurların hızlı bir şekilde yükselmesidir. Piyasada artan likidite talebini karşılayacak mali kaynağın IMF tarafından sağlanmasıyla faiz ve kur artışının önüne geçilmiştir. Aslında kriz önlenememiş, sadece üstü örtülmüş ve krizin daha da derinleşmesi önlenmiştir (Karluk, 2006:72).

2000 krizine yol açan faktörler, Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) tarafından Şubat 2001'de yayımlanan Türkiye raporunda şu şekilde ifade edilmiştir (Çakıcı, 2001:476; Işık vd., 2006:252-253);

- Halk Bankası ve Ziraat Bankasının görev zararları 1999 yılından 2000 yılına 19 milyar dolardan 21 milyar dolara yükselmiştir.
- % 45 olan kamu kesimi borç stoku/GSYİH oranı, % 62'ye yükselmiştir.
- % 8.2 olan kamu bankalarının görev zararı/GSYİH oranı % 11.4'e yükselmiştir.
- Kamu bankalarının açık pozisyonları (döviz gelir-gider farkı) 18 milyar dolara yükselmiştir.
- Bankaların döviz cinsinden açık pozisyonları 20 milyar doları geçmiştir.
- Taahhüt edilen özelleştirilmelerde yaşanan gecikmelerden dolayı 780 milyon dolar olan Dünya Bankası kredisi askıya alınmıştır.
- 1999 yılı depreminin Türkiye'ye maliyeti 15 milyar dolar olmuş, meydana gelen bu deprem için 3,8 milyar dolarlık dış kredi taahhüdünün alınmasına rağmen yalnızca 47 milyon doları bağış olarak gerçekleşmiştir.
- 2000 yılı boyunca Türk lirasının aşırı değerlenmesi, petrol fiyatlarındaki ciddi artışlar ve Euro'nun değer kaybetmesi ödemeler bilançosunu olumsuz etkilemiştir.
- 2000 yılının Ocak-Ağustos dönemi faiz oranlarının hızlı düşüşü sonucunda küçük ve orta büyüklükteki bankaların hazine kâğıtlarını zararına satmaları karlılığı azaltmış ve Kasım ayı başından itibaren likidite krizi ile karşılaşmıştır.

Kasım 2000 ve Şubat 2001 krizleri, iki farklı kriz olmasına rağmen genel olarak tek bir krizin parçaları olduğu kabul gören varsayımdır. Kasım 2000 krizi sonrasında, krizin ortaya çıkması ile beraber yükselen faiz oranları döviz kuru artış hedefinin çok üzerinde seyretmeye başlamış ve krizin bankacılık sisteminin mali yapısında oluşturduğu hasar, sistemin kırılganlığını artırmıştır. Bu iki temel sorun Şubat 2001 dönemi sonlarında olan hazine ihalesi öncesinde olan siyasi gerginlik ile birleşince, sürekli tedirginlik içinde bulunan piyasalarda panik ortamının oluşması neden olmuş, sisteme olan güven tamamen kaybolmuş ve 19 Şubat 2001'de Türk lirası ciddi bir atak ile karşı karşıya kalmıştır. Atağın etkisi ile ödemeler sistemi kilitlemiş ve mevcut olan sabit döviz kuru sisteminin sürdürülebilirliği konusundaki güven sorunu daha çok artmıştır. 19 Şubat günü Cumhurbaşkanı ve Başbakan arasında gerçekleşen tartışma ikinci bir spekülasyon saldırısının başlamasına neden olmuş ve Türkiye döviz (para) kriziyle karşı karşıya kalmıştır. 21 Şubat günü bankalar arası piyasalarda gecelik faiz % 6200'e kadar yükselmiş ve ortalama % 4018.6 olmuştur. 16 Şubat tarihinde 27.94 milyar dolar

olan Merkez Bankası döviz rezervi 23 Şubat günü 22.58 milyar dolara inmiştir. Yapılan spekülâtif saldırıya dayanma gücü kalmayan Merkez Bankası, 21 Şubat gecesi kurun dalgalanmaya bırakıldığını açıklamıştır. 19 Şubat günü dolar kuru 686.500 lira iken 10 günde % 40 dolaylarında bir artış ile 960.000 liraya ulaşmıştır (Altunöz, 2013:154).

2001 yılı başında finansal piyasalarda yaşanan krizin ardından Türkiye ekonomisi daralma sürecine girmiş, yılın ilk dokuz aylık döneminde önceki yılın aynı dönemine göre Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla (GSYİH) % 6.4 oranında gerilemiştir. Kriz ile beraber oluşan hızlı sermaye çıkışları, başta döviz kuru olmak üzere ekonomide artan belirsizlikler ve ekonomik birimlerde oluşan güven kaybı, iç talebin ve dolayısıyla ekonominin daralmasına sebep olmuştur. Aynı zamanda bu gelişme, özel sektöre açılan kredi hacminin reel olarak azalması ve faiz oranlarında meydana gelen artış üzerinde etkili olmuştur. 2001 yılında Türk lirasının reel olarak % 11 değer kaybetmesi ve iç talepte gözlenen daralma dış denge üzerinde belirleyici olmuştur. Reel olarak değer kaybeden döviz kuru ve gerileyen reel ücretler ihracatçı sektörlerle rekabet gücü sağlamış, yurtiçi talebinin yetersiz oluşu ile firmaların ihracata yönelmeleri, ihracatın artmasına neden olmuştur. Aynı zamanda yurtiçi arz ve talebin azalması ile Türk lirasındaki reel olarak değer kaybı, ithalatın önemli ölçüde azalmasına sebebiyet vermiştir (TCMB, 2001:14).

Şubat 2001 krizi sonrasında;

- Ekonomi % 8.5-9 dolaylarında daralmış, Milli Gelir 51 milyar dolar azalmış ve kişi başı gelir 725 dolar gerilemiştir.
- 19 banka kapanmıştır.
- 1.5 milyon kişi işsiz kalmıştır.
- Enflasyon % 70'i aşmıştır.
- Hazinesin faiz ödemeleri % 101 oranında artmıştır.
- İç borç stoku 2000 yılındaki değerinin 4 katına ulaşmıştır.

2001 krizi dönemi, Cumhuriyet tarihinin en derin ekonomik kriz dönemi olmuş, ülke ekonomisi ikinci dünya savaşındaki küçülme sonrasında en büyük daralmayı yaşamıştır. Kriz yılında Gayri Safi Milli Hâsıla (GSMH) 50 milyar dolar azalmış, yaşanan hızlı devalüasyonun da etkisi ile enflasyon aşırı yükselmiş ve iç ve dış borç yükü artmıştır (Karluk, 2006:74). Şubat 2001 krizi ile birlikte “Enflasyonu Düşürme

Programı” sona ermiş ve 21 Şubat 2001’de serbest dalgalı kura geçildiği ilan edilmiştir. 22 Şubat tarihinde Türk lirası % 40 dolaylarında değer kaybederken, dış borçlar da ise önemli miktarlarda artış görülmüştür.

2000 ve 2001 krizlerinin arkasında yatan sebep, istikrar programı ile söz verilen yapısal reformların ertelenmesi sonucunda yurtiçi ve yurtdışında oluşan güvensizlik ortamıdır. 2001 yılında IMF ve Dünya Bankasının desteği ile “Güçlü Ekonomiye Geçiş Programı” uygulanmıştır. Uygulanan bu program ile temel olarak sürdürülemez boyutlara gelen kamu iç borç dinamiğini kırarak yapısal sorunları ortadan kaldırmak hedeflenmiş, ancak başarısız olunmuştur (Işık vd., 2006:254-255). Kasım 2000 ve Şubat 2001 krizleri sonrasında ülkeden önemli miktarda sermaye çıkışı gerçekleşmiş ve dalgalanmaya bırakıldıktan sonra Türk lirası hızla değer kaybetmiştir. Bu gelişmelerin yaşanması üretici ve tüketici güvenini olumsuz etkilemiş, iç talepte ve dolayısıyla ekonomide daralmaya neden olmuştur (TCMB, 2001:18).

Türkiye’de 2000-2001 kriz dönemlerine ilişkin temel göstergeler Tablo 2.2 ile gösterilmiştir.

Tablo 2.2: Türkiye’de 2000-2001 Kriz Dönemlerine İlişkin Temel Göstergeler

Göstergeler	1999	2000	2001	2002	2003
Büyüme (GSYİH) (%) (1)	-3.4	6.8	-5.7	6.2	5.3
GSYİH Deflatörü (%)	54.2	49.2	52.9	37.4	23.3
TÜFE -Yıl Sonu (%)	58.8	39.0	68.5	29.7	18.4
TÜFE -Yıllık Ortalama (%)	64.9	54.9	54.4	45.0	25.3
İşsizlik Oranı (%)	8.2	7	8.9	10.8	11.0
Cari İşlem Dengesi/GSYİH (%)	-0.4	-3.7	1.9	-0.3	-2.5
İhracat (Kişi başına-US\$)	420	432	481	546	707
İhracat (% Değişim)	-1.4	4.5	12.8	15.1	31.0
İthalat (Kişi başına-US\$)	642	848	636	781	1037
İthalat (% Değişim)	-11.4	34.0	-24.0	24.5	34.5
KKBG/GSYİH-Toplam (2)	11.6	8.9	12.1	10.0	7.3
KKBG/GSYİH-Faiz Dışı (2)	0.2	-4.3	-6.0	-5.5	-6.1

Kaynak: Ekonomik ve Sosyal Göstergeler, Kalkınma Bakanlığı: 1950-2014

(1) 1998 baz yılı GSYİH

(2) (-) işaret fazlayı ifade etmektedir.

Rusya krizi ve Marmara depreminin etkisiyle 1999 yılında ekonomide daralma meydana gelmiş ve büyüme oranı % -3.4 olarak gerçekleşmiştir. 2000 yılında % 6.8 olan büyüme oranı 2001 yılında ise % -5.7 olarak gerçekleşmiştir. 2000-2001 kriz döneminde, büyüme oranındaki düşüş, enflasyondaki yükseliş birlikte görülmüştür. 2001 kriz yılında cari işlemler dengesinde iyileşme gözlemlenmiş ve cari işlemler dengesi fazla vermiştir. 2001 kriz yılında ithalat daralırken, ihracattaki artış cari işlemler dengesini olumlu etkilemiştir. 2000 yılında büyüme oranındaki artış ve işsizlik oranındaki azalış birlikte görülmüştür. 2001 kriz yılında ise büyüme oranındaki azalış ve işsizlik oranındaki artış ile birlikte görülmüştür. 1999 yılı genelinde bir önceki yıla göre % 1.4 oranında azalış gösteren ihracat, 2000 yılı genelinde % 4.5, 2001 yılı genelinde % 12.8, 2002 yılı genelinde % 15.1 ve 2003 yılı genelinde ise % 31.0 oranında artış göstermiştir. İthalat ise 1999 yılı genelinde bir önceki yıla göre % 11.4 oranında azalmış, 2000 yılı genelinde ise, uygulanan döviz kuruna dayalı enflasyonla mücadele programı ile Türk lirasının değerlenmesi ve ham petrol fiyatlarının yükselmesinin etkisiyle % 34.0 artış göstermiştir. 2001 yılı genelinde bir önceki yıla göre ithalat % 24.0 azalış göstermiş, 2002 ve 2003 yılları genelinde ise sırasıyla % 24.5 ve % 34.5 oranında artış göstermiştir. 2000-2001 kriz döneminde faiz dışı dengede sınırlı bir iyileşme sağlanmış ancak kamunun bankacılık sisteminin yapılandırılmasından kaynaklanan faiz yükü nedeniyle toplam KKBG hızlı bir şekilde artmıştır (Yükseler, 2009:10-11).

2.4. 2008 Küresel Ekonomik Krizi

ABD’de 2008 yılının Eylül ayında önce patlak veren ve sonraları bütün dünyaya yayılan krizin temelinde tarihin en büyük kredi balonu yatmaktadır. Birçok araştırmacıya göre 2008 küresel ekonomik krizinin temelleri 2000 yılında yaşanan dot.com kriziyle atılmıştır. Bu krizi önlemek amacıyla FED faiz oranlarını düşürmüş, bu durum ise konut kredilerin artmasına neden olmuştur. Bu dönemde ABD’deki mortgage piyasası yaklaşık olarak 10 trilyon dolarlık bir büyüklüğe ulaşmış ve dünyanın en büyük piyasası haline gelmiştir.

Başlangıçta mortgage kredilerin büyük bir ağırlığını yüksek kaliteli müşterilere verilen krediler (prime) oluştururken, zaman içerisinde dar gelirli kişilerin kullandığı yüksek riskli krediler (subprime) artmaya başlamıştır. 2008 yılının ortasında ABD’de

yüksek riskli kredilerin hacmi 1.5 trilyon dolara ulaşmıştır. Faizler geçmiş dönemde son derece düşük seviyelerde olduğundan, kredi kullanan dar gelirli gruplar büyük ölçüde değişken faizli kredileri tercih etmişlerdi. Bankalar ise daha fazla kredi verebilmek adına verdikleri yüksek riskli kredilerden doğan alacaklarını teminat göstererek emlak tahvilleri çıkarmıştır. Bu süreç sonucunda konut satın almak, konut edinmek amacıyla çok yatırım yapmak amacına dönüşmüş ve kredi geri ödemelerinde beklenmedik sorunlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Kredi geri ödemelerinde aksaklıkların oluşması sonucunda bankalar verdikleri kredilerde daraltmaya gitmiş ve ev talebi ile fiyatlarında düşüşler meydana gelmiştir. Emlak tahvillerine teminat olarak gösterilen konutlar kağıtların nominal değerini karşılayamaz duruma gelmiştir. Verdikleri kredileri tahsil edemeyen bankalar, kaynak sıkıntısı içine girmiş ve bu durum mali sistemin durmasına yol açmıştır. ABD'nin dördüncü büyük yatırım bankası olan Lehman Brothers, 2008 yılının Eylül ayında iflas etmiş, hükümet ve FED bankayı kurtaramayacaklarını açıklamışlardır. Bu açıklama ile Lehman Brothers'dan alacaklı olan bankalarda zararların ortaya çıkmasına neden olmuştur. 2008 küresel krizinin ortaya çıkmasının temelinde emlak fiyatları şişkinliği olsa da, kredinin değil ona dayanılarak yapılmış işlemlerin yarattığı bir krizdir. Bu kriz büyük ölçüde marjinal alanlara, kişi ve kurumlara verilen mortgage kredileri ve yüksek miktarlardaki türev ürünler birleşimin ortaya çıkardığı bir finansal krizdir (Yüksel, 2016:86-87; Eğilmez, 2008:66-68).

Türkiye'de 2008 küresel finans krizi dönemine ilişkin temel göstergeler Tablo 2.3'de gösterilmiştir.

Tablo 2.3: Türkiye’de 2008 Küresel Kriz Dönemine İlişkin Temel Göstergeler

Göstergeler	2007	2008	2009	2010
Büyüme (GSYİH) (%) (1)	4.7	0.7	-4.8	9.2
GSYİH Deflatörü (%)	6.2	12.0	5.3	5.7
TÜFE -Yıl Sonu (%)	8.4	10.1	6.5	6.4
TÜFE -Yıllık Ortalama (%)	8.8	10.4	6.3	8.6
İşsizlik Oranı (%)	10.3	11.0	14.0	11.9
Cari İşlem Dengesi/GSYİH (%)	-5.8	-5.4	-1.9	-6.2
İhracat (Kişi başına-US\$)	1520	1846	1408	1545
İhracat (% Değişim)	25.4	23.1	-22.6	11.5
İthalat (Kişi başına-US\$)	2409	2824	1942	2517
İthalat (% Değişim)	21.8	18.8	-30.2	31.7
KKBG/GSYİH-Toplam (2)	0.1	1.6	5.0	2.4
KKBG/GSYİH-Faiz Dışı (2)	-5.9	-3.9	-0.8	-2.2

Kaynak: Ekonomik ve Sosyal Göstergeler, Kalkınma Bakanlığı: 1950-2014

(1) 1998 baz yılı GSYİH

(2) (-) işaret fazlayı ifade etmektedir.

2007 yılında % 4.7 olan büyüme oranı 2008 yılında ise % 0.7, 2009 yılında % -4.8 ve 2010 yılında ise % 9.2 olarak gerçekleşmiştir. 2008 küresel kriz döneminde, büyüme oranındaki düşüş ve enflasyondaki yükseliş 1994 ve 2000-2001 krizleri dönemlerinde olduğu gibi birlikte gerçekleşmemiştir. 2008 küresel kriz döneminde bu durumun yaşanmasında, iç taleple beraber dış talebinde büyük ölçüde daralması, uluslararası temel mal fiyatlarındaki ani gerileme ve bazı ürünler üzerinde dolaylı vergilerin indirilmesi gibi durumlar etkili olmuştur. Türkiye’nin toplam ihracatının % 50’ye yakını krizden en çok etkilenen Kıta Avrupa’sı ve ABD ile gerçekleştirmekte, AB ise toplam ihracatının % 3.8’ini, toplam ithalatının ise % 3’ünü Türkiye ile yapmaktaydı. Yani Türkiye krizden etkilenen ülkeler ile yakın ticari ilişkilere sahipti. 2008 yılının üçüncü çeyreğinde Türkiye’nin toplam ihracatı hızla düşmeye başlamış, Eylül 2008

döneminde yıllık 136 Milyar Dolar olan ihracat hacmi krizin etkisiyle Aralık 2008’de yıllık 83 Milyar Dolara gerilemiştir. Bu dönemde ithalat hacminde sert düşüş gözlemlenmesine rağmen, ülke içi talebin canlı olması ile ihracata göre daha hızlı toparlanmıştır. 2007 ve 2008 yılları genelinde ihracat bir önceki yıla göre sırasıyla % 25.4 ve % 23.1 oranında artış göstermiştir. 2008 yılının son çeyreği itibariyle krizin daha çok derinleşmesi ve yaygınlaşması sonucunda 2009 yılı genelinde ihracatta % 22.6 oranında bir azalış meydana gelmiştir. 2007-2010 döneminde ihracat ile benzer eğilime sahip olan ithalat ise 2007 ve 2008 yılları genelinde bir önceki yıla göre sırasıyla % 21.8 ve % 18.8 oranında artış göstermiş, 2009 yılı genelinde ise % 22.6 oranında bir azalış meydana gelmiştir. Küresel kriz döneminde ithalatla beraber ihracatta önemli ölçüde daralmış ve cari işlemler dengesinde iyileşme gözlemlenmemiştir. 2009 yılında küresel krizin etkisiyle, büyüme oranında önemli bir düşüş meydana gelmiş ve bu durum işsizlik oranın % 14 gibi ciddi bir yükseliş yaşamasında etkili olmuştur. Küresel kriz Türkiye’yi yabancı sermaye yatırımları yönüyle de etkilemiştir. Krizin etkisiyle doğrudan yabancı sermaye yerine kriz sonrası küresel risk iştahındaki azalmanın etkisiyle ülkeye gelen kısa vadeli sermaye girişinde ciddi artışlar yaşanmıştır. Bu durum cari işlemler hesabının oluşturduğu açığı telafi etmiştir. 2008 yılının son çeyreğinden itibaren krizden etkilenen bütün ülkeler uyguladıkları para ve maliye politikaları ile krizin etkisini azaltmaya çalışmışlardır. Türkiye ise Keynesyen politikalar doğrultusunda krizin negatif etkisini azaltmaya çalışmıştır (Yükseler, 2009:10-11; Doğru, 2015:111-115).

2008 küresel krizinin Türkiye ekonomisi üzerinde bıraktığı temel etkiler şu şekilde özetlenebilir (Kibritçioğlu, 2010:13);

- Türkiye’nin finans sektörü, 2008 küresel krizi karşısında hem 1994 krizi ve 2000-2001 krizlerine, hem de gelişmiş ve gelişmekte olan diğer ülke ekonomilerinde meydana gelen krizlere göre daha az kırılganlık sorunu yaşamıştır.
- 2008 küresel krizi sırasında Türkiye’de işsizlik hızla yükselmiş ve 2010 yılında ise azalma eğilimi içine girmiştir.
- Türkiye’nin sanayi üretimi, gelişmekte olan ve gelişmiş ekonomilere göre daha önce ve daha sert düşüş yaşamış ancak o ülkelerden daha hızlı bir toparlanma sürecine girmiştir.

- Reel GSYİH'nın kriz öncesi düzeyine ulaşabilmesi için yaklaşık iki buçuk yılın geçmesi gerekmiştir.



BÖLÜM 3

3. FİNANSAL KRİZ TAHMİNİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Kamu kesimi finansman gereksinimini ve kalkınmanın finansmanını karşılamada yaşanan zorluklar, özellikle gelişmekte olan ülkelerin finansal yapılarında dalgalanmalara neden olabilmektedir. Bu finansal dalgalanmalar, bu ülke ile yakın ekonomik ilişkileri bulunan diğer ülkeleri de belirli bir oranda etkilemektedir. Bu durum, finansal krizlerin sebepleri ve sonuçları, bu krizlerin uyarıcıları ve krizleri önleme politikaları konularında geniş bir çalışma alanının oluşmasına neden olmuştur (Ural, 2003:11). Küresel ekonomilerde sosyo-ekonomik istikrara yönelik bir tehdit olan finansal krizlerin tahmini ve erken uyarı sistemleri (EUS) ile önceden tahmin edilmesi, politika yapıcılarının finansal krizin ortaya çıkabilme riskine karşılık gerekli önlemleri alabilmeleri konusu önemli bir noktadır.

Finansal krizlerin önceden tahmin edilebilmesi, ekonomide ortaya çıkardığı sorunların ve yüklediği maliyetlerin azaltılmasında önemli bir role sahiptir. Krizlerin önceden tahmin edilebilmesi amacıyla kullanılan öncü göstergeler, en çok hangi etkenlerin krize neden olduğu ile yakından ilişkilidir (Ural, 2003:12). Birçok iktisatçı, krizlerin ekonomi üzerindeki etkilerini azaltmak amacıyla, krizleri tahmin yöntemlerini çalışma konusu olarak benimsemektedir. Finansal krizlerle ilgili literatür incelendiğinde, kriz tahmini ve kriz öncesi erken uyarı sistemleri hakkındaki çalışmaların gün geçtikçe arttığı görülmektedir. Tablo 3.1’de Türkiye’de finansal krizlerin tahminine yönelik yapılan bazı çalışmalar gösterilmektedir.

Tablo 3.1: Türkiye’de Finansal Krizlerin Tahminine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Yazar	Dönem	Yöntem	Sonuç
Üçer vd., (1998)	1989-1997 Üç aylık	KLR Modeli	1994 para krizini öngörmeye ihracat/ithalat, hazineye kısa vadeli avanslar/GSYİH, kısa vadeli dış borç/GSYİH, reel M1 ve rezervler/M2Y+borç stoku değişkenlerinin en anlamlı değişkenler olduğu sonucuna ulaşmıştır.
Gerni vd. (2005)	1990-2004 Aylık	Doğrusal Olasılık Modeli ve Logit Model	Çalışma sonucunda, ulusal paranın değerlenmiş olması, sanayi üretim indeksinin düşüş kaydetmesi, rezervlerin azalması, kamu gelirlerinin kamu giderlerini karşılama oranının azalması, enflasyon farklılığının artması ve faiz oranı farklılıklarının açılması istatistiksel açıdan ekonomik krize sinyal oluşturduğu gözlenmiştir.
Tosuner (2005)	1991-2004 Aylık	KLR Modeli	Türkiye için kriz göstergeleri olarak yurtiçi krediler, döviz rezervleri, M2 büyüklüğü ve reel döviz kuru başta olmak üzere dış ticaret değişkenlerinin büyük önem arz ettiği, uluslararası sermaye hareketleri ve uluslararası faiz farklılıklarının da kırılabilirliği artıran etkenler oldukları sonucuna ulaşılmıştır.
Karaçor ve Alptekin (2006)	-	KLR Modeli	2005 yılı açısından değerlendirilen çalışmaya göre; reel döviz kuru, yurtiçi krediler/GSYİH, M1 seviyesi, M2/Brüt uluslararası rezervler ve reel mevduat faiz oranı göstergelerinin yakından izlenmesinin gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.
Kaya ve Yılmaz (2006)	1990-2002	KLR Modeli	Yapılan çalışmada kullanılan 29 göstergeden Kamu Kesimi Borçlanma Gereği/GSMH değişkeni en başarılı öncü gösterge olarak belirlenmiştir.
Altıntaş ve Öz (2007)	1990-2005 Üç Aylık	KLR Modeli	1994 ve 2001 para krizlerinin öngörülmesinin amaçlandığı çalışmada, önem sırasına göre; sanayi üretim endeksi, sermaye çıkışı, M2/rezervler, GSMH, üretim artışı, M1, İMKB 100 endeksi, 3 aylık mevduat faizi ve reel efektif döviz kuru öncü gösterge olarak elde edilmiştir.
Tunay (2010)	1986-2009 Üç Aylık	MARS (multivariate adaptive regression splines)	Çalışma sonucunda, Türkiye’de banka krizlerinin büyük oranda dış kaynaklı değişkenlerden kaynaklandığı, bu bağlamda sistemik finansal krizlerin meydana gelmesinde döviz açık pozisyonunun ve ihracatın ithalatı karşılama oranının önemli etkenler olduğu gözlenmiş, sermaye yeterliliği, faiz riski, piyasa riski gibi etkenlerin de önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Yaman (2010)	1996-2009 Aylık	Logit Model ve Probit Model	Türkiye’de yaşanan finansal krizleri tahmin etmek amacıyla oluşturulan farklı modeller içerisinde; Aylık Mevduat Faizi, İç Borçlanma ve Brüt Rezervler değişkenleri ile oluşturulan modelin en iyi model olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Karakayalı ve Sayın (2010)	2002-2009 Aylık	KLR Modeli	Türkiye’de 2008 krizini öngörmek amacıyla kullanılan göstergelerden doğru sinyal sayısı açısından sanayi üretim endeksinin; krizler için öncülük etme olasılığı açısından ve kriz öncesi dönem boyunca sinyallerin sürekliliği açısından ise yurtiçi kredi hacminin en iyi performansa sahip öncü göstergeler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3.1'in Devamı

Cebeci (2012)	1988-2009	Probit Model	Çalışma sonuçlarına göre krizlerin öngörülmesinde; faiz oranı ve ithalat değişkenleri anlamsız; enflasyon, döviz kuru, işsizlik oranı, GSMH ve endüstriyel üretim endeksi değişkenleri anlamlı sonuçlar vermiştir.
Sevim (2012)	1992-2011 Aylık	KLR Modeli ve Yapay Sinir Ağları (YSA)	Kriz öngörüsünde kullanılan iki modelin de başarılı sonuçlar verdiği, ancak YSA Modelinin yanlış sinyal vermeme konusunda daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir.
Kürkçü (2013)	1990-2011 Aylık	Yapay Sinir Ağları (YSA)	Yazar tarafından geliştirilen ve öncü gösterge olarak 25 girdi değişkenin kullanıldığı model, ele alınan dönemde Türkiye'de meydana gelen 24 para krizi döneminin 19'u için doğru sinyaller vermiştir.
Aktaş ve Şen (2013)	2005-2011 Yıllık	Trend Analizi Yöntemi	Çalışmada; Türkiye, ABD, İngiltere, Yunanistan ve İtalya ülkelerinde 2008 krizinin önceden tahmin edilebilmesi amacıyla öncü göstergeleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Analizde, kullanılan göstergelerden toplam yatırımlar/GSMH, işsizlik oranı, mal ve hizmet ihracatındaki artış, toplam dış borç (kamu+özel)/GSMH ve yıllık enflasyon oranı göstergelerinin öncü göstergeler olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.
Yüksel (2016)	1988-2014 Üç Aylık	MARS (çok değişkenli uyumlu regresyon uzanımları)	Türkiye'de bankacılık krizleri için; spekülasyon amaçlı türev ürünler, bankaların net kâr rakamlarının toplam aktiflere oranı, enflasyon oranı ve kısa vadeli dış borçların önemli erken uyarı sinyalleri oldukları sonucuna varılmıştır. Bu değişkenlerin yanı sıra kredi riski ve takipteki kredi rakamı da önemli olan diğer değişkenlerdir.

3.1. Sinyal Yaklaşımı

Parametrik olmayan bir istatistiksel yöntem olan sinyal yaklaşımı, bir kriz öncesinde ve sonrasındaki ekonomik göstergelerin davranışlarını inceler ve belirli eşik dereceleri geçen sinyaller krizin habercisi olarak kabul edilir (Tunay, 2010:15) Bu metodoloji ilk olarak ikiz krizler çerçevesinde finansal ve makroekonomik göstergelerin çeşitli performanslarını analiz etmek için Kaminsky ve Reinhart (1996) tarafından kullanılmış ve Kaminsky Lizondo ve Reinhart (1998) tarafından daha ayrıntılı olarak açıklanmıştır. KLR modelleri olarak adlandırılan bu yaklaşıma göre, her bir değişken için optimal eşik değeri hesaplanmakta ve herhangi bir gösterge kritik değerin üzerinde ise sonra gelen 24 aylık sürede finansal bir krizin olabileceği ifade edilmektedir. Göstergelerde meydana gelen değişimler, göstergelerin bir yıl önce olan değerleri göz önüne alınıp hesaplanarak yüzde şeklinde değerlendirilmektedir. Göstergelerin birinde meydana gelen değişme, hesaplanan kritik değeri % 10 ile % 20 arasında aşıyorsa bu

durum kriz sinyali olarak algılanmakta ve gelecek 24 ay içerisinde bir finansal krizin meydana gelmesi öngörülebilmektedir (Karaçor ve Alptekin, 2006:243).

Baştan sona kullanılan gürültü-sinyal tanımı en iyi şekilde aşağıdaki ikiyeşerli matris kullanılarak resmedilebilir (Kaminsky ve Reinhart, 1999:488)

Tablo 3.2: Sinyal Matrisi

	İzleyen 24 ay içerisinde kriz meydana geliyor	İzleyen 24 ay içerisinde kriz meydana gelmiyor
Gösterge bir sinyal verir	A	B
Gösterge bir sinyal vermez	C	D

Yukarıdaki matris ile ifade edilen A hücresi göstergenin iyi sinyal verdiği ayların sayısını; B hücresi göstergenin kötü sinyal (gürültü) verdiği ayların sayısını; C hücresi, göstergenin sinyal vermede başarısız olduğu ayların sayısını; D hücresi ise, göstergenin bir sinyal vermekten kaçındığı ayların sayısını ifade etmektedir. Bir değişken sinyal verir ve izleyen 24 ay içerisinde bir kriz meydana gelirse (A hücresinde sayılan) sinyalin iyi sinyal verdiği düşünülür. Bir değişken sinyal verir ve o süre zarfında kriz meydana gelmezse (B hücresinde sayılan), gürültü yani kötü sinyal olarak adlandırılır. Dolayısıyla, mükemmel bir göstergenin sadece kuzey-batı ve güney-doğu hücreleri olan A ve D hücrelerinde gözlem üretecektir. Uygulamada göstergelerin hiçbirisi mükemmel bir gösterge profiline uymaz. Ancak yukarıda tanımlanan bu matris, göstergelerin bu profile ne ölçüde yakın ya da uzak olduğunun değerlendirilmesi için kullanışlı bir referans olacaktır. Daha genel olarak, yanlış sinyallerin tüm olası kötü sinyallere oranı $[B/(B + D)]$ ile, iyi sinyallerin tüm olası iyi sinyallere oranı ise $[A/(A + C)]$ ile ifade edilecek olursa herhangi bir göstergeye yönelik kötü sinyallerin iyi sinyallere oranı $[B/(B + D)]/[A/(A + C)]$ olarak hesaplanmaktadır. (Kaminsky vd, 1998:18-19).

3.2. Doğrusal Olasılık Modeli (DOM)

Doğrusal olasılık modellerinde iki değerli bağımlı değişken, sunulan seçeneklerden birini tercih etme olasılığını gösterir. Bağımlı değişken 0-1 aralığında değerler aldığından dolayı olasılık şeklinde tanımlanan kısıtlanmış nitel değişkendir. Doğrusal regresyon modelini,

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + u_i \quad (3.1)$$

olarak tanımlayalım. Bu modelde açıklayıcı değişken iki seçenekli olduğundan doğrusal olasılık modeli (DOM) olarak adlandırılır. Çünkü X_i veriyken Y_i 'nin koşullu beklenen değeri $E(Y_i | X_i)$ olayın gerçekleşmesinin koşullu olasılığı olarak yorumlanabilir. Burada $Y_i = 1$, ilk seçeneği tercih edilmesi ve $Y_i = 0$ ikinci seçeneğin tercih edilmesi olmak üzere bağımlı değişken 0 ve 1 değerlerini alacaktır. Bu modeli $E(u_i) = 0$ varsayarak beklenen değeri alınırsa;

$$E(Y_i | X_i) = \beta_0 + \beta_1 X_i \quad (3.2)$$

modeli elde edilir. Bu modelde ilk seçeneğin tercih edilme olasılığı $P_i = P(Y_i = 1)$ ve ikinci seçeneğin tercih edilme olasılığı ise $1 - P_i = P(Y_i = 0)$ olacaktır. Buna göre bağımlı değişkenin beklenen değeri;

$$E(Y_i) = 1(P_i) + 0(1 - P_i) = P(Y_i = 1) = P_i \quad (3.3)$$

$$E(Y_i | X_i) = \beta_0 + \beta_1 X_i = P_i \quad (3.4)$$

olur (Güriş ve Çağlayan, 2013:663).

DOM'da hata terimlerinin olasılık dağılımı iki değer alan binom dağılımıdır ve büyük örneklem için normal dağılıma yaklaştığı kabul edilir. Model parametreleri en küçük kareler yöntemi (EKK) kullanılarak tahmin edilebilir. Ancak tahmin edilen parametreler en iyi doğrusal sapmasız tahminci özelliğini taşımazlar. DOM'un EKK tahminçileri hata terimi ile ilgili temel varsayımlarına sahip değildir ve kullanılmaları uygun değildir. Hata terimleri sabit varyans varsayımına da sahip değildir ve değişen varyans söz konusu olduğunda tahminçiler etkin olmayacaktır. EKK yerine tartılı en küçük kareler yöntemini kullanarak yapılan tahminler ile bu sorunun üstesinden gelinebilir.

3.3. Logit Modeli

Bir önceki bölümde açıkladığımız DOM, $P_i = \beta_0 + \beta_1 X_i$ şekilde ifade edilirse P_i , i . bireyin belirli bir seçimi yapma olasılığı olmak üzere (birikimli) lojistik dağılım fonksiyonu;

$$P_i = F(Z_i) = F(\beta_0 + \beta_1 X_i) = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_i)}} \quad (3.5)$$

olarak ifade edilebilir.

Burada $Z_i = \beta_0 + \beta_1 X_i$ ve $e=2.7182$ olup, doğal logaritma tabanıdır. Z_i değişkeni $-\infty$ ile $+\infty$ arasında değerler aldıkça, P_i 'de 0 ile 1 arasında değerler almaktadır. Bu şekilde P_i ve Z_i (yani X_i) arasındaki ilişki doğrusal olmamaktadır. Böylece, hem $0 \leq P_i \leq 1$ şartı hem de Z_i ve dolayısıyla X_i ile P_i arasındaki ilişkinin doğrusal olmama şartı sağlanabilmektedir. Bu ilişkinin tahmin edilebilmesi için doğrusal biçime dönüştürülmesi gerekmektedir. P_i , i . bireyin belirli bir seçimi yapma olasılığı olmak üzere yapmama olasılığı da,

$$1 - P_i = \frac{1}{1 + e^{Z_i}} \quad (3.6)$$

olarak yazılabilir. Bu durumda,

$$\frac{P_i}{1 - P_i} = \frac{1 + e^{Z_i}}{1 + e^{-Z_i}} = e^{Z_i} \quad (3.7)$$

Bu oran Odds oranı (bahis oranı) olarak ifade edilir. Bu oranın logaritma alınır,

$$L_i = \ln(e^{Z_i}) = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = Z_i = \beta_0 + \beta_1 X_i \quad (3.8)$$

olarak elde edilir. Logit model olarak adlandırılan bu fonksiyon, doğrusal bir ilişki işlemini görebilecek yarı-logaritmik bir fonksiyondur. Yani odds oranının logaritması L , yalnız X 'e göre değil anakütle katsayılarına göre de doğrusaldır. Bu modelin parametreleri tahmin edilirken belirli bir seçimi yapması durumunda;

$$L_i = \ln\left(\frac{1}{0}\right) \quad (3.9)$$

ve yapmaması durumunda ise;

$$L_i = \ln\left(\frac{0}{1}\right) \quad (3.10)$$

olacaktır. Bu ifadelerin anlamsız oldukları açıktır ve Logit modeller EKK yöntemi ile tahmin edilememektedir. Bu durumda, anakütle katsayılarını tahmin edebilmek için en yüksek olabilirlik yöntemine başvurulabilir (Tarı, 2008:256-257; Gujarati ve Porter, 2012:554).

3.4. Probit Modeli

İki seçenekli bir bağımlı değişkenin davranışını açıklamak için uygun seçilmiş bir birikimli dağılım fonksiyonunun kullanılması gerekmektedir. Logit modelinde birikimli lojistik dağılım fonksiyonu kullanılırken, Probit modelinde ise normal birikimli dağılım fonksiyonu kullanılmaktadır. Bir i . bireyin belirli bir seçimi yapma ya da yapmama kararının, gözlenemeyen bir fayda indeksi I_i 'ye bağlı olduğunu ve fayda indeksi I_i 'nin X_i gibi bir ya da birden fazla açıklayıcı değişkence belirlendiğini düşünelim. I_i indeks değeri ne kadar büyük ise, bireyin seçim yapma olasılığı da o kadar artmaktadır. Bu I_i indeksini şu şekilde ifade edelim:

$$I_i = \beta_0 + \beta_1 X_i \quad (3.11)$$

Burada I_i ile bir bireyin seçim yapma kararı arasındaki ilişki şu şekildedir. Her birey için I_i 'nin belli bir değerinden itibaren seçimi yapma durumu söz konusudur. Bu I_i^* ile gösterilirse, I_i değeri, I_i^* değerini aştığında birey seçimi yapacak aksi durumda yapmayacaktır. I_i^* başlangıç veya kritik değeri de I_i gibi gözlenememekle birlikte aynı ortalama ve varyanslı normal dağıldığı kabul edilerek I_i değerleri ile β_i parametrelerini tahmin etmek mümkün olabilmektedir.

Normallik varsayımı altında, I_i^* 'nin I_i 'den küçük veya eşit olma olasılığı, standartlaştırılmış normal birikimli dağılım fonksiyonundan aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$P_i = P(Y = 1 | X) = P(I_i^* \leq I_i) = P(Z_i \leq \beta_0 + \beta_1 X_i) = F(\beta_0 + \beta_1 X_i) \quad (3.12)$$

Burada Z_i standartlaştırılmış normal değişkendir, yani $Z \sim N(0, \sigma^2)$ 'dir. F standart normal birikimli dağılım fonksiyonu olmak üzere,

$$F(I_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{I_i} e^{-z^2/2} dz = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\beta_0 + \beta_1 X_i} e^{-z^2/2} dz \quad (3.13)$$

biçiminde yazılabilir.

Probit modelinin tahmini için EKK yöntemini kullanmak uygun değildir. En yüksek olasılırlık yöntemi ile Probit modelinin parametrelerinin tutarlı tahminlerini elde etmek mümkündür. (Tarı, 2008: 259, Gujarati ve Porter, 2012:566-567)

3.5. Yapay Zekâ Yöntemleri

Nabiyev (2005), yapay zekâ kavramını, “Bir bilgisayarın ya da bilgisayar denetimli bir makinenin, insana özgü nitelikler olduğu varsayılan akıl yürütme, anlam çıkartma, genelleme yapma ve geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi yüksek zihinsel süreçlere ilişkin görevleri yerine getirme yeteneği” olarak tanımlamaktadır (Nabiyev, 2005:25). Yapay zekâ birçok bilim dalı ile yakın ilişkili olan bilgi sistemleri kapsamındadır. 1950’li yılların başında ortaya çıkan yapay zekâ sistemleri, gelişen bilgisayar teknolojisi ile birlikte insanın karar verme sürecine benzer hareket ederek karmaşık problemlerin çözümünde oldukça iyi sonuçlar üretebilmektedir. Yapay zekânın başlıca kullanım alanları şu şekilde sıralanabilir (Kubat, 2013:622).

- Problem Çözme, Arama ve Sezgisel Programlama
- Bilgi Oluşturma ve Çıkarsama
- Planlama
- Oyunlar (Satranç vb.)
- Yapay Yaşam
- Teorem İspatlama
- Çeviri ve Doğal Dil Anlama
- Bilgi Tabanlı Sistemler (Bilgi Gösterimi, Uzman Sistemler, Bilgi Tabanlı Simülasyon vb.)
- Makine Öğrenmesi
- Makine Buluşları
- Robotik
- Şekil Tanıma (Nesne Tanıma, Optik Harf Tanıma, Ses Tanıma)

Yapay zekâ sistemleri, literatürde zeki sistemler olarak adlandırılmaktadır. Burada en dikkat çekici nokta, bilgisayarların öğrenme yetenekleridir. Zeki sistemler için öğrenme “zaman içinde yeni bilgilerin keşfedilmesi yoluyla davranışların iyileştirme süreci” olarak tanımlanmaktadır. Zeki sistemlerde öğrenme şekilleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Öztemel, 2003:22);

- Alışkanlık ile öğrenme
- Görerek öğrenme
- Talimatlardan yararlanarak öğrenme

- Örneklerden yararlanarak öğrenme
- Analoji ile öğrenme
- Açıklamalardan yararlanarak öğrenme
- Deney ile öğrenme
- Keşfetmek ile öğrenme

Birçok farklı alanda kullanılabilen yapay zekâ uygulamaları, son yıllarda daha popüler olmaya başlamıştır. Yapay zekâ yöntemleri başlıca bulanık mantık, yapay sinir ağları, genetik algoritma ve melez yaklaşımlardan nöro-bulanık sistemler, genetik bulanık sistemler ve genetik yapay sinir ağları gibi yöntemleri içermektedir (Kar vd., 2014:1). Yapay sinir ağları, bulanık mantık ve genetik algoritmalar ise günümüzde en çok ilgi gören yapay zekâ paradigmalarıdır. Son yıllarda performansı daha da artırabilmek amacıyla bu yöntemlerin beraber kullanıldığı melez yaklaşımlar araştırmacılar tarafından daha çok ilgi çekmeye başlamıştır (Baykal ve Beyan, 2004:18). Tablo 3.3’de bu üç yöntemin karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 3.3: Yapay Sinir Ağları, Bulanık Mantık ve Genetik Algoritmalar Yöntemlerinin Karşılaştırılması (Kaynak: Baykal ve Beyan, 2004: 20)

Yöntem	Bulanık Mantık	Yapay Sinir Ağları	Genetik Algoritma
Zayıf Yönleri	Bilgi edinimi, Öğrenme	Kara kutu özelliği	Kodlama, Hesaplama hızı
Güçlü Yönleri	Yorumlanabilirlik, Şeffaflık, Akla yakınlık, Dereceli olma, Modelleme, Akıl yürütme, Kesinsizliğe tolerans	Öğrenme, Uyum sağlama, Hata toleransı, Eğri uydurma, Genelleştirme yeteneği, Yaklaşım yeteneği,	Hesaplama etkinliği, Genel optimizasyon

Yapay sinir ağları ve bulanık mantık, doğrusal olmayan sistemleri başarılı bir şekilde modelleyebilen yöntemlerdir. Bu yöntemlerin beraber kullanılması ile oluşan modeller daha da etkin olabilmektedir. Günümüzde çok sayıda uygulama alanına sahip olan nöro-bulanık sistemler, bulanık sistemlerin öğrenme yeteneği ile birleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bulanık sistemlerin bulandırma, bulanık kural oluşturma optimizasyon ve bulanık bilgi tabanına uyumu, bulanık akıl yürütmenin uygulanması ve durulama gibi süreçlerinde bulanık sistemlere, kesinlik gerektiren örneklerle öğrenmeyi

kullanan bilgi edimine ilişkin sorunların çözümünde oldukça başarılı olan YSA'yı eklemek nöro-bulanık yaklaşımın temelini oluşturmaktadır (Baykal ve Beyan, 2004: 21).

Bu çalışmada yapay zekâ yöntemleri üç ana başlık altında incelenecektir. Bunlar; YSA, bulanık mantık ve nöro-bulanık sistemler içinde en sık kullanılan yaklaşımlardan ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) yöntemidir. Çalışmada kullanılacak yapay zekâ yöntemlerinden YSA ve ANFIS ile literatürde ekonomi ve finans alanında yapılan bazı çalışmaların özeti Tablo 3.4'de gösterilmiştir.

Tablo 3.4: Ekonomi ve Finans alanında YSA ve ANFIS Yöntemi ile Yapılan Bazı Çalışmaların Özeti

Yazar(lar)	Kullanılan Yöntemler	Konu	Sonuç
Düzgün (2008)	YSA, ARIMA	Türkiye için GSYİH Tahmini	Elde edilen sonuçlara göre ARIMA modeli ile yapılan tahminlerde, YSA modelinden daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir.
Atsalakis ve Valavanis (2009)	ANFIS	Kısa Vadeli Borsa Trendleri Tahmini	ANFIS yöntemi kullanılarak kısa vadeli borsa trendleri ve özellikle ertesi gün seçilen hisse senetleri trendleri tahmin edilmiş ve diğer yaklaşımlara kıyasla çok daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.
Kablan (2009)	ANFIS	Finansal Alım Satım Piyasası	Önerilen duruma dayalı oynaklık modeli ile ANFIS sisteminde eğitim aşamasında gereksiz girdiler ortadan kaldırılmış ve bu sayede sistemin genel performansı artırılmıştır.
Erilli vd. (2010)	YSA	Türkiye için Enflasyon Tahmini	İleri ve geri beslemeli YSA yaklaşımı ile öngörüler elde edilen çalışmada, YSA öngörü sonuçlarının yine YSA kullanılarak kombine edildiği yeni bir melez yaklaşım önerilmiştir.
Kaynar vd. (2010)	ANFIS	Ham Petrol Fiyatları Tahmini	Çalışmada veri sayısının yeterli olması durumunda oluşturulan ANFIS modellerinin, petrol fiyatları tahmininde oldukça başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Zanganeh vd. (2011)	ANFIS	İflas Tahmini	ANFIS modeli,% 96.27 tahmin doğruluğu ile Lojistik Regresyona göre daha iyi performans sergilemiştir.

Tablo 3.4'ün Devamı

Ok vd. (2011)	ANFIS	İMKB 100 Endeksi Tahmini	İki girdi değişkeni (dolar kuru ve gecelik faiz oranı) kullanılarak oluşturulan ANFIS modelinin, İMKB 100 Endeksinin kısa dönemde öngörüsünde başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Liliana ve Napitupulu (2012)	YSA	Endonezya için GSYİH Tahmini	YSA ile elde edilen tahminlerin, hükümet tarafından yayınlanan tahminlere göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Aygören vd. (2012)	ARMA, Newton Yöntemi, YSA	İMKB 100 Endeksi Tahmini	Model sonuçlarına göre YSA yöntemi, kullanılan diğer iki yöntemle göre daha başarılı performans göstermiştir.
Akkoç (2012)	Lineer Diskriminant Analizi, Lojistik Regresyon, ANFIS	Kredi Skorlama	Sonuçlar, önerilen üç aşamalı ANFIS modelinin, kullanılan diğer yöntemlere göre daha iyi performansa sahip olduğunu göstermektedir.
Giovanis (2012)	Logit, Probit, ANFIS	Finansal kriz tahmini	ANFIS modeli, Logit ve Probit modelinden daha iyi performans göstermiştir.
Fang (2012)	Faktör Analizi, YSA, ANFIS	Finansal kriz tahmini	Doğruluk oranı % 93.94 olan ANFIS modeli, doğruluk oranı % 89.49 olan YSA modelinden daha iyi sonuçlar vermiştir.
Yakut vd. (2014)	YSA, Destek Vektör Makineleri	Borsa Endeksi Tahmini	Elde edilen sonuçlar her iki yöntemin de borsa endeksi tahmininde kullanılabileceğini göstermiştir.
Mohaddes ve Fahimifard (2015)	ARIMA, ANFIS	Tarım Ürünleri İhracat Gelirleri Tahmini	Elde edilen sonuçlara göre ANFIS modeli, ARIMA modelinden daha iyi performans göstermiştir.
Akbulut ve Rençber (2016)	ANFIS	Finansal Başarısızlık Tahmini	Çalışma sonuçlarına göre ele alınan şirketler kâr-zarar durumlarına göre tamamen doğru olarak tahmin edilmiştir.
Doğan (2016)	ANFIS	Talep Tahmini	Çalışmada talebi etkileyen faktörler belirlenmiş ve kurulan ANFIS modelinin talep tahmini için oldukça başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3.4'den görülebileceği gibi Giovanis (2012) ve Fang (2012) finansal kriz tahmini için ANFIS yöntemini kullanmışlardır. Giovanis (2012), çalışmasında ANFIS yöntemi ile birlikte Logit ve Probit modellerini kullanmış ve çalışma sonucuna göre finansal krizin tahmininde ANFIS modeli, Logit ve Probit modelinden daha iyi performans göstermiştir. Fang (2012) ise çalışmasında ANFIS yöntemi ile birlikte Faktör Analizi ve YSA modellerini kullanmış ve çalışma sonucuna göre finansal krizin

tahmininde doğruluk oranı % 93.94 olan ANFIS modeli, doğruluk oranı % 89.49 YSA modelinden daha iyi sonuçlar vermiştir.

3.5.1. Yapay Sinir Ağları

Beynin nasıl çalıştığını henüz kimse anlamış değildir. Fakat burada beyni oluşturan milyarlarca nöronun önemli rol oynadığı bilinmektedir. Son yıllarda, beynin işlevinin modellenmesi, gerçek bir taklidin tasarlanması yeniden araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Burada “yeniden” kelimesinin kullanılması, çalışmaların ilk olarak 1943 yılında McCulloch-Pitts modeli ile başladıktan sonra 1980’li yıllarda teknolojinin gelişmesi ile yeniden hız kazanmasıdır. Yapay Sinir Ağları (YSA) olarak adlandırılan bu modeller, canlı organizmalarda bulunan biyolojik sinir yapısından esinlenerek geliştirilmiştir (Nabiyev, 2005:579).

YSA, bir problemi çözmek için bağlantılı işlem elemanlarının beraber çalışması temeline dayanan, girdi ile çıktı arasındaki örüntüyü bulmak amacıyla insan beynini taklit etmeye çalışan bir tekniktir. Biyolojik sinir ağları ile ortak özelliklere sahip bir bilgi işleme sistemi olan YSA, yapay sinir hücresi (nöron) adı verilen çok sayıda basit işlem elemanının bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Her yapay sinir hücresi, diğer yapay sinir hücreleri ile ağırlıklandırılmış bağlantılar aracılığıyla bağlanmıştır (Fausett, 1994:3). YSA’nın; iş başarısızlığı tahmini, kredi skorlama, tahvil değerlendirme, örüntü tanıma ve görüntü işleme gibi doğrusal olmayan fonksiyon formundaki parametrik olmayan verilerde etkili bir araç olduğu kanıtlanmıştır (Liliana ve Napitupulu, 2012:410). Geleneksel yöntemlere göre farklı bir çalışma yöntemi olan YSA, doğrusal olmayan problemlerin çözümünde oldukça başarılı olmaktadır. YSA, öğrenme özelliği sayesinde, girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi örneklerden öğrenmek yoluyla daha önce hiç görülmemiş olaylar hakkında çözümler üretebilme özelliğine sahiptir.

3.5.1.1. YSA’nın Tanımı ve Özellikleri

YSA, biyolojik sinir ağları ile benzer performans özelliklere sahip bir bilgi işleme sistemidir. İnsan algısı veya sinir biyolojisinin matematiksel modelinin genelleştirilmesi olarak geliştirilen YSA aşağıdaki varsayımlar üzerine kurulmuştur (Fausett, 1994:3).

- Bilgi işleme nöron adı verilen basit işlem elemanları aracılığıyla gerçekleştirilir.
- Sinyaller nöronlar arasında bağlantılar üzerinden geçer.
- Her bir bağlantı bir ağırlığa sahiptir.
- Her nöron kendi girdi değerine karşılık gelen çıktı sinyalini belirlemek için aktivasyon fonksiyonu (genellikle doğrusal olmayan) uygular.

YSA'nın bütün modelleri için geçerli olan genel karakteristik özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Öztemel, 2003:31-32-33):

- YSA, makine öğrenmesi gerçekleştirirler. YSA, bilgisayarların öğrenmesini sağlayarak olayları öğrenir ve benzer olaylar karşısında benzer kararlar vermeye çalışırlar.
- Geleneksel programlama ve yapay zekâ yöntemlerinin uygulandığı bilgi işleme yöntemlerine göre farklı bir bilgi işleme yöntemine sahiptir.
- YSA'da bilgi bağlantılarda saklanmaktadır. Bilgilerin ortaya çıkarılması ve yorumlanması zordur.
- YSA, örnekleri kullanarak öğrenirler ve ilgili olay hakkında genelleme yapabilecek yeteneğe kavuşurlar (adaptif öğrenme).
- YSA'nın güvenli bir şekilde çalışabilmesi için önce eğitilmeleri, daha sonra da performanslarının test edilmesi gerekmektedir.
- Daha önce görülmemiş örnekler hakkında bilgi üretebilirler. YSA, kendisine gösterilen örnekleri kullanarak genelleme yapabilir ve daha önce görmediği örnekler hakkında bilgi üretebilirler.
- Algılamaya yönelik olaylar için de kullanılabilirler.
- Şekil (örüntü) ilişkilendirme ve sınıflandırma yapabilirler. YSA'da, kendisine gösterilen örneklerin kümelenendirilmesi ve örnekleri belirli sınıflara ayrıştırarak daha sonra gelen bir örneğin hangi sınıfa dâhil olacağına karar verilmesi hedeflenmektedir.
- YSA, örüntü tamamlama gerçekleştirebilme özelliğine sahiptir. Bazı durumlarda ağı eksik bilgileri olan bir örüntü veya bir şekil verilerek, ağı bu eksik bilgileri bulması istenebilir.
- Kendi kendini organize edebilme ve öğrenebilme yetenekleri mevcuttur.
- Eksik bilgiyle çalışabilmektedirler. YSA, eğitildikten sonra eksik bilgilerle çalışabilir ve ağı gelen yeni örneklerde eksik bilgi olsa bile sonuç üretebilirler.

- YSA'nın eksik bilgiler ile çalışabilme yetenekleri, hatalara karşı toleranslı olmalarını sağlamaktadır. Ağın bazı hücrelerinin bozulması ve çalışamaz duruma gelmesi halinde ağ çalışmaya devam eder. Ağın bozuk olan hücrelerinin sorumluluklarının önemine göre ağın performansında azalmalar görülebilir.
- YSA'nın belirsiz tam olmayan bilgileri işleyebilme yetenekleri vardır.
- Dereceli bozulma gösterirler. YSA, hatalara karşı toleranslı olmaları sebebiyle bozulmalarının da dereceli (göreceli) olmasına neden olmaktadır.
- YSA'da bilgi ağa yayılmış durumdadır. Nöronların birbirleriyle olan bağlantı değerleri ağın bilgisini göstermektedir.
- Sadece nümerik bilgiler ile çalışabilmektedirler. Sembolik ifadeler kullanılarak gösterilen bilgilerin nümerik gösterime dönüştürülmeleri gerekmektedir.

YSA'nın geleneksel istatistik tekniklere göre en önemli avantajları daha az varsayıma sahip olması ve aktivasyon fonksiyonlarının seçimine bağlı olarak doğrusal olmayan ilişkileri modelleyebilmesidir. YSA, olayları öğrendikten sonra benzer olaylar karşısında mantıklı kararlar verebilirler. YSA eğitildikten sonra, veriler eksik bilgi içerse de çıktı üretebilirler. Bilgiler ağın tamamında saklanır ve yapay sinir hücrelerinin bazıları işlevini yitirse de, bu durum bilginin kaybolmasına neden olmaz. Bununla beraber YSA'nın avantajlarının yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. YSA'da kullanıcıya bağlı olarak değiştirilebilir parametre sayısı oldukça fazladır ve uygun ağ yapısının belirlenmesinde belirli bir kural yoktur. Aktivasyon fonksiyonunun türü, gizli katman sayısı ve bu katmanlarda bulunacak nöron sayılarının belirlenmesi için belirli bir standart bulunmamaktadır. Ağ eğitiminin ne zaman bitirilmesi gerektiği konusunda da belirli bir kural yoktur. Ağ hata değerinin önceden belirlenen bir değerin altına inmesi eğitimin tamamlandığı anlamına gelmektedir. Ayrıca ağın davranışları açıklanamamaktadır ve bu durum ağa olan güveni azaltmaktadır.

YSA, girdi ve çıktı değişkenleri arasında herhangi bir ön bilgiye ihtiyaç duymadan doğrusal ve doğrusal olmayan modelleme gerçekleştirmektedir. YSA, bu özelliği ile tahmin aracı olarak kullanılan diğer istatistiksel yöntemlere kıyasla daha genel ve esnektir (Zhang vd., 1998:36). Güçlü modelleme özelliği sayesinde finansal ve ekonomik tahminlerde yaygın bir kullanım alanı olan YSA; modelleme, veri seti içinde yatan fonksiyonel ilişkileri algılama ve örüntü tanıma, sınıflandırma, değerlendirme, tahmin ve kontrol gibi işlevler gerçekleştirebilir (Huang vd., 2007:115).

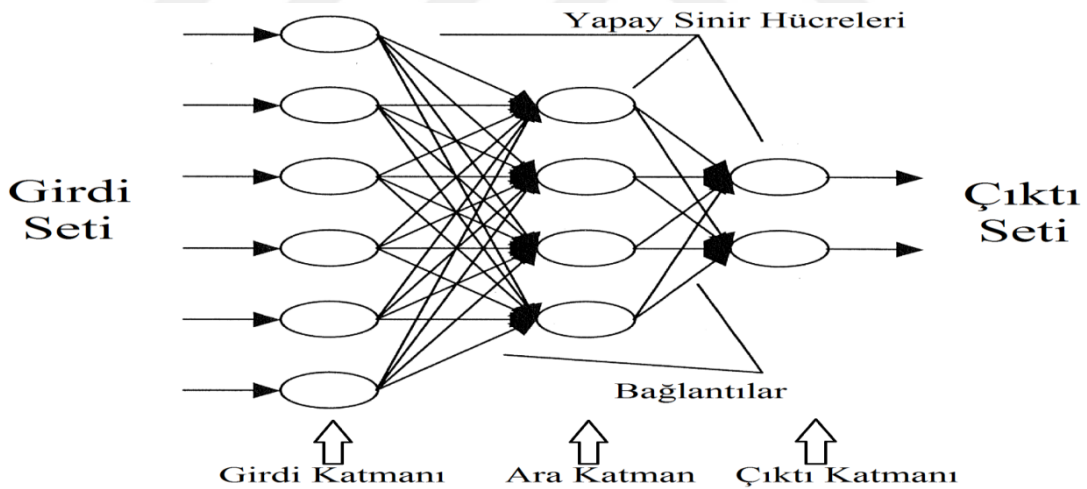
Nöronlar, üç katman halinde ve bu katmanların her birinde paralel biçimde bir araya gelerek YSA'yı oluştururlar. Bir YSA, girdi katmanı, ara (gizli) katman ve çıktı katmanından oluşmaktadır (Öztemel, 2003:52-53).

Girdi katmanı: Bu katmanda bulunan nöronlar dış dünyadan gelen bilgileri alarak ara katmanlara transfer etmektedirler. Bazı ağ modellerinde girdi katmanda herhangi bir bilgi işleme olmamaktadır.

Ara (Gizli) katmanlar: Girdi katmanından gelen bilgiler, ara katmanlarda işlenerek çıktı katmanına gönderilirler. Bir ağ yapısında bir veya birden fazla ara katman olabilmektedir.

Çıktı katmanı: Çıktı katmanında bulunan nöronlar, ara katmandan gelen bilgileri işleyerek girdi katmanında bulunan girdi setine karşılık gelen çıktıyı üretirler. Çıktı katmanında üretilen çıktı dış dünyaya gönderilmektedir.

Üç katmana sahip, bu katmanlarda bulunan nöronları ve bunlar arasındaki bağlantıları gösteren bir YSA örneği Şekil 3.1 ile gösterilmektedir.



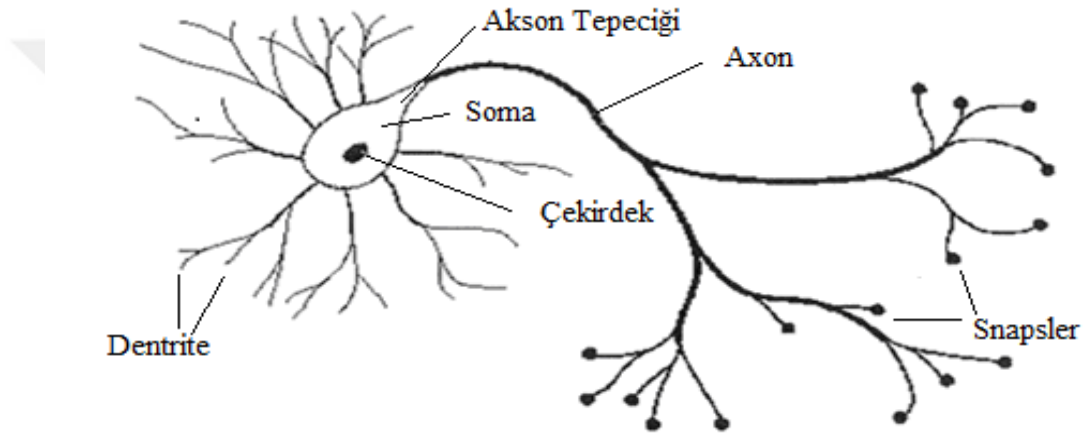
Şekil 3.1: Bir YSA Örneği

3.5.1.2. Biyolojik Sinir Hücresi

İnsan beyninin çalışmasında en temel unsurlardan biri olan biyolojik sinir ağları, insanların davranışlarını ve çevresini anlamasını sağlamaktadır. Biyolojik sinir ağları, beş duyu organı ile gelen bilgiler sayesinde geliştirdiği algılama ve anlama mekanizmalarını çalıştırarak olaylar arasında ilişkileri öğrenmektedir. Biyolojik sinir ağları milyarlarca sinir hücresinin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Biyolojik sinir

hücresi sinapsler, soma, axon ve dentrite'lerden oluşmaktadır. Snapsler, sinir hücreleri arasında bulunan bağlantılar olarak düşünülebilir. Snapsler, fiziksel bağlantılar değildir, elektrik sinyallerinin bir hücreden diğer bir hücreye geçmesini sağlayan boşluklardır. Gelen bu sinyaller somaya giderler ve somanın bunları işleme tabi tutmasıyla sinir hücresi kendi elektrik sinyalini oluşturur. Bu sinyaller axon aracılığıyla dentrite'lere gönderilir. Dentrite'lerde gelen bu sinyalleri snapslere göndererek diğer hücrelere gönderilir. YSA, sinir hücrelerinin bir araya gelerek sinir sistemini oluşturması özelliğinden faydalanılarak geliştirilmiştir (Öztemel.2003:47)

Bir biyolojik sinir hücresi Şekil 3.2'de gösterilmektedir.

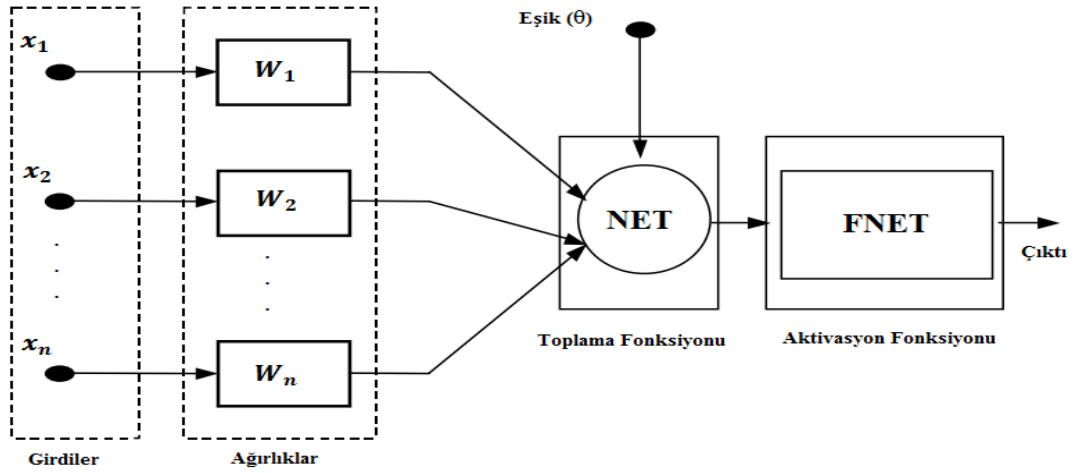


Şekil 3.2: Biyolojik Sinir Hücresi (Kaynak: Öztemel, 2003)

3.5.1.3.Yapay Sinir Hücresi

YSA'nın çalışmasına temel teşkil eden en küçük ve temel bilgi işleme birimi yapay sinir hücresidir. Ağ içerisinde bulunan bütün yapay sinir hücreleri bir veya birden fazla girdi alırlar ve tek bir çıktı verirler. Üretilen bu çıktı YSA'nın dışına da verilebileceği gibi başka bir yapay sinir hücresine girdi olarak da kullanılabilirler. Her yapay sinir hücresinin beş temel elemanı bulunmaktadır. Bunlar; girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve hücrenin çıktısıdır.

Bir yapay sinir hücresi yapısı Şekil 3.3'de gösterilmektedir.



Şekil 3.3: Yapay Sinir Hücresi

Çevreden aldıkları bilgiyi yapay sinir hücresine getiren girdiler ($x_1, x_2, \dots, x_n$) kendinden önceki sinir hücresinden veya dış dünyadan gelebilir.

Ağırlıklar ($W_1, W_2, \dots, W_n$) ise yapay sinir hücresi tarafından alınan girdilerin YSA üzerindeki etkisini belirleyen uygun katsayılarıdır. Ağırlıklar, hücreye gelen bilginin önemini ve hücre üzerindeki etkisini göstermektedir.

Toplama fonksiyonu ile hücreye gelen net girdi hesaplanır. Toplama fonksiyonu olarak değişik fonksiyonlar kullanılmakla beraber en yaygın kullanılanı ağırlıklı toplamı bulmaktır. Bu toplama fonksiyonu için gelen her girdi değeri kendi ağırlığı ile çarpılarak toplanmaktadır. Bu şekilde ağa gelen net girdi hesaplanmış olur. Bu fonksiyon Denklem (3.14) ile formüle edilir.

$$NET = \sum_{i=1}^n W_i x_i \quad (3.14)$$

Bu denklemde x girdileri, W ağırlıkları, n ise hücreye gelen toplam girdi sayısını ifade etmektedir. YSA'da bu fonksiyonun kullanılması zorunlu olmamakla beraber, en uygun toplama fonksiyonunu genellikle deneme yanılma yolu ile belirlenmektedir.

Aktivasyon fonksiyonu $f(NET)$ ile hücreye gelen net girdi işlenir ve hücrenin bu girdiye karşılık üreteceği çıktıyı belirlenir. Toplama fonksiyonunun çıktısı aktivasyon formülünde girdi değeri olarak kullanılır. Ancak bu girdi değerlerini belirli bir seviyenin üstünde tutmak için bir eşik değeri seçilmelidir. Toplama fonksiyonundan gelen değerler bu eşik değerinden büyük ise işleme tabi tutulur. Aktivasyon fonksiyonu,

girdileri uygulanan algoritma ile gerçek bir çıktıya dönüştürür. Aktivasyon fonksiyonunda genel olarak türevi alınabilen fonksiyonlar kullanılmaktadır (Özdemir, 2010:30). Aktivasyon fonksiyonları olarak kullanılan bazı fonksiyonlar Tablo 3.5 ile verilmiştir.

Tablo 3.5: Aktivasyon Fonksiyonu Örnekleri

Aktivasyon Fonksiyonu	Matematiksel İfadesi
Sigmoid Aktivasyon Fonksiyonu	$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$
Hiperbolik Tanjant Aktivasyon Fonksiyonu	$f(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{e^x - e^{-x}}$
Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonu	$f(x) = x$
Step Aktivasyon Fonksiyonu	$f(x) = \begin{cases} 1 & x > \text{eşik değeri} \\ 0 & x \leq \text{eşik değeri} \end{cases}$
Sinüs Aktivasyon Fonksiyonu	$f(x) = \sin(x)$
Softmax Aktivasyon Fonksiyonu	$f(x_k) = \frac{e^{x_k}}{\sum_j e^{x_j}}$

Not: Formüllerde bulunan x değerleri, yapay sinir hücresine gelen NET girdi değerini ifade etmektedir.

Hücresinin çıktısı, aktivasyon fonksiyonunun kullanılması ile belirlenen son süreç elemanlarıdır. Elde edilen çıktı dış dünyaya ya da başka bir hücreye iletebilir. Bir j nöronunun eşik (bias) değeri θ_j ile gösterilirse, çıktı fonksiyonu Denklem (3.17) ile elde edilmiş olur.

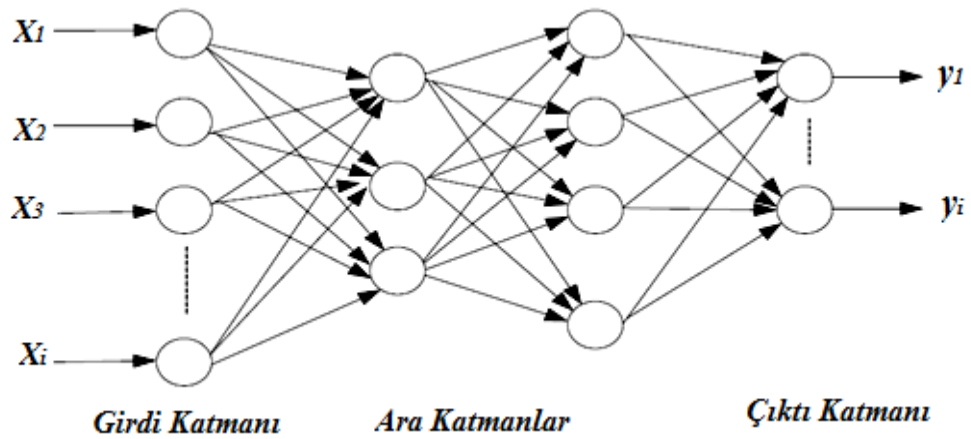
$$\text{Çıktı} = f(\text{NET}) \quad (3.15)$$

$$\text{NET}_j = \sum_{i=1}^n W_{ij} x_i + \theta_j \quad (3.16)$$

$$\text{Çıktı} = f\left(\sum_{i=1}^n W_{ij} x_i + \theta_j\right) \quad (3.17)$$

3.5.1.4. Çok Katmanlı Algılayıcı

Günümüzde en çok bilinen ve yaygın biçimde kullanılan YSA türü olan Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA), genel amaçlı, esnek ve çoklu katmanlar halinde organize edilmiş nöronlardan oluşan ve birçok fonksiyonu tahmin etme özelliğine sahip doğrusal olmayan modellerdir. ÇKA eğitiminde birçok öğrenme algoritmasının kullanılabilir olmasından dolayı yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. ÇKA, girdi katmanı, bir veya birden fazla gizli katman ve çıktı katmanından oluşan ileri beslemeli bir sinir ağıdır. Bir katmandaki her nöron, bir sonraki katmanın bütün nöronları ile bağlantılıdır ve girdi katmanından çıktı katmanına doğru ileri yönlü bir iletişim mevcuttur. Eğitim esnasında hem girdiler hem de girdilere karşılık gelen çıktı değerleri ağa gösterildiği için öğretmenli öğrenme stratejisine göre çalışırlar. ÇKA için en yaygın olarak kullanılan öğrenme algoritması Geri Yayılım Algoritması (GYA)'dır. Genelleştirilmiş Delta Kuralı olarak da bilinen algoritma iki aşamadan oluşmaktadır. 1. aşamada, ileri doğru hesaplama vardır ve ağa gösterilen örnek için ağın çıktısı hesaplanır. 2. aşamada ise geriye doğru hesaplama vardır ve bu aşamada ağın bağlantı ağırlıkları güncellenir. Kullanılan öğrenme algoritmasına göre, ağın çıktısı ile beklenen çıktı arasındaki hata geriye doğru yayılarak hata minimuma ulaşincaya kadar ağın ağırlıkları güncellenmektedir. Şekil 3.4'de 2 gizli katmana sahip bir ÇKA yapısı görülmektedir.



Şekil 3.4: İki Gizli Katmana Sahip ÇKA

ÇKA'nın çalışma prensibi şu adımları içermektedir (Öztemel, 2003:81);

- Örneklerin toplanması: Ağın çözmesi istenen olaya ilişkin daha önce gerçekleşen örneklerin elde edilmesi sürecidir. Ağın eğitimi ve testi için örneklerin toplanması gerekmektedir.
- Ağın topolojik yapısının belirlenmesi: Bu aşamada öğrenilmesi istenen olay için kurulacak ağın topolojik yapısı (gizli katman sayısı, katmanlardaki nöron sayısı vb.) belirlenir.
- Öğrenme parametrelerinin belirlenmesi: Bu aşamada öğrenme oranı, momentum katsayısı, toplama fonksiyonu ve aktivasyon fonksiyonları belirlenmektedir.
- Ağırlıkların başlangıç değerlerinin atanması: Nöronları birbirine bağlayan ağırlık değerleri ve eşik değer ünitesinin ağırlıkları için başlangıç değerlerinin atanması yapılır. Başlangıç değerleri genelde rasgele atanır ve öğrenme sırasında ağ uygun değerleri kendisi belirler.
- Öğrenme setinden örnek seçilmesi ve ağa gösterilmesi: Ağın öğrenmeye başlaması ve belirlenen öğrenme kuralına uygun bir şekilde ağırlıklarının değiştirilmesi için girdi ve çıktı değerleri ağa belirli bir düzene göre gösterilir.
- Öğrenme sırasında ileri hesaplamaların yapılması: Sunulan girdi setine karşılık gelen ağın çıktı değerleri hesaplanır.
- Gerçekleşen çıktı ile beklenen çıktının karşılaştırılması: Ağ tarafından üretilen hata değeri hesaplanır.
- Ağırlıkların değiştirilmesi: Geriye hesaplama yöntemi ile üretilen hatanın azaltılması amacıyla ağırlıkların değiştirilmesi yapılır.

3.5.1.5. Öğrenme Algoritması

1970’li yıllarda tek katmanlı sinir ağlarının sınırlamalarının gösterilmesi, sinir ağlarındaki ilginin azalmasında önemli bir etken olmuştur. Etkili bir genel ÇKA eğitimi yönteminin bulunması, farklı türlerdeki problemlerin çözülmesi için bir araç olarak YSA’nın yeniden ortaya çıkmasında önemli bir rol oynamıştır. Geri yayılım ya da genelleştirilmiş delta kuralı olarak bilinen bu yöntem, ağ tarafından hesaplanan çıktının toplam karesel hatasını en aza indirmek amaçlı olan gradyan iniş (gradient descent) metodudur. GYA, ÇKA’nın eğitimi için en yaygın kullanılan ve en popüler öğrenme algoritmalarından biridir. Bu algoritma; hataları çıktıdan girdiye yani geriye doğru azaltmaya çalışmasından dolayı geri yayılım algoritması olarak adlandırılmaktadır.

GYA ile eğitim yavaş olsa bile, eğitilmiş bir ağ çıktısını çok hızlı bir şekilde üretebilir. Bir ağın GYA ile eğitimi; girdi eğitim örüntüsünün ileri beslemesi, hesaplama ve hatanın geri yayılımı ile ağırlıkların güncellenmesi olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. İleri besleme sırasında her bir girdi nöronu (X_i), bir girdi sinyali alır ve bu sinyali gizli nöronların ($Z_1, \dots, Z_p$) herbirine iletir. Her bir gizli nöron aktivasyonunu hesaplar ve sinyallerini (z_j) her bir çıktı nöronuna gönderir. Her bir çıktı nöronu (Y_k) verilen girdi örüntüsü için ağ çıktısı oluşturacak olan aktivasyonunu (y_k) hesaplar. Eğitim sürecinde her bir çıktı nöronu, ilişkili hatayı belirlemek için hesaplanan aktivasyonunu (y_k), hedef değeriyle (t_k) karşılaştırır. Bu hataya dayanarak, faktör δ_k ($k = 1, \dots, m$) hesaplanır. δ_k , çıktı ünitesi Y_k 'daki hatayı önceki katmandaki tüm ünitelere (Y_k ile bağlantılı tüm gizli nöronlar) geri dağıtmak için kullanır. Bu aynı zamanda (daha sonra) çıktı ve gizli katman arasında ağırlıkları güncellemek için kullanılır. Benzer şekilde faktör δ_j ($j = 1, \dots, p$), her gizli nöron Z_j için hesaplanır. Hatayı girdi katmanına geri yaymak gerekli değildir ancak δ_j , gizli katman ile girdi katman arasındaki ağırlıkları güncellemek için kullanılır. Tüm δ faktörler belirlendikten sonra, tüm katmanlar için olan ağırlıklar eşzamanlı güncellenir. Ağırlık w_{jk} (gizli nöron Z_j 'den çıkış nöronu Y_k 'ya) için güncelleme, faktör δ_k ve gizli nöron Z_j 'nin z_j aktivasyonuna dayanmaktadır. Ağırlık v_{jk} (girdi nöronu X_i 'den gizli nöron Z_j 'ye) için güncelleme, faktör δ_j ve girdi nöronun x_i aktivasyonuna dayanmaktadır. GYA için kullanılacak terimler ve eğitim algoritması aşağıda verilmiştir (Fausett, 1994:290-291).

x : Girdi eğitim vektörü: $x = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$.

t : Çıktı hedef vektörü: $t = (t_1, \dots, t_k, \dots, t_m)$.

δ_k : Y_k çıktı nöronunda oluşan hata için w_{jk} 'nın ağırlık güncellemesi hata düzeltme payı.

δ_j : Çıktı katmanından gizli nöron Z_j 'ye hata bilgisinin geri yayılımı için v_{ij} 'nin ağırlık güncellemesi hata düzeltme payı.

α : Öğrenme oranı

X_i : i . girdi nöronu: Bir girdi nöronu için, girdi değeri ve çıktı değeri aynıdır (yani x_i).

v_{oj} : j . gizli nöron için eşik değeri ağırlığı (bias).

Z_j : j . gizli nöron: Z_j için net girdi z_in_j ile ifade edilirse,

$$z_in_j = v_{oj} + \sum_i x_i v_{ij}$$

Z_j 'nin çıktısı (aktivasyon) z_j ile ifade edilirse,

$$z_j = f(z_in_j)$$

w_{ok} : k . çıktı nöronu için eşik değeri ağırlığı (bias).

Y_k : k . çıktı nöronu: Y_k için net girdi y_in_k ile ifade edilirse,

$$y_in_k = w_{ok} + \sum_j z_j w_{jk},$$

Y_k 'nin çıktısı (aktivasyon) y_k ile ifade edilirse,

$$y_k = f(y_in_k)$$

Öğrenme algoritması aşağıdaki sırayı takip eder.

Adım 0: Başlangıç ağırlıklarını belirle. (Küçük rassal değerler ata).

Adım 1: Durdurma kriteri hatalı ise 2-9 adımlarını yap.

Adım 2: Her bir eğitim çifti (girdi-çıkı) için, 3-8 adımlarını yap.

İleri besleme:

Adım 3: Her bir girdi katman nöronu ($X_i, i = 1, \dots, n$), x_i girdi sinyalini alır ve bu sinyali gizli katmandaki tüm nöronlara iletir.

Adım 4: Her bir gizli katman nöronu ($Z_j, j = 1, \dots, p$) ağırlıklı girdi sinyallerini toplar,

$$z_in_j = v_{oj} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}$$

Çıkı sinyali hesaplamak için aktivasyon fonksiyonunu uygular,

$$z_j = f(z_in_j)$$

ve bu sinyali çıkı katmanı nöronlarına gönderir.

Adım 5: Her bir çıktı katmanı nöronu ($Y_k, k = 1, \dots, m$) ağırlıklı girdi sinyallerini toplar,

$$y_{in_k} = w_{ok} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk}$$

ve çıktı sinyallerini hesaplamak için aktivasyon fonksiyonunu uygular,

$$y_k = f(y_{in_k})$$

Hatanın geriyayılımı:

Adım 6: Her bir çıktı katmanı nöronu ($Y_k, k = 1, \dots, m$), girdi eğitim örüntüsüne karşılık gelen bir hedef örüntü alır, hata bilgisi terimi hesaplar.

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k})$$

ağırlık düzeltme terimini hesaplar,

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j$$

bias düzeltme terimini hesaplar,

$$\Delta w_{ok} = \alpha \delta_k$$

Adım 7: Her bir gizli katman nöronu ($Z_j, j = 1, \dots, p$) delta girdilerini toplar.

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk}$$

hata bilgi terimini hesaplamak için aktivasyon fonksiyonunun türevi ile çarpar,

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j})$$

ağırlık düzeltme terimini hesaplar,

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i$$

ve bias düzeltme terimini hesaplar,

$$\Delta v_{oj} = \alpha \delta_j$$

Ağırlıkları ve Biasları güncelle:

Adım 8: Her bir çıktı katmanı nöronu ($Y_k, k = 1, \dots, m$) bias ve ağırlıklarını günceller ($j = 0, \dots, p$):

$$w_{jk}(\text{yeni}) = w_{jk}(\text{eski}) + \Delta w_{jk}$$

Her bir gizli katman nöronu ($Z_j, j = 1, \dots, p$), bias ve ağırlıklarını günceller ($i = 0, \dots, n$):

$$v_{ij}(\text{yeni}) = v_{ij}(\text{eski}) + \Delta v_{ij}$$

Adım 9: Durdurma kriterini test et.

3.5.1.6. YSA Tasarımı

Bir YSA'nın yapısını, nöronların bağlantı şekilleri, kullandıkları toplama ve aktivasyon fonksiyonları, oluşturdukları katman sayısı ve öğrenme yöntemi gibi faktörler belirler. Hangi tür problem çözümünde hangi ağ modeli kullanımının daha uygun olduğunun bilinmesi oldukça önemlidir. Kurulacak YSA modeli için öncelikle gizli katman ve gizli nöron sayısının belirlenmesi gereklidir.

Zhang (1998), birçok tahmin problemi için tek gizli katmanın yeterli olacağını ifade etmiştir. Ancak, bazı özel problemlerde, iki gizli katmanlı ağ yapısının tek gizli katmanlı ağ yapısından daha iyi sonuç vermesi muhtemeldir. Kaastra ve Boyd (1996), tek gizli katmanın yeterli olacağını, nadir de olsa iki gizli katman kullanılabileceğini fakat iki gizli katmandan fazla gizli katmana ihtiyaç olmadığını ifade etmektedir. Gizli katmanlardaki nöron sayısının belirlenmesinde belirli bir kural yoktur. Az sayıda gizli nöron veri yapısındaki ilişkiyi öğrenmede başarısız olabilir, çok sayıda gizli nöron ise ağırlık öğrenmesi yerine ezberlemesine sebep olabilmektedir. Literatürde YSA yöntemi kullanılarak yapılan bazı çalışmalarda tek gizli katmanlı ağlarda gizli nöron sayısına ilişkin bazı öneriler getirilmiştir. “n” girdi nöron sayısını ve “m” çıktı nöron sayısını göstermek üzere bu önerilerden bazıları aşağıda ifade edilmiştir. (Hamzaçebi, 2011:73);

- n (Tang ve Fishwick, 1993)
- $2n + 1$ (Lippmann, 1987)
- $2n$ (Wong, 1991)
- $\sqrt{n * m}$ (Masters, 1993)

➤ $0.75 * n$ (Baily ve Thompson, 1990)

YSA'nın öğrenme yeteneğine sahip olması da ayırt edici özelliklerinden birisidir. Öğrenme, ele alınan örnekler arasındaki yapının iyi bir davranış göstermesini sağlayabilecek olan bağlantı ağırlıklarının hesaplanması olarak tanımlanmaktadır. Nöronlar arasındaki bağlantı ağırlıklarındaki değişiklikler başlıca yeni bağlantılar yapılması, var olan bağlantıların değiştirilmesi ve bazı bağlantı ağırlıklarının yok edilmesi şeklinde olabilir (Şen, 2004:90). Literatürde öğretmenli öğrenme ve öğretmensiz öğrenme olmak üzere iki tip öğrenme stratejisinden bulunmaktadır. Eğer bir eğitici, sistem çıkışlarının istenen değerini temin ediyorsa bu tip öğrenme öğretmenli öğrenme, eğer tasarım koşulları istenen değerin temin edilmesine mücadele etmiyorsa bu tip öğrenme ise öğretmensiz öğrenme olarak adlandırılmaktadır. YSA mimarisinde kullanılan birçok öğrenme algoritması bulunmakla beraber, bunlar öğrenme olgusunu matematik kuralları aracılığıyla ölçülebilir büyüklüklere dönüştürerek oluşturulan bir başarımlı ölçütünün zaman içerisinde artırılmasını ya da oluşturulan bir maliyet ölçütünün azaltılmasını sağlayacak parametre değişikliklerinin hesaplanmasına dayanırlar (Efe ve Kaynak, 2004:3-4).

Öğrenme oranı ve momentum katsayısı, öğrenme sırasında ağırlıkların güncellenmesi işleminde önemli rol oynamaktadır. 0 ile 1 arasında değerler alan bu parametreler genelde deneme yanılma yoluyla seçilmektedir. Bu parametrelerin en iyi kombinasyonlarını bulmak amacıyla kapsamlı bir araştırma yapmak neredeyse imkânsızdır. Araştırmacılar tarafından sadece seçilen değerler dikkate alınmıştır. Örneğin, Sharda ve Patil (1992), çalışmalarında üç öğrenme oranını (0.1, 0.5, 0.9) ve üç momentum değerini (0.1, 0.5, 0.9) toplam dokuz kombinasyonu denemişlerdir (Zhang vd., 1998:48).

YSA mimarisinin belirlenmesi de YSA tasarımı için oldukça önemlidir. Eğer ağ üzerindeki bilgi akışı sürekli ileri doğru ise bu yapıya sahip modeller ileri beslemeli, ağ yapısında geri besleme bağlantıları varsa bu türdeki sistemler ise geri beslemeli YSA olarak ifade edilmektedirler (Efe ve Kaynak, 2004:4).

Aktivasyon fonksiyonu olarak bir ağı, aynı ya da farklı katmanlarındaki nöronlar farklı aktivasyon fonksiyonunu kullanabilirler. Ancak uygulamaların çoğunda aynı katmandaki nöronların aynı aktivasyon fonksiyonunu kullanılmaktadır. Uygulamada

genelde Sigmoid (Lojistik) Fonksiyonu, Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu, Doğrusal Fonksiyon aktivasyon fonksiyonları kullanılmaktadır. Sigmoid ve hiperbolik tanjant gibi aktivasyon fonksiyonları, bir nöronun çıktısını (0,1) veya (-1,1) aralığına sıkıştırdıklarından girdi verilerinin normalleştirme işlemine tabi tutulması hesaplama hatalarından kaçınmak açısından faydalı olacaktır.

YSA kullanarak tahminde bulunurken veri kümesi eğitim-test ya da eğitim-doğrulama-test olmak üzere kısımlara ayrılmalıdır. Literatürde eğitim, doğrulama ve test kümelerinin belirlenmesine yönelik az da olsa öneriler vardır. Birçok araştırmacı %80,%10,%10 veya %70,%15,%15 ya da %60,%20,%20 kurallarını temel alan yöntemler izlemişlerdir. Eğitim-test kümesi için oransal dağılım olarakta %80,%20 veya %90,%10 şeklinde yöntemler kullanılmıştır. YSA tasarımı farklı parametrelerin seçimiyle elde edilecek tahmin performanslarının karşılaştırılması amacıyla performans fonksiyonunun seçimi oldukça önemlidir. Genelde hata kareler ortalaması (MSE), ortalama mutlak yüzde hata (MAPE), hata kareler toplamı (SSE) ve MSE'nin karekökü (RMSE) performans fonksiyonu olarak kullanılmaktadır.

3.5.2. Bulanık Mantık

1965'de L. Zadeh tarafından ortaya atılan bulanık küme, mantık ve sistem kavramları araştırmacının uzun yıllar boyunca kontrol alanında çalışması; istediği kontrolü elde edebilmek amacıyla çok fazla doğrusal olmayan denklemlerin işin içine girmesi sonucunda yöntemin karmaşıklaşması ve çözümün zorlaşması sonucu ortaya çıkmıştır. Bulanık kavramların ortaya atılması ile literatürde bazı hoşnutsuzluklar da ortaya çıkmıştır. Bazı araştırmacıların bulanık kavramları benimseyerek bu konu hakkında çalışmayı teşvik etmelerine rağmen büyük bir çoğunluk ise bu görüşe karşı olmuştur. Mamdani ve Assilian tarafından 1975'de yapılan bir kontrol uygulaması, bulanık kavramların dünyanın değişik araştırma merkezlerinde önem kazanmasında etkili olmuştur. İlk kez bir buhar makinası kontrolünün bulanık sistemler ile modellemesini başaran bu araştırmacılar, çalışmaları ile bulanık sistemlerle çalışmanın kolaylığını ve sonuçlarının da oldukça etkili olduğunu ortaya koymuşlardır (Şen, 2009:15-16).

L. Zadeh (1965), bulanık mantık kavramının genel özelliklerini şu şekilde ifade etmiştir (Elmas, 2007:186, Baykal ve Beyan, 2004:128);

- Bulanık mantıkta, kesin değerlere dayanan düşünme yerine yaklaşık düşünme kullanılmaktadır.
- Bulanık mantıkta her şey $[0,1]$ aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
- Bulanık mantıkta bilgi küçük, büyük, çok fazla gibi sözel ifadeler şeklindedir.
- Sözel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile bulanık çıkarım işlemi yapılmaktadır.
- Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
- Bulanık mantığın, matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için kullanımı oldukça uygundur.

“Kesin olmayan genişlik kümeleri” anlamına gelen bulanık küme kavramını ortaya atan Zadeh (1965); bir bulanık kümedeki üyeliklerin onaylama ya da reddetme konusu olmasından çok derecelendirme konusu olduğunu ifade etmiştir. Bulanık küme ve bulanık mantık teorileri insanoğlunun belirsizlik ve kesin olmayışın doğal olgusunu yakalamasını sağlayan oldukça yeni teorilerdir. Klasik önermeler ve bulanık önermeler arasındaki temel fark, bulanık önermelerin doğruluk değerlerinin $[0,1]$ aralığında olmasıdır. Bir klasik önermenin doğru ya da yanlış olma zorunluluğuna karşın bulanık önermelerin doğruluğu ya da yanlışlığı, $[0,1]$ aralığında bir sayı ile ifade edilen bir doğruluk derecesiyle belirtilir (Türkşen, 2015:13).

Bulanık mantığın bazı üstünlükleri ve sakıncaları bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde özetlenebilir (Elmas, 2007:198).

- Bulanık mantıkta denetim işlemlerinin çoğu dilsel niteleyicilerle yapıldığı için insan düşünme tarzına oldukça yakındır.
- En başarılı uygulama alanları; matematiksel modele ihtiyaç duyulmadığı için matematiksel modeli iyi tanımlanmamış olan, zamanla değişen ve doğrusal olmayan sistemlerdir.
- İşaretlerin ön işlemeye tabi tutulmaları ve geniş bir alana yayılan değerlerin az sayıda üyelik işlevlerine indirgenmeleri, bulanık mantık yaklaşımında uygulamaların daha hızlı bir şekilde sonuca ulaşmasını sağlamaktadır.

- Üyelik işlevlerini ve bulanık mantık kurallarını tanımlamak her zaman kolay değildir. Uygulamalarda, kuralların uzman deneyimlerine dayanarak tanımlanması gerekir.
- Üyelik işlevleri değişkenlerinin belirlenmesinde kesin sonuç veren belirli bir yöntem bulunmamaktadır. En uygun yöntem ise deneme ve yanılma yöntemidir. Bu işlem oldukça uzun zaman alabilmektedir.
- Bulanık mantığın temel sorunu; sistemlerin gözlemlenebilirlik, kararlılık ve denetlenebilirlik analizlerinin yapılmasında ispat edilmiş kesin bir yöntemin olmayışıdır.
- Bulanık mantıkta üyelik işlevlerinin değişkenleri sisteme özeldir, başka sistemlere uyarlamak oldukça zordur.

Bulanık mantık işlemleri problemin analizi ve tanımlanması, kümelerin ve mantıksal ilişkilerin oluşturulması, mevcut bilgilerin bulanık kümelere dönüştürülmesi ve modelin yorumlanması aşamalarından oluşmaktadır (Elmas, 2007:188).

3.5.2.1. Bulanık Küme Kavramı

Bulanık küme kavramı, gerçek hayatta karşılaşılan belirsizliklerin matematiksel olarak açıklanmasını ve bir fonksiyon yardımıyla ifade edilmesini öngörür. Bu belirsizlik durumu, Zadeh (1965) tarafından önerilen bulanık küme teorisi ile dilsel olarak biraz, az, çok gibi formlarda ifade edilebilir hale gelmiştir. Kesin olmayan bilginin sayısal gösterimi olan bulanık sayıların kullanılması ile gerçek dünya problemlerinin belirsiz yapısının modellenmesinde kullanılacak yeni matematiksel teknikler geliştirilmiştir (Paksoy vd., 2013:1).

Klasik küme yaklaşımında elemanların üyelikleri $\{0,1\}$ değerlerini alır. Bir eleman kümenin ya elemanıdır ya da değildir yani nesnenin üyelik değeri 1 ise kümenin elemanı, üyelik değeri 0 ise elemanı değildir. Bulanık mantığın temelini oluşturan bulanık küme ise bir üyelik fonksiyonu ile ifade edilen elemanlardan oluşur. Bulanık kümede ise üyelik derecesi olarak ifade edilen belirli bir derecede aitlik söz konusudur. Bulanık küme yaklaşımında elemanların üyelik dereceleri $[0,1]$ aralığında herhangi bir değer alabilir. Bu elemanlar kümeye tam olarak ait ise 1, kümeye hiç ait değilse 0, kısmi olarak ait ise 0 ile 1 arasında üyelik değerleri alırlar. Herbir değişken verilen küme için belirli bir üyelik derecesine sahiptir. Klasik mantık yaklaşımında sıcak-soğuk, açık-

kapalı gibi ikili değişkenler kullanılırken, bulanık mantıkta ise çok soğuk, ılık, az açık gibi esnek niteleyiciler kullanılmaktadır. Klasik kümede üye olandan, üye olmayana geçiş keskin ve ani iken, bulanık kümede ise bu geçiş yumuşak bir biçimde gerçekleşmektedir.

Bir evrensel küme U , bu evrensel kümeye ait elemanlar x ve U evrensel kümesinin klasik bir alt kümesi A için üyelik, μ_A karakteristik fonksiyonu ile ifade edilmektedir.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{Eğer } x \in A \\ 0, & \text{Aksi halde} \end{cases}$$

Eğer küme değerinin $[0,1]$ kapalı aralığında olmasına izin verilirse $\tilde{A}$ kümesi bulanık küme olarak adlandırılır. $\mu_{\tilde{A}}(x)$, x ' in $\tilde{A}$ kümesi içindeki üyelik derecesidir. $\tilde{A}$ bulanık kümesi;

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) | x \in A\}$$

biçiminde karakterize edilmiştir. Zadeh (1972) bu eşitlik yerine aşağıdaki gösterim şeklini de önermiştir: A sonlu bir küme olduğunda $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ $\tilde{A}$ bulanık kümesi;

$$\tilde{A} = \mu_{\tilde{A}}(x_1)/x_1 + \mu_{\tilde{A}}(x_2)/x_2 + \dots + \mu_{\tilde{A}}(x_n)/x_n = \sum \mu_{\tilde{A}}(x_n)/x_n \quad (3.18)$$

şeklinde gösterilebilir.

Kullanılan üyelik fonksiyonunun, normallik ve dışbükeylik özelliklerine sahip olması gerekmektedir. En az bir tane 1'e eşit üyelik derecesine sahip elemanı bulunan küme normal bulanık küme olarak tanımlanmaktadır.

A klasik kümesinin üyelik fonksiyonu;

$$\mu_A(x): X \rightarrow \{0,1\}$$

Ve $\tilde{A}$ bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu;

$$\mu_{\tilde{A}}(x): X \rightarrow [0,1]$$

eşitlikleriyle ifade edilir. Klasik küme yaklaşımında olduğu gibi bulanık küme yaklaşımında da birleşim, kesişim, tümleyen, kapsama vb. işlemler yapılabilir. Bulanık kümelerde işlemler bulanık kümelerin önemli bir parçası olan üyelik fonksiyonları

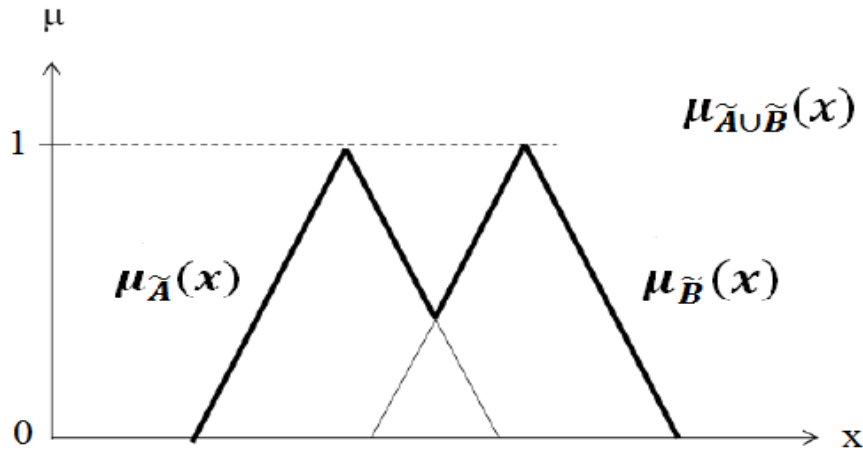
yardımıyla tanımlanır. Bulanık küme teorisinde kullanılan ve Zadeh (1965) tarafından tanımlanan temel işlemler aşağıda verilmiştir (Paksoy vd., 2013:25-27-37).

Birleşim;

$\mu_{\tilde{A}}(x)$ ve $\mu_{\tilde{B}}(x)$ sırasıyla $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümelerine ait üyelik fonksiyonları olmak üzere;

İki bulanık kümenin birleşiminin üyelik fonksiyonu, bireysel üyelik fonksiyonlarının maksimumu olarak tanımlanır ve birleşim (veya'lama) olarak ifade edilir.

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \vee \mu_{\tilde{B}}(x) = \max(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)), \quad \forall x \in U \quad (3.19)$$

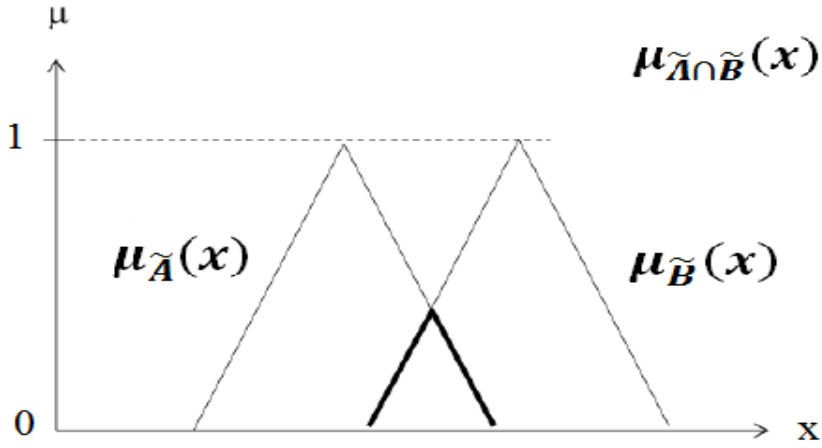


Şekil 3.5: İki Bulanık Kümenin Birleşimi

Kesişim;

İki bulanık kümenin kesişiminin üyelik fonksiyonu, bireysel üyelik fonksiyonlarının minimumu olarak tanımlanır ve kesişim (ve'leme) olarak ifade edilir.

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{B}}(x) = \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)), \quad \forall x \in U \quad (3.20)$$



Şekil 3.6: İki Bulanık Kümenin Kesişimi

Tümleyen;

Üyelik dereceleri göz önünde bulundurulduğunda bir bulanık kümenin tümleyeni (değilleme'si), bulanık küme öğelerinin üyelik derecelerinin 1'den çıkarılması anlamına gelir.

$\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümeler olmak üzere;

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = 1 - \mu_{\tilde{B}}(x), \quad \forall x \in U \quad (3.21)$$

koşulu sağlanıyor ise, $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ için tümleyendir denir ve $\tilde{B} = \tilde{A}^c$ ve $\tilde{A} = \tilde{B}^c$ şeklinde ifade edilir.

Kapsama;

$\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümeler olmak üzere;

$$\mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{B}}(x), x \in X \quad (3.22)$$

koşulu sağlanıyor ise $\tilde{A}$ 'ya, $\tilde{B}$ 'nin alt kümesi ($\tilde{A} \subset \tilde{B}$) veya $\tilde{B}$, $\tilde{A}$ 'yı kapsar ($\tilde{B} \supset \tilde{A}$) denir.

3.5.2.2. Üyelik Fonksiyonları

Bulanık mantık ile ilgili önemli kavramlardan biri de üyelik fonksiyonlarıdır. Üyelik fonksiyonlarını oluşturmak için çok sayıda yöntem bulunmaktadır. En çok kullanılan üyelik fonksiyonları türleri üçgen, yamuk ve Gauss eğrisi şeklinde olan üyelik fonksiyonlarıdır. x elemanının üyelik fonksiyonu olarak ifade edilen $\mu_A(x)$, $[0,1]$

aralığında değerler almaktadır ve bu değerler x elemanının üyelik derecesini ifade etmektedir.

Üçgen Üyelik Fonksiyonu: Üçgen üyelik fonksiyonu a_1 , a_2 ve a_3 olmak üzere üç farklı parametre ile tanımlanabilmektedir. Üçgen üyelik fonksiyonu yapısı aşağıdaki eşitlik ile gösterilmektedir.

$$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3) = \begin{cases} \text{eğer } a_1 \leq x \leq a_2 \Rightarrow \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} \\ \text{eğer } a_2 \leq x \leq a_3 \Rightarrow \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2} \\ \text{eğer } x > a_3 \text{ veya } x < a_1 \Rightarrow 0 \end{cases} \quad (3.23)$$

Yamuk Üyelik Fonksiyonu: Yamuk üyelik fonksiyonu a_1 , a_2 , a_3 ve a_4 olmak üzere dört farklı parametre ile tanımlanabilmektedir. Yamuk üyelik fonksiyonunun yapısı aşağıdaki eşitlik ile gösterilmektedir.

$$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3, a_4) = \begin{cases} \text{eğer } a_1 \leq x \leq a_2 \Rightarrow \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} \\ \text{eğer } a_2 \leq x \leq a_3 \Rightarrow 1 \\ \text{eğer } a_3 \leq x \leq a_4 \Rightarrow \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3} \\ \text{eğer } x > a_4 \text{ veya } x < a_1 \Rightarrow 0 \end{cases} \quad (3.24)$$

Gaussian Üyelik Fonksiyonu: Gaussian üyelik fonksiyonu m ve σ olmak üzere iki farklı parametre ile ifade edilmektedir. Gaussian üyelik fonksiyonunun yapısı aşağıdaki eşitlik ile gösterilmektedir.

$$\mu_A(x; m, \sigma) = e^{\left(\frac{-(x-m)^2}{2\sigma^2}\right)} \quad (3.25)$$

Çan Eğrisi Üyelik Fonksiyonu: Çan Eğrisi üyelik fonksiyonu a_1 , a_2 ve a_3 olmak üzere üç farklı parametre ile ifade edilmektedir. Çan Eğrisi üyelik fonksiyonunun yapısı aşağıdaki eşitlik ile gösterilmektedir.

$$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3) = \frac{1}{1 + \left|\frac{x - a_3}{a_1}\right|^{a_2}} \quad (3.26)$$

Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu: Sigmoidal üyelik fonksiyonu a_1 ve a_2 olmak üzere iki farklı parametre ile ifade edilmektedir. Sigmoidal üyelik fonksiyonunun yapısı aşağıdaki eşitlik ile gösterilmektedir.

$$\mu_A(x; a_1, a_2) = \frac{1}{1 + e^{-a_1(x-a_2)}} \quad (3.27)$$

S-Şekilli Üyelik Fonksiyonu: S-Şekilli üyelik fonksiyonu a_1 , a_2 ve a_3 olmak üzere üç farklı parametre ile tanımlanabilmektedir. S-Şekilli üyelik fonksiyonunun yapısı aşağıdaki eşitlik ile gösterilmektedir.

$$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3) = \begin{cases} \text{eğer } x < a_1 \Rightarrow 0 \\ \text{eğer } a_1 < x < a_2 \Rightarrow 2 \left[\frac{(x - a_1)}{(a_3 - a_2)} \right]^2 \\ \text{eğer } a_2 < x < a_3 \Rightarrow 1 - 2 \left[\frac{(x - a_1)}{(a_3 - a_2)} \right]^2 \\ \text{eğer } x < a_3 \Rightarrow 1 \end{cases} \quad (3.28)$$

Z-Şekilli Üyelik Fonksiyonu: Z-Şekilli üyelik fonksiyonu a_1 , a_2 ve a_3 olmak üzere üç farklı parametre ile tanımlanabilmektedir. Z-Şekilli üyelik fonksiyonunun yapısı aşağıdaki eşitlik ile gösterilmektedir.

$$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3) = \begin{cases} \text{eğer } x < a_1 \Rightarrow 1 \\ \text{eğer } a_1 < x < a_2 \Rightarrow 1 - 2 \left[\frac{(x - a_1)}{(a_3 - a_2)} \right]^2 \\ \text{eğer } a_2 < x < a_3 \Rightarrow 2 \left[\frac{(x - a_1)}{(a_3 - a_2)} \right]^2 \\ \text{eğer } x < a_3 \Rightarrow 0 \end{cases} \quad (3.29)$$

Birinci tip π Üyelik Fonksiyonu: π üyelik fonksiyonları birinci tip π üyelik fonksiyonu ve ikinci tip π üyelik fonksiyonu olmak üzere iki farklı şekilde oluşturulabilmektedir. Birinci tip π üyelik fonksiyonu a_1 ve a_2 olmak üzere iki farklı parametre ile ifade edilmektedir. Birinci tip π üyelik fonksiyonunun yapısı aşağıdaki eşitlik ile gösterilmektedir.

$$\mu_A(x; a_1, a_2) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x - a_1}{a_2}\right)^2} \quad (3.30)$$

İkinci tip π Üyelik Fonksiyonu: İkinci tip π üyelik fonksiyonu a_1 , a_2 , a_3 ve a_4 olmak üzere dört farklı parametre ile oluşturulabilmektedir. İkinci tip π üyelik fonksiyonunun yapısı aşağıdaki eşitlik ile gösterilmektedir.

$$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3, a_4) = \begin{cases} \text{eğer } x \leq a_2 \Rightarrow \frac{a_1}{a_1 + a_2 - x} \\ \text{eğer } a_2 \leq x \leq a_3 \Rightarrow 1 \\ \text{eğer } x \geq a_3 \Rightarrow \frac{a_4}{x - a_3 + a_4} \end{cases} \quad (3.31)$$

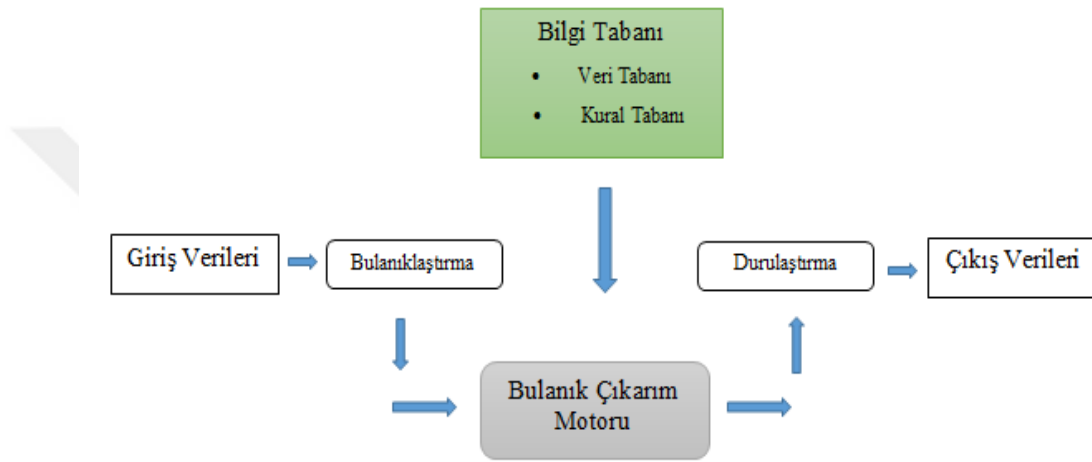
3.5.2.3. Bulanık Mantık Denetleyiciler

Bulanık denetleyiciler, matematiksel modeli bilinmeyen ve doğrusal olmayan sistemlerde oldukça etkilidirler. Bir denetleyici sistem, başka bir fiziksel sistemin tepkisini veya davranışını denetleyen, düzelten, fiziksel elemanlardan oluşmaktadır. Denetim sistemleri genel itibariyle açık döngülü ve kapalı döngülü olmak üzere iki tiptir. Açık döngülü denetim sistemlerinde denetim hareketi sistem çıkışından bağımsız, kapalı döngülü sistemlerde ise sistem çıkışına bağlı olarak değişebilmektedir. Denetimi yapılan sinyalin ölçülebilmesi için algılayıcılar kullanılır. Kapalı döngülü sistemlerde çıkış veya sistemin sonuç değerleri giriş sinyal değerlerine etki eder. Bu denetim sistemlerinde yeterli tepki elde edebilmek için döngü içinde ek olarak düzeltici veya denetleyici birimine gerek duyulur. Bulanık mantık denetleyici tasarımı şu adımlardan oluşmaktadır (Elmas, 2007: 233-237):

- Problem çözümünde bulanık mantık kullanımının uygunluğu tespit edilir.
- Girdi ve çıktı değişkenleri tanımlanır.
- Her bir girdi ve çıktı parametresi için üyelik işlevleri tanımlanır.
- Bulanıklaştırma yapılır ve hangi kuralın uygulanacağı belirlenir.
- Bir kural tabanı oluşturulur.
- Örnek girdiler için sistemin çıktılarına bakılır ve kural tabanına uygunluğu kontrol edilir.

- Sonuçlar uygulanan kurala göre elde edilir.
- Denetim işletimde, en uygun bir tane çözüm yerine yeterli derecede iyi bir çözüm elde edilmelidir.
- Kullanılan bilgiyi en iyi denetim edecek denetleyici tasarımı yapılmalıdır.

Bulanık mantık denetleyiciler, bilgi tabanı, bulanıklaştırma, bulanık çıkarım motoru (karar verme mantığı) ve durulaştırma birimleri olmak üzere dört temel bileşenden oluşmaktadır. Şekil 3.7’de bulanık bir denetleyici yapısı görülmektedir.



Şekil 3.7: Bulanık Bir Denetleyicinin Yapısı

3.5.2.3.1. Bulanıklaştırma

Bulanıklaştırma, sistemden alınan girdi bilgilerini sözel niteleyicilere (bulanık değerlere) dönüştürme işlemidir. Modelin sözel değişkenlerine karar verilerek her biri bulanık alt kümelerle parçalanır.

Bulanık mantık modellemesi yapabilmek için öncelikle girdi ve çıktı değişkenlerinin bulanıklaştırılması gereklidir. Bulanıklaştırmanın daha genelleştirme, anlama, kavrama ve gerçek dünyanın modellemesindeki bazı belirsizliklerinde işin içine katılması gibi faydaları bulunmaktadır. Bulanıklaştırma için ilk adım kurulacak modelin sözel girdi ve çıktı değişkenlerine karar verilerek her birini aynı veya değişik sayıda bulanık alt kümelerle ayırmaktır. Bulanıklaştırma işleminde aşağıdaki noktaların göz önüne alınması önemlidir ve başarılı bir modelleme yapabilmek için bu noktaların sağlanmasına özen gösterilmelidir (Şen, 2009:202-203).

- Modellemede genelde birçok girdi değişkeni ile beraber bir tane çıktı değişkeni bulunmasına rağmen çok girdili ve çok çıktılı modeller de bulunmaktadır.
- Her bir değişkenin değişim aralığı iki taraflı sınırlı, üstten sınırlı, alttan sınırlı veya iki tarafı sınırsız olacak şekilde kararlaştırılmalıdır.
- Değişkenlerin her biri en fazla 7 tane alt kümeye parçalanır. Uygulamada ise model ilk defa kurulurken her birinin üçer tane alt kümeye bölünmesi tavsiye edilmektedir. Bunun sebebi bu tür bölünme değişkenlerin doğrusal olmamasını hesaba katar. Başlangıçta üçer tane bulanık küme ile yapılan modellemeden sonra bulanık alt küme sayısı artırılarak daha iyi modeller elde edilebilir.
- Atanacak her bir üyelik fonksiyonunun üçgen (özellikle alt ve üst sınırlarda) veya yamuk olarak alınması tavsiye edilmektedir. Model kurulduktan sonra diğer üyelik fonksiyonları da kullanılarak farklı modeller kurulur ve sonuçlar karşılaştırılarak en uygun model seçilir.
- Alt ve üst sınırların belirli olmaması durumunda, sınırlardaki üyelik fonksiyonu derecelerinin mutlaka 1'e eşit olacak şekilde seçilmesi gerekir.
- Atanan üyelik fonksiyonlarının hepsi normal ve dış bükey olarak seçilmelidir.

3.5.2.3.2. Bilgi Tabanı

Uygulama alanı ve denetim hedeflerinin bilgisini içeren bilgi tabanı, veri tabanı ve kural tabanından oluşmaktadır. Veri tabanı, denetim kuralları ile veri işleme için kullanılan gerekli tanımları içermektedir. Kural tabanı ise stratejiyi ve kuralları sözel ifadeler ile tanımlamaktadır (Baykal ve Beyan, 2004:131-346).

Bilgi Tabanı, genel olarak da uygulama dönemindeki bilgilerden ve denetim amaçlarından oluşur. Dilsel denetim kurallarının tanımlanmasında ve bulanık mantık denetimindeki bulanık bilgi işleme süresince yararlanılır. Kurallar kümesi denetim amaçlarını ve denetim stratejisini belirler. Denetimi yapılan sistem ile ilgili, bulanıklaştırma, bulanık çıkarım, durulaştırma işlemleri sırasında gerek duyulan üyelik işlevi ve kural tablosu bilgileri veri tabanında kullanıma sunulmaktadır. Girdiler ile çıktılar arasındaki bağlantılar, kural tabanındaki kurallar kullanılarak sağlanır. A ve B girdi değişkenleri, C ise çıktı değişkeni olmak üzere bir sistem için,

EĞER $A=x$ ve $B=y$ ise O HALDE $C=z$,

Şeklinde bir kural A ve B'nin aldığı değerlere göre C çıkışının bulanık değerini belirlemektedir (Elmas, 2007:242-243).

3.5.2.3.3. Bulanık Çıkarım Motoru

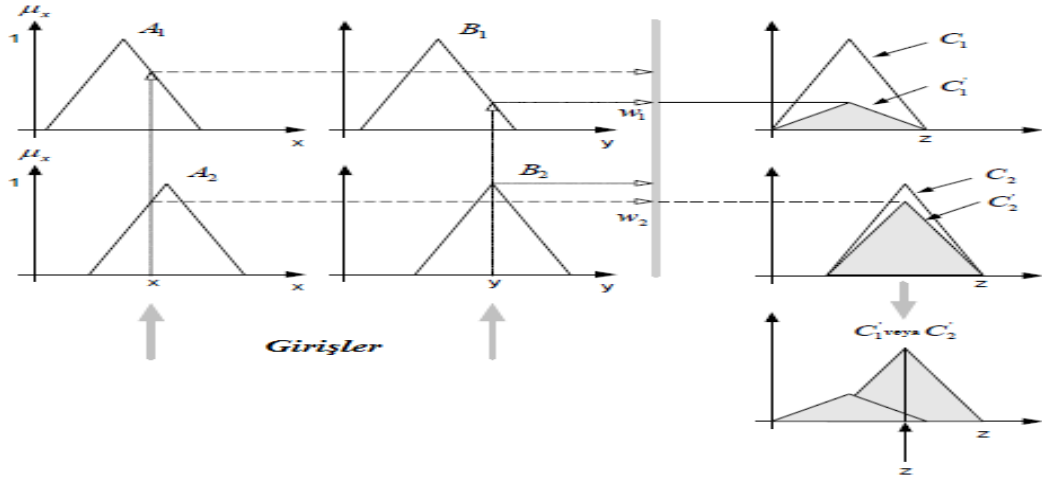
Karar verme birimi olarak da adlandırılan bulanık çıkarım motoru, bulanık kavramları işleyip çıkarım yaparak gerekli denetimi belirler ve bulanık çıktıları elde etmek için akıl yürütme işlemi uygular. Yani bu kısımda insan beyninin bir benzetimi yapılmaya çalışılmaktadır. Bulanık mantık içindeki bu benzetim bulanık içerme, bileşke kural çıkarımları ve cümle bağlayıcıları ile ilgilidir. Genel olarak bir bulanık denetim kuralı bulanık içerme ile açıklanır. Bulanık mantık denetleyici içinde hangi tip bulanık içermenin kullanılacağı daha çok sezgisel olarak belirlenir. Genellikle ileri çıkarım tipinde bulanık içerme kullanılır (Elmas, 2007:243).

Bulanık çıkarım, bulanık mantığı kullanarak verilen girdilere karşılık gelen çıktılarından sonuç çıkarma süreci olarak ifade edilebilir. Bulanık çıkarım yapılırken üyelik fonksiyonları, bulanık mantık işlemciler ve eğer-ohalde (if-then) kuralları kullanılır (Kubat, 2013:639). Bulanık çıkarımda, denetimi yapılan sistemi kullanan uzman operatörün kullandığı dilsel niteleyici ve kurallar kullanılarak sembolik sonuçlar elde edilir. Burada, veri tabanı ve karar verme mantığı kullanılmaktadır.

Bulanık çıkarım için birçok farklı yapı bulunmakla beraber en çok kullanılan 4 çıkarım yöntemi; Max-Dot çıkarım, Min-Max çıkarım, Tsukamoto çıkarım ve Takagi-Sugeno-Kang çıkarım aşağıda ifade edilmiştir (Elmas, 2007:244-245).

Max-Dot Çıkarım;

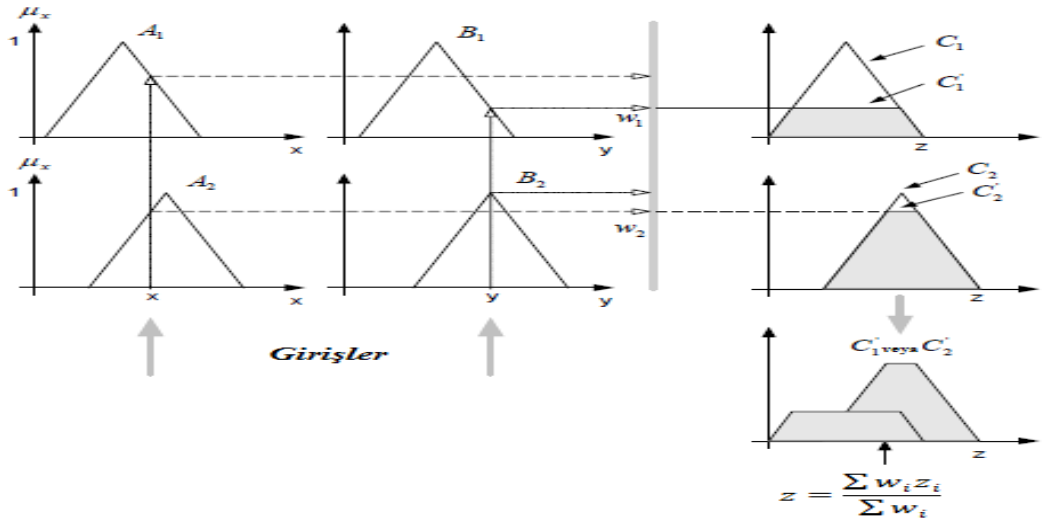
Her bir girdi değeri, ait olduğu üyelik fonksiyonundaki üyelik derecesine bağlı olarak bulanık kümeyi yeniden ölçeklendirilir. Çıktı değerleri ise bütün girdiler için yeniden ölçeklendirilmiş bulanık kümeler içerisindeki maksimum değer alınarak elde edilir. Max-Dot çıkarım Şekil 3.8'de gösterilmektedir.



Şekil 3.8: Max-Dot Çıkarım (Kaynak: Elmas, 2007:245)

Min-Max Çıkarım;

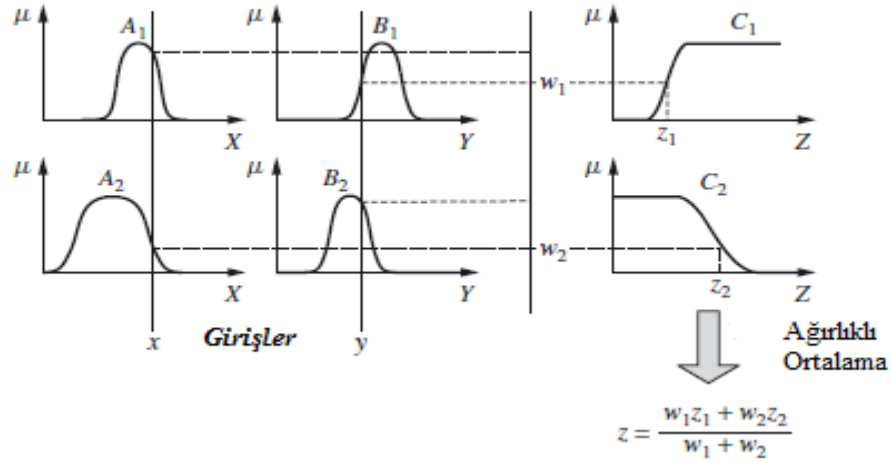
Her bir girdi değeri, ait olduğu üyelik fonksiyonundaki üyelik derecesine bağlı olarak bulanık kümenin üyelik değerinin üstündeki kısmı kesilir. Çıktı değerleri, elde edilen bulanık kümelerle genellikle ağırlık ortalaması yönteminin uygulanmasıyla elde edilir. Min-Max çıkarım Şekil 3.9’da gösterilmektedir.



Şekil 3.9: Min-Max Çıkarım (Kaynak: Elmas, 2007:246)

Tsukamoto Çıkarım;

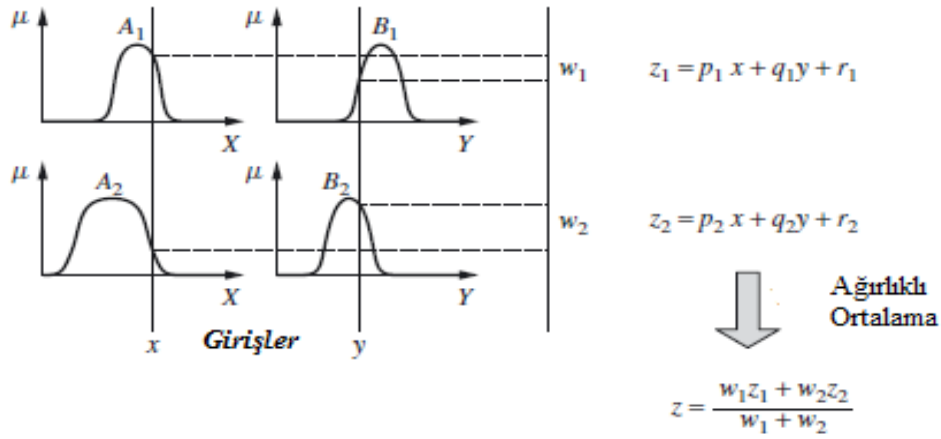
Bu yapıda çıktı üyelik fonksiyonu tek yönlü artan bir fonksiyon olarak seçilir. Çıktı değerleri ise her bir kuralın keskin çıktı değerinin ağırlık ortalaması alınarak elde edilir. Tsukamoto çıkarım Şekil 3.10’da gösterilmektedir.



Şekil 3.10: Tsukamoto Çıkarım (Kaynak: Ross, 2010:154)

Takagi-Sugeno-Kang Çıkarım;

Her bir kuralın çıktısı, girdi değerlerinin doğrusal birleşimi ile elde edilir. Keskin çıktı değeri ise ağırlık ortalaması alınarak bulunur. Bu çıkarım yönteminde sonuç kesin bir değer olduğundan durulamaya gerek duyulmamaktadır. Takagi-Sugeno-Kang çıkarım Şekil 3.11’de gösterilmektedir.



Şekil 3.11: Takagi-Sugeno-Kang Çıkarım (Kaynak: Ross, 2010:153)

3.5.2.3.4. Durulaştırma

Bulanık sayılar ile yapılan işlemlerden sonra elde edilen bulanık çıktı işleminin tersi durulaştırma olarak adlandırılır. Durulaştırma işlemi ile bulanık çıktı değerlerinin, giriş değerleri gibi sayısal değerlere dönüştürülmesi sağlanır. Literatürde birçok durulaştırma yöntemi bulunmakla beraber en çok kullanılan yöntemler, en büyük üyelik

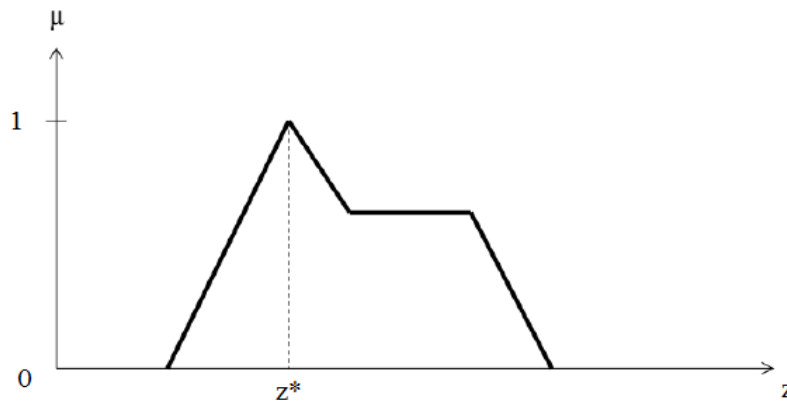
yöntemi, sentroid yöntemi, ağırlıklı ortalama yöntemi ve ortalama en büyük üyelik yöntemidir. Bu durulaştırma yöntemlerinin esasları aşağıda verilmiştir (Paksoy vd., 2013:67-68).

En büyük üyelik yöntemi;

Yükseklik yöntemi olarak da adlandırılan bu yöntemin kullanılabilmesi için tepeleri olan bir bulanık çıkarım kümesine ihtiyaç vardır. Bu yöntem matematiksel olarak;

$$\mu(z^*) \geq \max\{\mu(z), z \in Z\} \quad (3.32)$$

biçiminde ifade edilmektedir. z^* çıkış değerinin elde edilmesi şekil 3.12 ile gösterilmektedir.



Şekil 3.12: En Büyük Üyelik Yöntemi

Sentroid yöntemi;

Ağırlık merkezi yöntemi olarak da adlandırılan sentroid yöntemi, en yaygın kullanılan durulaştırma yöntemidir. Bu yöntem aşağıda formül ile ifade edilmektedir.

$$z^* = \frac{\int \mu(z).zdz}{\int \mu(z)dz} \quad (3.33)$$

z^* değerinin elde edilmesi Şekil 3.13’de gösterilmektedir.



Şekil 3.13: Sentroid Yöntemi

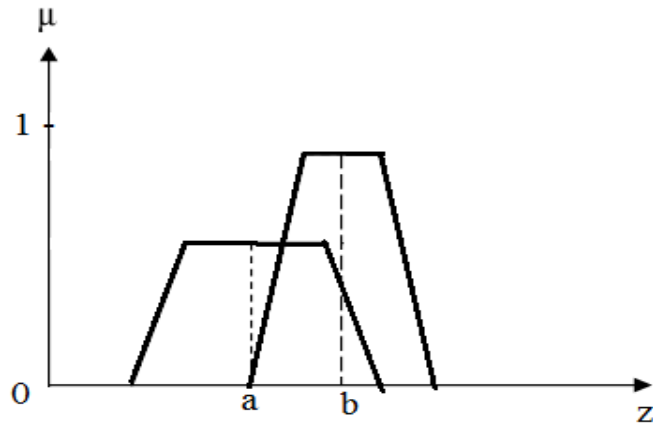
Ağırlıklı ortalama yöntemi;

Ağırlıklı ortalama yöntemi, simetrik üyelik fonksiyonunun bulunması durumunda kullanılmaktadır. Bu yöntem aşağıdaki formülle ifade edilmektedir.

$$z^* = \frac{\sum_i \mu_i z_i}{\sum_i \mu_i} \quad (3.34)$$

Burada μ_i i . bulanık kümenin en büyük üyelik fonksiyonu değerini gösterirken, z_i değeri i . bulanık kümenin yatay ekseninde oluşturduğu aralığın orta değeri (mean value) dir.

z^* değerinin elde edilmesi Şekil 3.14’de gösterilmektedir.



Şekil 3.14: Ağırlıklı Ortalama Yöntemi

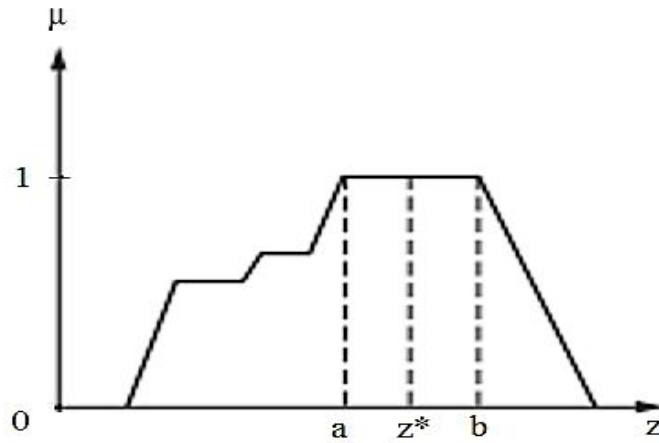
Ortalama en büyük üyelik yöntemi;

En büyük üyelik yönteminin uygulanabilmesi için bulanık çıkarım kümesinin en yüksek üyelik derecesine sahip olan tek bir tepe noktası olduğu varsayılmıştır. Bazı

durumlarda ise durulaştırma işlemi yapılacak olan bulanık çıkarım kümesinde birden fazla tepe noktasının yer aldığı bir aralık bulunabilir. Bu durumda durulaştırma işlemi ortalama en büyük üyelik yöntemine göre yapılmaktadır. En büyük üyelik yöntemi şu şekilde ifade edilir.

$$z^* = \frac{a + b}{2} \quad (3.35)$$

z^* değerinin elde edilmesi Şekil 3.15 ile gösterilmektedir.



Şekil 3.15: Ortalama En Büyük Üyelik Yöntemi

3.5.2.4. Bulanık Mantık Denetleyici Tasarımı

Bulanık mantık denetleyici tasarımı için çeşitli aşamalar bulunmaktadır. Öncelikle girdi değişkenleri ve çıktı değişkenleri belirlenmelidir. Değişkenlerin seçimi sistemin özelliklerine bağlıdır. Sonraki aşamada sistemde kullanılacak bulanık çıkarım yöntemi belirlenmelidir. Seçilecek çıkarım yöntemi de incelenen sürecin özellikleri bağlıdır. Ayrıca, durum değişkenlerinin ölçtüğü verinin özelliklerini de incelemek gerekmektedir. Veride belirsizlik varsa bulanıklaştırma gerekir ve bulanıklaştırma yöntemi ile bulanık kümelerin üyelik fonksiyonları seçilmelidir. Eğer belirsizlik yoksa tekil durum değişkenleri kullanılabilir. Daha sonra durum değişkeni uzayının ayrıklaştırılması ve normalleştirilmesi gerekmektedir. Genellikle, ayrık ve normalleştirilmiş evrensel küme kullanımı faydalı olmaktadır. Bundan sonra da bulanık kümelerin şekli ve bölümlenmiş girdi ve çıktı uzayları için üyelik fonksiyonları belirlenmelidir. Denetim kuralları oluşturularak bulanık kural temeli oluşturulur. Değişkenler ve her kuralın öncül ve soncul parçasına uygun sözel terimler belirlenir. Sonra da durulaştırma stratejisi belirlenmelidir. Daha sonraki aşama test ve ayarlamaları

içerir. Ayarlama yapılmadan tatmin edici bir denetleyici sistem oluşturmak olanaksızdır. Denetleyici tatminkâr sonuçlar vermesi durumunda, çıkarım sistemi kullanımı yerine başvuru çizelgesi kullanılmaya karar verilmelidir. Başvuru çizelgesi, çıkarım ve durulamanın zamanından tasarruf yapmayı sağlar ve girdi değişkenlerinin birleşimi ve kontrol etkinliği arasındaki bağlantıları gösterir. Bulanık bir sistemde, her bileşen için sistemin yapısını belirleyecek parametreler bulunmaktadır. Bu parametreler temel olarak mantıksal, yapısal, bağlantısal ve işlemsel olarak sınıflandırılabilir. Bu parametreler Tablo 3.6’da gösterilmiştir (Baykal ve Beyan, 2004:225-347).

Tablo 3.6: Bulanık Modelde Yapı ve Parametreler (Kaynak: Baykal ve Beyan, 2004:225)

Sınıf	Parametreler	Bölüm
Mantıksal	Çıkarım mekanizması	Çıkarım Motoru
	Bulanık İşlemciler	
	Üyelik Fonksiyonunun Tipi	Bulanıklaştırma, Durulaştırma
	Durulaştırma Yöntemi	Durulaştırma
Yapısal	İlişkili Değişkenler	Bilgi Tabanı
	Üyelik Fonksiyonlarının Sayısı	
	Kuralların Sayısı	Kural Tabanı
Bağlantısal	Kuralların Öncülleri	
	Kuralların Sonuçları	
	Kural Ağırlıkları	
İşlemsel	Üyelik Fonksiyon Değerleri	Veri Tabanı

3.5.3. ANFIS (Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi)

Daha öncede belirtildiği gibi bulanık mantık veya YSA kullanımının bazı avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin bulanık mantık sistemleri sözel değişkenler ve eğer-ise kuralları kullandıklarından dolayı için kolay anlaşılabilir ama öğrenme algoritmaları bulunmamaktadır. YSA’da ise öğrenme algoritmaları olmasına rağmen kara kutu özelliği gösterir yani ağıın davranışları açıklanamaz. Bulanık mantık ve YSA yöntemlerinin beraber kullanılması ile oluşturulan nöro-bulanık sistemler, bu dezavantajların kaldırılması ile daha etkin olabilmektedirler. Nöro-bulanık sistemler, bulanık modelleme ve denetimde öğrenme yetenekleri olan, sinir ağı yetenekleriyle

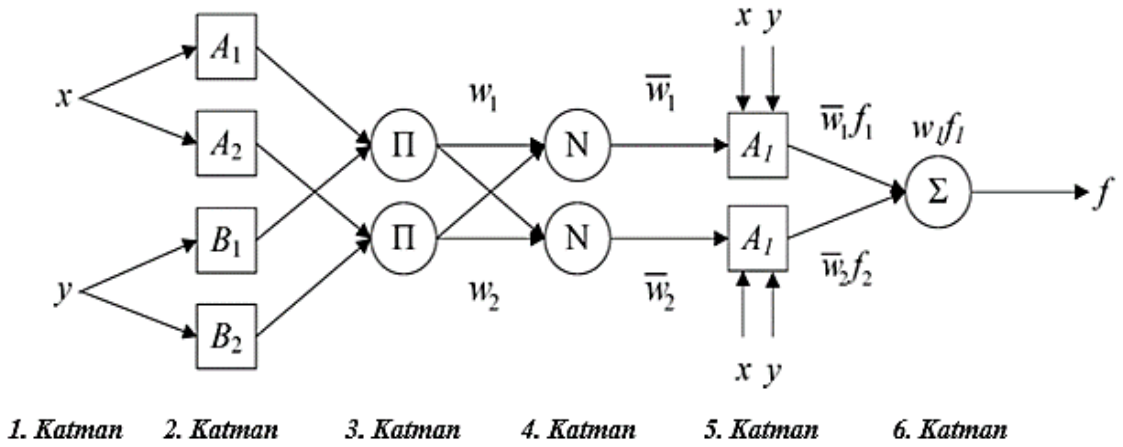
zenginleştirilmiş bulanık çıkarım sistemleridir. Nöro-bulanık sistemler için en sık kullanılan yaklaşım ise Jang tarafından 1993 yılında geliştirilmiş olan ANFIS (Adaptive Neural Fuzzy Inference System - Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi) sistemidir. Son zamanlarda mevcut diğer bulanık öğrenme algoritmalarının arasında yaygın olarak kullanılan ve incelenen algoritmalarından biri olan ANFIS, bulanık çıkarsama sistemlerine YSA'nın öğrenme kapasitelerini ekleyen bir nöro-bulanık (neuro-fuzzy) tekniktir. ANFIS, Takagi-Sugeno-Kang (TSK) bulanık kuralları ile nöro-bulanık denetleyici olarak ifade edilmektedir. TSK ise Sugeno bulanık modeli veya Takagi-Sugeno-Kang bulanık mantık modeli anlamında kullanılmaktadır. Bir adaptif (uyarlanabilir) ağ, düğümlerden ve bu düğümler arasındaki bağlantılardan oluşan bir yapıdadır. Adaptif ağ yapısı, girdi üyelik fonksiyonları ve ilgili parametreler üzerinden girdileri saptar ve çıktı üyelik fonksiyonları ve ilgili parametreler üzerinden çıktılara dönüştürür (Türkşen, 2015:49-50; Baykal ve Beyan, 2004:437-445; Elmas, 2007:342).

Bulanık çıkarım sistemini x ve y olmak üzere iki girdili ve tek çıktılı z olarak varsayarsak, kural tabanı Takagi ve Sugeno tipinin iki adet bulanık eğer-ise (if-then) kuralını içerir (Jang, 1993:670).

Kural 1: Eğer x , A_1 ve y , B_1 ise $f_1 = p_1x + q_1y + r_1$

Kural 2: Eğer x , A_2 ve y , B_2 ise $f_2 = p_2x + q_2y + r_2$

ANFIS yapısı sırasıyla, girdi katmanı, bulanıklaştırma katmanı, kural katmanı, normalizasyon katmanı, durulaştırma katmanı ve toplam katmanı olmak üzere 6 katman olarak ifade edilebilir. Şekil 3.16'da iki girişli Sugeno tip bulanık çıkarım yöntemine işlevsel olarak eşdeğer olan ANFIS yapısı görülmektedir.



Şekil 3.16: İki Girişli Sugeno Tip Bulanık Çıkarım Yöntemine İşlevsel Olarak Eşdeğer Olan ANFIS Yapısı

Katmanların işlevleri sırasıyla aşağıda verilmiştir.

1. Katman: Giriş düğümlerinin bulunduğu katmandır. Bu katmanda bulunan düğümler giriş sinyallerini diğer katmanlara aktarır.

2. Katman: Bu katmanda A_i ve B_i gibi bulanık kümeleri ifade eden düğümler bulunur. Bu katmanda bulunan düğümlerin çıkışı $W_{A_i}(x)$ ve $W_{B_i}(x)$ ile gösterilen üyelik dereceleridir. Üyelik işlevi genelde çan eğrisi şeklinde seçilir. Bunun matematiksel ifadesi;

$$W_{A_i}(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x - m_i}{\sigma_i}\right)^2} \quad (3.36)$$

veya

$$W_{A_i}(x) = \exp\left[-\left(\frac{x - m_i}{\sigma_i}\right)^2\right] \quad (3.37)$$

şeklinde hesaplanır. Burada m_i üyelik işlevinin orta noktasını, σ_i ise standart sapmasını göstermektedir.

3. Katman: Bu katmandaki her düğüm Π olarak etiketlenen kuralları temsil eden sabit bir düğümdür. Her bir düğüm bir kuralın aşağıdaki şekilde tanımlanan ateşleme seviyesini belirler.

$$W_i = W_{A_i}(x)W_{B_i}(x) \quad i = 1,2 \quad (3.38)$$

4. Katman: Bu katmanda bir kuralın normalleştirilmiş ateşleme seviyesi hesaplanır. i . düğüm için, i . kuralın ateşleme seviyesinin bağlı ağırlığı hesaplanır.

$$\overline{W}_i = \frac{W_i}{W_1 + W_2} \quad i = 1,2 \quad (3.39)$$

5. Katman: Bu katmanda 4. katman çıktısına birinci sıra Takagi-Sugeno-Kang kuralları uygulanır ve her i düğümü için sonuç ağırlıkları değerleri hesaplanır.

$$\overline{W}_i f_i = \overline{W}_i (p_i x + q_i y + r_i) \quad (3.40)$$

Burada p_i , q_i ve r_i parametreleri ardıl parametreler olarak adlandırılır.

6. Katman: Bu katmandaki tekli düğüm, ateşlenen kural değerlerinin tümünü bir araya toplayarak f genel çıktı değerini üretir:

$$f = \sum_i \overline{W}_i f_i = \frac{\sum_i W_i f_i}{\sum_i W_i} \quad (3.41)$$

Sugeno tip ANFIS'den Tsukamoto ANFIS'e kolaylıkla geçilebilir ve yaygın olarak da bu iki tip kullanılmaktadır. Mamdani tip bulanık çıkarıma karşılık gelen ANFIS, Sugeno veya Tsukamoto tip ANFIS'e göre çok karmaşık ve zordur, aynı zamanda öğrenme yeteneği ve yaklaşım gücüne de önemli bir katkı sağlamamaktadır (Elmas, 2007:345).

BÖLÜM 4

4. TÜRKİYE’DE PARA KRİZLERİNİN LOGİT-PROBİT MODELLERİ, YAPAY SİNİR AĞLARI VE ANFİS İLE TAHMİNİ

Bu çalışmada, Türkiye’de para krizleri dönemlerini tahmin etmek amacıyla 1992:04 – 2016:10 dönemlerine ait aylık veriler kullanılmıştır. Çalışmada Eviews 9, SPSS 20 ve MATLAB 2013a paket programlarından yararlanılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenler özellikle Tablo 3.1’de gösterilen çalışmalar dikkate alınarak literatürde para krizleri tahmini üzerine yapılan çalışmalarda en çok kullanılan ve verilerine ulaşılan değişkenlerden seçilmiştir.

4.1. İncelenen Değişkenler

Çalışmada kullanılan serilerin bir bütünlük içinde tutarlı ve anlamlı olması amacıyla, analizde kullanılan ve yerel para birimi türünden olan değişkenler Amerikan Doları cinsinden ifade edilmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Çalışmada Kullanılan Değişkenler

Değişkenler	Tanım	Kaynak
EMP	Döviz Piyasası Baskı İndeksi	Yazar tarafından hesaplanmıştır
BOGE	Bileşik Öncü Göstergeler Endeksi (12 aylık % Değişim)	TCMB-Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS)
XUV	İhracat Birim Değeri	IMF-International Financial Statistics
MUV	İthalat Birim Değeri	IMF-International Financial Statistics
XM	İhracatın İthalatı Karşılama Oranı (x/m)	IMF-International Financial Statistics
BIST100	BIST 100 Endeksi (% Değişim)	TCMB-Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS)
REDK	Reel Efektif Döviz Kuru (% Değişim)	TCMB-Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS)
KAMUGG	Kamu Gelirlerinin Giderleri Karşılama Oranı (G/H)	TCMB-Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS)
SPKREDİ	Kredi Notları (Standard Poor’s)	http://www.tradingeconomics.com/ , Haspolat (2015)
M1	M1 Değişim Oranı	TCMB-Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS)

Tablo 4.1'in Devamı

M2	M2 Değişim Oranı	TCMB-Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS)
M2R	M2/Uluslararası Rezervler	TCMB-Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS), IMF-International Financial Statistics
MFAIZ	Mevduat Faiz Oranı (3 Aylık Vadeli Mevduat)	IMF-International Financial Statistics
NETHN	Net Hata ve Noksan	TCMB-Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS)
PETROL	Ham Petrol Fiyatları (% Değişim)	Energy Information Administration: EIA
POLITIK	Politik Risk Notu	PRS Group
PORTSUE	Portföy Yatırımları/Sanayi Üretim Endeksi	TCMB-Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS), TÜİK
PORTDYY	Portföy Yatırımları/Diğrudan Yabancı Yatırımlar	TCMB-Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS)
SUE	Sanayi Üretim Endeksi	TÜİK
TUFE	Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE)	IMF-International Financial Statistics, TÜİK
FARKFAIZ	Türkiye-ABD Reel Faiz Oranı Farklılıkları	FED-Economic Research & Data
REZ	Uluslararası Rezervler (% Değişim)	IMF-International Financial Statistics
RFAIZ	Yurtiçi Reel Faiz Oranı	IMF-International Financial Statistics

Çalışmada para krizi dönemlerini belirlemek amacıyla Döviz Piyasası Baskı İndeksi (EMP) kullanılmıştır. e_t , ülkenin t zamanındaki nominal döviz kurunu; r_t , rezervleri ve α_1 ise nominal kur değişim oranının standart sapmasının, rezervlerdeki nispi değişimin standart sapmasına oranını (σ_e/σ_r) göstermek üzere *EMP* Denklem (4.1)'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$EMP_t = \% \Delta e_t - \alpha_1 \% \Delta r_t \quad (4.1)$$

Kriz dönemlerinin belirlenmesi amacıyla hesaplanan *EMP* için bir eşik değeri belirlenmekte ve baskı indeksinin eşik değeri aştığı dönemler için 1, diğer dönemler için 0 olacak şekilde bir kukla değişken oluşturulmaktadır. Yani kriz dönemi, *EMP*'nin belirli bir eşik değerini aştığı dönem olarak dikkate alınabilir (Gerni vd., 2005:45). Edison (2000)'nun önerdiği modele göre eğer belirli bir dönemdeki indeks değeri söz konusu ülke ortalamasının 2.5 standart sapma üzerinde ise o dönem kriz dönemi olarak

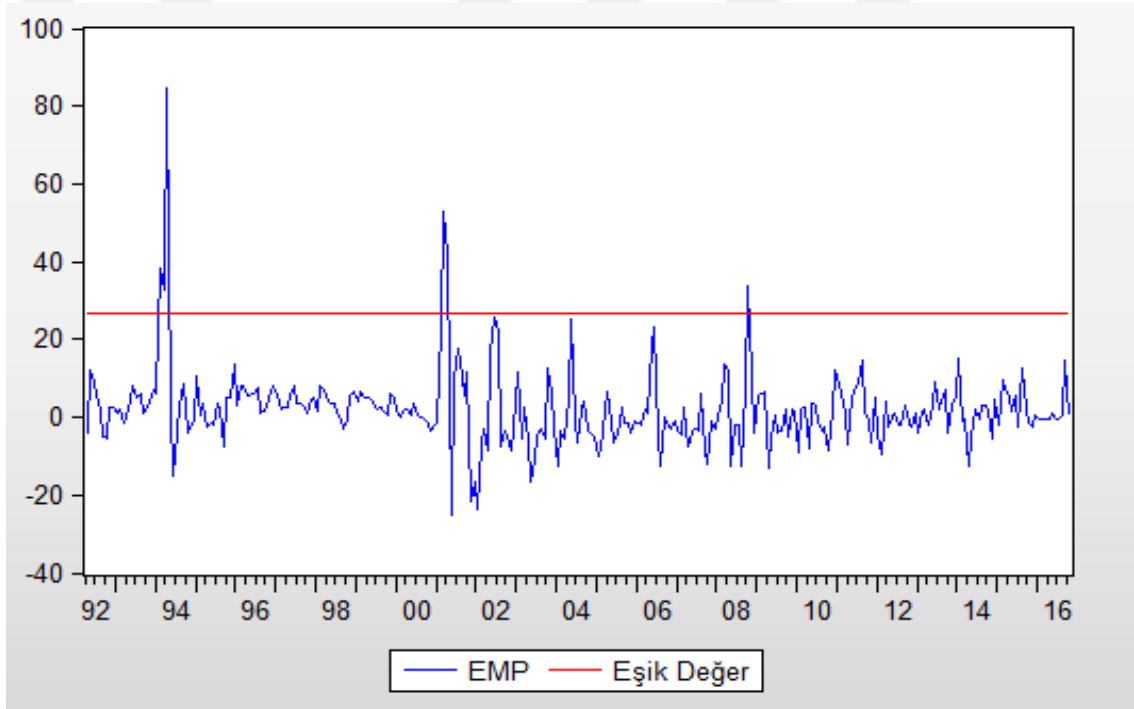
belirlenebilmektedir. Bu çalışmada bağımlı değişken olan para krizi değişkenini temsilen EMP değişkeninin eşik değeri aştığı aylara 1, diğer aylara ise 0 değeri atanacak şekilde kukla değişken oluşturulmuştur.

$$Kriz_{i,t} = 1, \text{ Eğer } EMP_{i,t} > 2.5 \sigma_{EMP_i} + \mu_{EMP_i}$$

$$Kriz_{i,t} = 0, \text{ Diğer durumlarda}$$

Burada σ_{EMP_i} , hesaplanan EMP 'nin standart sapmasını, μ_{EMP_i} ise EMP 'nin ortalamasını ifade etmektedir.

Yapılan hesaplamalar sonucunda eşik değer 26.925 olarak elde edilmiş ve hesaplanan EMP değişkeni ve eşik değeri Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Hesaplanan Döviz Piyasası Baskı İndeksi (EMP) ve Eşik Değer

Şekil 4.1'den de görülebileceği gibi hesaplanan EMP değişkeni ve eşik değere göre; 02/1994, 03/1994, 04/1994, 03/2001, 04/2001 ve 10/2008 dönemleri Türkiye için para krizi dönemleri olarak belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan değişkenlerden yurtiçi reel faiz oranındaki değişim, Fisher Rasyo denkleminden yararlanılarak aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

$$r_i = \left(\frac{1 + i_i}{1 + p_i} \right) \quad (4.2)$$

Bu denklemde kullanılan i_t , i. Ülkenin nominal piyasa faiz oranını, p_t ise i. ülkenin TÜFE'den oluşturulan enflasyon oranını temsil etmektedir.

Çalışmada aylık seriler kullanıldığından dolayı GSYİH serisi elde edilememiş, bu değişkeni temsilen sanayi üretim endeksi değişkeni kullanılmıştır.

Bu çalışmada, literatürde yapılan çalışmalardan farklı olarak aylık politik risk notu (POLITIK) ve Standard Poor's tarafından verilen kredi notu (SPKREDI) değişkenleri kullanılmıştır. Politik risk notu, PRS Group tarafından hazırlanmakta ve bir ülkenin siyasi istikrarının belirlemek amacıyla değerlendirme aracı olarak kullanılmaktadır. Politik risk derecelendirmesinin amacı, ICRG (International Country Risk Guide) kapsamındaki ülkelerin siyasi istikrarını kıyaslanabilir bir şekilde değerlendirmek için bir araç sağlamaktır. Politik risk notu; hükümet istikrarı, sosyoekonomik koşullar, yatırım profili, iç çatışma, dış çatışma, yolsuzluk, askerin politikada etkisi, dini gerginlikler, hukuk ve düzen, etnik gerginlikler, demokratik hesap verebilirlik ve bürokrasi kalitesi olmak üzere 12 alt bileşenden oluşmaktadır. Çalışmada kullanılan Standard Poor's kredi derecelendirme kuruluşu tarafından verilen kredi notu değişkeni için kredi notlarının harf değerleri, Haspolat (2015)'ın çalışması dikkate alınarak en yüksek not 22 ve en düşük not 1 olacak şekilde sayısal ifadelere dönüştürülmüştür.

Bir seri aylık veya üç aylık (çeyreklik) dönemlerde gözlemleniyorsa mevsimsellik etkisi gösterebilir. Çalışmada kullanılan değişkenlerden mevsimsellik etkisi tespit edilen; BÖGE (bileşik öncü göstergeler endeksi), XUV (ihracat birim değeri), MUV (ithalat birim değeri), XM (ihracatın ithalatı karşılama oranı), KAMUGG (kamu gelirlerinin giderleri karşılama oranı), M1 (M1 değişim oranı), M2 (M2 değişim oranı), M2R (M2/Rezervler), MFAIZ (mevduat faiz oranı), NETHN (net hata ve noksan), PORTDYY (portföy yatırımları/dyy), SUE (sanayi üretim endeksi) değişkenleri TRAMO/SEATS yöntemi kullanılarak mevsimsel etkilerden arındırılmıştır.

4.2. Birim Kök Testi Sonuçları

Bir zaman serisinin durağan olabilmesi için ortalaması ve varyansının sistematik olarak değişmemesi, iki dönem arasında hesaplanan kovaryansın ise hesaplandığı döneme değil sadece bu iki dönem arasındaki uzaklığa bağlı olması gerekmektedir.

Durağan olmayan zaman serileri ile yapılan analizlerde gerçekte var olmayan ilişkilerin varmış gibi gözünmesi olarak ifade edilen sahte regresyon sorunu ile karşılaşılabilmekte ve elde edilen sonuçlar yanıltıcı olabilmektedir. Birim kök testi ise serilerinin durağan olup olmadığını araştırmak için kullanılan bir yöntemdir. Bir seride birim kök olması durumunda, o serinin durağan olmadığı ifade edilmektedir. Çok sayıda birim kök testi olmasına rağmen Dickey-Fuller (DF) Testi ve onun uzantısı olan Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) Testi en yaygın kullanılan birim kök testidir (Wooldridge, 2013:660). Değişkenlerin bütünleşik derecelerini belirlemek amacıyla ADF birim kök testi uygulanmıştır. Elde edilen test değerleri Tablo 4.2'de sunulmuştur.



Tablo 4.2: ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	ADF Test İstatistikleri	Kritik Değer		
		(%1)	(%5)	(%10)
EMP	-9.797 [1]*	-3.989	-3.425	-3.135
BOGE	-3.666 [11]**	-3.990	-3.425	-3.136
XUV	-2.379 [3]	-3.989	-3.425	-3.135
MUV	-2.361 [3]	-3.989	-3.425	-3.135
XM	-3.921 [12]**	-3.990	-3.425	-3.136
BIST100	-8.706 [4]*	-3.990	-3.425	-3.135
REDK	-7.149 [11]*	-3.990	-3.425	-3.136
KAMUGG	-3.412 [6]***	-3.990	-3.425	-3.135
SPKREDİ	-3.206 [3]***	-3.989	-3.425	-3.135
M1	-13.903 [0]*	-3.989	-3.425	-3.135
M2	-13.810 [1]*	-3.989	-3.425	-3.135
M2R	-3.083 [6]	-3.990	-3.425	-3.135
MFAIZ	-3.367 [4]***	-3.990	-3.425	-3.135
NETHN	-15.742 [0]*	-3.989	-3.425	-3.135
PETROL	-14.067 [0]*	-3.989	-3.425	-3.135
POLITIK	-2.360 [0]	-3.989	-3.425	-3.135
PORTSUE	-5.017 [7]*	-3.990	-3.425	-3.135
PORTDYY	-3.270 [11]***	-3.990	-3.425	-3.136
SUE	-2.627 [1]	-3.989	-3.425	-3.135
TUFE	-1.639 [12]	-3.990	-3.425	-3.136
FARKFAIZ	-3.241 [7]***	-3.990	-3.425	-3.135
REZ	-6.378 [9]*	-3.990	-3.425	-3.135
RFAIZ	-2.295 [12]	-3.990	-3.425	-3.136
Δ XUV	-6.764 [6]*	-3.990	-3.425	-3.135
Δ MUV	-6.514 [4]*	-3.990	-3.425	-3.135
Δ M2R	-6.730 [5]*	-3.990	-3.425	-3.135
Δ POLITIK	-13.466 [1]*	-3.989	-3.425	-3.135
Δ SUE	-32.526 [0]*	-3.989	-3.425	-3.135
Δ TUFE	-6.492 [12]*	-3.991	-3.425	-3.136
Δ RFAIZ	-8.213 [12]*	-3.991	-3.425	-3.136

Not: Serilerin düzey değerlerinde ve birinci farklarda sabit terim ve trendli modeller kullanılmıştır. Köşeli parantez içindeki değerler, değişkenlerin, AIC'ye göre belirlenmiş uygun gecikme uzunluğunu belirtmektedir. *, ** ve *** sırasıyla; %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde durağanlığı ifade etmektedir. “ Δ ” serilerin birinci farklarını ifade etmektedir.

Tablo 4.2’den izlenebileceği gibi ADF test istatistiği sonuçlarına göre, analizde kullanılan XUV, MUV, M2R, POLITIK, SUE, TUFE ve RFAIZ serilerinin düzey değerde birim kök içerdiği ve serilerin birinci farkları alındığında durağan oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada kullanılan diğer serilerin ise düzey değerde birim kök içermedikleri ve durağan oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Zivot ve Andrews (1992), Perron (1989) testindeki kırılmanın dışsal olarak bilindiği varsayımını eleştirmiş ve kırılma noktasının içsel olarak tahmin edildiği ve tek kırılmaya izin veren yeni bir birim kök testini geliştirmişlerdir. Analizin bu aşamasında, tek yapısal kırılmaya izin veren Zivot-Andrews birim kök testi uygulanmış ve Tablo 4.3’de gösterilmiştir.



Tablo 4.3: Zivot-Andrews Birim Kök Testi

Değişken	Model A		Model C	
	Test İstatistiği	Kırılma tarihi	Test İstatistiği	Kırılma tarihi
EMP	-10.02*	1994: 09	-10.13*	1994: 12
BOGE	-5.54*	2002: 04	-5.54**	2002: 04
XUV	-3.18	2004: 09	-3.04	2006: 10
MUV	-3.11	2005: 07	-3.14	2010: 07
XM	-6.16*	2000: 11	-6.21*	2000: 11
BIST100	-9.26*	2000: 05	-9.26*	2000: 05
REDK	-4.83**	2010: 11	-5.44**	2003: 10
KAMUGG	-4.61***	2004: 10	-5.25**	2004: 01
SPKREDİ	-3.66	2003: 05	-4.85***	1996: 10
M1	-5.78*	2002: 08	-6.29*	2003: 04
M2	-14.19*	2002: 08	-14.17*	2001: 08
M2R	-5.64*	2005: 11	-4.23	2005: 08
MFAIZ	-6.16*	2002: 10	-6.26*	2003: 03
NETHN	-6.28*	1998: 09	-6.29*	1998: 09
PETROL	-5.68*	1998: 12	-5.67*	1998: 12
POLITIK	-3.72	2002: 10	-3.98	1999: 09
PORTSUE	-6.07*	2010: 11	-7.51*	2011: 08
PORTDYY	-19.60*	1994: 11	-16.35*	1995: 06
SUE	-3.24	1998: 10	-3.36	2004: 02
TUFE	-3.94	2002: 01	-4.78	2003: 03
FARKFAIZ	-4.22	2002: 06	-5.80*	2009: 04
REZ	-5.81*	2002: 05	-7.34*	1995: 07
RFAIZ	-4.21	2009: 10	-5.65*	2004: 02
Δ XUV	-7.92*	2008: 07	-7.87*	2008: 07
Δ MUV	-6.32*	2008: 07	-6.34*	2008: 07
Δ POLITIK	-18.07*	2004: 04	-18.04*	1995: 09
Δ TUFE	-9.89*	1995: 03	-10.13	1995: 01
Δ SUE	-5.93*	2007: 11	-5.92*	2007: 11
Kritik Değerler				
	%1	%5	%10	
Model A	-5.34	-4.80	-4.58	
Model C	-5.57	-5.08	-4.82	

Not: Model A düzeyde, Model C ise hem eğişimde hem de düzeyde meydana gelen yapısal eğişimi içermektedir. *, ** ve *** sırasıyla; %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde durağanlığı ifade etmektedir. Kritik değerler Zivot Andrews (1992)'den alınmıştır. “Δ” serilerin birinci farklarını ifade etmektedir.

Zivot-Andrews yapısal kırılmalı birim kök testinde hesaplanan test istatistiği mutlak değerce kritik değerden büyük olduğunda “Ho: Yapısal kırılma olmaksızın durağan değildir.” hipotezi reddedilmektedir. Alternatif hipotez ise ele alınan serinin yapısal kırılma ile birlikte durağan olduğunu ifade etmektedir. Zivot-Andrews birim kök testi sonuçlarına göre hem Model A hem de Model C için XUV, MUV, POLITIK, TUFE ve SUE serilerinin durağan olmadığı yani $I(0)$ olduğu, serilerin birinci farkları alındığında ise durağan oldukları yani $I(1)$ oldukları görülmüştür. Çalışmada kullanılan diğer serilerin ise yapısal kırılma ile birlikte durağan oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

4.3. Logit-Probit Sonuçları

Doğrusal olasılık modelinde bağımlı değişkenin koşullu beklenen değeri, bağımsız değişken değerleri veri iken olayın gerçekleşmesinin koşullu olasılığıdır. Doğrusal olasılık modeli EKK yöntemiyle kolayca tahmin edilebilmesine rağmen, u_i ’nin normal dağılımı ve değişen varyanslı olması, R^2 ’nin düşük değerli çıkması, olasılıkların (P_i), X_i ’nin doğrusal bir fonksiyonu olması ve 0-1 aralığının dışına çıkması sorunlarını da bünyesinde barındırmaktadır. Doğrusal olasılık modelindeki bu sorunları giderebilmek için alternatif olarak Logit ve Probit modelleri geliştirilmiştir. Bu iki model arasındaki fark Logit eğrisinin daha kalın kuyruklu olması yani eksene Probit eğrisine göre daha geç yaklaşması şeklinde açıklanabilir. Yani modeller arasındaki farklılık sadece kuyruklarda bulunmaktadır. Bu modellerden elde edilen katsayıların farklı olması olasılıklar için farklı fonksiyonel şekillerin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Bu modellerin marjinal etkileri veya tahmin olasılıkları karşılaştırıldığında modellerin daha benzer olduğu görülecektir (Güriş ve Çağlayan 2013:682). Birikimli dağılım fonksiyonları birbirlerine oldukça benzer olan Logit ve Probit modellerden uygulamada hangisinin seçileceği modeli kullanacak kişinin tercihi bırakılmıştır.

Logit ve Probit modelleri EKK yöntemi ile tahmin edilememekte ve anakütle katsayılarını tahmin edebilmek için en yüksek olabilirlik (EYO) yöntemine başvurulabilmektedir. EYO tahmincilerinde katsayıların istatistiki olarak anlamlılıklarının test etmek için Z istatistiği kullanılmaktadır. Logit ve Probit modelleri için EYO tahmin sürecinde katsayıların birlikte (modelin geneli) anlamlılıklarını test etmek için Wald, Skor (Lagrange Çarpanı-LM) ve Olabilirlik Oranı (LR) testleri

kullanılmaktadır. Bu çalışmada katsayıların bireysel anlamlılıklarını test etmek için standart normal dağılım (Z) gösteren Wald istatistikleri, modellerin genel anlamlılıklarını test etmek için ise LR istatistiği kullanılmıştır.

Klasik regresyon modellerinde uyumun iyiliği olarak kullanılan belirlilik katsayısı (R^2), Logit ve Probit modelleri için iyi bir ölçü olarak kabul edilmemektedir. Bu tür modellerde R^2 değeri oldukça düşük çıkmaktadır. Bu sebeple literatürde R^2 'ye alternatif olarak birçok uyumun iyiliğinin ölçüsü R^2 'ler önerilmiştir. Bu çalışmada uyumun iyiliğini test etmek için McFadden R^2 kullanılmıştır. Klasik regresyon modellerinde kullanılan R^2 'nin yorumu Logit ve Probit modelleri için önerilen R^2 'ler için geçerli değildir. Oluşturulan modellerin uyum iyiliğini değerlendirmek için kullanılan diğer bir yöntemde doğru sınıflama oranlarını içeren sınıflandırma tablosudur. Elde edilen olasılık değerleri belirlenen kesim noktasına göre sınıflanarak her bir birimin 0 ya da 1 değerlerinden hangisini alacağı kestirilir. Kesim noktası olarak genellikle 0.50 değeri kullanılmaktadır. Elde edilen olasılık değeri 0.50'nin üzerindeyse birim 1 değerini alan gruba, 0.50'nin altındaysa 0 değerini alan gruba atanmaktadır.

Logit ve Probit modelde elde edilen katsayılar doğrusal regresyon modellerinde olduğu gibi doğrudan yorumlanamamaktadır. Ancak incelenen katsayıların işareti bağımsız değişkenler ile olayın gerçekleşme olasılığı arasındaki ilişkinin yönünü ifade eder. Elde edilen katsayı pozitif işaretliyse ilişki doğru yönlü, negatif işaretliyse ilişki ters yönlüdür.

Bağımsız değişkenlerin birbirleriyle ilişkili olduğu modellerde çoklu doğrusal bağlantı problemi ortaya çıkmaktadır. Doğrusal regresyonda tolerans değerleri ya da varyans şişirme faktörü değerleri kullanılarak çoklu doğrusal bağlantı incelenebilmektedir. Bu inceleme sonucunda varyans şişirme faktörü değeri 10'un üzerinde ise elde edilen değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Logit ve Probit modellerde ise bunlara benzer istatistikler bulunmadığından dolayı bazı yazarlar bu konuda doğrusal regresyon modelinden yararlanılmasını önermektedir (Alpar 2013:660). Logit-Probit modellerinde kullanılan bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı probleminin olup olmadığı bu değişkenler kullanılarak oluşturulan regresyon modeli aracılığıyla incelenmiştir. Elde

edilen sonuçlara göre varyans şişirme faktörü (VIF değerleri) 10'dan küçük olduğundan bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı problemi olmadığı görülmüştür.

Bu çalışmada EYO yöntemiyle tahmin edilen Logit ve Probit model sonuçları Tablo 4.4, Tablo 4.5, Tablo 4.6, Tablo 4.7, Tablo 4.8 ve Tablo 4.9 ile sunulmuştur.

Tablo 4.4: Logit Model 1 Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	Z-istatistiği	Prob	VIF
C	-8.832561	0.605706	-14.58225	0.0000*	
BIST100	-0.175315	0.021287	-8.235797	0.0000*	1.043962
Δ TUFE	0.839895	0.060457	13.89244	0.0000*	1.017082
REZ	-0.353521	0.029263	-12.08065	0.0000*	1.047339
Δ POLİTİK	0.172996	0.070714	2.446436	0.0144**	1.021455
McFadden R²	0.802518				
Log-olabilirlik	-5.788157				
LR-istatistiği	47.04341				
Prob (LR-ist)	0.000000				
Akaike Bilgi Kriteri	0.073140				
Doğru sınıflama oranı	%98.64				

Not: *, ** ve *** sırasıyla; %1, %5 ve %10 önem düzeyinde istatistiki bakımdan anlamlı olduklarını ifade etmektedir. Tabloda verilen varyans şişirme faktörleri VIF değerleri modelde bulunan değişkenler ile oluşturulan Çoklu Doğrusal Regresyon modeli kurularak elde edilmiştir.

Logit Model 1 sonuçlarına göre; BIST100 ve REZ değişkenlerinin katsayısı negatif, ΔTUFE ve ΔPOLİTİK değişkenlerinin katsayıları pozitif olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar BIST100 endeksi ve uluslararası rezervler ile para krizinin ortaya çıkma olasılığı arasında negatif; enflasyondaki değişim ve politik riskteki değişim ile para krizinin ortaya çıkma olasılığı arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Yani, BIST100 endeksi veya uluslararası rezervlerde meydana gelecek artış para krizi olasılığını azaltmakta, enflasyondaki değişim veya politik riskteki değişimde meydana gelecek artış ise para krizi olasılığını artırmaktadır.

Logit Model 1'in Z istatistiklerine ilişkin prob değerleri göz önüne alındığında modelde yer alan bütün katsayıların istatistiki bakımdan anlamlı oldukları görülmektedir. Ayrıca LR test istatistiği ve bu test istatistiğine ait prob değerleri dikkate alındığında modeldeki bütün katsayıların birlikte istatistiki bakımdan anlamlı oldukları belirlenmiştir. Uyumun iyiliğinin ölçüsü olarak kullanılan McFadden R² değeri 0,80 olarak bulunmuş ve doğru sınıflama oranı ise % 98.64 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.5: Probit Model 1 Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	Z-istatistiği	Prob	VIF
C	-4.845415	0.340891	-14.21398	0.0000*	
BIST100	-0.095669	0.011652	-8.210532	0.0000*	1.043962
Δ TUFE	0.463290	0.033923	13.65705	0.0000*	1.017082
REZ	-0.191209	0.015559	-12.28956	0.0000*	1.047339
Δ POLITIK	0.080562	0.039800	2.024174	0.0430**	1.021455
McFadden R2	0.812368				
Log-olabilirlik	-5.499460				
LR-istatistiği	47.62080				
Prob (LR-ist)	0.000000				
Akaike Bilgi Kriteri	0.071183				
Doğru sınıflama oranı	% 98.64				

Not: *, ** ve *** sırasıyla; %1, %5 ve %10 önem düzeyinde istatistiki bakımdan anlamlı olduklarını ifade etmektedir. Tabloda verilen varyans şişirme faktörleri VIF değerleri modelde bulunan değişkenler ile oluşturulan Çoklu Doğrusal Regresyon modeli kurularak elde edilmiştir.

Probit Model 1 sonuçlarına göre; BIST100 ve REZ değişkenlerinin katsayısı negatif, ΔTUFE ve ΔPOLITIK değişkenlerinin katsayıları pozitif olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar BIST100 endeksi ve uluslararası rezervler ile para krizinin ortaya çıkma olasılığı arasında negatif; enflasyondaki değişim ve politik riskteki değişim ile para krizinin ortaya çıkma olasılığı arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Yani, BIST100 endeksi veya uluslararası rezervlerde meydana gelecek artış para krizi olasılığını azaltmakta, enflasyondaki değişim veya politik riskteki değişimde meydana gelecek artış ise para krizi olasılığını artırmaktadır.

Logit Model 1'in Z istatistiklerine ilişkin prob değerleri göz önüne alındığında modelde yer alan bütün katsayıların istatistiki bakımdan anlamlı oldukları görülmektedir. Ayrıca LR test istatistiği ve bu test istatistiğine ait prob değerleri dikkate alındığında modeldeki bütün katsayıların birlikte istatistiki bakımdan anlamlı oldukları belirlenmiştir. Uyumun iyiliğinin ölçüsü olarak kullanılan McFadden R² değeri 0,81 olarak bulunmuş ve doğru sınıflama oranı ise % 98.64 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.6: Logit Model 2 Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	Z-istatistiği	Prob	VIF
C	-2.523520	1.366596	-1.846574	0.0648***	
Δ TUFE	0.500844	0.073808	6.785738	0.0000*	1.016975
BIST100	-0.149413	0.021740	-6.872606	0.0000*	1.006477
SPKREDİ	-0.336454	0.149907	-2.244419	0.0248**	1.003262
Δ XUV	-0.282835	0.077808	-3.635026	0.0003*	1.024050
McFadden R²	0.595475				
Log-olabilirlik	-11.85656				
LR-istatistiği	34.90660				
Prob (LR-ist)	0.000000				
Akaike Bilgi Kriteri	0.114282				
Doğru sınıflama oranı	% 98.31				

Not: *, ** ve *** sırasıyla; %1, %5 ve %10 önem düzeyinde istatistiki bakımdan anlamlı olduklarını ifade etmektedir. Tabloda verilen varyans şişirme faktörleri VIF değerleri modelde bulunan değişkenler ile oluşturulan Çoklu Doğrusal Regresyon modeli kurularak elde edilmiştir.

Logit Model 2 sonuçlarına göre; BIST100, SPKREDİ ve ΔXUV değişkenlerinin katsayısı negatif, ΔTUFE değişkeninin katsayısı pozitif olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar BIST100 endeksi, Standard Poor's tarafından verilen kredi notları ve ihracat birim değerindeki değişim ile para krizinin ortaya çıkma olasılığı arasında negatif; enflasyondaki değişim ile para krizinin ortaya çıkma olasılığı arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Yani, BIST100 endeksi, Standard Poor's tarafından verilen kredi notları veya ihracat birim değerindeki değişimde meydana gelecek artış para krizi olasılığını azaltmakta, enflasyondaki değişimde meydana gelecek artış ise para krizi olasılığını artırmaktadır.

Logit Model 2'nin Z istatistiklerine ilişkin prob değerleri göz önüne alındığında modelde yer alan bütün katsayıların istatistiki bakımdan anlamlı oldukları görülmektedir. Ayrıca LR test istatistiği ve bu test istatistiğine ait prob değerleri dikkate alındığında modeldeki bütün katsayıların birlikte istatistiki bakımdan anlamlı oldukları belirlenmiştir. Uyumun iyiliğinin ölçüsü olarak kullanılan McFadden R² değeri 0,59 olarak bulunmuş ve doğru sınıflama oranı ise % 98.31 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.7: Probit Model 2 Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	Z-istatistiği	Prob	VIF
C	-1.487163	0.623483	-2.385251	0.0171**	
Δ TUFE	0.247260	0.029417	8.405269	0.0000*	1.016975
BIST100	-0.077456	0.010378	-7.463344	0.0000*	1.006477
SPKREDİ	-0.158248	0.068528	-2.309237	0.0209**	1.003262
Δ XUV	-0.148136	0.035969	-4.118482	0.0000*	1.024050
McFadden R2	0.619704				
Log-olabilirlik	-11.14641				
LR-istatistiği	36.32689				
Prob (LR-ist)	0.000000				
Akaike Bilgi Kriteri	0.109467				
Doğru sınıflama oranı	% 98.31				

Not: *, ** ve *** sırasıyla; %1, %5 ve %10 önem düzeyinde istatistiki bakımdan anlamlı olduklarını ifade etmektedir. Tabloda verilen varyans şişirme faktörleri VIF değerleri modelde bulunan değişkenler ile oluşturulan Çoklu Doğrusal Regresyon modeli kurularak elde edilmiştir.

Probit Model 2 sonuçlarına göre; BIST100, SPKREDİ ve ΔXUV değişkenlerinin katsayısı negatif, ΔTUFE değişkeninin katsayısı pozitif olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar BIST100 endeksi, Standard Poor's tarafından verilen kredi notları ve ihracat birim değerindeki değişim ile para krizinin ortaya çıkma olasılığı arasında negatif; enflasyondaki değişim ile para krizinin ortaya çıkma olasılığı arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Yani, BIST100 endeksi, Standard Poor's tarafından verilen kredi notları veya ihracat birim değerindeki değişimde meydana gelecek artış para krizi olasılığını azaltmakta, enflasyondaki değişimde meydana gelecek artış ise para krizi olasılığını artırmaktadır.

Probit Model 2'nin Z istatistiklerine ilişkin prob değerleri göz önüne alındığında modelde yer alan bütün katsayıların istatistiki bakımdan anlamlı oldukları görülmektedir. Ayrıca LR test istatistiği ve bu test istatistiğine ait prob değerleri dikkate alındığında modeldeki bütün katsayıların birlikte istatistiki bakımdan anlamlı oldukları belirlenmiştir. Uyumun iyiliğinin ölçüsü olarak kullanılan McFadden R² değeri 0,61 olarak bulunmuş ve doğru sınıflama oranı ise % 98.31 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.8: Logit Model 3 Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	Z-istatistiği	Prob	VIF
C	-15.46530	5.528039	-2.797611	0.0051*	
REDK	0.078335	0.046730	1.676340	0.0937***	2.853286
MFAIZ	0.061800	0.020558	3.006064	0.0026*	2.849219
Δ TUFE	0.324506	0.132914	2.441479	0.0146**	1.012333
McFadden R²	0.418872				
Log-olabilirlik	-17.03277				
LR-istatistiği	24.55417				
Prob (LR-ist)	0.000019				
Akaike Bilgi Kriteri	0.142595				
Doğru sınıflama oranı	% 98.64				

Not: *, ** ve *** sırasıyla; %1, %5 ve %10 önem düzeyinde istatistiki bakımdan anlamlı olduklarını ifade etmektedir. Tabloda verilen varyans şişirme faktörleri VIF değerleri modelde bulunan değişkenler ile oluşturulan Çoklu Doğrusal Regresyon modeli kurularak elde edilmiştir.

Logit Model 3 sonuçlarına göre; REDK, MFAIZ ve ΔTUFE değişkeninin katsayısı pozitif olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar reel efektif döviz kuru, mevduat faiz oranı ve enflasyondaki değişim ile para krizinin ortaya çıkma olasılığı arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Yani, reel efektif döviz kuru, mevduat faiz oranı veya enflasyondaki değişimde meydana gelecek artış para krizi olasılığını artırmaktadır.

Logit Model 3'ün Z istatistiklerine ilişkin prob değerleri göz önüne alındığında modelde yer alan bütün katsayıların istatistiki bakımdan anlamlı oldukları görülmektedir. Ayrıca LR test istatistiği ve bu test istatistiğine ait prob değerleri dikkate alındığında modeldeki bütün katsayıların birlikte istatistiki bakımdan anlamlı oldukları belirlenmiştir. Uyumun iyiliğinin ölçüsü olarak kullanılan McFadden R² değeri 0,41 olarak bulunmuş ve doğru sınıflama oranı ise % 98.64 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.9: Probit Model 3 Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	Z-istatistiği	Prob	VIF
C	-7.145606	2.476286	-2.885614	0.0039*	
REDK	0.034624	0.020396	1.697611	0.0896***	2.853286
MFAIZ	0.027434	0.010182	2.694290	0.0071*	2.849219
Δ TUFE	0.167247	0.063312	2.641642	0.0083*	1.012333
McFadden R²	0.420728				
Log-olabilirlik	-16.97838				
LR-istatistiği	24.66295				
Prob (LR-ist)	0.000018				
Akaike Bilgi Kriteri	0.142226				
Doğru sınıflama oranı	% 98.31				

Not: *, ** ve *** sırasıyla; %1, %5 ve %10 önem düzeyinde istatistiki bakımdan anlamlı olduklarını ifade etmektedir. Tabloda verilen varyans şişirme faktörleri VIF değerleri modelde bulunan değişkenler ile oluşturulan Çoklu Doğrusal Regresyon modeli kurularak elde edilmiştir.

Probit Model 3 sonuçlarına göre; REDK, MFAIZ ve ΔTUFE değişkeninin katsayısı pozitif olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar reel efektif döviz kuru, mevduat faiz oranı ve enflasyondaki değişim ile para krizinin ortaya çıkma olasılığı arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Yani, reel efektif döviz kuru, mevduat faiz oranı veya enflasyondaki değişimde meydana gelecek artış para krizi olasılığını artırmaktadır.

Probit Model 3'ün Z istatistiklerine ilişkin prob değerleri göz önüne alındığında modelde yer alan bütün katsayıların istatistiki bakımdan anlamlı oldukları görülmektedir. Ayrıca LR test istatistiği ve bu test istatistiğine ait prob değerleri dikkate alındığında modeldeki bütün katsayıların birlikte istatistiki bakımdan anlamlı oldukları belirlenmiştir. Uyumun iyiliğinin ölçüsü olarak kullanılan McFadden R² değeri 0,42 olarak bulunmuş ve doğru sınıflama oranı ise % 98.31 olarak elde edilmiştir.

Logit-Probit model sonuçları incelendiğinde Logit modeller içerisinde en iyi model Logit Model 1 olarak elde edilmiştir. Doğru sınıflama oranı değeri (% 98.64) Logit Model 3 ile aynı olsa da, en düşük Akaike değeri (0.073), en yüksek McFadden R² değeri (0.80) sahip Logit modeli Logit Model 1'dir. Probit modeller içerisinde ise en iyi model Probit Model 1 olarak elde edilmiştir. En düşük Akaike değeri (0.071), en yüksek McFadden R² değeri (0.81) ve en yüksek doğru sınıflama oranı değerine (% 98.64) sahip Probit modeli Probit Model 1'dir. Logit ve Probit modelleri karşılaştırıldığında ise kullanılan her üç modelde de genel olarak Probit modellerinin Logit modellere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Logit Model 1 ve Probit

Model 1 için Doğru sınıflandırma oranı tabloları Tablo 4.10 ve Tablo 4.11’de gösterilmiştir.

Tablo 4.10: Logit Model 1 için Doğru Sınıflandırma Oranı Tablosu

Gözlenen Para Krizleri	Kestirilen Para Krizi		Doğrulama Oranı
	Kriz Yok	Kriz Var	
Kriz Yok	287	2	99.30
Kriz Var	2	4	66.67
Genel Sınıflandırma Oranı			98.64

Tablo 4.11: Probit Model 1 için Doğru Sınıflandırma Oranı Tablosu

Gözlenen Para Krizleri	Kestirilen Para Krizi		Doğrulama Oranı
	Kriz Yok	Kriz Var	
Kriz Yok	287	2	99.30
Kriz Var	2	4	66.67
Genel Sınıflandırma Oranı			98.64

4.4. YSA Sonuçları

Logit ve Probit yöntemleri ile yapılan analiz sonuçlarına göre kurulan anlamlı modellerden elde edilen anlamlı değişkenler (BIST100, TUFE, REZ, POLITIK, SPKREDİ, XUV, REDK, MFAİZ), YSA ile kurulacak modellerde girdi değişkenleri olarak kullanılmıştır. YSA ile farklı kriterler kullanılarak birçok farklı model oluşturulabilir. Oluşturulan modellerin performansları; gizli katman sayısı, gizli katman nöron sayısı, gizli ve çıktı katmanında kullanılan aktivasyon fonksiyonlarının tipi, kullanılan öğrenme yöntemi, momentum katsayısı, öğrenme oranı vb. birçok kriterle yakın ilişkilidir. Günümüzde en çok bilinen ve yaygın biçimde kullanılan YSA modeli Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA) ‘dır.

ÇKA ile tahmin yapılırken veri kümesi, eğitim-test ya da eğitim-doğrulama-test olmak üzere kısımlara ayrılmaktadır. Veriler bu kısımlara bölünürken problem karakteristiği, veri tipi ve eldeki veri miktarı dikkate alınmalıdır (Hamzaçebi, 2011:76-77). Bu çalışmada da bu özellikler göz önünde bulundurularak kullanılan veri seti, eğitim ve test veri seti olmak üzere ikiye ayrılmıştır. 1992:04-2008:06 dönemi ilk 195 gözlem (% 66.1) eğitim verisi, 2008:07-2016:10 dönemi son 100 gözlem (% 33.9) ise

test verisi grubunda yer almaktadır. Çalışmada girdiler üzerinde standartlaştırma dönüşümü uygulanmış ve model mimarisi olarak tek gizli katman kullanılmıştır. Gizli katman aktivasyon fonksiyonu olarak hiperbolik tanjant ve sigmoid, çıktı katmanı aktivasyon fonksiyonu olarak ise doğrusal, softmax, hiperbolik tanjant ve sigmoid aktivasyon fonksiyonları kullanılmıştır.

Öğrenme yöntemi olarak Online öğrenme tipi kullanılmıştır. Bu yöntemde ağırlıklar her bir eğitim verisi için güncellenmektedir. Bundan dolayı bir veriden bir defa yararlanılır ve sürekli ağırlıklar güncellenir. Bu işlem durdurma kriterlerinden biri sağlanıncaya kadar devam eder. Eğer tüm verilerin üzerinden geçilir ve buna rağmen durdurma kriterlerinden biri sağlanmazsa, tekrar başa dönülerek süreç yeniden başlatılır. Eğer girdi sayısının çok olduğu büyük veri setlerinde bu veriler birbirinden tamamıyla bağımsız değil ise online öğrenme yöntemi diğer öğrenme yöntemlerine göre daha üstündür (Pektaş, 2013:145-146).

Kullanılan modellerin girdi katmanında 8 nöron (8 bağımsız değişken), çıktı katmanında ise 2 nöron (1 bağımlı değişken) yer almaktadır. ÇKA modellerinde en iyi mimariyi elde edebilmek için farklı gizli katman nöron sayıları ve farklı aktivasyon fonksiyonları denenmiş ve en iyi performansa sahip 8 model Tablo 4.12’de gösterilmiştir.

Tablo 4.12: En İyi Performansa Sahip ÇKA Modelleri

Modeller	Gizli Katman Aktivasyon	Çıktı Katmanı Aktivasyon	Gizli Katman	Eğitim Performansı	Test Performansı
Model 1	Hiperbolik Tanjant	Hiperbolik Tanjant	8	% 99	% 99
Model 2	Hiperbolik Tanjant	Sigmoid	7	% 100	% 99
Model 3	Hiperbolik Tanjant	Doğrusal	7	% 97.4	% 99
Model 4	Hiperbolik Tanjant	Softmax	3	% 100	% 100
Model 5	Sigmoid	Hiperbolik Tanjant	10	% 97.4	% 99
Model 6	Sigmoid	Sigmoid	7	% 98.5	% 99
Model 7	Sigmoid	Doğrusal	13	% 97.9	% 99
Model 8	Sigmoid	Softmax	8	% 100	% 99

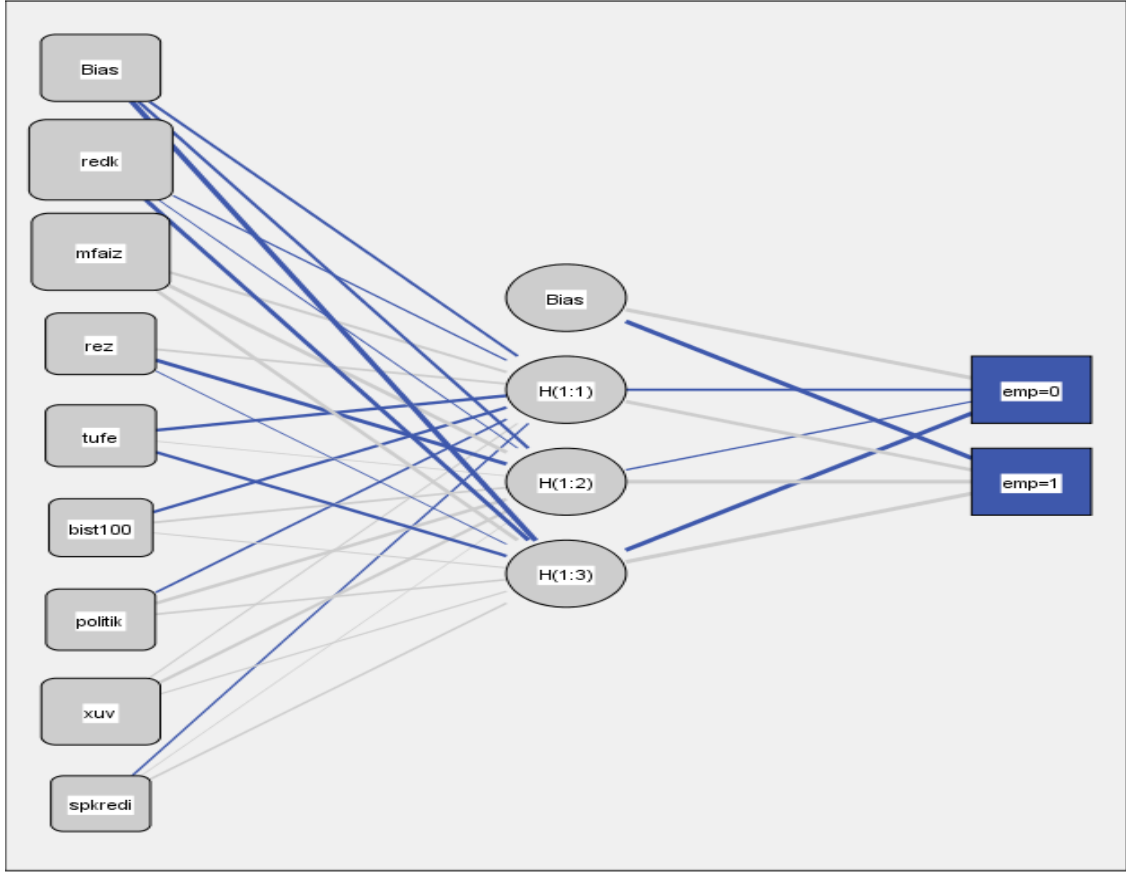
Yapılan denemeler sonucunda en iyi performansa sahip ÇKA modelinin Model 4 olduğu görülmüştür. Model 4, eğitim ve test veri setlerinde bulunun bütün para krizi dönemlerini ve para krizi dışı dönemlerini doğru tahmin etmiştir. Modelin genel yapısı ve modelde yer alan bağımsız değişkenler Tablo 4.13’de ifade edilmiştir.

Tablo 4.13: En İyi Performansa Sahip ÇKA Modelinin (Model 4) Ağ Bilgisi

Girdi Katmanı	1	Reel Efektif Döviz Kuru
	2	Mevduat Faiz Oranları
	3	Uluslararası Rezervler
	4	Enflasyon
	5	BİST100 Endeksi
	6	Politik Risk
	7	İhracat Birim Değeri
	8	Kredi Notu (S&P)
	Nöron Sayısı ^a	8
	Kullanılan Ölçekleme Yöntemi	Standartlaştırma
Gizli Katman(lar)	Gizli Katman Sayısı	1
	Gizli Katman Nöron Sayısı ^a	3
	Aktivasyon Fonksiyonu	Hiperbolik Tanjant
Çıktı Katmanı	Bağımlı Değişken	EMP
	Nöron Sayısı	2
	Aktivasyon Fonksiyonu	Softmax
	Hata Fonksiyonu	Cross-entropy

Not: a. Bias hariç

Yapılan denemeler sonucunda gizli katman aktivasyon fonksiyonu hiperbolik tanjant, çıktı katman aktivasyon fonksiyonu softmax ve gizli katman nöron sayısı 3 olan ÇKA modelinin en iyi performansa sahip YSA modeli olduğu belirlenmiştir. Bu modelin yapısı Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2: En İyi Performansa Sahip ÇKA Modeli

Oluşturulan ÇKA modelinin eğitim ve test verileriyle oluşturduğu sınıflama tablosu Tablo 4.14’de görülmektedir.

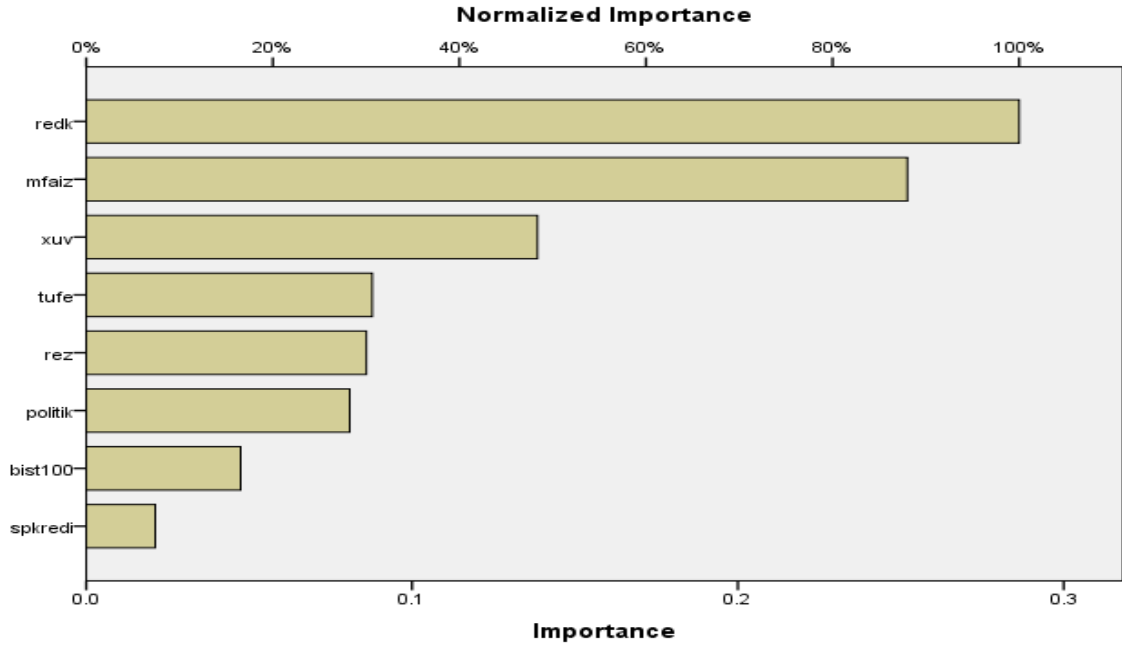
Tablo 4.14: Oluşturulan ÇKA Modelinin Sınıflama Tablosu

Gözlenen		Kestirilen		
		0	1	Doğrulama Yüzdesi
Eğitim	0	190	0	100.0%
	1	0	5	100.0%
	Genel Yüzde	%97.4	%2.6	100.0%
Test	0	99	0	100.0%
	1	0	1	100.0%
	Genel Yüzde	%99.0	%1.0	100.0%

Sınıflama tablosundan görülebileceği gibi oluşturulan ÇKA modeli, eğitim verisinde bulunan para krizi dönemlerinin % 100’ünü ve test verisinde bulunan para krizi dönemlerinin % 100’ünü doğru olarak tahmin etmiştir. Yine eğitim verisindeki

para krizi dışı dönemlerin % 100'ü ve test serisindeki para krizi dönemlerinin % 100'ü doğru tahmin edilmiştir.

Para krizlerini tahmin etmek amacıyla oluşturulan ÇKA modelinde, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini ifade etmek için Bağımsız Değişken Önem Analizi kullanılmıştır. Elde edilen Bağımsız Değişken Önem Analizi sonuçları Şekil 4.3'de görülmektedir.



Şekil 4.3: Bağımsız Değişken Önem Analizi

Şekil 4.3'de Türkiye'de meydana gelen para krizlerini etkileyen değişkenlerin önem sıralaması verilmiştir. Bağımsız değişkenlerin ağırlıklı değerleri incelendiğinde, Türkiye'de meydana gelen para krizlerini etkileyen en önemli değişkenin reel efektif döviz kuru (REDK) değişkeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Para krizini etkileyen en önemli üç değişken sırasıyla reel efektif döviz kuru ile beraber mevduat faiz oranları (MFAIZ) ve ihracat birim değeri (XUV) değişkenleridir. Kullanılan YSA mimarisi Tablo 4.15'de görülmektedir.

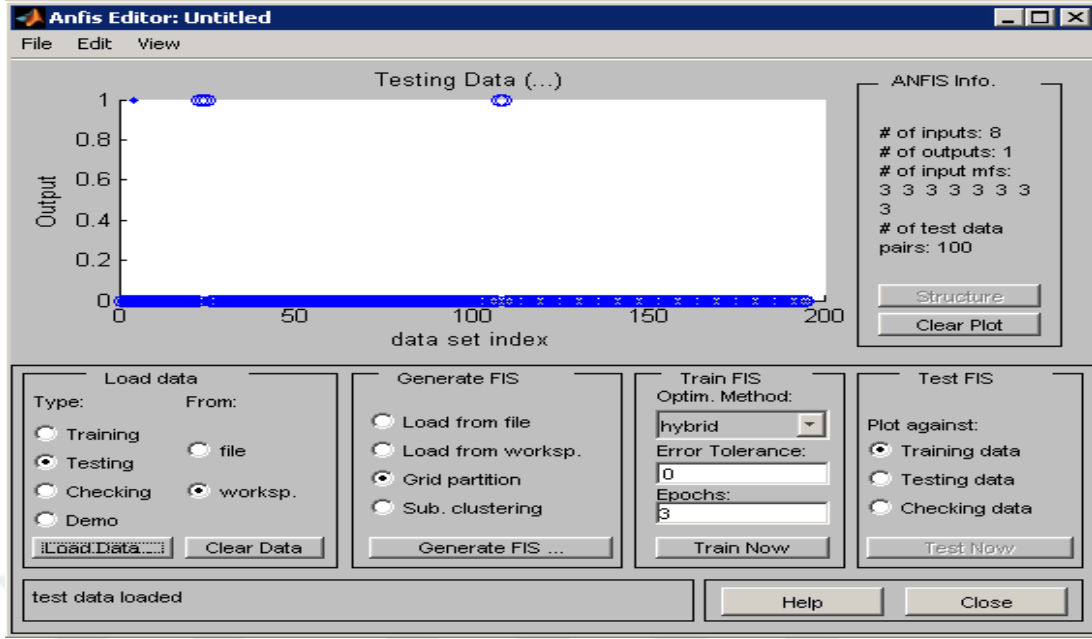
Tablo 4.15: Kullanılan YSA Mimarisi

YSA Türü	Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA)
Girdi Katman Nöron Sayısı	8
Çıktı Katmanı Nöron Sayısı	2
Gizli Katman Sayısı	1
Gizli Katman Nöron Sayısı	3
Gizli Katmanda Kullanılan Aktivasyon Fonksiyonu	Hiperbolik Tanjant
Çıktı Katmanında Kullanılan Aktivasyon Fonksiyonu	Softmax
Optimizasyon Algoritması	Gradient Descent
Kullanılan Ölçekleme Yöntemi	Standartlaştırma
Öğrenme Oranı	0.4
Momentum Katsayısı	0.9

4.5. ANFIS Sonuçları

1993 yılında Jang tarafından ortaya konulan ANFIS, Adaptif Sinirsel Bulanık Çıkarım Sisteminin kısaltmasıdır. Nöro-bulanık sistemler, bulanık mantık ve YSA gibi iki yaklaşımın gücünden yararlanarak, insanın bilgiyi işleme biçimine benzeyen kural tabanlı bulanık sistemlerin ayarlanmasında YSA'nın matematiksel özelliklerini kullanır. ANFIS; fonksiyon yaklaşımı, akıllı kontrol ve zaman serileri tahmini gibi birçok uygulama alanına sahiptir.

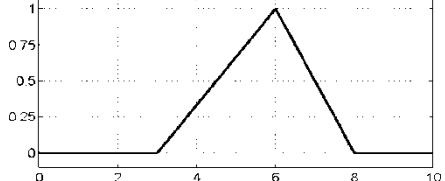
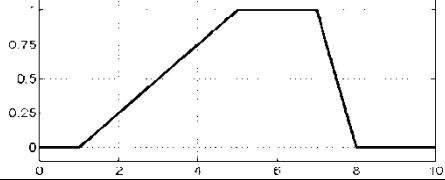
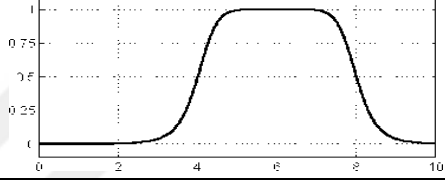
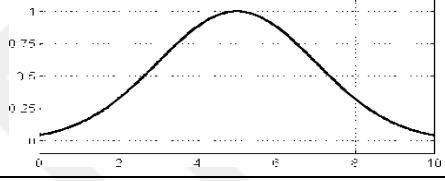
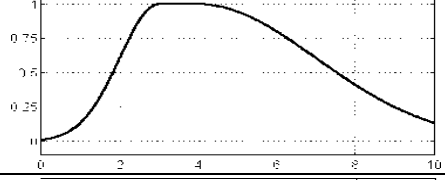
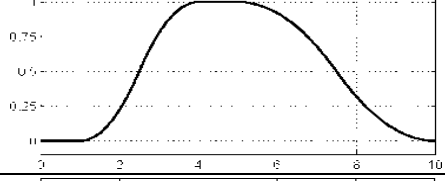
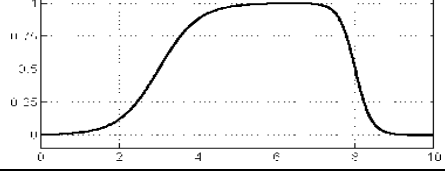
YSA modellerinde kullanıldığı gibi ANFIS modellerinde de Logit ve Probit yöntemleri ile yapılan analiz sonuçlarına göre kurulan anlamlı modellerden elde edilen anlamlı değişkenler girdi değişkenleri olarak kullanılmıştır. Yine YSA modellerinde olduğu gibi ANFIS modellerinde de kullanılan veri seti, eğitim ve test veri seti olmak üzere ikiye ayrılmıştır. 1992:04-2008:06 dönemi ilk 195 gözlem (% 66.1) eğitim verisi, 2008:07-2016:10 dönemi son 100 gözlem (% 33.9) ise test verisi grubunda yer almaktadır. Çalışmada kullanılan veriler eğitim ve test kategorilerine göre sisteme yüklenmiştir. Şekil 4.4'de görüleceği gibi yuvarlak işaretler eğitim verilerini, nokta işaretler ise test verilerini göstermektedir.



Şekil 4.4: ANFIS Sistemine Yüklene Eğitim ve Test Verilerinin Görünümü

Çalışmada kullanılacak veriler ANFIS sistemine yüklendikten sonra İzgara bölümlene (Grid partition) ile Bulanık Çıkarım Sistemi (BÇS) oluşturulmuştur. Her girdi değişkeni için girdi üyelik fonksiyon sayısı 3 olarak seçilmiş ve kurulacak farklı modeller için farklı girdi üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Ayrıca çıktı üyelik fonksiyonu olarak sabit (constant) seçilmiş ve her bir model için 40 iterasyon (epochs) yapılmıştır. Oluşturulan her bir model için sistem tarafından 6561 (3^8) kural oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan girdi üyelik fonksiyonları Tablo 4.16'da gösterilmiştir.

Tablo 4.16: ANFIS Modellerinde Kullanılan Girdi Üyelik Fonksiyonları

Matlab Kodu	ANFIS Modellerinde Kullanılan Girdi Üyelik Fonksiyonları	Şekil
trimf	Üçgen Şekilli Üyelik Fonksiyonu	
trapmf	Yamuk Şekilli Üyelik Fonksiyonu	
gbellmf	Genelleştirilmiş Çan Şeklindeki Üyelik Fonksiyonu	
gaussmf	Gauss Eğrisi Üyelik Fonksiyonu	
gauss2mf	Gauss Kombinasyonu Üyelik Fonksiyonu	
pimf	Π (pi) Şeklindeki Üyelik Fonksiyonu	
dsigmf	İki Sigmoidal Fonksiyon Arasındaki Farktan Oluşan Üyelik Fonksiyonu	
psigmf	İki Sigmoidal Üyelik Fonksiyonunun Çarpımından Oluşan Üyelik Fonksiyonu	

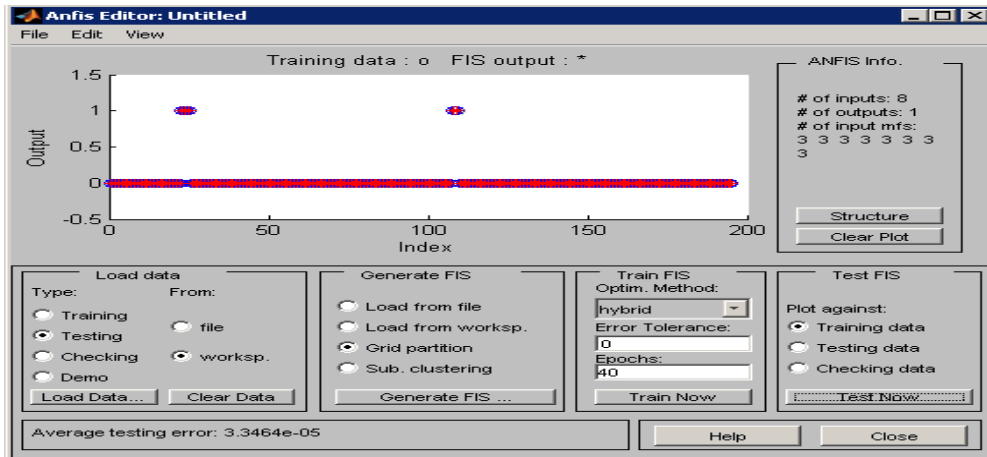
Not: Kaynak: Fuzzy Logic Toolbox User's Guide, MathWorks

Öğrenme algoritması olarak geri yayılım algoritmasının en küçük kareler yöntemiyle beraber kullanıldığı hibrit öğrenme algoritmasını kullanılmıştır. ANFIS modellerinde en iyi mimariyi elde edebilmek için elde edilen 8 model Tablo 4.17 ile gösterilmiştir.

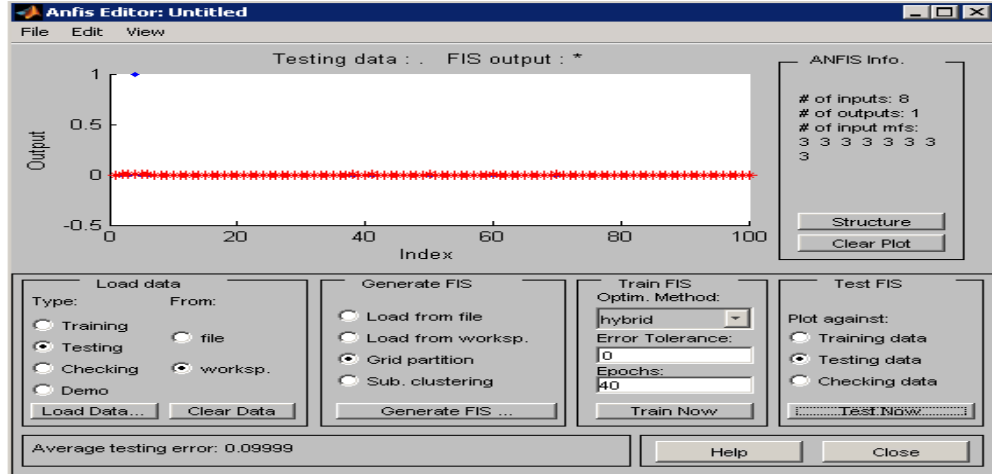
Tablo 4.17: Kurulan ANFIS Modelleri

Modeller	Girdi Üyelik Fonksiyon Tipi	Eğitim Performansları %	Test Performansları %
Model 1	trimf	100	99
Model 2	trapmf	100	99
Model 3	gbellmf	100	99
Model 4	gaussmf	100	99
Model 5	gauss2mf	100	99
Model 6	pimf	100	99
Model 7	dsigmf	100	99
Model 8	psigmf	100	99

Yapılan denemeler sonucunda, ANFIS yöntemi kullanılarak oluşturulan 8 modelde de eğitim veri setinde bulunan para krizi ve para krizi dışı dönemlerinin % 100'ü doğru tahmin edilmiştir. Test veri setinde bulunan para krizi ve para krizi dışı dönemlerinin bir bütün olarak % 99'ü doğru tahmin edilse de, test veri setinde bulunan 2008 yılı para krizi dönemi doğru olarak tahmin edilememiştir. Eğitim ve test verileri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin görünümü Şekil 4.5 ve Şekil 4.6 ile gösterilmiştir.



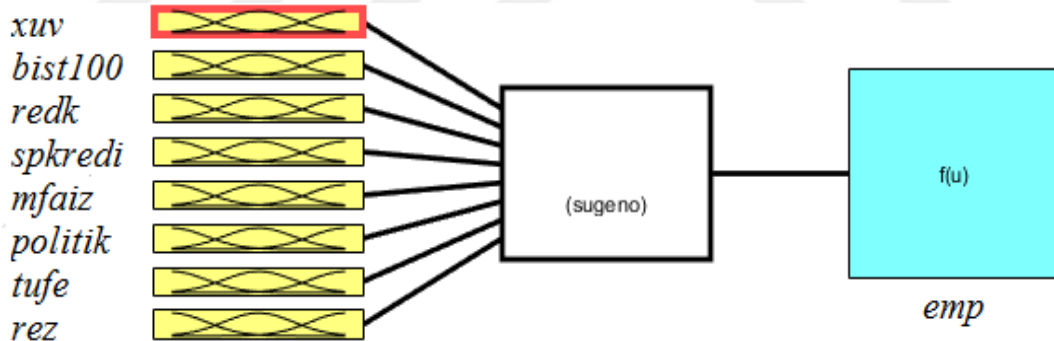
Şekil 4.5: Eğitim Verisi İçin Gerçek Değerlerle Tahmin Değerlerinin Görünümü (o: Gerçek Değerler, *: Tahmin Değerleri)



Şekil 4.6: Test Verisi İçin Gerçek Değerlerle Tahmin Değerlerinin Görünümü (● Gerçek Değerler, * Tahmin Değerleri)

Şekil 4.6'dan da görülebileceği gibi grafikte nokta şeklinde olan birimler test verisinin gerçek değerlerini temsil ederken yıldız şeklinde olan birimler ise test verisinin ANFIS modelleri tarafından hesaplanan tahmin değerlerini ifade etmektedir.

ANFIS yöntemiyle oluşturulan modellerin BÇS yapısı ise Şekil 4.7'de görüldüğü gibidir.



Şekil 4.7: ANFIS Yöntemiyle Oluşturulan Modellerin BÇS Yapısı

4.6. Model Sonuçlarının Karşılaştırılması

Çalışmada kullanılan Logit, Probit, YSA ve ANFIS yöntemlerinin karşılaştırılması amacıyla örnek dışı kriter kullanılmıştır. Bu karşılaştırma kullanılan yöntemlerin tahmin performanslarına bakılarak yapılmaktadır. Oluşturulan Logit ve Probit modelleri arasında en iyi performansa sahip Logit modelinin (Model 1) ve Probit modelinin (Model 1) örnek dışı performansları incelenmiş ve Tablo 4.18 ve Tablo 4.19 ile gösterilmiştir.

Tablo 4.18: En İyi Performansa Sahip Logit Modelinin (Logit Model 1) Örnek Dışı Performansı

Gözlenen Para Krizleri	Kestirilen Para Krizi		Doğrulama Oranı
	Kriz Yok	Kriz Var	
Kriz Yok	99	0	100
Kriz Var	1	0	0
Genel Yüzde			99

Tablo 4.19: En İyi Performansa Sahip Probit Modelinin (Probit Model 1) Örnek Dışı Performansı

Gözlenen Para Krizleri	Kestirilen Para Krizi		Doğrulama Oranı
	Kriz Yok	Kriz Var	
Kriz Yok	99	0	100
Kriz Var	1	0	0
Genel Yüzde			99

Logit ve Probit modellerinin örnek dışı tahmin performansları incelendiğinde her iki modelinde doğrulama oranı % 99 olmasına rağmen 2008 yılına ait kriz dönemini doğru tahmin edememişlerdir. Tablo 4.20’de ise en iyi mimariye sahip YSA modelinin (Model 4) örnek dışı tahmin (test) performansı gösterilmiştir.

Tablo 4.20: En İyi Performansa Sahip YSA Modelinin Örnek Dışı Performansı

Gözlenen Para Krizleri	Kestirilen Para Krizi		Doğrulama Oranı
	Kriz Yok	Kriz Var	
Kriz Yok	99	0	100
Kriz Var	0	1	100
Genel Yüzde			100

Tablo 4.20’den görülebileceği gibi oluşturulan YSA modeli ile, örnek dışı tahmin için test verisinde bulunan para krizi dönemlerinin ve para krizi dışı dönemlerinin % 100’ünü doğru olarak tahmin edilmiştir. Oluşturulan YSA modelinin doğrulama oranlarının genel yüzdesi de % 100 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.21’de ise ANFIS modellerinin örnek dışı tahmin (test) performansı gösterilmiştir.

Tablo 4.21: En İyi Performansa Sahip ANFIS Modelinin Örnek Dışı Performansı

Gözlenen Para Krizleri	Kestirilen Para Krizi		Doğrulama Oranı
	Kriz Yok	Kriz Var	
Kriz Yok	99	0	100
Kriz Var	1	0	0
Genel Yüzde			99

Tablo 4.21’den görülebileceği gibi oluşturulan ANFIS yöntemi ile elde edilen modellerin örnek dışı tahmin için test verisinde bulunan para krizi dışı dönemlerinin % 100’ünü doğru olarak tahmin edilmiş olsa bile para krizi dönemi doğru olarak tahmin edilememiştir. Oluşturulan modellerin doğrulama oranlarının genel yüzdesi ise % 99 olarak elde edilmiştir.

BÖLÜM 5

5. SONUÇ

Son yıllarda iktisat alanında yapay zekâ yöntemlerinin kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada yapay zekâ yöntemleri olarak YSA ve ANFIS yöntemleri kullanılmış, bu modellerde girdi değişkenleri olarak kullanılacak bağımsız değişkenler ise oluşturulan Logit ve Probit yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca YSA, ANFIS, Logit ve Probit modellerinin örnek dışı performansları incelenmiş ve Türkiye için para krizleri tahmininde en başarılı yöntem belirlenmeye çalışılmıştır. Logit-Probit Modelleri ile seçilen anlamlı değişkenlerin YSA modellerinde girdi değişkenleri olarak kullanılması sonucunda oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu çalışmada para krizi dönemlerini belirlemek amacıyla Döviz Piyasası Baskı İndeksi (EMP) kullanılmış ve hesaplanan *EMP* değişkeni ve eşik değere göre; 02/1994, 03/1994, 04/1994, 03/2001, 04/2001 ve 10/2008 dönemleri Türkiye için para krizi dönemleri olarak belirlenmiştir. Çalışmada literatürde para krizleri üzerine yapılan çalışmalarda en çok kullanılan ve verilerine ulaşılan 22 bağımsız değişken seçilmiştir. Logit ve Probit yöntemleri ile yapılan analiz sonuçlarına göre kurulan anlamlı modellerden elde edilen anlamlı değişkenler (BIST100, TUFE, REZ, POLITIK, SPKREDI, XUV, REDK, MFAIZ), YSA ile kurulacak modellerde kullanılmıştır. Literatürde yapılan çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada aylık politik risk notu ve Standard Poor's kredi derecelendirme kuruluşu tarafından verilen kredi notu (reyting) değişkenleri kullanılmıştır. Bu değişkenler Logit-Probit modellerinde para krizini açıklayan anlamlı değişkenler olarak elde edilmiş ve YSA ve ANFIS modellerinde girdi değişkenleri olarak kullanılmıştır.

Logit-Probit model sonuçları incelendiğinde Logit Model 1, kullanılan diğer Logit modeller içerisinde en iyi model olarak elde edilmiştir. Doğru sınıflama oranı değeri (% 98.64), Logit Model 3 ile aynı olsa da, en düşük Akaike değeri (0.073), en yüksek McFadden R^2 değeri (0.80) sahip Logit modeli Logit Model 1'dir. Probit modeller içerisinde ise en iyi model Probit Model 1 olarak elde edilmiştir. Probit Model 1; en düşük Akaike değeri (0.071), en yüksek McFadden R^2 değeri (0.81) ve en yüksek doğru sınıflama oranı değerine (% 98.64) sahip Probit modelidir. Ayrıca oluşturulan Logit ve Probit modellerinin tahmin sonuçlarının birbirlerine oldukça yakın olduğu sonucuna

ulaşılmıştır. Her bir modelin (Model 1, Model 2 ve Model 3) Logit ve Probit sonuçlarına göre her bir bağımsız değişken için elde edilen katsayı işaretleri aynı olup katsayı büyüklükleri ve test istatistik değerleri birbirine çok yakın olarak elde edilmiştir. Logit ve Probit model performansları karşılaştırıldığında ise kullanılan her üç modelde de genel olarak Probit modellerinin Logit modellere kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

YSA yöntemi kullanılarak ele alınan modeller incelendiğinde, gizli katman aktivasyon fonksiyonu hiperbolik tanjant, çıktı katman aktivasyon fonksiyonu softmax ve gizli katman nöron sayısı 3 olan ÇKA modelinin (Model 4) en iyi performansa sahip model olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde sınıflama tablosundan görülebileceği gibi oluşturulan YSA modeli, eğitim verisinde bulunan para krizi dönemlerinin % 100'ünü ve test verisinde bulunan para krizi dönemlerinin % 100'ünü doğru olarak tahmin etmiştir. Yine eğitim verisindeki para krizi dışı dönemlerin % 100'ü ve test serisindeki para krizi dışı dönemlerinin % 100'ü doğru tahmin edilmiştir. Oluşturulan YSA modeli test verisinde yer alan 2008 yılındaki para krizi dönemini başarı bir şekilde tahmin etmiştir.

ANFIS yöntemi kullanılarak oluşturulan 8 modelde de eğitim veri setinde bulunan para krizi ve para krizi dışı dönemlerinin % 100'ü doğru tahmin edilmiştir. Test veri setinde bulunan para krizi ve para krizi dışı dönemlerinin bir bütün olarak % 99'ü doğru tahmin edilse de, 2008 yılı para krizi dönemi doğru tahmin edilememiştir.

Kullanılan yöntemlerin örnek dışı performansları incelendiğinde ise Türkiye için para krizi tahmininde kullanılan YSA yönteminin, ANFIS, Logit ve Probit yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar YSA modelinin para krizleri tahmininde oldukça başarılı olduğunu göstermektedir. Bu durum, YSA modellerinin üstünlüğünü göstererek bunun ekonomik politikası ve karar vericiler için güçlü bir araç olduğunu ileri sürmektedir.

En iyi performansa sahip YSA modelinin sonuçları dikkate alınarak bağımsız değişkenlerin ağırlıklı değerleri incelendiğinde ise Türkiye'de meydana gelen para krizlerini etkileyen en önemli değişkenin reel efektif döviz kuru (REDK) değişkeni olduğu görülmektedir. Para krizini etkileyen en önemli üç değişkenin önem sırasıyla

reel efektif döviz kuru ile beraber mevduat faiz oranları (MFAIZ) ve ihracat birim değeri (XUV) değişkenleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışma sonuçlarından elde edilen bulgular Türkiye için para krizlerini tetikleyen ve aynı zamanda kriz sinyali veren en önemli makroekonomik değişkenlerin reel efektif döviz kuru, faiz oranı ve ihracat birim değeri olması geçmişte ülkemizde yaşanan 1994, 2000 ve 2001 krizleri ve öncesindeki makroekonomik göstergeler tarafından da desteklenmektedir. Bilindiği gibi Türkiye’de yaşanan 1994 krizi, genel itibariyle dövize yönelik aşırı talebin kontrol edilemeyişinin piyasada yarattığı belirsizliğin bir sonucudur ayrıca aşırı değerlenen TL’nin ihracatı kısıtlayarak ithalatı artırması dövize olan talebi daha da artırmıştır. Nitekim Merkez Bankası tarafından karşılanamayacak hale gelen döviz talebini kısmak için artırılan faiz oranları krizi kaçınılmaz bir hale getirmiştir. 2000 ve 2001 krizleri de yine faiz ve kurda meydana gelen aşırı artış neticesinde gerçekleşmiş krizlerdir. Çünkü piyasada dövize yönelik gerçekleşen aşırı talep bankaları likidite sıkıntısına düşürmüştü, sonrasında yaşanan politik ve ekonomik olaylar ve beklentiler krizi şiddetlendirmiştir.

Mevduat faiz oranları, bankaların mevduat sahiplerinin paralarına belli bir vade sonunda uygulamayı taahhüt ettikleri faiz miktarını ifade etmektedir. Bankalar mevduat faiz oranlarını piyasa faiz oranına ve karşılık oranlarına göre belirlerler. Para otoritelerinin belirli dönemlerde farklı gerekçelerle aldıkları kararlar mevduat faiz oranlarını da etkilemektedir. Mevduat faiz oranı parasal aktarım mekanizmasının içerisinde kredi kanalı ile tam uyumlu çalışmaktadır. Örneğin yabancı yatırımcıların spekülatif amaçlı kaçışları merkez bankası rezervlerinde hızlı bir azalmaya neden olacak bu durum devlet tahvilleri, hazinenin çıkardığı devlet iç borçlanma senetleri ve nihayet mevduat faiz oranlarında yükselişe neden olacaktır. Her ne kadar yükseliş en son mevduat faiz oranına yansısı da krizin geldiğini apaçık bir şekilde ortaya koyabilmektedir. İhracat birim değeri adından da anlaşılacağı üzere ihracat birim değerlerindeki değişimi ifade etmektedir. Bu değişken reel bir değişken olmasının yanı sıra farklı mal gruplarını aynı değişken içerisine dâhil etme imkânı da vermektedir. Kriz dönemleri ve öncesinde birçok nedene bağlı olarak ihracat rakamları olumsuz yönde etkilenmektedir. Bunlardan ilki döviz kurunda meydana gelen dalgalanmalar ki genellikle bu volatilité durumu kriz dönemlerinde meydana gelmektedir. Bu durum dış ticarete belirsizliğe neden olmakta ve ihracatı olumsuz etkilemektedir. İhracatı olumsuz

Ayrıca, Türkiye için yapmış olduğumuz para krizlerine yönelik bu çalışmamızda para krizlerini makroekonomik değişkenlerle açıklayarak öngörebildiğimiz ve bulgular teorisinin varsayımlarını tam anlamıyla karşıladığından birinci nesil para krizi teorisine uymaktadır.

KAYNAKÇA

- Agenor, P. R., J. S. Bhandari, R. P. Flood, “Speculative Attacks and Models of Balance of Payments Crises”, *Staff Papers*, 39(2), 1992, 357-394.
- Akbulut, R., Ö. F. Rençber, “ANFIS Yöntemi ile Finansal Başarısızlıkların Tahmin Edilmesi: BIST'te Ticaret ve Hizmet Sektörü Üzerine Bir Uygulama”, *17. Uluslararası Ekonometri, İstatistik Ve Yöneylem Araştırması Sempozyumu*, Sivas, 2016, ss. 768-778.
- Akkoç, S., “An Empirical Comparison of Conventional Techniques, Neural Networks and the Three Stage Hybrid Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) Model for Credit Scoring Analysis: The Case of Turkish Credit Card Data”, *European Journal of Operational Research*, 2012, 222(1), 168-178.
- Aktaş, M., B., Şen, “2008 Global Ekonomik Krizinin Öncü Göstergeleri ve Ülkeler Üzerinde Bir Uygulama”, *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2013, 6(1), 137.
- Alpar, R., (2013), Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler, Detay Yayıncılık.
- Altıntaş, H., B. Öz, “Para Krizlerinin Sinyal Yaklaşımı İle Öngörülebilirliği: Türkiye Uygulaması”, *Anadolu University Journal of Social Sciences*, 7(2), 2007.
- Altunöz, U., (2013), Finansal Krizler, Erken Uyarı Sistemleri ve 2008 Krizi için TR-ABD Örneği, Beta Basım.
- Atsalakis, G., K. Valavanis, “Forecasting Stock Market Short-Term Trends Using A Neuro-Fuzzy Based Methodology”, *Expert Systems with Applications*, 36, 2009, 10696-10707.
- Aydın, Ü., O. Kara, “Krizlerin Türkiye Ekonomisine Etkisi: Geleceğin Öngörüsüne Yönelik Bir Deneme”, *2. Ulusal İktisat Kongresi, 20-22 Şubat 2008, DEÜ İİBF İktisat Bölümü, İzmir-Türkiye*, 2008.
- Aygören, H., H. Sarıtaş, T. Moralı, “İMKB 100 Endeksinin Yapay Sinir Ağları ve Newton Nümerik Arama Modelleri ile Tahmini”, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 4(1), 2012, 73-88.

Baily D., D. M. Thomson, “Devoloping Neural Network Applications”, *Al Expert*, September, 1990, 33-41.

Baykal N. ve Beyan T., (2004), *Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler*, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.

Bayraktutan, Y., (2006), *Küresel Finansal Krizler ve IMF. Ekonomik Kriz Öncesi Erken Uyarı Sistemleri Makale Derlemesi*, Editörler: Halil SEYİDOĞLU, Rıfat YILDIZ, Arıkan Yayıncılık, İstanbul.

Board of Governors of the Federal Reserve System, <<https://www.federalreserve.gov>>, (10.01.2017).

Bustelo, P., C. Garcia, I. Olivie, “Global and Domestic Factors of Financial Crises in Emerging Economies: Lessons from the East Asian Episodes (1997-1999)”, *ICEI Working Paper*, No. 16, 1999.

Cebeci, İ., “Krizleri İncelemede Kullanılan Nitel Tercih Modelleri: Türkiye için Bir Probit Model Uygulaması: (1988-2009)”, *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 2012, 62(1), 127-146.

Chui, M., P. Gai, A. Haldane, “International Financial Crises and Public Policy: Some Welfare Analysis”, *Bank of England Quarterly Bulletin*, November, 2000 ss. 368–376.

Claessens, S., vd., (2014), *Financial Crises: Causes, Consequences, and Policy Responses*, International Monetary Fund.

Çakıcı, E., “ 2000–2001 Yılı Ekonomik Krizlerin Sebepleri ve Sonuçları”, *Yeni Türkiye Dergisi*, 2001, 475-490.

Çeviş, İ., (2005), *Para Krizlerine Ampirik Bir Yaklaşım*, Sermaye Piyasası Kurulu.

Demez S., (2016), *Merkez Bankası Parasal Büyüklüklerinin Parasal Krizleri Açıklamadaki Etkinliği: Panel Veri Analizi*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi.

Doğan, O., “Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sisteminin (ANFIS) Talep Tahmini İçin Kullanımı ve Bir Uygulama”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2016, 31(1).

Doğanlar, M., H. Bal, M. Özmen, “Döviz Krizi Modelleri”, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(1), 2007.

Doğru, B., (2015), Türkiye'nin Yakın Dönem Ekonomik Krizleri: 1994, 2001, 2008, ?, İstanbul: Hiperlink Yayınları.

Düzgün, R., “A Comparison of Artificial Neural Networks and ARIMA Models Success in GDP Forecast”, *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, Cilt.XXV, Sayı 2, 2008, ss. 165-176.

Efe M. Ö. ve Kaynak, O., (2004), Yapay Sinir Ağları ve Uygulamaları, Boğaziçi Üniversitesi Yayını.

Eğilmez, M., (2008), Küresel Finans Krizi: Piyasa Sisteminin Eleştirisi, Remzi Kitabevi.

Elmas, Ç. (2007), Yapay Zekâ Uygulamaları, Seçkin Yayıncılık.

Emirmahmutoğlu F., (2011), Gelişmekte Olan Ülkelerde Para Krizlerinin Ekonometrik Analizi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi.

Energy Information Administration, <<http://www.eia.gov/petroleum/data.cfm>>, (10.01.2017).

Eren, F. M., (2010), Ekonomik Krizler ve Kriz Göstergeleri: 1990 Sonrası Dünyada Yaşanan Krizler ve Türkiye Karşılaştırması, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi.

Erilli, N.A., E. Eğrioğlu, U. Yolcu, vd., “Türkiye’de Enflasyonun İleri ve Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağlarının Melez Yaklaşımı ile Öngörüsü”, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 11(1), 2010, 42-55.

Fang, H., “Adaptive Neurofuzzy Inference System in the Application of the Financial Crisis Forecast”, *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 3(3), 2012 ss. 250-254.

Fausett, L., (1994), Fundamentals of Neural Networks: Architecture, Algoritma and Applications, New Jersey: Printice Hall.

Flood, R. P., P. M. Garber, “Collapsing Exchange-Rate Regimes: Some Linear Examples”, *Journal of International Economics*, 17(1-2), 1984, 1-13.

- Flood, R. P., P. M. Garber, C. Kramer, “Collapsing Exchange Rate Regimes: Another Linear Example”, *Journal of International Economics*, 41(3), 1996, 223-234.
- Gerni, C., Ö. S. Emsen, M. K. Değer, “Erken Uyarı Sistemleri Yoluyla Türkiye’deki Ekonomik Krizlerin Analizi”, *Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 2, 2005, 39-62.
- Giovanis, E., “Study of Discrete Choice Models and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System in the Prediction of Economic Crisis Periods in USA”, *Economic Analysis & Policy*, 42(1), 2012, ss. 79-95.
- Goldstein, M., vd., (2000), Finansal Kırılganlığın Ölçümü: Yükselen Piyasalar için Erken Uyarı Sistemleri, Çeviri: Z. Dina Çakmur Yıldıztan, Derin Yayınları.
- Gujarati, D. N. ve Porter, D. C., (2012), Temel Ekonometri. Literatür Yayıncılık.
- Güloğlu, B., E. Altunoğlu, “Finansal Serbestleşme Politikaları ve Finansal Krizler: Latin Amerika, Meksika, Asya ve Türkiye Krizleri”, *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, (27), 2002.
- Güriş, S. ve Çağlayan, E., (2013), Ekonometri: Temel Kavramlar, Der Yayınları.
- Hamzaçebi C., (2011), Yapay Sinir Ağları: Tahmin Amaçlı Kullanımı Matlab ve Neurosolutions Uygulamalı, Bursa: Ekin yayıncılık.
- Haspolat, F. B., (2015), Ülke Kredi Notlarının Belirleyicileri: Türkiye’nin Kredi Notunun Ülke Karşılaştırmalı Analizi, TC Kalkınma Bakanlığı Uzmanlık Tezi.
- Huang, W., K. K. Lai, Y. Nakamori, vd., “Neural Networks in Finance and Economics Forecasting”, *International Journal of Information Technology and Decision Making*, Vol. 6, No.1, 2007, 113-140.
- IMF (1998), Financial Crises: Characteristics and Indicators of Vulnerability in Financial Crises: Causes And Indicators, World Economic and Financial Survey World Economic Outlook.
- IMF Data, <<http://data.imf.org>>, (10.01.2017).
- Işık, N., M. Alagöz, M. Yıldırım, “1990 Sonrası Türkiye’de Yaşanan Krizler: 1994, 2000 ve 2001 Krizleri”. *Ekonomik Kriz Öncesi Erken Uyarı Sistemleri: Makale Derlemesi*, 2006, 237-262.

- Işık, S., K. Duman, A. Korkmaz, “Türkiye Ekonomisinde Finansal Krizler: Bir Faktör Analizi Uygulaması”, *D.E.Ü. İ.İ.B.F. Dergisi*, Cilt:19 , Sayı:1, 2004, ss:45-69.
- Jang, J. S., “ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System”, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 23(3), 1993, 665-685.
- Kaastra, I., M. Boyd “Designing A Neural Network For Forecasting Financial and Econometric Time Series”, *Neurocomputing*, 1996, 10:215-236.
- Kablan, A., “Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System for Financial Trading Using Intraday Seasonality Observation Model”. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 58(2009), 2009, 479-488.
- Kaminsky, G., C. Reinhart, "Banking and Balance of Payments Crises: Models and Evidence." *Board of Governors of the Federal Reserve Working Paper (Washington: Board of Governor of the Federal Reserve)*, 1996.
- Kaminsky, G. L., C. M. Reinhart, “The Twin Crises: The Causes of Banking and Balance-of-Payments Problems”, *American Economic Review*, 1999, 473-500.
- Kaminsky, G., S. Lizondo, C. M. Reinhart, “Leading Indicators of Currency Crises”, *Staff Papers*, 45(1), 1998, 1-48.
- Kar, S., S. Das, P. K. Ghosh, “Applications of Neuro Fuzzy Systems: A Brief Review and Future Outline”, *Applied Soft Computing*, 15, 2014, 243-259.
- Karaçor, Z., V. Alptekin, “Finansal Krizlerin Önceden Tahmin Yoluyla Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği”, *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(2), 2006, 237-256.
- Karakayalı, H., F. Sayın, “Öncü Göstergeler Yaklaşımıyla Türkiye’de 2008 Krizinin Değerlendirilmesi”, *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, Cilt: 47 Sayı: 546, 2010.
- Karluk, R., “Türkiye Ekonomisinde 1980 Öncesi ve Sonrası Yaşanan Krizlere Yönelik İstikrar Politikaları”, *Ekonomik Kriz Öncesi Erken Uyarı Sistemleri: Makale Derlemesi*, 2006, 55-91.
- Kaya, V., Ö. Yılmaz, “Para Krizleri Öngörüsünde Sinyal Yaklaşımı: Türkiye Örneği”, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 61-2, 2006.

- Kaynar O., M. Zontul, F. Demirkoparan, “Ham Petrol Fiyatlarının ANFIS ile Tahmini”, *Anadolu Bil MYO Dergisi*, 17, 2010, 3-14.
- Kenen, P.B., “Analyzing and Managing Exchange Rate Crises”, *Open Economies Review*, Vol:7, 1996, ss.469-492.
- Kibritçioğlu, A., “Effects of Global Financial Crisis on Turkey”, *Munich Personal RePEc, MPRA Paper*, (29470), 2010.
- Kibritçioğlu, A., “Türkiye’de Ekonomik Krizler ve Hükümetler, 1969-2001”, *Yeni Türkiye Dergisi, Ekonomik Kriz Özel Sayısı*, Cilt 1, Yıl 7, Sayı 41, Eylül-Ekim, 2001, 174-182.
- Krugman, P., “A Model of Balance-of-Payments Crises. Journal of Money”, *Credit and Banking*, 11(3), 1979, 311-325.
- Krugman, P., "Analytical afterthoughts on the Asian crisis." *Economic Theory, Dynamics and Markets*. Springer US, 2001. 243-255.
- Kubat, C., (2013), MATLAB: Yapay Zeka ve Mühendislik Uygulamaları. Pusula Yayıncılık., İstanbul.
- Kurumu, Türk Dil (2016), Türkçe sözlük.
- Liliana, T.A. Napitupulu, “Artificial Neural Network Application in Gross Domestic Product Forecasting an Indonesia Case”, *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, Vol. 45, No. 2, 2012, ss. 410-415.
- Lippmann, R. P., “An Introduction to Computing With Neural Nets”, *IEEE ASSP Magazine*, April, 1987, 4-22.
- Masters, T., “Practical Neural Network Recipes in C++”, *New York: Academic Press*, 1993, 25-50.
- Mohaddes, S. A., S. M. Fahimifard, “Application of Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) in Forecasting Agricultural Products Export Revenues (Case of Iran’s Agriculture Sector)”, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(1), 2015, 1-10.
- Mutlu, A., E. Polat, "2007 Küresel Finansal Krizin Türkiye’nin Maliye Politikalarına Yansıması" *Turgut Özal Ekonomi ve Siyaset Kongresi*, 2012.

- Nabiyev, V. V., (2005), Yapay Zeka, Seçkin Yayıncılık: Ankara.
- Ok, Y., M. Atak, M. A. Akçayol, “Yalın Sinirsel Bulanık Bir Model İle İMKB 100 Endeksi Tahmini”, *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University*, 26(4), 2011.
- Özatay, F., (2009), Finansal Krizler ve Türkiye, Doğan Kitap.
- Özdemir, R., (2010), Elektrodopolama Yöntemi ile Elde Edilen ZnFe İnce Filmlerinin Elektriksel Öz direnç Özelliklerinin Sezgisel Yöntemler Yardımıyla İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Öztemel, E., (2003), Yapay Sinir Ağları, İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Paksoy, T., vd., (2013), Bulanık Küme Teorisi, Nobel Yayınları, Ankara.
- Pektaş, A. O., (2013), SPSS ile Veri Madenciliği, Dikeyksen Yayın Dağıtım, İstanbul.
- PRS Group, <<http://epub.prsgroup.com/country-database/country-data>>, (10.01.2017).
- Reinhart, C.M., K.S. Rogoff, “This Time is Different: Eight Centuries of Financial Folly” *Princeton, New Jersey: Princeton University Press*, 2009.
- Ross, T. J., (2010), Fuzzy Logic with Engineering Applications, John Wiley & Sons.
- Sevim, C., (2012), Öncü Göstergeler Yaklaşımına Göre Finansal Krizler ve Türkiye Örneği, BDDK Kitapları.
- Seyidoğlu H. ve Yıldız R., (2006), Ekonomik Kriz Öncesi Erken Uyarı Sistemleri Makale Derlemesi, Arıkan Basım Yayın Dağıtım.
- Sharda, R., R. B. Patil, “Connectionist Approach to Time Series Prediction: An Empirical Test”, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 3(5), 1992, 317-323.
- Şen, Z., (2004), Yapay Sinir Ağları İlkeleri, İstanbul: Su Vakfı.
- Şen, Z., (2009), Bulanık Mantık İlkeleri ve Modelleme, İstanbul: Su Vakfı.
- Tang, Z., P.A. Fishwick, “Feedforward Neural Nets as Models for Time Series Forecasting”, *ORSA Journal on Computing*, 5(4), 1993, 374-385.
- Tarı, R., (2008), Ekonometri (Gözden Geçirilmiş Beşinci Baskı), İzmit: Kocaeli Üniversitesi Yayın, (172).

TCMB (2001), 2001 Yıllık Rapor.

TCMB, <<http://evds.tcmb.gov.tr>>, (10.01.2017).

Tosuner, A., “Finansal Krizler ve Kırılganlık: Türkiye için Bir Erken Uyarı Sistemi Denemesi”, *İktisat İşletme ve Finans*, 20(235), 2005, 42-61.

Trading Economics, <<http://www.tradingeconomics.com>>, (10.01.2017).

Tunay K. B., “Bankacılık Krizleri ve Erken Uyarı Sistemleri: Türk Bankacılık Sektörü için Bir Model Önerisi”, *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar*, Cilt:4, Sayı:1, 2010.

TÜİK, <<http://www.tuik.gov.tr>>, (10.01.2017).

Türel O., “Türkiye’de 1994, 2001 ve 2008-9 Ekonomik Krizlerinin Karşılaştırmalı Analizi”, *Ekonomik Yaklaşım*, Cilt: 21, Sayı: 75, 2010, ss. 27-75.

Türkşen, İ. B., (2015), Dereceli (Bulanık) Sistem Modelleri, Abaküs Kitap Yayın Dağıtım, İstanbul.

Ucer, M., C. V. Rijckeghem, R. Yolalan, “Leading indicators of currency crises: a brief literature survey and an application to Turkey”. *Yapi Kredi Economic Review*, 9(2), 1998, ss. 3-23.

Ural, M., “Finansal Krizler ve Türkiye”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(1), 2003.

Wong, F. S., “Time Series Forecasting Using Backpropagation Neural Networks”, *Neurocomputing*, 1991, 2:147-159.

Wooldridge, J. M., (2013), Ekonometriye Giriş Modern Yaklaşım, Çeviri Editörü: Ebru Çağlayan, Nobel Yayıncılık.

Yakut, E., B. Elmas, S. Yavuz, “Yapay Sinir Ağları ve Destek Vektör Makineleri Yöntemleriyle Borsa Endeksi Tahmini”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C.19, S.1, 2014, ss.139-157.

Yaman, Ö., (2010), Finansal Krizler ve Erken Uyarı Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, 14.

Yücel, F., H. Kalyoncu, “Finansal Krizlerin Öncü Göstergeleri ve Ülke Ekonomilerini Etkileme Kanalları: Türkiye Örneği”, *Maliye Dergisi*, 159, 2010, 53-69.

Yüksel, S., (2016), Bankacılık Krizlerinin Erken Uyarı Sinyalleri: Türkiye Üzerine Bir Uygulama, Akademisyen Kitabevi.

Yükseler, Z., “Türkiye’de Kriz Dönemlerinde Ekonomik Gelişmeler ve Ödemeler Dengesi Uyumu”, Ankara, *Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Yayını*, 2009.

Zadeh L.A., “Fuzzy Sets”, *Information Control*, vol. 8, 1965, ss.338-353.

Zanganeh, T., M. Rabiee, M. Zarei, “Applying Adaptive Neuro-Fuzzy Model for Bankruptcy Prediction”, *International Journal of Computer Applications*, 20(3), 2011, ss. 15-21.

Zhang, G., B. E. Patuwo ve M. Y. Hu, “Forecasting with Artificial Neural Networks: The State of the Art”, *International Journal of Forecasting*, 14, 1998, ss.35-6.

Zivot, E., D. Andrews, “Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock and the Unit-Root Hypothesis”, *Journal of Business Economic Statistics*, 10(3), 1992, 251-270.

EK-1: BİRİM KÖK TESTİ SONUÇLARI

Null Hypothesis: EMP has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-9.797214	0.0000
Test critical values:	1% level		-3.989689	
	5% level		-3.425237	
	10% level		-3.135737	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(EMP) Method: Least Squares Date: 01/26/17 Time: 15:40 Sample (adjusted): 1992M06 2016M10 Included observations: 293 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EMP(-1)	-0.581441	0.059348	-9.797214	0.0000
D(EMP(-1))	0.123940	0.058354	2.123933	0.0345
C	0.028699	0.014776	1.942254	0.0531
@TREND("1992M04")	-0.000113	8.58E-05	-1.323015	0.1869
R-squared	0.270177	Mean dependent var		0.000000
Adjusted R-squared	0.262601	S.D. dependent var		0.143346
S.E. of regression	0.123094	Akaike info criterion		-1.338186
Sum squared resid	4.378936	Schwarz criterion		-1.287945
Log likelihood	200.0442	Hannan-Quinn criter.		-1.318064
F-statistic	35.66219	Durbin-Watson stat		2.016379
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: BOGE_SA has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 11 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-3.666731	0.0262
Test critical values:	1% level		-3.990817	
	5% level		-3.425784	
	10% level		-3.136061	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(BOGE_SA) Method: Least Squares				

Date: 01/26/17 Time: 14:20
Sample (adjusted): 1993M04 2016M10
Included observations: 283 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BOGE_SA(-1)	-0.004989	0.001360	-3.666731	0.0003
D(BOGE_SA(-1))	2.529915	0.060013	42.15608	0.0000
D(BOGE_SA(-2))	-2.383727	0.163557	-14.57428	0.0000
D(BOGE_SA(-3))	0.857677	0.216115	3.968615	0.0001
D(BOGE_SA(-4))	0.043920	0.221438	0.198338	0.8429
D(BOGE_SA(-5))	-0.274844	0.221306	-1.241921	0.2153
D(BOGE_SA(-6))	0.497017	0.219962	2.259559	0.0246
D(BOGE_SA(-7))	-0.244987	0.221171	-1.107679	0.2690
D(BOGE_SA(-8))	-0.337956	0.221034	-1.528978	0.1274
D(BOGE_SA(-9))	0.532169	0.215108	2.473968	0.0140
D(BOGE_SA(-10))	-0.386459	0.162356	-2.380321	0.0180
D(BOGE_SA(-11))	0.142172	0.059890	2.373901	0.0183
C	0.020499	0.008579	2.389292	0.0176
@TREND("1992M04")	2.29E-06	3.75E-05	0.061017	0.9514
R-squared	0.996102	Mean dependent var		-0.006222
Adjusted R-squared	0.995913	S.D. dependent var		0.805371
S.E. of regression	0.051486	Akaike info criterion		-3.046790
Sum squared resid	0.713081	Schwarz criterion		-2.866450
Log likelihood	445.1208	Hannan-Quinn criter.		-2.974480
F-statistic	5287.071	Durbin-Watson stat		1.996702
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: XUV_SA has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 3 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)

		t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.379745	0.3894	
Test critical values:	1% level	-3.989908		
	5% level	-3.425343		
	10% level	-3.135800		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(XUV_SA)				
Method: Least Squares				
Date: 01/26/17 Time: 14:23				
Sample (adjusted): 1992M08 2016M10				
Included observations: 291 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
XUV_SA(-1)	-0.020929	0.008795	-2.379745	0.0180
D(XUV_SA(-1))	0.349157	0.058147	6.004717	0.0000
D(XUV_SA(-2))	0.023099	0.061662	0.374610	0.7082
D(XUV_SA(-3))	0.109877	0.058650	1.873429	0.0620

C	1.332192	0.589425	2.260155	0.0246
@TREND("1992M04")	0.003250	0.001753	1.854520	0.0647
R-squared	0.160737	Mean dependent var		0.047465
Adjusted R-squared	0.146013	S.D. dependent var		1.765138
S.E. of regression	1.631189	Akaike info criterion		3.836898
Sum squared resid	758.3215	Schwarz criterion		3.912637
Log likelihood	-552.2687	Hannan-Quinn criter.		3.867240
F-statistic	10.91675	Durbin-Watson stat		1.998245
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: MUV_SA has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 3 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-2.361836	0.3989
Test critical values:	1% level		-3.989908	
	5% level		-3.425343	
	10% level		-3.135800	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(MUV_SA) Method: Least Squares Date: 01/26/17 Time: 14:28 Sample (adjusted): 1992M08 2016M10 Included observations: 291 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MUV_SA(-1)	-0.021415	0.009067	-2.361836	0.0189
D(MUV_SA(-1))	0.231100	0.057479	4.020612	0.0001
D(MUV_SA(-2))	0.101699	0.058954	1.725051	0.0856
D(MUV_SA(-3))	0.218899	0.058111	3.766912	0.0002
C	1.095536	0.479959	2.282561	0.0232
@TREND("1992M04")	0.004250	0.002302	1.846436	0.0659
R-squared	0.154847	Mean dependent var		0.070861
Adjusted R-squared	0.140020	S.D. dependent var		1.903574
S.E. of regression	1.765282	Akaike info criterion		3.994901
Sum squared resid	888.1226	Schwarz criterion		4.070639
Log likelihood	-575.2580	Hannan-Quinn criter.		4.025242
F-statistic	10.44343	Durbin-Watson stat		1.973982
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: XM_SA has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 12 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
---	--	--	--	--

			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-3.921225	0.0124
Test critical values:	1% level		-3.990935	
	5% level		-3.425841	
	10% level		-3.136094	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(XM_SA)				
Method: Least Squares				
Date: 01/26/17 Time: 14:31				
Sample (adjusted): 1993M05 2016M10				
Included observations: 282 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
XM_SA(-1)	-0.133468	0.034037	-3.921225	0.0001
D(XM_SA(-1))	-0.010235	0.059466	-0.172122	0.8635
D(XM_SA(-2))	-0.060240	0.059048	-1.020175	0.3086
D(XM_SA(-3))	0.249214	0.057977	4.298508	0.0000
D(XM_SA(-4))	0.104213	0.059285	1.757838	0.0799
D(XM_SA(-5))	0.159451	0.059665	2.672439	0.0080
D(XM_SA(-6))	0.087553	0.060340	1.450997	0.1480
D(XM_SA(-7))	0.093713	0.060508	1.548785	0.1226
D(XM_SA(-8))	0.098841	0.060760	1.626738	0.1050
D(XM_SA(-9))	0.033374	0.060940	0.547648	0.5844
D(XM_SA(-10))	-0.054736	0.060631	-0.902778	0.3675
D(XM_SA(-11))	0.017459	0.059674	0.292569	0.7701
D(XM_SA(-12))	-0.180700	0.059143	-3.055331	0.0025
C	0.083158	0.021173	3.927481	0.0001
@TREND("1992M04")	1.79E-05	2.18E-05	0.820933	0.4124
R-squared	0.198898	Mean dependent var		0.000828
Adjusted R-squared	0.156892	S.D. dependent var		0.031366
S.E. of regression	0.028801	Akaike info criterion		-4.205121
Sum squared resid	0.221469	Schwarz criterion		-4.011403
Log likelihood	607.9221	Hannan-Quinn criter.		-4.127438
F-statistic	4.735051	Durbin-Watson stat		2.030120
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: BIST100 has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 4 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-8.706561	0.0000
Test critical values:	1% level		-3.990019	
	5% level		-3.425397	
	10% level		-3.135832	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				

Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(BIST100) Method: Least Squares Date: 01/26/17 Time: 14:32 Sample (adjusted): 1992M09 2016M10 Included observations: 290 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BIST100(-1)	-0.948396	0.108929	-8.706561	0.0000
D(BIST100(-1))	0.206400	0.098296	2.099777	0.0366
D(BIST100(-2))	0.084428	0.088385	0.955223	0.3403
D(BIST100(-3))	0.197316	0.071997	2.740607	0.0065
D(BIST100(-4))	0.149869	0.058309	2.570240	0.0107
C	7.355073	1.519575	4.840217	0.0000
@TREND("1992M04")	-0.028584	0.008075	-3.540006	0.0005
R-squared	0.420460	Mean dependent var		0.017953
Adjusted R-squared	0.408173	S.D. dependent var		13.73015
S.E. of regression	10.56264	Akaike info criterion		7.576366
Sum squared resid	31574.15	Schwarz criterion		7.664949
Log likelihood	-1091.573	Hannan-Quinn criter.		7.611857
F-statistic	34.21976	Durbin-Watson stat		2.003894
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: REDK has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 11 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-7.149584	0.0000
Test critical values:	1% level		-3.990817	
	5% level		-3.425784	
	10% level		-3.136061	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(REDK) Method: Least Squares Date: 01/26/17 Time: 14:34 Sample (adjusted): 1993M04 2016M10 Included observations: 283 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
REDK(-1)	-1.360974	0.190357	-7.149584	0.0000
D(REDK(-1))	0.762520	0.178353	4.275349	0.0000
D(REDK(-2))	0.536974	0.167549	3.204886	0.0015
D(REDK(-3))	0.514933	0.157400	3.271489	0.0012
D(REDK(-4))	0.494091	0.145284	3.400870	0.0008
D(REDK(-5))	0.316549	0.133765	2.366459	0.0187
D(REDK(-6))	0.398320	0.122492	3.251798	0.0013
D(REDK(-7))	0.293564	0.107601	2.728255	0.0068

D(REDK(-8))	0.230639	0.095961	2.403467	0.0169
D(REDK(-9))	0.260792	0.082717	3.152834	0.0018
D(REDK(-10))	0.098942	0.068480	1.444834	0.1497
D(REDK(-11))	0.204490	0.059557	3.433517	0.0007
C	0.367075	0.421831	0.870193	0.3850
@TREND("1992M04")	-0.001484	0.002416	-0.614249	0.5396
R-squared	0.405036	Mean dependent var	-0.017995	
Adjusted R-squared	0.376283	S.D. dependent var	4.176033	
S.E. of regression	3.298054	Akaike info criterion	5.272747	
Sum squared resid	2925.957	Schwarz criterion	5.453087	
Log likelihood	-732.0937	Hannan-Quinn criter.	5.345057	
F-statistic	14.08677	Durbin-Watson stat	2.017434	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: KAMUGG_SA has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 6 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-3.412903	0.0516
Test critical values:	1% level		-3.990243	
	5% level		-3.425506	
	10% level		-3.135896	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(KAMUGG_SA)				
Method: Least Squares				
Date: 01/26/17 Time: 14:39				
Sample (adjusted): 1992M11 2016M10				
Included observations: 288 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
KAMUGG_SA(-1)	-0.209060	0.061256	-3.412903	0.0007
D(KAMUGG_SA(-1))	-0.551079	0.077108	-7.146825	0.0000
D(KAMUGG_SA(-2))	-0.276849	0.082997	-3.335636	0.0010
D(KAMUGG_SA(-3))	-0.227744	0.082778	-2.751281	0.0063
D(KAMUGG_SA(-4))	-0.088293	0.079842	-1.105843	0.2697
D(KAMUGG_SA(-5))	-0.001687	0.074964	-0.022499	0.9821
D(KAMUGG_SA(-6))	0.105471	0.059922	1.760136	0.0795
C	0.144009	0.043974	3.274820	0.0012
@TREND("1992M04")	0.000210	9.00E-05	2.330597	0.0205
R-squared	0.399386	Mean dependent var		0.000704
Adjusted R-squared	0.382164	S.D. dependent var		0.124303
S.E. of regression	0.097706	Akaike info criterion		-1.782966
Sum squared resid	2.663438	Schwarz criterion		-1.668498
Log likelihood	265.7470	Hannan-Quinn criter.		-1.737094
F-statistic	23.19054	Durbin-Watson stat		1.986863
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: SPKREDI has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 3 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-3.206465	0.0852
Test critical values:	1% level		-3.989908	
	5% level		-3.425343	
	10% level		-3.135800	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(SPKREDI) Method: Least Squares Date: 01/26/17 Time: 14:42 Sample (adjusted): 1992M08 2016M10 Included observations: 291 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SPKREDI(-1)	-0.027014	0.008425	-3.206465	0.0015
D(SPKREDI(-1))	0.158220	0.057923	2.731563	0.0067
D(SPKREDI(-2))	0.091665	0.058433	1.568731	0.1178
D(SPKREDI(-3))	0.107704	0.057906	1.859995	0.0639
C	0.195478	0.079721	2.452039	0.0148
@TREND("1992M04")	0.000441	0.000184	2.393338	0.0173
R-squared	0.106421	Mean dependent var		-0.010309
Adjusted R-squared	0.090744	S.D. dependent var		0.255755
S.E. of regression	0.243875	Akaike info criterion		0.036081
Sum squared resid	16.95037	Schwarz criterion		0.111819
Log likelihood	0.750258	Hannan-Quinn criter.		0.066422
F-statistic	6.788400	Durbin-Watson stat		1.986513
Prob(F-statistic)	0.000005			

Null Hypothesis: M1_SA has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-13.90380	0.0000
Test critical values:	1% level		-3.989580	
	5% level		-3.425184	
	10% level		-3.135706	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(M1_SA)				

Method: Least Squares				
Date: 01/26/17 Time: 14:44				
Sample (adjusted): 1992M05 2016M10				
Included observations: 294 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
M1_SA(-1)	-0.798416	0.057424	-13.90380	0.0000
C	0.945090	0.662583	1.426371	0.1548
@TREND("1992M04")	0.000536	0.003875	0.138387	0.8900
R-squared	0.399156	Mean dependent var		-0.001658
Adjusted R-squared	0.395026	S.D. dependent var		7.248484
S.E. of regression	5.637876	Akaike info criterion		6.307043
Sum squared resid	9249.622	Schwarz criterion		6.344631
Log likelihood	-924.1354	Hannan-Quinn criter.		6.322096
F-statistic	96.65921	Durbin-Watson stat		2.013074
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: M2_SA has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-13.81072	0.0000
Test critical values:	1% level		-3.989580	
	5% level		-3.425184	
	10% level		-3.135706	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(M2_SA)				
Method: Least Squares				
Date: 01/26/17 Time: 14:45				
Sample (adjusted): 1992M05 2016M10				
Included observations: 294 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
M2_SA(-1)	-0.791662	0.057322	-13.81072	0.0000
C	1.057391	0.682580	1.549108	0.1224
@TREND("1992M04")	-0.000584	0.003988	-0.146495	0.8836
R-squared	0.395945	Mean dependent var		0.002303
Adjusted R-squared	0.391793	S.D. dependent var		7.442150
S.E. of regression	5.803954	Akaike info criterion		6.365108
Sum squared resid	9802.591	Schwarz criterion		6.402695
Log likelihood	-932.6708	Hannan-Quinn criter.		6.380160
F-statistic	95.37213	Durbin-Watson stat		1.981686
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: M2R_SA has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 6 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-3.083537	0.1122
Test critical values:	1% level		-3.990243	
	5% level		-3.425506	
	10% level		-3.135896	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(M2R_SA) Method: Least Squares Date: 01/26/17 Time: 14:45 Sample (adjusted): 1992M11 2016M10 Included observations: 288 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
M2R_SA(-1)	-0.034068	0.011048	-3.083537	0.0023
D(M2R_SA(-1))	-0.053200	0.058832	-0.904267	0.3666
D(M2R_SA(-2))	-0.130748	0.058575	-2.232156	0.0264
D(M2R_SA(-3))	0.056263	0.058662	0.959094	0.3383
D(M2R_SA(-4))	0.040953	0.058007	0.705989	0.4808
D(M2R_SA(-5))	0.112457	0.055414	2.029383	0.0434
D(M2R_SA(-6))	-0.069953	0.055665	-1.256682	0.2099
C	17.97889	22.40414	0.802481	0.4230
@TREND("1992M04")	0.544483	0.163866	3.322736	0.0010
R-squared	0.088197	Mean dependent var		1.809172
Adjusted R-squared	0.062052	S.D. dependent var		149.4681
S.E. of regression	144.7564	Akaike info criterion		12.81873
Sum squared resid	5846285.	Schwarz criterion		12.93320
Log likelihood	-1836.898	Hannan-Quinn criter.		12.86461
F-statistic	3.373398	Durbin-Watson stat		1.994682
Prob(F-statistic)	0.001036			

Null Hypothesis: MFAIZ_SA has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 5 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		
Test critical values:	1% level	-3.990131
	5% level	-3.425451
	10% level	-3.135864
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(MFAIZ_SA) Method: Least Squares		

Date: 01/26/17 Time: 14:47				
Sample (adjusted): 1992M10 2016M10				
Included observations: 289 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MFAIZ_SA(-1)	-0.109200	0.032430	-3.367296	0.0009
D(MFAIZ_SA(-1))	0.018461	0.060928	0.302998	0.7621
D(MFAIZ_SA(-2))	-0.070839	0.059670	-1.187172	0.2362
D(MFAIZ_SA(-3))	0.108609	0.059844	1.814862	0.0706
D(MFAIZ_SA(-4))	-0.099485	0.059236	-1.679473	0.0942
D(MFAIZ_SA(-5))	-0.106229	0.059301	-1.791354	0.0743
C	9.271782	2.940830	3.152778	0.0018
@TREND("1992M04")	-0.032591	0.010747	-3.032695	0.0027
R-squared	0.102637	Mean dependent var	-0.184747	
Adjusted R-squared	0.080283	S.D. dependent var	7.094667	
S.E. of regression	6.803920	Akaike info criterion	6.700166	
Sum squared resid	13008.43	Schwarz criterion	6.801659	
Log likelihood	-960.1740	Hannan-Quinn criter.	6.740834	
F-statistic	4.591379	Durbin-Watson stat	2.011251	
Prob(F-statistic)	0.000071			

Null Hypothesis: NETHN_SA has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-15.74240	0.0000
Test critical values:	1% level		-3.989580	
	5% level		-3.425184	
	10% level		-3.135706	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(NETHN_SA)				
Method: Least Squares				
Date: 01/26/17 Time: 14:48				
Sample (adjusted): 1992M05 2016M10				
Included observations: 294 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
NETHN_SA(-1)	-0.925667	0.058801	-15.74240	0.0000
C	-96.04422	126.9358	-0.756636	0.4499
@TREND("1992M04")	1.348043	0.749290	1.799094	0.0730
R-squared	0.459958	Mean dependent var	9.560817	
Adjusted R-squared	0.456246	S.D. dependent var	1470.583	
S.E. of regression	1084.403	Akaike info criterion	16.82560	
Sum squared resid	3.42E+08	Schwarz criterion	16.86319	
Log likelihood	-2470.363	Hannan-Quinn criter.	16.84065	
F-statistic	123.9235	Durbin-Watson stat	1.996245	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: PETROL has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-14.06778	0.0000
Test critical values:	1% level		-3.989580	
	5% level		-3.425184	
	10% level		-3.135706	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(PETROL) Method: Least Squares Date: 01/26/17 Time: 14:49 Sample (adjusted): 1992M05 2016M10 Included observations: 294 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PETROL(-1)	-0.809546	0.057546	-14.06778	0.0000
C	0.845858	0.987549	0.856523	0.3924
@TREND("1992M04")	-0.001885	0.005792	-0.325406	0.7451
R-squared	0.404815	Mean dependent var		-0.003342
Adjusted R-squared	0.400725	S.D. dependent var		10.88201
S.E. of regression	8.424075	Akaike info criterion		7.110216
Sum squared resid	20650.83	Schwarz criterion		7.147804
Log likelihood	-1042.202	Hannan-Quinn criter.		7.125269
F-statistic	98.96198	Durbin-Watson stat		1.998430
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: POLITIK has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-2.360262	0.3997
Test critical values:	1% level		-3.989580	
	5% level		-3.425184	
	10% level		-3.135706	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(POLITIK) Method: Least Squares Date: 01/26/17 Time: 15:09 Sample (adjusted): 1992M05 2016M10 Included observations: 294 after adjustments				

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POLITIK(-1)	-0.035027	0.014840	-2.360262	0.0189
C	2.039942	0.916514	2.225762	0.0268
@TREND("1992M04")	-0.000253	0.000969	-0.261242	0.7941
R-squared	0.019041	Mean dependent var		-0.051020
Adjusted R-squared	0.012299	S.D. dependent var		1.381539
S.E. of regression	1.373017	Akaike info criterion		3.482050
Sum squared resid	548.5862	Schwarz criterion		3.519637
Log likelihood	-508.8613	Hannan-Quinn criter.		3.497103
F-statistic	2.824275	Durbin-Watson stat		2.069921
Prob(F-statistic)	0.060980			

Null Hypothesis: PORTSUE has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 7 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-5.017406	0.0002
Test critical values:	1% level		-3.990356	
	5% level		-3.425561	
	10% level		-3.135929	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(PORTSUE) Method: Least Squares Date: 01/26/17 Time: 15:11 Sample (adjusted): 1992M12 2016M10 Included observations: 287 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PORTSUE(-1)	-0.749519	0.149384	-5.017406	0.0000
D(PORTSUE(-1))	-0.247773	0.139839	-1.771839	0.0775
D(PORTSUE(-2))	-0.135350	0.131172	-1.031847	0.3030
D(PORTSUE(-3))	-0.014313	0.121034	-0.118256	0.9060
D(PORTSUE(-4))	-0.069869	0.110297	-0.633463	0.5270
D(PORTSUE(-5))	-0.105785	0.100136	-1.056418	0.2917
D(PORTSUE(-6))	-0.094289	0.084845	-1.111314	0.2674
D(PORTSUE(-7))	-0.160840	0.059900	-2.685152	0.0077
C	1.151242	0.590510	1.949571	0.0522
@TREND("1992M04")	-0.001973	0.003175	-0.621497	0.5348
R-squared	0.535115	Mean dependent var		-0.022338
Adjusted R-squared	0.520010	S.D. dependent var		6.393794
S.E. of regression	4.429703	Akaike info criterion		5.848764
Sum squared resid	5435.368	Schwarz criterion		5.976272
Log likelihood	-829.2976	Hannan-Quinn criter.		5.899867
F-statistic	35.42735	Durbin-Watson stat		1.989203
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: PORTDYY_SA has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 11 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-3.270942	0.0733
Test critical values:	1% level		-3.990817	
	5% level		-3.425784	
	10% level		-3.136061	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(PORTDYY_SA) Method: Least Squares Date: 01/26/17 Time: 15:12 Sample (adjusted): 1993M04 2016M10 Included observations: 283 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PORTDYY_SA(-1)	-0.680136	0.207933	-3.270942	0.0012
D(PORTDYY_SA(-1))	-0.361250	0.200663	-1.800286	0.0729
D(PORTDYY_SA(-2))	-0.464208	0.191996	-2.417792	0.0163
D(PORTDYY_SA(-3))	-0.459916	0.182532	-2.519645	0.0123
D(PORTDYY_SA(-4))	-0.311631	0.170405	-1.828766	0.0685
D(PORTDYY_SA(-5))	-0.311563	0.155767	-2.000181	0.0465
D(PORTDYY_SA(-6))	-0.302078	0.145184	-2.080654	0.0384
D(PORTDYY_SA(-7))	-0.501170	0.133451	-3.755452	0.0002
D(PORTDYY_SA(-8))	-0.490745	0.122989	-3.990168	0.0001
D(PORTDYY_SA(-9))	-0.401706	0.106027	-3.788692	0.0002
D(PORTDYY_SA(-10))	-0.341112	0.083749	-4.073047	0.0001
D(PORTDYY_SA(-11))	-0.263001	0.058672	-4.482552	0.0000
C	412.4180	230.9656	1.785625	0.0753
@TREND("1992M04")	-2.052226	1.272674	-1.612530	0.1080
R-squared	0.591483	Mean dependent var		-5.659028
Adjusted R-squared	0.571741	S.D. dependent var		2342.173
S.E. of regression	1532.754	Akaike info criterion		17.55572
Sum squared resid	6.32E+08	Schwarz criterion		17.73606
Log likelihood	-2470.135	Hannan-Quinn criter.		17.62803
F-statistic	29.95997	Durbin-Watson stat		1.999665
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: SUE_SA has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-2.627937	0.2682
Test critical values:	1% level		-3.989689	
	5% level		-3.425237	

10% level		-3.135737		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(SUE_SA)				
Method: Least Squares				
Date: 01/26/17 Time: 15:13				
Sample (adjusted): 1992M06 2016M10				
Included observations: 293 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SUE_SA(-1)	-0.067874	0.025828	-2.627937	0.0090
D(SUE_SA(-1))	-0.543696	0.049670	-10.94621	0.0000
C	2.860093	1.047026	2.731636	0.0067
@TREND("1992M04")	0.020903	0.007807	2.677589	0.0078
R-squared	0.344224	Mean dependent var		0.270463
Adjusted R-squared	0.337417	S.D. dependent var		3.540781
S.E. of regression	2.882168	Akaike info criterion		4.968520
Sum squared resid	2400.692	Schwarz criterion		5.018762
Log likelihood	-723.8882	Hannan-Quinn criter.		4.988643
F-statistic	50.56647	Durbin-Watson stat		2.045922
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: TUFE has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 12 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-1.639408	0.7750
Test critical values:	1% level		-3.990935	
	5% level		-3.425841	
	10% level		-3.136094	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(TUFE)				
Method: Least Squares				
Date: 01/26/17 Time: 15:14				
Sample (adjusted): 1993M05 2016M10				
Included observations: 282 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TUFE(-1)	-0.020617	0.012576	-1.639408	0.1023
D(TUFE(-1))	0.334129	0.054880	6.088342	0.0000
D(TUFE(-2))	-0.004186	0.058562	-0.071487	0.9431
D(TUFE(-3))	-0.053034	0.058361	-0.908732	0.3643
D(TUFE(-4))	-0.025566	0.057741	-0.442768	0.6583
D(TUFE(-5))	0.094560	0.057571	1.642481	0.1017
D(TUFE(-6))	0.036626	0.057862	0.632984	0.5273

D(TUFE(-7))	0.014153	0.057888	0.244496	0.8070
D(TUFE(-8))	-0.061640	0.057709	-1.068112	0.2864
D(TUFE(-9))	0.149829	0.057755	2.594210	0.0100
D(TUFE(-10))	-0.059103	0.058233	-1.014954	0.3110
D(TUFE(-11))	0.020288	0.058295	0.348016	0.7281
D(TUFE(-12))	-0.420865	0.054984	-7.654288	0.0000
C	1.762940	1.251280	1.408909	0.1600
@TREND("1992M04")	-0.007876	0.005171	-1.523160	0.1289
R-squared	0.384839	Mean dependent var	-0.183724	
Adjusted R-squared	0.352584	S.D. dependent var	3.759371	
S.E. of regression	3.024871	Akaike info criterion	5.103339	
Sum squared resid	2443.009	Schwarz criterion	5.297057	
Log likelihood	-704.5708	Hannan-Quinn criter.	5.181022	
F-statistic	11.93093	Durbin-Watson stat	1.857741	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: FARKFAIZ has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 7 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-3.241951	0.0784
Test critical values:	1% level		-3.990356	
	5% level		-3.425561	
	10% level		-3.135929	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(FARKFAIZ)				
Method: Least Squares				
Date: 01/26/17 Time: 15:15				
Sample (adjusted): 1992M12 2016M10				
Included observations: 287 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
FARKFAIZ(-1)	-0.163884	0.050551	-3.241951	0.0013
D(FARKFAIZ(-1))	-0.241625	0.068727	-3.515732	0.0005
D(FARKFAIZ(-2))	-0.191771	0.068988	-2.779778	0.0058
D(FARKFAIZ(-3))	0.114771	0.064768	1.772041	0.0775
D(FARKFAIZ(-4))	0.122953	0.065078	1.889326	0.0599
D(FARKFAIZ(-5))	-0.275474	0.065433	-4.210035	0.0000
D(FARKFAIZ(-6))	-0.067336	0.064070	-1.050969	0.2942
D(FARKFAIZ(-7))	-0.153587	0.059476	-2.582319	0.0103
C	-0.149606	0.085696	-1.745770	0.0820
@TREND("1992M04")	0.001675	0.000655	2.557869	0.0111
R-squared	0.334449	Mean dependent var	0.004759	
Adjusted R-squared	0.312824	S.D. dependent var	0.694717	
S.E. of regression	0.575893	Akaike info criterion	1.768433	
Sum squared resid	91.86791	Schwarz criterion	1.895941	
Log likelihood	-243.7701	Hannan-Quinn criter.	1.819536	
F-statistic	15.46625	Durbin-Watson stat	1.983433	

Prob(F-statistic)	0.000000
-------------------	----------

Null Hypothesis: REZ has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 9 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-6.378514	0.0000
Test critical values:	1% level		-3.990585	
	5% level		-3.425671	
	10% level		-3.135994	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(REZ) Method: Least Squares Date: 01/26/17 Time: 15:16 Sample (adjusted): 1993M02 2016M10 Included observations: 285 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
REZ(-1)	-0.921358	0.144447	-6.378514	0.0000
D(REZ(-1))	0.155370	0.138188	1.124339	0.2619
D(REZ(-2))	0.125490	0.131866	0.951652	0.3421
D(REZ(-3))	0.237423	0.125139	1.897279	0.0588
D(REZ(-4))	0.172095	0.115105	1.495107	0.1360
D(REZ(-5))	0.104493	0.103907	1.005636	0.3155
D(REZ(-6))	0.057825	0.093359	0.619382	0.5362
D(REZ(-7))	0.197473	0.083976	2.351534	0.0194
D(REZ(-8))	0.193422	0.071005	2.724051	0.0069
D(REZ(-9))	0.221945	0.057250	3.876797	0.0001
C	2.068812	0.794128	2.605138	0.0097
@TREND("1992M04")	-0.006596	0.004266	-1.546042	0.1233
R-squared	0.433412	Mean dependent var		-0.011455
Adjusted R-squared	0.410582	S.D. dependent var		7.392582
S.E. of regression	5.675548	Akaike info criterion		6.351405
Sum squared resid	8793.835	Schwarz criterion		6.505194
Log likelihood	-893.0751	Hannan-Quinn criter.		6.413055
F-statistic	18.98466	Durbin-Watson stat		1.991263
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: RFAIZ has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 12 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.295325	0.4347
Test critical values:	1% level	-3.990935
	5% level	-3.425841

10% level		-3.136094		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(RFAIZ)				
Method: Least Squares				
Date: 01/26/17 Time: 15:17				
Sample (adjusted): 1993M05 2016M10				
Included observations: 282 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RFAIZ(-1)	-0.088231	0.038440	-2.295325	0.0225
D(RFAIZ(-1))	0.008604	0.064820	0.132732	0.8945
D(RFAIZ(-2))	-0.049041	0.064301	-0.762687	0.4463
D(RFAIZ(-3))	0.142180	0.063388	2.243014	0.0257
D(RFAIZ(-4))	-0.177297	0.063563	-2.789312	0.0057
D(RFAIZ(-5))	0.021430	0.063602	0.336941	0.7364
D(RFAIZ(-6))	-0.006404	0.063344	-0.101101	0.9195
D(RFAIZ(-7))	-0.005085	0.063237	-0.080416	0.9360
D(RFAIZ(-8))	-0.085708	0.063332	-1.353320	0.1771
D(RFAIZ(-9))	-0.018147	0.061367	-0.295711	0.7677
D(RFAIZ(-10))	-0.079020	0.061263	-1.289836	0.1982
D(RFAIZ(-11))	-0.064004	0.060840	-1.052007	0.2937
D(RFAIZ(-12))	-0.223837	0.060710	-3.687010	0.0003
C	-0.005662	0.026749	-0.211662	0.8325
@TREND("1992M04")	0.000411	0.000248	1.653607	0.0994
R-squared	0.160265	Mean dependent var		0.002740
Adjusted R-squared	0.116234	S.D. dependent var		0.212383
S.E. of regression	0.199659	Akaike info criterion		-0.332687
Sum squared resid	10.64361	Schwarz criterion		-0.138969
Log likelihood	61.90893	Hannan-Quinn criter.		-0.255004
F-statistic	3.639820	Durbin-Watson stat		2.037591
Prob(F-statistic)	0.000015			

Null Hypothesis: D(XUV_SA) has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 6 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.764327	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.990356
	5% level	-3.425561
	10% level	-3.135929
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(XUV_SA,2) Method: Least Squares Date: 01/26/17 Time: 15:18 Sample (adjusted): 1992M12 2016M10		

Included observations: 287 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(XUV_SA(-1))	-0.673403	0.099552	-6.764327	0.0000
D(XUV_SA(-1),2)	0.003625	0.095504	0.037961	0.9697
D(XUV_SA(-2),2)	0.018668	0.091123	0.204870	0.8378
D(XUV_SA(-3),2)	0.130630	0.085554	1.526876	0.1279
D(XUV_SA(-4),2)	0.151899	0.079379	1.913604	0.0567
D(XUV_SA(-5),2)	0.206903	0.070078	2.952472	0.0034
D(XUV_SA(-6),2)	0.101386	0.059079	1.716123	0.0873
C	0.092404	0.200532	0.460793	0.6453
@TREND("1992M04")	-0.000316	0.001163	-0.271777	0.7860
R-squared	0.346786	Mean dependent var		0.003738
Adjusted R-squared	0.327988	S.D. dependent var		1.991504
S.E. of regression	1.632562	Akaike info criterion		3.849034
Sum squared resid	740.9416	Schwarz criterion		3.963792
Log likelihood	-543.3364	Hannan-Quinn criter.		3.895027
F-statistic	18.44849	Durbin-Watson stat		2.016262
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: D(MUV_SA) has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 4 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-6.514646	0.0000
Test critical values:	1% level		-3.990131	
	5% level		-3.425451	
	10% level		-3.135864	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(MUV_SA,2) Method: Least Squares Date: 01/26/17 Time: 15:19 Sample (adjusted): 1992M10 2016M10 Included observations: 289 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(MUV_SA(-1))	-0.564946	0.086719	-6.514646	0.0000
D(MUV_SA(-1),2)	-0.208104	0.086490	-2.406103	0.0168
D(MUV_SA(-2),2)	-0.086177	0.083075	-1.037336	0.3005
D(MUV_SA(-3),2)	0.132930	0.073743	1.802617	0.0725
D(MUV_SA(-4),2)	0.122846	0.058611	2.095959	0.0370
C	0.165113	0.215090	0.767644	0.4433
@TREND("1992M04")	-0.000765	0.001250	-0.611669	0.5412
R-squared	0.402283	Mean dependent var		0.006480
Adjusted R-squared	0.389565	S.D. dependent var		2.261316
S.E. of regression	1.766774	Akaike info criterion		4.000111
Sum squared resid	880.2600	Schwarz criterion		4.088917

Log likelihood	-571.0160	Hannan-Quinn criter.	4.035695
F-statistic	31.63247	Durbin-Watson stat	2.004104
Prob(F-statistic)	0.000000		

Null Hypothesis: D(M2R_SA) has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 5 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-6.730070	0.0000
Test critical values:	1% level		-3.990243	
	5% level		-3.425506	
	10% level		-3.135896	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(M2R_SA,2) Method: Least Squares Date: 01/26/17 Time: 15:21 Sample (adjusted): 1992M11 2016M10 Included observations: 288 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(M2R_SA(-1))	-0.995801	0.147963	-6.730070	0.0000
D(M2R_SA(-1),2)	-0.060212	0.136113	-0.442366	0.6586
D(M2R_SA(-2),2)	-0.191498	0.119283	-1.605409	0.1095
D(M2R_SA(-3),2)	-0.126977	0.100999	-1.257210	0.2097
D(M2R_SA(-4),2)	-0.074427	0.078328	-0.950187	0.3428
D(M2R_SA(-5),2)	0.054269	0.056268	0.964473	0.3356
C	-22.08359	18.52746	-1.191938	0.2343
@TREND("1992M04")	0.161985	0.108689	1.490362	0.1373
R-squared	0.547261	Mean dependent var		-0.350949
Adjusted R-squared	0.535942	S.D. dependent var		215.7009
S.E. of regression	146.9393	Akaike info criterion		12.84530
Sum squared resid	6045524.	Schwarz criterion		12.94705
Log likelihood	-1841.723	Hannan-Quinn criter.		12.88608
F-statistic	48.35110	Durbin-Watson stat		1.991625
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: D(POLITIK) has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-13.46615	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.989798
	5% level	-3.425290
	10% level	-3.135769

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(POLITIK,2)
 Method: Least Squares
 Date: 01/26/17 Time: 15:22
 Sample (adjusted): 1992M07 2016M10
 Included observations: 292 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(POLITIK(-1))	-1.147781	0.085235	-13.46615	0.0000
D(POLITIK(-1),2)	0.090269	0.058739	1.536775	0.1254
C	-0.104647	0.164423	-0.636452	0.5250
@TREND("1992M04")	0.000304	0.000962	0.316210	0.7521
R-squared	0.529774	Mean dependent var		0.003425
Adjusted R-squared	0.524876	S.D. dependent var		2.010280
S.E. of regression	1.385671	Akaike info criterion		3.503851
Sum squared resid	552.9845	Schwarz criterion		3.554217
Log likelihood	-507.5622	Hannan-Quinn criter.		3.524025
F-statistic	108.1570	Durbin-Watson stat		2.007888
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: D(SUE_SA) has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-32.52601	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.989689	
5% level	-3.425237	
10% level	-3.135737	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(SUE_SA,2)
 Method: Least Squares
 Date: 01/26/17 Time: 15:23
 Sample (adjusted): 1992M06 2016M10
 Included observations: 293 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(SUE_SA(-1))	-1.577213	0.048491	-32.52601	0.0000
C	0.257238	0.342940	0.750096	0.4538
@TREND("1992M04")	0.001066	0.002011	0.530041	0.5965
R-squared	0.784875	Mean dependent var		0.020080
Adjusted R-squared	0.783391	S.D. dependent var		6.255454
S.E. of regression	2.911369	Akaike info criterion		4.985310
Sum squared resid	2458.060	Schwarz criterion		5.022991
Log likelihood	-727.3479	Hannan-Quinn criter.		5.000402

F-statistic	529.0252	Durbin-Watson stat	2.069737
Prob(F-statistic)	0.000000		

Null Hypothesis: D(TUFE) has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 12 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-6.492422	0.0000
Test critical values:	1% level		-3.991053	
	5% level		-3.425898	
	10% level		-3.136128	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(TUFE,2) Method: Least Squares Date: 01/26/17 Time: 15:24 Sample (adjusted): 1993M06 2016M10 Included observations: 281 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(TUFE(-1))	-0.929086	0.143103	-6.492422	0.0000
D(TUFE(-1),2)	0.321406	0.126960	2.531551	0.0119
D(TUFE(-2),2)	0.305476	0.123225	2.479022	0.0138
D(TUFE(-3),2)	0.252355	0.119005	2.120547	0.0349
D(TUFE(-4),2)	0.203182	0.115221	1.763406	0.0790
D(TUFE(-5),2)	0.298341	0.108022	2.761862	0.0061
D(TUFE(-6),2)	0.323150	0.103083	3.134862	0.0019
D(TUFE(-7),2)	0.322069	0.098055	3.284590	0.0012
D(TUFE(-8),2)	0.235521	0.092108	2.557015	0.0111
D(TUFE(-9),2)	0.382615	0.081772	4.679038	0.0000
D(TUFE(-10),2)	0.319177	0.074563	4.280609	0.0000
D(TUFE(-11),2)	0.334892	0.067214	4.982457	0.0000
D(TUFE(-12),2)	-0.144219	0.059971	-2.404819	0.0169
C	-0.216124	0.385206	-0.561062	0.5752
@TREND("1992M04")	0.000101	0.002208	0.045929	0.9634
R-squared	0.508624	Mean dependent var		-0.021988
Adjusted R-squared	0.482762	S.D. dependent var		4.173526
S.E. of regression	3.001569	Akaike info criterion		5.088050
Sum squared resid	2396.504	Schwarz criterion		5.282269
Log likelihood	-699.8711	Hannan-Quinn criter.		5.165943
F-statistic	19.66693	Durbin-Watson stat		1.994521
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: D(RFAIZ) has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 12 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)		
	t-Statistic	Prob.*

Augmented Dickey-Fuller test statistic		-8.213474	0.0000	
Test critical values:	1% level	-3.991053		
	5% level	-3.425898		
	10% level	-3.136128		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(RFAIZ,2)				
Method: Least Squares				
Date: 01/26/17 Time: 15:25				
Sample (adjusted): 1993M06 2016M10				
Included observations: 281 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(RFAIZ(-1))	-2.305326	0.280676	-8.213474	0.0000
D(RFAIZ(-1),2)	1.223948	0.258890	4.727674	0.0000
D(RFAIZ(-2),2)	1.104110	0.241834	4.565578	0.0000
D(RFAIZ(-3),2)	1.178277	0.224397	5.250861	0.0000
D(RFAIZ(-4),2)	0.939826	0.210452	4.465759	0.0000
D(RFAIZ(-5),2)	0.900491	0.193286	4.658863	0.0000
D(RFAIZ(-6),2)	0.843368	0.178158	4.733812	0.0000
D(RFAIZ(-7),2)	0.787807	0.162328	4.853190	0.0000
D(RFAIZ(-8),2)	0.655297	0.146054	4.486681	0.0000
D(RFAIZ(-9),2)	0.577215	0.126716	4.555197	0.0000
D(RFAIZ(-10),2)	0.473139	0.112127	4.219664	0.0000
D(RFAIZ(-11),2)	0.367030	0.088658	4.139839	0.0000
D(RFAIZ(-12),2)	0.108745	0.061733	1.761550	0.0793
C	0.015998	0.025765	0.620926	0.5352
@TREND("1992M04")	-6.09E-05	0.000148	-0.412186	0.6805
R-squared	0.593084	Mean dependent var		0.000597
Adjusted R-squared	0.571667	S.D. dependent var		0.306782
S.E. of regression	0.200780	Akaike info criterion		-0.321311
Sum squared resid	10.72315	Schwarz criterion		-0.127092
Log likelihood	60.14415	Hannan-Quinn criter.		-0.243418
F-statistic	27.69263	Durbin-Watson stat		2.034031
Prob(F-statistic)	0.000000			

EK-2: LOGİT-PROBİT MODEL SONUÇLARI

Logit Model 1

Dependent Variable: EMP
Method: ML - Binary Logit (Newton-Raphson / Marquardt steps)
Date: 01/27/17 Time: 03:42
Sample: 1992M04 2016M10
Included observations: 295
Convergence achieved after 13 iterations
Coefficient covariance computed using observed Hessian
GLM adjusted covariance (variance factor =0.0371113919515)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-8.832561	0.605706	-14.58225	0.0000
BIST100	-0.175315	0.021287	-8.235797	0.0000
TUFE	0.839895	0.060457	13.89244	0.0000
REZ	-0.353521	0.029263	-12.08065	0.0000
POLITIK	0.172996	0.070714	2.446436	0.0144
McFadden R-squared	0.802518	Mean dependent var		0.020339
S.D. dependent var	0.141397	S.E. of regression		0.083711
Akaike info criterion	0.073140	Sum squared resid		2.032199
Schwarz criterion	0.135631	Log likelihood		-5.788157
Hannan-Quinn criter.	0.098163	Deviance		11.57631
Restr. deviance	58.61972	Restr. log likelihood		-29.30986
LR statistic	47.04341	Avg. log likelihood		-0.019621
Prob(LR statistic)	0.000000			
Obs with Dep=0	289	Total obs		295
Obs with Dep=1	6			

Probit Model 1

Dependent Variable: EMP Method: ML - Binary Probit (Newton-Raphson / Marquardt steps) Date: 01/27/17 Time: 03:43 Sample: 1992M04 2016M10 Included observations: 295 Convergence achieved after 12 iterations Coefficient covariance computed using observed Hessian GLM adjusted covariance (variance factor =0.03377286604)				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-4.845415	0.340891	-14.21398	0.0000
BIST100	-0.095669	0.011652	-8.210532	0.0000
TUFE	0.463290	0.033923	13.65705	0.0000
REZ	-0.191209	0.015559	-12.28956	0.0000
POLITIK	0.080562	0.039800	2.024174	0.0430
McFadden R-squared	0.812368	Mean dependent var		0.020339
S.D. dependent var	0.141397	S.E. of regression		0.082362
Akaike info criterion	0.071183	Sum squared resid		1.967209
Schwarz criterion	0.133674	Log likelihood		-5.499460
Hannan-Quinn criter.	0.096206	Deviance		10.99892
Restr. deviance	58.61972	Restr. log likelihood		-29.30986
LR statistic	47.62080	Avg. log likelihood		-0.018642
Prob(LR statistic)	0.000000			
Obs with Dep=0	289	Total obs		295
Obs with Dep=1	6			

Logit Model 2

Dependent Variable: EMP Method: ML - Binary Logit (Newton-Raphson / Marquardt steps) Date: 01/27/17 Time: 03:17 Sample: 1992M04 2016M10 Included observations: 295 Convergence achieved after 10 iterations Coefficient covariance computed using observed Hessian GLM adjusted covariance (variance factor =0.151678306132)				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-2.523520	1.366596	-1.846574	0.0648
TUFE	0.500844	0.073808	6.785738	0.0000
BIST100	-0.149413	0.021740	-6.872606	0.0000
SPKREDI	-0.336454	0.149907	-2.244419	0.0248
XUV	-0.282835	0.077808	-3.635026	0.0003
McFadden R-squared	0.595475	Mean dependent var		0.020339
S.D. dependent var	0.141397	S.E. of regression		0.109241
Akaike info criterion	0.114282	Sum squared resid		3.460765
Schwarz criterion	0.176773	Log likelihood		-11.85656
Hannan-Quinn criter.	0.139305	Deviance		23.71312
Restr. deviance	58.61972	Restr. log likelihood		-29.30986
LR statistic	34.90660	Avg. log likelihood		-0.040192
Prob(LR statistic)	0.000000			
Obs with Dep=0	289	Total obs		295
Obs with Dep=1	6			

Probit Model 2

Dependent Variable: EMP Method: ML - Binary Probit (Newton-Raphson / Marquardt steps) Date: 01/27/17 Time: 03:23 Sample: 1992M04 2016M10 Included observations: 295 Convergence achieved after 9 iterations Coefficient covariance computed using observed Hessian GLM adjusted covariance (variance factor =0.126139214206)				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-1.487163	0.623483	-2.385251	0.0171
TUFE	0.247260	0.029417	8.405269	0.0000
BIST100	-0.077456	0.010378	-7.463344	0.0000
SPKREDI	-0.158248	0.068528	-2.309237	0.0209
XUV	-0.148136	0.035969	-4.118482	0.0000
McFadden R-squared	0.619704	Mean dependent var		0.020339
S.D. dependent var	0.141397	S.E. of regression		0.108420
Akaike info criterion	0.109467	Sum squared resid		3.408946
Schwarz criterion	0.171958	Log likelihood		-11.14641
Hannan-Quinn criter.	0.134490	Deviance		22.29283
Restr. deviance	58.61972	Restr. log likelihood		-29.30986
LR statistic	36.32689	Avg. log likelihood		-0.037784
Prob(LR statistic)	0.000000			

Obs with Dep=0	289	Total obs	295
Obs with Dep=1	6		

Logit Model 3

Dependent Variable: EMP				
Method: ML - Binary Logit (Newton-Raphson / Marquardt steps)				
Date: 02/08/17 Time: 14:59				
Sample: 1992M04 2016M10				
Included observations: 295				
Convergence achieved after 9 iterations				
Coefficient covariance computed using observed Hessian				
GLM adjusted covariance (variance factor =0.674438245024)				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-15.46530	5.528039	-2.797611	0.0051
REDK	0.078335	0.046730	1.676340	0.0937
MFAIZ	0.061800	0.020558	3.006064	0.0026
TUFE	0.324506	0.132914	2.441479	0.0146
McFadden R-squared	0.418872	Mean dependent var		0.020339
S.D. dependent var	0.141397	S.E. of regression		0.114517
Akaike info criterion	0.142595	Sum squared resid		3.816223
Schwarz criterion	0.192588	Log likelihood		-17.03277
Hannan-Quinn criter.	0.162613	Deviance		34.06555
Restr. deviance	58.61972	Restr. log likelihood		-29.30986
LR statistic	24.55417	Avg. log likelihood		-0.057738
Prob(LR statistic)	0.000019			
Obs with Dep=0	289	Total obs		295
Obs with Dep=1	6			

Probit Model 3

Dependent Variable: EMP				
Method: ML - Binary Probit (Newton-Raphson / Marquardt steps)				
Date: 02/08/17 Time: 14:59				
Sample: 1992M04 2016M10				
Included observations: 295				
Convergence achieved after 9 iterations				
Coefficient covariance computed using observed Hessian				
GLM adjusted covariance (variance factor =0.654447486971)				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-7.145606	2.476286	-2.885614	0.0039
REDK	0.034624	0.020396	1.697611	0.0896
MFAIZ	0.027434	0.010182	2.694290	0.0071
TUFE	0.167247	0.063312	2.641642	0.0083

McFadden R-squared	0.420728	Mean dependent var	0.020339
S.D. dependent var	0.141397	S.E. of regression	0.115181
Akaike info criterion	0.142226	Sum squared resid	3.860586
Schwarz criterion	0.192219	Log likelihood	-16.97838
Hannan-Quinn criter.	0.162245	Deviance	33.95677
Restr. deviance	58.61972	Restr. log likelihood	-29.30986
LR statistic	24.66295	Avg. log likelihood	-0.057554
Prob(LR statistic)	0.000018		
Obs with Dep=0	289	Total obs	295
Obs with Dep=1	6		

EK-3: YSA MODEL SONUÇLARI

YSA Parametre Tahminleri

Parameter Estimates						
Predictor		Predicted				
		Hidden Layer 1			Output Layer	
		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	[emp=0]	[emp=1]
Input Layer	(Bias)	-.342	-.410	-1.560		
	redk	-.161	-.109	-.792		
	mfaiz	.387	.749	.628		
	rez	.325	-.811	-.028		
	tufe	-.531	.002	-.505		
	bist100	-.429	.285	.116		
	politik	-.277	.565	.273		
	xuv	.129	.499	.159		
	spkredi	-.229	.000	.233		
	(Bias)				.820	-1.453
Hidden Layer 1	H(1:1)				-.339	.650
	H(1:2)				-.205	1.176
	H(1:3)				-1.336	1.131

YSA Modelinde Bulunan Bağımsız Değişkenlerin Önem Dereceleri

Independent Variable Importance		
	Importance	Normalized Importance
redk	.286	100.0%
mfaiz	.252	88.0%
rez	.086	30.0%
tufe	.088	30.7%

bist100	.047	16.5%
politik	.081	28.3%
xuv	.139	48.4%
spkredi	.021	7.4%

YSA Modeli Sınıflandırma Tablosu

Classification				
Sample	Observed	Predicted		
		0	1	Percent Correct
Training	0	190	0	100.0%
	1	0	5	100.0%
	Overall Percent	97.4%	2.6%	100.0%
Testing	0	99	0	100.0%
	1	0	1	100.0%
	Overall Percent	99.0%	1.0%	100.0%

Dependent Variable: emp