

T.C.  
MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI  
EKONOMETRİ BİLİM DALI

**FİNANSAL KRİZ MODELLERİ ÇERÇEVESİNDE  
TÜRKİYE’NİN KRİZ ÖNGÖRÜ MODELİNİN  
GELİŞTİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Hoşeng BÜLBÜL

İstanbul, 2018

T. C.  
MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI  
EKONOMETRİ BİLİM DALI

**FİNANSAL KRİZ MODELLERİ ÇERÇEVESİNDE  
TÜRKİYE’NİN KRİZ ÖNGÖRÜ MODELİNİN  
GELİŞTİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Hoşeng BÜLBÜL

Danışman: Prof. Dr. Ş. Işıl AKGÜL

İstanbul, 2018



T.C.  
MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

TEZ ONAY BELGESİ

EKONOMETRİ Anabilim Dalı EKONOMETRİ Bilim Dalı TEZLİ YÜKSEK LİSANS öğrencisi HOŞENG BÜLBÜL'ün FINANSAL KRİZ MODELLERİ ÇERÇEVESİNDE TÜRKİYE'NİN KRİZ ÖNGÖRÜ MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ adlı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulunun 15.02.2018 tarih ve 2018-6/27 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi 01/03/2018

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Öğretim Üyesi Adı Soyadı	İmzası
1. Tez Danışmanı Prof. Dr. İŞİL AKGÜL	
2. Jüri Üyesi Doç. Dr. SELİN Ö. YAZGAN	
3. Jüri Üyesi Doç. Dr. SELÇUK KOÇ	

## İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
TABLO LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÖZET .....	viii
ABSTRACT.....	x
KISALTMALAR .....	xii
GİRİŞ.....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### FINANSAL KRİZ MODELLERİ VE 1990 SONRASI

#### YAŞANAN ÖNEMLİ KRİZLER

1.1. Kriz Tanımı ve Türleri.....	4
1.1.1. Reel krizler .....	5
1.1.2. Finansal krizler .....	5
1.1.2.1. Asimetrik Bilgi.....	6
1.1.2.1.1. Ters Seçim.....	7
1.1.2.1.2. Ahlaki Tehlike.....	7
1.2. Finansal Kriz Türleri.....	7
1.2.1. Döviz Krizi .....	8
1.2.2. Bankacılık Krizi.....	10
1.2.3. Sistemik Finansal Kriz .....	11
1.2.4. Dış Borç Krizi.....	11
1.3. Finansal Kriz Modelleri .....	11
1.3.1. Birinci Nesil Kriz Modelleri.....	12
1.3.2. İkinci Nesil Kriz Modelleri .....	15
1.3.3. Üçüncü Nesil Kriz Modelleri .....	18
1.3.4. Dördüncü Nesil Kriz Modelleri.....	20
1.4. 1990 Sonrası Dünyada Yaşanan Önemli Krizler.....	23
1.4.1. 1992-1993 Avrupa Para Sistemi Krizi .....	23
1.4.2. 1994 Latin Amerika Krizi (Meksika Krizi).....	24
1.4.3. 1997 Güneydoğu Asya Krizi .....	25

1.4.4. 2008 Küresel Krizi .....	26
1.5. 1990 Sonrası Türkiye’de Yaşanan Krizler.....	28
1.5.1. 1991 Krizi.....	28
1.5.2. 1994 Krizi.....	29
1.5.3. 1998 Krizi.....	30
1.5.4. 1999 Krizi.....	31
1.5.5. 22 Kasım 2000 (Kara Çarşamba) Krizi: .....	32
1.5.6. 2001 Şubat Krizi.....	33
1.5.7. 2008 Küresel Krizinin Türkiye’ye Etkileri.....	34

## İKİNCİ BÖLÜM

### FİNANSAL STRES ENDEKSİ

2.1. Sistemik Risk .....	36
2.2. Finansal Stres .....	38
2.3. Finansal Stres Endeksi .....	41
2.4. Yazın Taraması .....	43
2.5. Finansal Stres Endeksinde Kullanılan Değişkenler .....	47
2.5.1. Hisse Senedi Piyasası Stresi .....	47
2.5.2. Döviz Kuru Piyasası Stresi .....	48
2.5.3. Borç Piyasası Stresi .....	49
2.5.4. Bankacılık Piyasası Stresi.....	49
2.5.5. Tahvil Piyasası Stresi .....	50
2.6. Finansal Stres Endeksinin Oluşturulmasında Kullanılan Yöntemler .....	51
2.6.1. Eşit Varyans Ağırlıklandırma Yöntemi.....	51
2.6.2. Temel Bileşenler Analizi .....	52

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### REJİM DEĞİŞİM MODELLERİ

3.1. Doğrusallık ve Doğrusal Olmama Kavramları .....	54
3.2. Doğrusal Olmama Testleri.....	57
3.2.1. BDS Testi .....	57
3.2.2. McLeod-Li Testi.....	60
3.2.3. Tsay Testi .....	62
3.3. Rejim Değişim Modelleri .....	63

3.3.1. Rejim Değişim Kavramı.....	63
3.3.2. TAR Modeli.....	65
3.3.2.1. TAR Modeli Tahmin Süreci.....	68
3.3.3. STAR Modeli .....	69
3.3.3.1. LSTAR Model.....	71
3.3.3.2. ESTAR Model.....	72
3.3.3.3. STAR Modeli Tahmin Süreci .....	73
3.3.4. Markov Rejim Değişim Modelleri .....	75
3.3.4.1. Markov Rejim Değişim Modelinin Temelleri (Markov Zinciri) .....	77
3.3.4.1.1. Ergodiklik.....	80
3.3.4.1.2. Durum Değişkeninin Süre Özelliği.....	80
3.3.4.2. Markov Rejim Değişim AR Süreci .....	82
3.3.4.3. Yazın Taraması .....	83
3.3.4.4. Markov Rejim Değişim Modeli .....	87
3.3.4.5. Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Süreci: Beklenti Maksimizasyonu (Expected Maximization Algoritması) .....	92
3.3.4.5.1. Beklenti Adımı .....	93
3.3.4.5.1.1. Filtreleme .....	93
3.3.4.5.1.2. Düzleştirme .....	94
3.3.4.5.2. Maksimizasyon adımı .....	96

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

### **UYGULAMA**

4.1. Geliştirilen Finansal Stres Endeksleri.....	97
4.2. Markov Rejim Değişim Modelleri.....	113
4.2.1. Durağanlık Testi ve BDS Testi.....	113
4.2.2. Finansal Stres Endeksleri için Markov Rejim Değişim Modelleri.....	117
4.3. Öncü Göstergeler .....	158
4.3.1. Finansal Stres Endeksinin Finansal Kriz Modelleri Çerçevesinde Değerlendirilmesi .....	160
<b>SONUÇ</b> .....	170
<b>KAYNAKÇA</b> .....	174

## TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1	Finansal Kriz Modelleri.....	22
Tablo 4.1	Döviz Kuru Piyasası - Korelasyon Matrisi.....	99
Tablo 4.2	ARMA(1,2)-GARCH(1,1) Modeline İlişkin Sonuçlar.....	100
Tablo 4.3	Hisse Senedi Piyasa Değişkenleri -Korelasyon Matrisi .....	105
Tablo 4.4	MA(1)- EGARCH(1,2) Modeline İlişkin Sonuçlar.....	105
Tablo 4.5	Temel Bileşenler Analiz Sonuçları.....	110
Tablo 4.6	Endeklere İlişkin Birim Kök Sınaması.....	113
Tablo 4.7	Endekslerin Doğrusallık Sınaması .....	114
Tablo 4.8	FSE-1 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(3)- DR.....	118
Tablo 4.9	FSE-2 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(2)- DR.....	120
Tablo 4.10	FSE-3 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(3)- DR.....	122
Tablo 4.11	FSE-4 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(2).....	125
Tablo 4.12	FSE-5 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(2)- DR.....	127
Tablo 4.13	FSE-5(L) Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSH(3)-DR .....	129
Tablo 4.14	FSE-6 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(2)- DR.....	132
Tablo 4.15	FSE-6(L) Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(3)-DR.....	134
Tablo 4.16	FSE-7 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(2)- DR.....	136
Tablo 4.17	FSE-7 (L) Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları:MSH(2)-DR .....	138
Tablo 4.18	FSE-8(L) Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(3) .....	141
Tablo 4.19	FSE-9 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(3).....	143

Tablo 4.20	FSE- 10 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları:MSIH(3)-DR.....	145
Tablo 4.21	FSE-11 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(2)-DR.....	148
Tablo 4.22	FSE-11(L) Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(3) .....	150
Tablo 4.23	FSE-12 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(3)...	152
Tablo 4.24	Öncü Göstergeler .....	160
Tablo 4.25	Öncü Göstergelere İlişkin Birim Kök Test Sonuçları .....	161
Tablo 4.26	Öncü Göstergelerin Doğrusallık Sınaması .....	161
Tablo 4.27	FSE-6 ve Öncü Göstergeler Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(2)-DR-X.....	164
Tablo 4.28	FSE-6(L) ve Öncü Göstergeler Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSH(2)-DR-X.....	166

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1:	Finansal Stres Şeması .....	39
Şekil 3.1:	Tipik Bir Rejim Değişim Grafiği .....	64
Şekil 3.2:	LSTAR Model .....	72
Şekil 3.3:	ESTAR Model .....	73
Şekil 4.1:	FSE-1 .....	101
Şekil 4.2:	FSE-2 .....	102
Şekil 4.3:	FSE-3 .....	103
Şekil 4.4:	FSE-4 .....	103
Şekil 4.5:	FSE-5 ve FSE-5(L) .....	104
Şekil 4.6:	FSE-6 ve FSE-6(L) .....	106
Şekil 4.7:	FSE-7 ve FSE-7(L) .....	108
Şekil 4.8:	FSE-8(L) .....	109
Şekil 4.9:	FSE-9 .....	110
Şekil 4.10:	FSE-10, FSE-11, FSE-11(L) ve FSE-12 .....	112
Şekil 4.11:	FSE-1 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	119
Şekil 4.12:	FSE-2 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	121
Şekil 4.13:	FSE-3 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	124
Şekil 4.14:	FSE-4 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	126
Şekil 4.15:	FSE-5 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	128
Şekil 4.16:	FSE-5(L) Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	131
Şekil 4.17:	FSE-6 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	133
Şekil 4.18:	FSE-6(L) Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	135
Şekil 4.19:	FSE-7 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	138
Şekil 4.20:	FSE-7(L) Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	140
Şekil 4.21:	FSE-8(L) Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	142
Şekil 4.22:	FSE-9 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	144
Şekil 4.23:	FSE-10 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	147
Şekil 4.24:	FSE-11 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	149
Şekil 4.25:	FSE-11(L) Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	151
Şekil 4.26:	FSE-12 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları .....	153

Şekil 4.27: FSE-6 ve Öncü Göstergeler Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz	
Olasılıkları .....	165
Şekil 4.28: FSE-6(L) ve Öncü Göstergeler Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz	
Olasılıkları .....	168



## GENEL BİLGİLER

İsim ve Soyadı	: Hoşeng BÜLBÜL
Anabilim Dalı	: Ekonometri
Programı	: Ekonometri
Tez Danışmanı	: Prof. Dr. Ş. Işıl AKGÜL
Tez Türü ve Tarihi	: Yüksek Lisans - Mart 2018
Anahtar Kelimeler	: Finansal Stres Endeksi, Finansal Kriz Modelleri, Markov Rejim Değişim Modeli

## ÖZET

### FINANSAL KRİZ MODELLERİ ÇERÇEVESİNDE TÜRKİYE’İN KRİZ ÖNGÖRÜ MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ

1990’lı yıllardan itibaren gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yaşanan finansal krizler, Merkez Bankalarının fiyat istikrarı ve ekonomik büyüme gibi makroekonomik hedeflerinin yanında finansal istikrarını da hedeflemelerine neden olmuştur. Özellikle 2008 küresel krizinden sonra merkez bankaları açısından finansal istikrar önem kazanmıştır. TCMB da bu kapsamda 2012 yılında enflasyon hedeflemesine (fiyat istikrarı) finansal istikrar hedeflemesini ekleyerek politika birleşimini uygulamaya başlamıştır.

Özellikle, gelişmekte olan ülkeler küresel piyasalardaki gelişmelere ve sermaye hareketlerine karşı daha duyarlıdır. Bu sebeple finansal piyasalardan kaynaklı sorunlarla karşılaştıklarında oluşan finansal stresin ekonomik toparlanmayı tehlikeye atacak kadar yüksek olmaması gerekmektedir. Bu nedenle ilk olarak finansal istikrarı izlemek amacıyla finansal stresi tanımlayan bir endeks oluşturularak politika yapıcılara fayda sağlanması amaçlanmıştır.

Risk veya belirsizlikte artan finansal stres, kırılgan bir finansal yapının ve şokların sonucudur. Finansal piyasaların karşı karşıya kaldığı stres düzeyi, ülkeden ülkeye değişir ve birçok alt bileşeni vardır. Bu bileşenlerin finansal piyasalar üzerinde farklı dönemlerde farklı düzeylerde strese neden olduğu görülmektedir. Bu tezde, Türkiye için 1990M1-2017M2 dönemini kapsayan bir finansal stres endeksi geliştirilmiştir. Finansal stres endeksi aşırı değerleri kriz olarak tanımlayan sürekli bir değişkendir. Bu nedenle endeks oluşturulurken değişkenler finansal piyasalardaki yüksek stres durumlarını tanımlayan değişkenlerden seçilmiştir. Finansal piyasalardaki stresi eş zamanlı olarak yansıtmak amacıyla hisse senedi piyasası, döviz kuru piyasası, borç piyasası, bankacılık piyasası ve tahvil piyasası stres göstergeleri bir araya getirilmiştir. Türkiye finansal piyasalarının iç dinamikleri yansıtılması amaçlanmıştır.

Finansal stres değişkenleri farklı tekniklerle bir araya getirilmektedir. Bu tezde değişkenler eşit varyans ağırlıklandırma ve temel bileşenler analizi ile toplulaştırılmıştır. Oluşturulan finansal stres endeksleri çerçevesinde doğrusal olmayan zaman serisi modellerinden Markov rejim değişim modellinden yararlanarak finansal piyasalardaki düşük stres, normal stres ve yüksek stres dönemleri tahmin edilmiştir. Endekslere ilişkin Markov rejim değişim tahmin sonuçlarında yüksek stres dönemlerinin 1991, 1994, 1998-1999, 2000-2001, 2008 kriz yıllarında yoğunlaşması, modellerin Türkiye krizlerini öngörmede başarısını göstermektedir.

Ayrıca geliştirilen finansal stres endeksleri kullanılarak yüksek stres dönemlerinin finansal kriz modelleri kapsamında kullanılan öncü göstergelerden hangileri ile açıklandığı Markov rejim değişim modeliyle ortaya konmuştur. Analiz sonucunda enflasyon oranı, hisse senedi endeksi (BIST), portföy yatırımları, M2 para arzının rezervlere oranı, kısa vadeli dış borçların rezervlere oranı ve dış ticaret haddi göstergelerinin yüksek stres dönemlerinin tahmininde istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## **GENERAL KNOWLEDGE**

Name and Surname : Hoşeng BÜLBÜL  
Field : Econometrics  
Programme : Econometrics  
Supervisor : Professor Ş.İşıl AKGÜL  
Degree Awarded and Date : Master - March 2018  
Keywords : Financial Stress Index, Financial Crisis  
Models, Markov Regime-Switching Model

## **ABSTRACT**

### **DEVELOPING OF TURKEY'S FORECASTING MODEL OF CRISIS WITHIN THE FRAMEWORK OF FINANCIAL CRISIS MODELS**

Since 1990s the financial crises experienced in developed and developing countries have led the Central Banks to target financial stability as well as macroeconomic targets such as price stability and economic growth. Especially after the 2008 global crisis, financial stability has gained importance in terms of central banks. In this context, the CBRT started to implement the policy combination by adding the aim of financial stability to the inflation target (price stability) in 2012.

In particular, developing countries are more sensitive to developments in global markets and capital movements. Therefore, their financial stress should not be high enough to put the economic recovery in danger when faced with problems originating from financial markets. For this reason, it is aimed to provide benefit to policy makers by creating an index that defines financial stress in order to monitor financial stability first.

Increasing financial stress in risk or uncertainty is the result of a vulnerable financial structure and shocks. The level of stress faced by financial markets varies from country to country and there are many subcomponents. It is seen that these components

are causing different levels of stress on financial markets at different periods. In this thesis, a financial stress index covering the period from 1990M1 to 2017M2 has been developed for Turkey. The financial stress index is a continuous variable that defines extreme values as crisis. For this reason, the variables were selected from the variables that define the high stress conditions in financial markets. In order to reflect the stress simultaneously in the financial markets, stock markets, foreign exchange markets, debt markets, the banking market and the bond market indicators were put together. It is aimed to be reflected the internal dynamics of Turkey's the financial markets.

Financial stress variables are combined in different techniques. In this thesis, variables were grouped by equal variance weighting and principle components analysis. In the framework of the generated financial stress indices, low stress, normal stress and high stress periods in financial markets were estimated by using Markov regime switching model which is one of nonlinear time series models. The results from Markov regime switching model, the high stress periods are 1991, 1994, 1998-1999, 2000-2001 and 2008 which are also crisis periods in Turkey. These result show that the models which were used in the thesis have a good performance to forecast the crises.

Crisis in this thesis are defined by newly developed financial stress indices. Markov regime switching was used to find in which leading indicators were used to explain the high stress periods in the financial crisis models. It was found that inflation rate, BIST stock indices, portfolio investments, the ratio of M2 money supply to reserves, the ratio of short-term external debts to reserves and terms of trade were statistically significant in estimating the high stress periods.

## KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği.
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri.
ADF	: Augmented Dickey Fuller.
AFO	: ABD Faiz Oranı
AIC	: Akaike Bilgi Kriteri (Akaike Information Criteria)
AR	: Otoregresif (Autoregressive).
ARCH	: Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (Autoregressive Conditionally Heteroscedastic).
ARIMA	: Otoregresif Tümlleşik Hareketli Ortalama (Autoregressive Integrated Moving Average).
ARMA	: Otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive-Moving Average).
BDDK	: Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu.
BIST	: Borsa İstanbul Endeksi.
BM	: Birleşmiş Milletler.
BG	: Hisse Senedi Getirileri.
BO	: Hisse Senedi Getiri Oynaklığı.
CDS	: Kredi Risk Primi (Credit Default Swap).
CFSI	: Cleveland Finansal Stres Endeksi.
CISS	: Sistemik Stresin Bileşik Göstergesi.
CİB	: Cari İşlemler Bilançosu.
DİBS	: Devlet İç Borçlanma Senetleri.
Diğ.	: Diğerleri.
DK	: Döviz Kuru.
DKO	: Döviz Kuru Oynaklığı.
EGARCH	: Üstel ARCH/GARCH (Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic)
EKK	: En Küçük Kareler.
EM	: Beklenti Maksimizasyonu (Expected Maximization).
EMBIG	: Yükselen Piyasalar Tahvil Endeksi (Emerging Markets Bond Index).

EMPI	: Döviz Kuru Baskı Endeksi.
EO	: Enflasyon Oranı.
ERM	: Avrupa Para Sistemi (European Monetary Mechanism).
ESTAR	: Üstel STAR (Exponential STAR).
EVDS	: Elektronik Veri Dağıtım Sistemi.
FED	: Federal Rezerv Sistemi (ABD Merkez Bankası).
FO	: Faiz Oranı
FOF	: Ülke İçi Politika Faiz Oranı ve ABD Politika Faiz Oranı Arasındaki Fark.
FSI	: Finansal Stres Endeksi (Financial Stres Index).
GARCH	: Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic).
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla.
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla.
IFS	: Uluslararası Finansal İstatistik (International Financial Statistic).
IMF	: Uluslararası Para Fonu (International Monetary Fund).
KİT	: Kamu İktisadi Teşebbüsü.
KVB	: Kısa Vadeli Dış Borç Büyüme Oranı.
KVBREZ	: Kısa Vadeli Dış Borcun Rezervlere Oranı.
LSTAR	: Lojistik STAR Model.
MBKTYO	: Merkez Bankasının Açtığı Kredilerin Toplam Yükümlülüklerine Oranı.
MREZO	: M2 Para Arzının Rezervlere Oranı.
MRS	: Markov Rejim Değişim Modeli.
NBER	: Uluslararası İktisadi Araştırma Bürosu (National Breau of Economic Research).
NLAR	: Doğrusal Olmayan AR (Non Linear AR).
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (Organization of Economic Development and Corporation).
PY	: Portföy Yatırımları.
REZ	: Uluslararası Rezervler.
RDKTS	: Reel Döviz Kurunun Trendinden Sapması.
SETAR	: Kendinden Uyarımlı TAR (Self- Exciting Threshold Autoregressive).
STAR	: Yumuşak Geçişli Otoregresif (Smooth Transition Autoregressive).

SUE	: Sanayi Üretim Endeksi.
TAR	: Eşikli Otoregresif (Threshold Autoregressive).
TCMB	: Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası.
TDK	: Türk Dil Kurumu.
TL	: Türk Lirası.
TM	: Toplam Mevduat Büyüme Oranı.
TMSF	: Tasarruf Mevduatı Sigorta Fonu.
TÜFE	: Tüketici Fiyat Endeksi.



## GİRİŞ

1990'lı yıllardan itibaren gelişmekte olan ülkelerde küresel piyasaları da etkileyen çok sayıda finansal kriz yaşanmıştır. Yaşanılan krizlerin ekonomik maliyetlerinin yanında sosyal maliyetlerinin de olması finansal krizleri tahmin etmenin ve önlemenin önemini arttırmıştır. Ayrıca yaşanan krizlerin sadece finansal piyasalar üzerinde değil reel sektör üzerinde de yıkıcı etkiye sahip olması krizlerin tahmininin önemini arttırmıştır.

Bu doğrultuda finansal krizleri anlamak, önlemek ve krizlere neden olan faktörleri belirlemek amacıyla finansal kriz modelleri geliştirilmiştir. Meksika (1973-1982) ve Arjantin (1978-1981) gibi gelişmekte olan ülkelerdeki finansal krizlerin nedenlerini ortaya koymak için birinci nesil kriz modelleri, 1992-1993 Avrupa Para Sistemi Krizi (ERM)'nin nedenlerini ortaya koymak için ikinci nesil kriz modelleri, 1997 Güneydoğu Asya krizlerinin nedenlerini ortaya koymak için üçüncü nesil kriz modelleri ve gelecekteki muhtemel krizler için ise dördüncü nesil kriz modelleri geliştirilmiştir. Finansal kriz modelleri kapsamında krizleri tanımlamak ve krize neden olan faktörleri belirlemek için erken uyarı modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller arasında öne çıkanlar Sinyal yaklaşımı, Logit-Probit modelleri ve Markov rejim değişim modelleridir.

Bu modellerde finansal kriz tanımı olarak finansal stres endeksleri kullanılmaktadır. Yazında kriz tanımı olarak sıklıkla kullanılan finansal stres endeksleri 0-1 ikili değişkenleri kullanarak krizi var ya da yok kabul etmektedir. Ancak bu endeksler stresin yoğunluğunu ölçmemekte ve kriz standartlarına yaklaşan yüksek stres durumlarını dışlamaktadır. Ayrıca bu endekslerde finansal krizler sistem olayları yerine bankacılık, para veya borç krizi olarak değerlendirilmekte, bu yaklaşım ise krizlerin eş zamanlı hassasiyetini göz ardı etmektedir. Bu nedenle sistemik olarak önemli olan döviz piyasası, hisse senedi piyasası, tahvil piyasası, borç piyasası ve bankacılık piyasalarında finansal istikrarı bir arada analiz etmek daha uygundur. Bunun yanı sıra finansal piyasaların maruz kaldığı stres ülkeden ülkeye değişmekte olup, birçok alt bileşeni vardır. Bu bileşenler finansal piyasalar üzerinde farklı dönemlerde farklı seviyelerde strese neden olmaktadır. Bu doğrultuda Türkiye'nin finansal piyasasının iç

dinamiklerini yansıtmak amacıyla Türkiye Finansal Stres Endeksi oluşturulmuş ve politika yapıcılara fayda sağlanması amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın iki amacı vardır. Birincil amaç Türkiye Finansal Stres Endeksi'ni oluşturmak ve Markov rejim değişim modellinden yararlanarak finansal piyasalardaki düşük stres, normal stres ve yüksek stres dönemlerini tahmin etmektir. İkincil amaç ise kriz tanımı olarak geliştirilen finansal stres endeksini kullanarak, yüksek stres dönemlerinin finansal kriz modelleri kapsamında kullanılan öncü göstergelerden hangileri ile açıklandığı ortaya koymaktır.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Finansal kriz modelleri ve 1990 sonrası yaşanan önemli krizler birinci bölüm başlığı altında toplanarak kriz, reel kriz ve finansal kriz kavramları açıklandıktan sonra finansal kriz türleri başlığı altında döviz krizi, bankacılık krizi, sistemik kriz ve dış borç krizi açıklanmaktadır. Teorik finansal kriz modelleri çerçevesinde ise birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü nesil modelleri sırasıyla anlatılmaktadır. Son olarak ise 1990 sonrası dünyada ve Türkiye'de yaşanan önemli krizler anlatılmaktadır.

İkinci bölümde finansal stres başlığı altında finansal piyasalardaki stres düzeyini izlemek ve değerlendirmek ve oluşturulacak olan finansal stres endeksleri hakkında bilgi vermek amacıyla sistemik risk ve finansal stres tanımları, finansal stres endeksi, endeksin oluşturulmasında kullanılan değişkenler ve yöntemler hakkında bilgi verilmektedir.

Rejim değişim modelleri ise üçüncü bölüm başlığı altında toplanmaktadır. Bu bölümde ilk olarak doğrusallık ve doğrusal olmama kavramları, doğrusal olmama testleri anlatılmakta, ardından rejim değişim modelleri hakkında bilgi verilmektedir.

Çalışmanın dördüncü bölümünü oluşturan uygulama kısmında ilk olarak finansal kriz tanımlarından yola çıkarak ve farklı piyasa stres göstergeleri dahil edilerek oluşturulan endekslere yer verilmiştir. Ardından bu endekslere ilişkin kriz olasılıklarını hesaplamak ve rejim sayısına göre düşük stres, normal stres ve yüksek stres dönemlerini tahmin etmek amacıyla kullanılan Markov rejim değişim modeli tahmin sonuçları ve bulguları yorumlanmıştır. Uygulama bölümünün ikinci kısmında ise finansal stres

endeksi çerçevesinde, 1990-2017 yılları arasında yaşanan yüksek stres dönemlerinin finansal kriz modelleri kapsamında kullanılan öncü göstergelerden hangileri ile açıklandığı Markov rejim değişim modeliyle ortaya konmuştur.



# **BİRİNCİ BÖLÜM**

## **FİNANSAL KRİZ MODELLERİ VE**

### **1990 SONRASI YAŞANAN ÖNEMLİ KRİZLER**

Finansal krizleri iyi anlamak ve tahlil edebilmek, ülke ekonomilerinde oluşturduğu kayıplar ve maliyetler nedeniyle önemli hale gelmiştir. Finansal serbestleşme ile birlikte ekonomik ve sosyal olarak bu açılıma hazır olmayan birçok gelişmekte olan ülke maliyeti yüksek finansal krizlerle karşılaşmıştır. 1990 yılı itibariyle Türkiye'nin yaşadığı finansal krizleri anlayabilmek amacıyla çalışmanın ilk bölümü, finansal kriz modellerinden ve 1990 sonrası yaşanan önemli krizleri ele almaktadır.

Bu bölüm beş alt bölümden oluşmaktadır. Alt bölümlerden ilkinde kriz, reel kriz ve finansal kriz kavramları açıklanmaktadır. İkinci de finansal kriz türleri başlığı altında döviz, bankacılık, sistemik ve dış borç krizleri açıklanmaktadır. Üçüncü alt bölümde teorik finansal kriz modelleri çerçevesinde birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü nesil modelleri sırasıyla anlatılmaktadır. Dördüncü alt bölümde 1990 sonrası dünyada yaşanan ve son olarak 1990 sonrası Türkiye'de yaşanan önemli krizler anlatılmaktadır.

#### **1.1. Kriz Tanımı ve Türleri**

Ani ve beklenmedik şekilde ortaya çıkan olumsuz durumlar kriz olarak tanımlanmaktadır. Türk Dil Kurumuna göre kriz; “bir ülkede veya ülkeler arasında, toplumun veya bir kuruluşun yaşamında görülen güç dönem, bunalım, buhran” anlamına gelmektedir (TDK, 2017). Ekonomik kriz ise, “ekonomide aniden ve beklenmedik bir şekilde ortaya çıkan olayların makro açıdan ülke ekonomisini, mikro açıdan ise firmaları veya bireyleri ciddi anlamda sarsacak sonuçlar ortaya çıkarmasıdır (Aktan ve Şen, 2002, s.1). Ekonomik krizler, genel anlamda toplumsal refahta ve üretimde meydana gelen düşüşler, özel anlamda ise ABD Ulusal Ekonomik Araştırmalar Bürosu'nun (NBER) tanımından yola çıkarak en az iki çeyrek dönem üst üste reel GSYİH değerinde düşüşler olarak tanımlanmaktadır (Kabadayı,2013, s.40). Krizler ekonomik krizler çerçevesinde reel krizler ve finansal krizler olmak üzere iki başlık altında toplanmaktadır.

### **1.1.1. Reel krizler**

Reel kriz mal ve hizmet piyasaları ile iş gücü piyasasında üretim ve istihdamda meydana gelen ciddi daralmalar şeklinde ifade edilmektedir. Enflasyon krizi, durgunluk krizi ve işsizlik krizi olmak üzere üç reel kriz türü vardır. Mal ve hizmet piyasasındaki fiyat artışları belirli bir sınırın üstündeyse, bu durum enflasyon krizi; fiyatlar genel seviyesindeki artışların, ekonomide yatırımları teşvik edecek düzeyin altında gerçekleşmesi durgunluk krizi; emek piyasasındaki işsizlik oranlarının alışılmış seviyenin üzerinde oluşması ise işsizlik krizi olarak tanımlanmaktadır (Kibritçioğlu, 2001, s.2).

### **1.1.2. Finansal krizler**

Finansal kriz, finansal kurumların ya da varlıkların değerinin hızlı bir biçimde düşmesi durumudur. Genel olarak finansal kriz, finansal piyasalarda ortaya çıkan ve piyasaların işlevlerini etkin bir biçimde yerine getirememesi durumunda finansal piyasalar ve reel ekonomide yaşanan büyük çöküşler olarak tanımlanabilir.

Bir finansal krizin kaynağı doğal felaketler, olumsuz ekonomik haberler ya da önemli finansal etkiye sahip bazı olaylar olabilir ve bu durum ekonomik durgunluğa yol açarak reel ekonomiyi etkiler. Finansal kriz genel olarak üç iletim kanalıyla reel ekonomiye yayılmaktadır. Bunlar kredi kanalı, tüketim kanalı ve küreselleşme kanalıdır. Kredi kanalı, işletme sermaye kredilerinin sınırlı olması ticaret finansını ve yatırımları etkileyerek reel ekonomiyi etkilemektedir. Temkinli harcama kararları tüketici ve yatırımcı kararları arasında güven duygusunu etkileyerek daha düşük çıktıya sebep olur ve bu kanal depresyon döngüsü olarak adlandırılmıştır. Küreselleşme kanalı ise uluslararası ticaret ve yatırım bağlantıları ve havale akışları ile ilişkilendirilmektedir (International Labour Organization, 2009 s.5).

Özatay (2010), finansal krizi, finansal sektörde bir deprem yaşanması ve sonucunda bazı finansal kurumların batması, kalanların da sermayelerinin önemli ölçüde erimesi olarak ifade etmiştir. Kamu kesimi, şirketler ya da finansal kurumlarda bilanço açıklarının ve borçların sermayeye oranının yüksek olmasının yanında büyük

dışsal şokların meydana gelmesi finansal krizlerin oluşmasına zemin hazırlamaktadır (Özatay,2010, s.17).

Finansal kriz, özel ve kamu sektörü borçlarının hızla artması ve para büyümesinin yanı sıra döviz kuruna göre yerel para birimindeki ve varlık fiyatlarındaki keskin düşüşlerin yaşanmasının ardından finansal piyasalar ve ekonomik faaliyetlerde görülen büyük bir aksaklık olarak tanımlanmaktadır (Thomas, 2013, s.1).

Bustelo ve diğ. (1999)'a göre bir krizin finansal kriz olarak tanımlanabilmesi için en az dört faktör içermesi gerekmektedir. Finansal kriz yerel para birimi değerinde ve hisse senetlerinde meydana gelen büyük düşüşler ve ulusal finans sisteminde meydana gelen bozulmalar sonucu ekonomik büyüme hızının azalması olarak tanımlanmaktadır (Bustelo ve diğ., 1999, s.19).

Mishkin (1996), asimetrik bilgi problemlerinin bir finansal krizi tanımlamada kullanılabilir olduğundan bahsetmektedir. Mishkin, finansal krizi, ters seçim ve ahlaki tehlikenin gittikçe arttığı finansal piyasalardaki bozulmalar olarak tanımlamaktadır. Asimetrik bilginin olması durumunda finansal piyasalar büyük yatırım fırsatlarına sahip kişiler için fonların etkili bir biçimde kanalize edilmesini sağlayamaz ve bu durum ekonomik faaliyetlerde önemli düşüşlere neden olur (Mishkin ve diğ., 2003, s.94). Aşağıda asimetrik bilginin ne olduğu ve yol açtığı problemler hakkında bilgi verilmektedir.

#### **1.1.2.1. Asimetrik Bilgi**

Finansal piyasalarda işlem maliyetinin mevcut olması nedeniyle finansal aracılarn rolü önem kazanmakta ve finansal aracılarn piyasa hakkında aynı ölçüde bilgiye sahip olması finansal piyasaların etkin olduğunu göstermektedir. Asimetrik bilgi, herhangi bir finansal sözleşmede finansal aracılardan birinin diğerinden daha az bilgiye sahip olmasıdır. Örneğin, bir yatırım projesini finanse etmek için kredi alan bir borçlu, bu projenin riskleri ve getirileri hakkında borç verenden daha fazla bilgiye sahip olur. Bilgi eksikliği finansal sistemde ters seçim (adverse selection) ve ahlaki tehlike (moral hazard) olmak üzere iki temel probleme yol açmaktadır (Mishkin ve Serletis, 2011, s.32).

#### **1.1.2.1.1. Ters Seçim**

Ters seçim, asimetrik bilgi nedeniyle ortaya çıkan ve finansal işlem gerçekleşmeden önce oluşan bir problemdir. Bu problem, potansiyel olarak kötü kredi riskine sahip yatırımcıların aktif olarak kredi aradıklarında ortaya çıkmaktadır. Örneğin; büyük bir risk almak isteyen bir yatırımcı, yüksek faiz oranına rağmen daha çok kredi arayışında olur, çünkü krediyi geri ödemeyle daha az ilgilenmektedir. Bu yüzden borç verenler kötü kredi riskine sahip yatırımcılara kredi verebilir ya da yüksek faiz oranına sahip krediler vermekten uzaklaşabilir. Çünkü yüksek faiz oranını ödemeye razı olan ve kötü kredi riskine sahip yatırımcının krediyi geri ödeme olasılığı daha düşüktür. Dolayısıyla borç verenler, yatırımcının kredi riski hakkında tam bilgiye sahip değildir ve kötü kredi risklerine maruz kalma ihtimali arttığında, borç verenler, piyasada iyi kredi riskleri olmasına rağmen herhangi bir kredi vermeme kararı alabilir (Mishkin ve Serletis, 2011, s.32).

#### **1.1.2.1.2. Ahlaki Tehlike**

Ahlaki tehlike, yine asimetrik bilgi nedeniyle ortaya çıkan, ancak finansal işlem gerçekleştikten sonra oluşan bir problemdir. Finansal işlem gerçekleştikten sonra borçluların borç verenlerin beklediğinden daha riskli projelere yönelmeleri ve bu durumun borcun geri ödenme ihtimalini azaltması nedeniyle borç verenler kredi vermemeyi tercih edebilir. Bu durum verilen kredilerin azalmasına dolayısıyla optimal yatırım seviyesinin düşmesine neden olur (Mishkin ve Serletis, 2011, s.33).

### **1.2. Finansal Kriz Türleri**

Finansal krizlerin klasik tanımlaması, finansal krizlerin çoğunlukla para piyasalarındaki sorunlara bağlı olarak ortaya çıktığı şeklindedir (Taylor, 2009, s.1). Ancak finansal krizler tek bir finansal sisteme ait değildir; IMF (1998), finansal krizleri döviz krizi, bankacılık krizi, sistemik finansal kriz ve dış borç krizi olmak üzere 4 temel grupta ele almıştır (IMF,1998, s.74). Aşağıda finansal kriz türleri hakkında bilgi verilmektedir.

### 1.2.1. Döviz Krizi

Döviz krizi; döviz üzerine spekülâtif bir saldırı gerçekleştiğinde, devalüasyonla ülke para birimin değeri kaybetmesi ve hükümetin rezervlerin büyük bölümünü harcayarak veya faiz oranlarını keskin bir şekilde arttırarak para birimini savunmasıyla ortaya çıkan bir durumdur (IMF,1998, s.74).

Döviz krizleri üzere geniş bir yazın mevcuttur ve döviz kurundaki baskıyı ölçmek amacıyla oluşturulan kriz tanımlarının farklılaştığı görülmektedir. Uygulamalı yazında, bu tanımlar efektif kriz endeksi ve spekülâtif kriz endeksi olmak üzere iki başlık altında toplanmaktadır (Arı, 2012, s.395).

Frankel ve Rose (1996), döviz krizini, döviz kurunda meydana gelen büyük değışimler olarak tanımlamaktadır. Bu tanımdan yola çıkarak oluşturulan endeks, efektif kriz endeksi olarak adlandırılmaktadır. Endeks genellikle keyfi bir değeri olarak belirlenmektedir. Yazarlar kurda meydana gelen %25 değeri kaybını kriz olarak adlandırırılar. Bu eşik değerin aşılması durumu kriz olarak tanımlanmakta ve 1 değeri almakta; kriz olmayan dönemler ise 0 değeri almaktadır (Frankel ve Rose, 1996, s.2).

Yazın döviz krizleri tanımlarından olan spekülâtif baskı endeksleri sadece döviz kurundaki değışimleri dikkate almamakta, ülke parasının değeri kaybetmesi durumunda merkez bankasının uygulayacağı politikalarından biri olan rezerv satışı yapması ve faiz artırımına gitmesi durumunu da dikkate almaktadır.

Spekülâtif baskı endekslerinde değışkenlerin bir araya getirilmesinde kullanılan ağırlıklar farklılık göstermektedir. Ayrıca eşik değeri belirlenmesi konusunda da ortak bir görüş bulunmamaktadır. Yazında en çok kullanılan spekülâtif kriz tanımları Eichengreen ve diğ. (1994) ve Kaminsky ve diğ. (1998) tarafından yapılmıştır.

Eichengreen ve diğ. (1994) döviz kuru ve rezervlerdeki keskin düşüşlerin yanında faiz oranlarındaki artışı da modele ekleyerek spekülâtif baskı endeksi çerçevesinde döviz krizini tanımlamışlardır. Döviz kuru ve rezervlerdeki büyük değışimler karşısında, yetkililer sabit kur rejimini korumak amacıyla faiz oranını

arttıracaktır. Bu nedenle faiz oranındaki değişimler de modele eklenmiştir (Eichengreen ve diğ., 1994, s.15). Yazarlar krizi aşağıdaki denklemlerle tanımlar;

$$ISP1 = \frac{1}{\sigma_{NDK}} \Delta NDK_{TR,t} - \frac{1}{\sigma_{REZ}} (\Delta REZ_{TR,t} - \Delta REZ_{US,t}) + \frac{1}{\sigma_{FO}} \Delta (FO_{TR,t} - FO_{US,t}) \quad (1.1)$$

Burada  $NDK$  nominal döviz kurunu;  $FO_{TR}$  ve  $FO_{US}$ , Türkiye ve ABD için nominal faiz oranını;  $REZ_{TR}$  ve  $REZ_{US}$  Türkiye ve ABD için altın hariç uluslararası rezervleri göstermektedir.  $\sigma_{NDK}$ , nominal döviz kuru değişiminin standart sapması;  $\sigma_{REZ}$ , uluslararası rezerv farkının değişiminin standart sapmasını;  $\sigma_{FO}$ , faiz oranı arasındaki farkın değişiminin standart sapmasıdır. Eşik değer ise 1.5 standart sapma olarak belirlenmiştir.

$$Kriz = \begin{cases} 1 & \text{eğer } ISP1_t > 1.5 \times \sigma_{ISP1} + \mu_{ISP1} \text{ olduğunda} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (1.2)$$

Tanımında  $\sigma_{ISP1}$ , elde edilen endeksin standart sapmasını;  $\mu_{ISP1}$  ise endeksin ortalamasını göstermektedir. Endeks ikili değişkene dönüştürülerek, ortalama artı 1.5 standart sapmayı aşması durumu kriz olarak tanımlanmaktadır.

Kaminsky ve diğ. (1998)'e göre; döviz krizi sadece sabit kur rejiminde değil, esnek kur rejiminde de ortaya çıkabilir. Bu nedenle döviz krizi, döviz kuru ve rezervlerdeki keskin düşüşlerin bir birleşimi olarak tanımlanmıştır (Kaminsky e diğ., 1998, s.15).

$$ISP2_t = \Delta NDK_t - \frac{\sigma_{NDK}}{\sigma_{REZ}} \Delta REZ_t \quad (1.3)$$

Burada  $NDK$ , nominal döviz kurunu;  $REZ$ , uluslararası rezervleri;  $\sigma_{NDK}$ , nominal döviz kuru değişiminin standart sapmasını ve  $\sigma_{REZ}$  uluslararası rezerv değişiminin standart sapmasını göstermektedir. Eşik değer olarak ortalama artı 3 standart sapma kullanılmaktadır. İkili değişkene dönüştürülmüş kriz tanımı;

$$Kriz = \begin{cases} 1 & \text{eğer } ISP2_t > 3 \times \sigma_{ISP2} + \mu_{ISP2} \text{ olduğunda} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (1.4)$$

olarak ifade edilmektedir.

### 1.2.2. Bankacılık Krizi

Finansal piyasalarda bankalar en önemli aracı ve hizmet kurumudur, bu nedenle bankacılık sektöründe meydana gelen bir kriz, diğer sektörleri de etkileyerek daha ciddi sonuçlar doğurabilmektedir. Yazında birçok bankacılık kriz tanımı mevcuttur;

Bankacılık krizi, fiili veya potansiyel banka başarısızlıkları ve koşulları nedeniyle bankaların kendi yükümlülüklerini yerine getirememesi durumunda, hükümeti büyük ölçekli müdahaleye zorlayan bir durum olarak ortaya çıkmaktadır (IMF,1998, s.74).

Bankacılık krizi finansal sisteme olan güvenin azalması durumunda tasarruf sahiplerinin mevduatlarını geri çekmeleri sonucunda likidite sıkıntısına düşmesi, bankaların borçlarını zamanında geri ödeyememesi ve kredilerde keskin bir artışla toplam bankacılık sistemi sermayesinin tamamı veya çoğunun tükenmesiyle oluşur. Bu durum kriz öncesinde hisse senedi gibi varlık fiyatlarının düşmesi, faiz oranındaki artış ve sermaye akışındaki azalma ile açıklanmaktadır (Laeven ve Valencia, 2008, s.5).

Bir bankanın sermayesi, varlıklarının değerinin yükümlülüklerin değerini aştığı kadardır. Bankaların ağırlıklı olarak varlıkları kredileri olmakla birlikte, ana yükümlülükleri ise tasarruf sahiplerinin mevduatları ve diğer borçlanma fonları şeklindeki borçlarıdır. Bankalar mevduat sahipleri gibi aşırı fonlara sahip kuruluşlardan borç alırken, bu tür fonlara erişmek isteyenlere borç verir. Banka kredilerinin kötüleşmesi toplam varlıkların değerini düşür ve böylece sermaye de benzer miktarda azalır. Bir bankanın toplam varlıklarının toplam yükümlülüklerinin altına düşmesi durumunda, bankanın sermayesi negatif olur ve iflas eder (Thomas, 2013, s.8-9).

Bankacılık sistemi krizi, sermayesinin erozyona uğraması olarak tanımlanmıştır (Bordo ve diğ., 2000, s. 5). Bunun sonucunda bankaların temel işlevlerini ve diğer başarısızlıklar nedeniyle yükümlülüklerini yerine getirememesiyle bankacılık krizi ortaya çıkar. Bankacılık sistemindeki zayıflıkların yanı sıra makro ekonomik dengesizlikler de bankacılık krizinin nedenleri arasındadır.

### **1.2.3. Sistemik Finansal Kriz**

Sistemik krizler, ekonomik sistemin tamamını etkileyebilme özeliğine sahip olması açısından diğer kriz türlerinden farklıdır. IMF (1998), sistemik finansal krizleri finansal piyasalardaki ciddi bozulmalar olarak tanımlamıştır. Piyasalar etkin bir şekilde temel işlevini yerine getiremez ve bu durum sadece finansal piyasalarda değil reel ekonomi üzerinde de büyük olumsuz etkilere neden olur. Sistemik bir finansal kriz, döviz krizine neden olabilir, ancak bir döviz krizi ödemeler dengesinde ciddi bozulmalara yol açmıyorsa sistemik bir finansal krize neden olmaz (IMF, 1998, S.75). İkinci bölümde sistemik finansal krizlerle ilgili daha geniş bilgi verilmektedir.

### **1.2.4. Dış Borç Krizi**

Dış borç krizi, bir ülkenin kamu ve özel sektör borçlarını ödeyemeyeceğini ilan etmesi durumunda ortaya çıkmaktadır (IMF, 1998, s.75).

Likidite krizine düşen bir ülke dış borçlarını ödeyemez ve bu durum küresel boyutta olumsuz etkilere neden olabilir. Ancak dış borç krizleri likidite krizlerinden farklıdır. Dış borç krizi, sürekli değil geçicidir ve olumsuz etkiler sadece alacaklı taraflara yansır (Eichengreen ve diğ., 1995, s.25).

Yazında en çok kullanılan dış borç göstergeleri; borçların ihracata oranı, borçların GSYİH'ya oranı, faizlerin ihracata oranı, faizlerin GSYİH'ya oranıdır (Ajayi, 1997, s.9). Bu göstergelerde ihracat ve GSYİH'daki artışların borç ve faiz ödemelerini karşılayabilme kapasitesi ölçülmektedir.

## **1.3. Finansal Kriz Modelleri**

Finansal krizleri açıklamaya yönelik birçok model vardır. Bu modellerin her biri bütün krizleri açıklayabilecek özelliğe sahip değildir. 1990'larda döviz kuruna yönelik spekülasyon atakları kriz sayısının artmasına ve krizleri anlamaya yönelik modellerin gelişmesine yol açmıştır. Birinci nesil kriz modelleri Meksika (1973-1982) ve Arjantin (1978-1981) krizlerini açıklamak için geliştirilirken, bu modeller 1992-1993 yıllarında Avrupa Para Sistemi (ERM) krizini açıklamakta yetersiz kalmış ve ikinci nesil kriz modelleri geliştirilmiştir. İkinci nesil modelleri 1997 Güneydoğu Asya krizini

açıklamakta yetersiz kalınca üçüncü nesil kriz modelleri geliştirilmiştir. Dördüncü nesil kriz modelleri ise gelecekteki muhtemel krizler için oluşturulmuştur. Aşağıda bu modeller sırasıyla anlatılacaktır.

### **1.3.1. Birinci Nesil Kriz Modelleri**

Birinci nesil kriz modelleri Meksika (1973-1982) ve Arjantin (1978-1981) gibi gelişmekte olan ülkelerdeki döviz krizlerinin nedenlerini ortaya koymak için geliştirilmiştir (Flood ve Marion, 1998, s.1).

Kanonik kriz modelleri olarak da tanımlanan Birinci Nesil kriz modelleri ilk olarak 1979 yıllarının ortalarında Stephen Salant tarafından ortaya atılmıştır. Spekülatif saldırıların istikrarı sağlanmaya çalışılan altın fiyatlarına yönelik olduğunu ortaya koyarken, diğer araştırmacılar saldırıların döviz kurunu sabit tutmaya çalışan merkez bankalarına yönelik olduğunu ortaya koymuşlardır. Başlangıçta Krugman (1979) tarafından ortaya atılan ve Flood ve Garber (1984) tarafından genişletilen birinci nesil kriz modeli, Salant'ın öne sürdüğü model üzerinden tasarlanmıştır. Krugman (1979) 'un sabit döviz kurunun çöküşünü ele aldığı çalışmayı geliştiren Flood ve Garber (1984), krizin gerçek etkilerini de dikkate alarak analizi genişletmişlerdir (Krugman ve diğ., 1999, s.422-423).

Sabit kur politikası uygulayan hükümetin, bütçe açıklarını kapatmak için para arzını genişletmesi sabit kur politikasını bozmaktadır. Standart bir kriz, sabit döviz kuruna sahip bir ülkede, kuru sabitlemenin yalnızca döviz kuruna doğrudan müdahale yoluyla yapıldığını ve bu döviz kurunda hükümetin rezervlerinin yavaş yavaş azaldığı durumda ortaya çıkmaktadır. Rezervlerin biteceği öngörüsüne sahip spekülâtörler sabit olan döviz fiyatlarının yükseleceğini bildiklerinden, yerli para biriminden dövize yönelecek ve ülke içinde döviz talebinin artmasıyla döviz fiyatlarında sıçramaya neden olacaklardır. Rezervlerin tükenmesinden hemen önce kritik seviyede olan belki de yıllarca ödeme açıklarını finanse edecek kadar büyük bir düzeyde olan rezervleri tüketmek için ani spekülatif hareketler olur. Bunun sonucunda hükümet sabit döviz kuru politikasını terk etmek zorunda kalacaktır. Para biriminin değer kaybetmesini önlemeye çalışan hükümet döviz rezervlerinin azalması ve borçlanma sınırına yaklaşması gibi

sorunlarla karşılaşırken, para biriminin değer kazanmasını önlemeye çalışan hükümet yurtiçi enflasyon maliyetiyle karşılaşabilir. Hükümetin kuru sabit tutmak amacıyla kullandığı araçlar üzerinde sınırlamalar olması durumunda kriz yaşanması mümkündür. Sonuç olarak bu durum hükümeti ulusal parayı devalüe etmesine ya da sabit döviz kur rejiminden esnek kur rejimine geçmeye zorlayacaktır (Krugman,1979, s.311).

Başka bir deyişle para ile finanse edilen bütçe açıklarının devam etmesi ve aynı zamanda döviz kurunu sabit tutma politikası nedeniyle, döviz krizi i politikalar arasındaki temel tutarsızlığın sonucudur. Ancak merkez bankasının yeterince büyük rezervleri olması durumunda tutarsızlık geçici olur, rezervlerin kritik seviyede olması spekulatif saldırılara yol açarak rezervleri satışa zorlar. Bu model döviz krizlerinin sadece yatırımcıların rasyonel olmayan davranışlarından ya da piyasa manipülatörlerinin davranışlarından oluşmadığını göstermiştir (Krugman ve diğ., 1999, s.424).

Birinci nesil kriz modellerinde krizlerin ekonomik temellerdeki zayıflıktan kaynaklandığı ifade edilmektedir. Bu modellerde sabit kur rejimi ve esnek kur rejimi olmak üzere iki tip kur rejimi vardır. Esnek kur rejiminde beklentilerdeki değişimler döviz kurunda kısa dönemli değişiklikler olarak kendini göstermektedir. Sabit kur rejiminde ise doğrudan hükümetin rezervlerindeki değişimler olarak kendini göstermektedir (Tularam ve Subramanian, 2013, s.102).

Tomczynska (2000), döviz krizlerinin ekonomik göstergelerle önceden tahmin edilebilmesinin büyük lde bir finansal krizin teorik modelinin türüne bağlı olduğunu vurgulamıştır. Birinci nesil kriz modellerinde, kriz zamanlaması kesin olarak tahmin edilemese de bir krizin kendisi politika tutarsızlıklarının öngörülebilir sonucudur. Bu amaçla döviz krizi riskini tahmin etmede etkili olabilecek bazı faktörler önermiştir;

- Uluslararası rezerv miktarlarındaki sürekli düşüşler
- Bütçe açığı
- Kamu ve özel sektöre verilen kredilerdeki gelişmeler
- Döviz kurundaki reel artışlar
- Cari işlemler açığı (Tomczynska, 2000, s.12).

Birinci nesil modellerde, dış makroekonomik durum da bir krize yol açabilir. Gelişmiş ülkelerin reel faiz oranındaki artış, gelişmekte olan ülkelere büyük ve sürekli sermaye çıkışlarının tetikleyebilir (Breur, 2004, s.300).

Edwards (1989)'e göre krizin ortaya çıkış nedeni reel döviz kurunun aşırı değerlendirilmesi, uluslararası rezervlerin düşmesi, serbest döviz kuru ile sabit döviz kuru arasındaki farkın giderek açılması ve bunların ekonomik göstergelerde değişiklik yaratmasıdır (Edwards, 1989, s.4).

Eichengreen ve diğ. (1996); birinci nesil kriz modellerini dört temele dayandırmaktadır. Birincisi ödemeler dengesi krizleri, döviz kuru makroekonomik belirleyicilerini ve ödemeler dengesini içermelidir. İkincisi döviz spekülasyonu, yabancı varlıklar için yerel para alım satımı biçiminde olur. Edwards (1989), bir krizde yerel para biriminden kaçış hacminin oldukça yüksek olduğunu vurgulamıştır. Sabit döviz kurundan dolayı yerel paradan kaçan yatırımcı krizi körükler. Satış hacmini rezervler yardımıyla baskılamaya çalışan merkez bankası, rezervlerin kritik noktaya geldiği bir noktada ani bir spekülasyon saldırısıyla rezervlerin sıfırlanması durumuyla karşı karşıya kalır. Üçüncü bir sonuç, merkez bankasının sadece yeterli döviz rezervine sahip olması durumunda sabit döviz kurunu devam ettirebileceğidir. Spekülasyon saldırıda rezervler kaybedildikten sonra, hükümetin sabit kur rejimini terk etmekten başka çaresi yoktur. Standart modelde, krizler dalgalı kur rejimine geçişle sonuçlanır. Dolayısıyla, sabit döviz kuru politikası yeniden düzenlemeye sokulmadan önce rezerv stoklarının yeniden düzenlenmesi gerekir. Bu durum "rezervlerin yeterliliği" kavramının önemini ortaya çıkarmaktadır. Para talebindeki düşüşe yüksek faiz oranları karşılık gelmektedir, bu durum ise döviz krizinin bankacılık krizine neden olmasıyla sonuçlanabilir. Standart modelin dördüncü bir sonucu ise yetkililerin bir saldırıyı savuşturma şansının az olmasıdır. Brüt rezervler borçlanarak artırılabilir, ancak para tabanındaki genişleme faizleri artırır. Oluşan faiz oranı artışı o kadar yüksek olabilir ki döviz kuru krizi bir bankacılık krizine neden olabilir (Eichengreen ve diğ., 1996, s.6-8).

Krugman (2001)'e göre krizin birinci nedeni, sabit döviz kuruyla birlikte yüksek bütçe açıklarını sürdüren hükümetin zayıf politikasıdır. Bu modellerde finansal problemlerin çözülmesi durumunda kriz ortaya çıkmayacaktır. Dolayısıyla bu

modellerde izlenen yanlış politikalardan dolayı hükümetin bu krizi hak ettiği vurgulanır. İkincisi kriz ani olmasına rağmen deterministiktir. Hükümet politikaları göz önüne alındığında bir kriz kaçınılmazdır ve zamanlama öngörülebilirdir. Üçüncüsü ise bu modeller kriz sonrası durgunluğu ortaya koymazlar. Bu nedenle birinci nesil döviz krizinin ardından bir reel ekonomi çöküşünün gerçekleşmesi neredeyse imkansızdır (Krugman, 2001, s.4).

Birinci nesil kriz modelleri 1990'ı yıllara kadar olan krizleri açıklamada başarılı olsa da daha sonra çıkan krizleri açıklamada yetersiz kalmıştır. Modelin zayıf yanı hükümetin ekonomi politikalarını uygulamada mekanik bir biçimde davrandığını varsaymasıdır. Hükümetin ekonomideki gelişmeleri dikkate almadan bütçe açıklarını para basarak kapatmaya çalışması rasyonel bir davranış değildir. Bunun yanı sıra sabit kur rejimini korumak amacıyla Merkez bankasının son döviz rezervleri bitene kadar döviz satacağı varsayımı da eleştirilmektedir. Gerçekte olası politikaların kapsamı çok daha geniştir. Bütçe açıklarını para basarak kapatmak yerine başka politika araçları kullanabileceği gibi, döviz kurunu baskı altında tutmak içinde rezervleri kullanmak yerine farklı araçlar kullanılabilir (Krugman, 2007, s.1-3).

### **1.3.2. İkinci Nesil Kriz Modelleri**

İkinci nesil kriz modelleri 1992-1993 yıllarında Avrupa Para Sistemi'nin (ERM) çöküşünden sonra mevcut modellerle krizin açıklanamaması üzerine geliştirilmiş ve bu modellerde devalüasyon çoklu denge süreci olarak nitelendirmiştir.

Krugman'ın birinci nesil kriz modelinin aksine ikinci nesil kriz modellerinde rezervler, ödemeler dengesi açıklarını karşılayabilecek düzeyde olsa bile spekülasyon saldırılar kendi kendine gerçekleşebilir ve bu durum krize neden olabilir. Bunun sebebi politikalarla ilgili beklentilerin değişmesidir. Finansal krizler sürdürülemez makroekonomik politikaların kaçınılmaz sonucu değildir, olumsuz beklentiler nedeniyle ortaya çıkmaktadır (Obstfeld, 1984, s.1).

Obstfeld (1994) 'e göre ikinci nesil kriz modelleri, üç bileşen içermektedir. Birincisi, hükümetin sabit döviz kurundan vazgeçmesini istemek için bir nedeni olmalıdır. İkincisi, hükümetin sabit döviz kurunu savunması için bir sebep olmalıdır.

Son olarak, bir krize sebep olan döngüsel mantığın oluşması için, sabit kur rejimini savunma maliyeti, insanların bu rejimin terk edilebileceğini beklemesi halinde artması gerekmektedir (Krugman,1999, s.424-425).

Hükümetin politikaların negatif etkisinden dolayı sabit döviz kurunu terk edeceği fikrini geliştiren ekonomistlere göre, belli koşullar altında sabit kur rejimini sürdürmenin maliyeti yararları aşabilir. İkinci nesil kriz modellerinde, kriz kendiliğinden gerçekleşebilir, çünkü çoklu denge mevcuttur. Hükümetin birden çok hedefinin olması sabit döviz kuru politikasıyla işsizlik oranının düşürülmesi, bankacılık sisteminin korunması, borç yükümlülüklerinin sınırlandırılması gibi diğer hedefler arasındaki dengeyi ifade eder. Döviz krizleri, temelden bozulan ekonomik yapının sonucunu değil, bunun yerine, dengedeki rejimden devülasyona ya da dalgalı rejime sıçramasıdır. Bu durumda krizin zamanlaması öngörülemez olacaktır. Beklentilerde değişikliğe yol açan ekonomik temellerin, yeterince zayıf olması krize neden olabilir. Çünkü ekonomik beklentilerdeki değişikliğin krizle sonuçlanması için temellerin zayıf olması gerekmektedir. Tomczynska (2000), ikinci nesil modeller çerçevesinde döviz krizi riskini tahmin etmede etkili olabilecek bazı faktörler önermiştir. Bunlar;

- Üretimin istenilen düzeyden ya da belirli bir trendden sapması
- Yüksek işsizlik oranı
- Yurt içi ve yurt dışı faiz oranlarındaki artış
- Kamu borç stoku
- Bankacılık sektörü problemleri
- Politik değişkenler olarak sıralanmıştır (Tomczynska, 2000, s.12).

Piyasa katılımcıları başarılı bir saldırının politikayı sabit döviz kuru politikasını değiştireceğini kabul ettiğinde birden fazla denge olasılığı ortaya çıkar. İki dengeden söz edilmektedir. Birincisi belirsiz bir sabit döviz kuru altında saldırı yoktur, temel özelliklerde değişiklik yoktur. İkincisinde ise spekülasyon bir saldırı sonrasında spekülasyonların gerçekleşmesi beklenen döviz kuru değişimini doğrulayan temel

değişiklikler yer almaktadır. Kendini kendine gerçekleşen saldırı modelleri, "iyi" bulguların döviz krizlerini önlemeye yetmeyeceğini ima eder. Ekonomik temellerin yetersiz olduğu durumda bir saldırıyı önlemek için merkez bankasının kredibilitesi, sabit kuru terk ettikten sonra piyasayı rahatlatarak şekilde olmalıdır. Merkez bankasının, döviz kuruna yönelik bir politika uygulayarak krize tepki vereceği beklentisi kendi kendine gerçekleşen bir kriz riskini ortadan kaldıracaktır (Eichengreen ve diğ., 1996, s.10).

İkinci nesil modellerde, krizler ülke içi koşulların bozulmasından ya da beklentilerin değişmesinden kaynaklanmaktadır. Bu modeller hükümetin karar verme sürecini tanıtmakta ve çoklu denge olasılığını göstermektedir. Temeller kötü olmasa bile, para birimindeki spekülasyon saldırılarının sonucunda hükümetin para birimlerini devalüe edeceklerine yönelik piyasa katılımcılarında beklentilerin oluşması bir krize yol açabilir. Yani krizlerin gerçekleşmesi gerekmemektedir, ancak piyasa katılımcılarının beklentileri nedeniyle gerçekleştiğini ima etmektedir. ERM (Avrupa Para Sistemi) krizi, uluslararası rezervler, yerli kredi büyümesi ve mali açık ve iyi ekonomi politikaları gibi bazı önemli temellerin ülkeleri spekülasyon saldırılardan korumak için yeterli olmadığını kanıtlanmıştır (Tularam ve Subramanian, 2013, s.102).

Bu modellerde sürü psikolojisi ve bulaşma önemli rol oynamaktadır. Tam olarak ne zaman devülasyon olacağını bilmeyen ancak devülasyon beklentisinde olan spekülasyon beklemeyen yerli parayı satarlar. Sürü psikolojisinin (herding behaviour) etkisiyle beklentilerdeki değişiklikler piyasa katılımcılarının aynı şekilde davranmasına yol açar, bu ise spekülasyon saldırıyı derinleştirir. Dolayısıyla beklentilerdeki değişiklikler ekonomiyi iyi dengeden kötü dengeye getirerek krizi hızlandırır.

Ayrıca belirli bir denge altında sabit döviz kuru ekonomik temellerle tutarlıdır. Ancak ekonomik beklentilerin ani bir biçimde kötüleşmesi sabit döviz kuru rejiminin çökmesine neden olan politika değişikliklerine sebep olabilir. Ekonomik temellerle krizler arasında sıkı bir ilişki bulunmaması bir krizi doğru bir şekilde tahmin etmeyi zorlaştırmaktadır. Bu krizlerin öngörülemesizlik özelliği ve beklentilerdeki değişikliğin dış şoklardan kaynaklanması, bir ülkedeki krizin birbiriyle ilişkisiz birçok ülkeye

sıçramasına yol açan bulaşma (contagion) sorununu ortaya çıkarmıştır (Chui, 2002, s.12).

İkinci nesil kriz modellerinin birinci nesil kriz modellerinden iki temel farklı noktası vardır. Birincisi, krizler açıkça sorumsuz olan hükümet politikalarından kaynaklanmamaktadır. İkincisi ise krizler kendi kendine gerçekleşmektedir (Krugman, 2001, s.6).

İkinci nesil kriz modellerinde piyasa katılımcılarının beklentilerinde ani ve keyfi değişiklikler bir krizin oluşmasında belirgin bir rol oynamaktadır. Ancak bu modeller beklentilerde meydana gelen değişikliklerin nedenlerini açıklamakta yetersiz kalması nedeniyle eleştirilmektedir. Başka bir deyişle, model, analizin temel taşı olan güven kaybının belirleyicilerini açıklayamamaktadır (Pesenti ve Tille, 2000, s.6).

### **1.3.3. Üçüncü Nesil Kriz Modelleri**

1990'ların sonlarına doğru Tayland' da başlayarak Güneydoğu Asya ülkelerine yayılan Asya krizini, önceki kriz modellerinde kullanılan standart ekonomik göstergelerle açıklamak mümkün olmamıştır. Asya finansal krizinin ani yayılımı krizlerin doğası ve nedenlerinin yeniden düşünülmesine yol açmıştır. Asya'daki finansal kargaşada, hükümetlerin önemli mali açıklarının olmaması ve sorumsuz genişlemeci para politikası uygulamıyor olmaları bu krizin birinci nesil modellerle açıklanamamasına, işsizlik ve enflasyon oranının oldukça düşük olması ise ikinci nesil modellerin önerdiği makroekonomik hedeflerle çelişmiştir. Asya krizinde bankaların ve kurumsal firmaların bilançolarında bozulmalar yaşanmıştır. Ekonomik temelleri dikkate alan birinci nesil modelleriyle ve krizlerin kendi kendine gerçekleşebileceğini savunan ikinci nesil kriz modellerini birleştiren üçüncü nesil kriz modellerinde, döviz krizlerinin başlıca sebepleri kur rejiminin çökmesinden sonra özel sektörün yaşadığı likidite sıkışıklığı ve ahlaki tehlike problemi olduğu ortaya konmuştur. Bu modellerde bankacılık sektörünün de dikkate alınması gerektiği öne sürülmüştür (Chui, 2002, s.13).

Birinci ve ikinci nesil krizlere göre, Asya krizinin yapısı farklı gözükmektedir. Asya krizinde makroekonomik temeller güçlü; enflasyon oranları düşük, bütçe açıkları düşük, cari hesap açıkları yönetilebilir, yıllık büyüme oranları yüksek, sermaye girişleri

güçlü ve siyasi istikrar vardı. İç borçlulara yapılan kötü kredi ve yabancı bankalardan beklenmedik kısa vadeli borçlanma bankacılık sektöründeki sorunun aydınlığa çıkmasını sağladı. Bunun nedeni ise finansal serbestleşme gelişmekte olan piyasa ekonomilerine sermaye girişi düzeyini yükseltti ve bu durum hem bankalar hem de hükümet tarafından iç sektöre kredi verme kapasitesinin arttırdı. Bu ise daha yüksek riskli kredilerin verilmesiyle sonuçlandı (Breuer, 2004, s.301).

Birinci nesil kriz modelleri tahmin edilebilir olması nedeniyle zararsız olduğu ifade edilmektedir. Hükümetin izlediği çelişkili ve sürdürülemez politikalardan kaynaklanmaktadır. Buna rağmen gerçekleşmesi gerekmektedir. Ekonomik temelleri görünür kıldığı için ekonomiye gerçekten zarar vermez. İkinci nesil modellerde, kriz çok daha az belirgin hale gelmektedir, halen zararlı olmasa da ekonomide gerçek çıktı düşüşlerine yol açmaktadır ve kriz öngörülemezdir. Üçüncü nesil kriz modellerinde ise krizler ekonomiye gerçekten zarar vermektedir (Krugman, 2001, s.8).

Üçüncü nesil kriz modellerinin temelinde bankacılık sistemi olduğu savunulmaktadır. Krizi etkileyen iki temel faktör vardır. Bunlardan ahlaki tehlikenin finansal krizler üzerindeki etkisi önemlidir. Banka kredileri için genellikle yüksek riskli yatırımlara verilen örtülü hükümet garantileri ahlaki tehlikeye katkıda bulunabilir. Bu durum finansal araçları ahlaki tehlike davranışı altında aşırı yatırıma yönlendirir. Küçük spekülâtorler tüm ekonomiye zararlı etkiler verebilir ve bu durumu düzeltmenin maliyeti fazla olabilir. Bu maliyetler genelde tüm ekonomik sistem tarafından karşılanır. Krugman'a göre, ahlaki tehlikenin yol açtığı döviz krizi riskini azaltmanın yolu, devlet sübvansiyonlarını ve banka kredilerine olan güvenceleri ortadan kaldırmak ve finansal sektörü düzenlemektir. Finansal sektördeki kırılganlıklar ise ekonomiyi krizlere karşı savunmasız hale getiren bir başka faktördür. Bu modeller; hükümetin para arzıyla finansal kurumları kurtarmaya çalışması durumunda aşırı paranın yaratılması durumunda klasik (1.nesil) döviz krizine göre sınıflandırılabilir. Genellikle, bankacılık sektöründeki sorunlar döviz krizinden önce başlamaktadır. Bu nedenle, bankacılık krizi gelecekteki bir döviz krizinin tahmini olarak hizmet edebilir. Ayrıca zayıf ve kırılgan bankacılık sistemi, artan faiz oranları yoluyla hükümetin para birimini savunmasına sınır getirebilir. Finansal sektörün temel kurumsal zayıflıkları, zayıf bankacılık denetimi

ve yönetmeliği, zayıf kurumsal yönetim uygulamaları, yetersiz risk yönetimi, sektörde şeffaflığın eksikliği gibi sistematik ve yapısal faktörler kırılganlığı tetiklemektedir (Tomczynska, 2000, .15-16).

Kaminsky ve Reinhart (1996); bankacılık ve döviz krizleri arasındaki ilişkiyi ve bunlara yönelik spekülasyon saldırıları dikkate alan çalışmalarında; bankacılık krizlerinin, döviz krizlerinin önde gelen göstergeleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır, ancak bu durum döviz krizlerinin bankacılık krizlerini öngördüğü sonucunu taşımamaktadır.

Bankaların toplam bilançolarından elde edilen ve finansal sektör göstergelerini içeren üçüncü nesil modellerde sürü davranışları ve ahlaki tehlike sorunu olmak üzere iki yaklaşım ön plana çıkmıştır. Ayrıca üçüncü nesil modelleri döviz krizlerine neden olan bulaşıcı etkilere de odaklanmıştır. Bu modellerdeki ampirik yazın, özellikle gelişmekte olan piyasalardaki krizin öngörülmesinde anahtar faktörler olarak dövizin hakim olduğu iç borç oranını ve reel döviz kuru oranını kullanmaktadır (Tularam ve Subramanian, 2013, s.102-103).

Asya krizinde, güneydoğu Asya ülkeleri hem yabancı para cinsinden hem de ağırlıklı olarak kısa vadeli olarak yurt dışından borçlandı. Bu krizde ahlaki tehlike unsurunun önemli bir payı vardır; hükümetin dış borcun geri ödenmesinde verdiği garanti, aracı kurumları riskli yatırım stratejilerine yönelmelerine teşvik ederek aşırı borçlanma yaratmıştır. Yabancı bankalardan alınan kısa vadeli borçlar ve iç boçlulara verilen kötü krediler ahlaki tehlike problemini sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca Asya krizinde bulaşma (contagion) etkisi daha belirgindir. Yaşanan finansal krizler ortaya çıktığı ülkeden başka bir ülkenin makroekonomik temellerini ya da piyasa katılımcılarının beklentilerini etkileyerek yayılmaktadır (Krugman, 2001, s. 7), (Breur, 2004, s. 301).

#### **1.3.4. Dördüncü Nesil Kriz Modelleri**

Bir finansal krizde döviz kuru dışında varlık fiyatları da krizin belirleyicisi olabilir. Ancak önceki kriz tecrübeleri döviz kuru hareketlerinin önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Bu noktada Krugman (2001) son kriz dalgalarını değil,

gelecekteki muhtemel kriz modellerini oluşturmak için dördüncü nesil modelini önermiştir. Üçüncü nesil modelleri öz sermayenin sadece borç kalemini dikkate alırken, dördüncü nesil modeller varlık kalemini de dikkate alarak krizi daha kapsamlı ele almaktadır. Yatırım yapmak isteyen firmalar yeterli kaynağı yoksa borç alabilmek için yeterli miktarda teminat sağlaması gerekir bu nedenle öz sermayenin varlık kaleminin de dikkate alınması gerekmektedir (Krugman, 2001, s.14-15).

Krizler ekonomik büyümeyi etkilemektedir, dolayısıyla krizleri daha iyi anlama fikri ekonomik büyümede bir sıçrama yaratılabileceği düşüncesini akla getirmiştir. Siyasi istikrarsızlığa sahip ülkelerin daha düşük ekonomik büyümeye sahip olduğunu ortaya koyan Barro (1991), ekonomik büyüme başarısını incelemek için siyaset, hukuk, sosyoloji ve ekonomi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Ekonomik büyümeye katkılarında dolayı güven, demokrasi, yolsuzluk, mülkiyet hakları, sosyal uyum ve hukukun üstünlüğü gibi unsurlar düşünülmüştür. Dördüncü nesil modeller bu çerçevede bütçe ve cari hesap açıkları, hiperenflasyon, yabancı rezervlerin tükenmesi, aşırı borçlanmanın yanı sıra yolsuzluk, güven, demokrasi, politik istikrarsızlık gibi unsurlar ele alınmaktadır (Breuer, 2004, s.294).

Krugman (2001) modeli bir döviz krizinden çok daha genel bir finansal kriz modeli olduğu düşünülmektedir. Bu modelde bankacılık sorunlarına yol açan makroekonomik dengesizliklerin oluşmasına zemin hazırlayan kurumsal faktörlerin özellikleri de eklenerek genişletilmektedir. Kurumsal faktörler finansal gelişme düzeyini, finansal sistemde mevduat sahibinin güveni ve kredi risk seviyesini etkilemektedir. Siyaset, güven, etik, kültür, etnik köken, mülkiyet hakları ve finansal politikaların kalitesi gibi değişkenler bilgi ve belirsizlik üzerinde etkili oldukları için önemlidir ve karar vermenin verimliliğini etkileyebilir. Ayrıca, modellerde siyasi göstergeler kriz tahmininde önemli bir rol oynamaktadır. Dördüncü nesil modellerin avantajı, piyasa fiyatlarında yer alan ileriye dönük bilgi üzerine kurulu olmasıdır (Tularam ve Subramanian, 2013, s.103).

**Tablo 1.1**  
**Finansal Kriz Modelleri**

1.Nesil Kriz Modelleri	Öncüler	Temel Değişkenler	Özellikler	Sorunlar
<p>-(1978)- -Kriz; ekonomik politikalarındaki temel dengesizlikler ile döviz kurunu sabit tutma arasındaki tutarsızlıktan kaynaklanmaktadır. -Spekülasyonlar sadece ekonomik temeller tarafından belirlenir.</p>	Salant Henderson Paul Krugman	<p>-Mali Açık/Gdp, -Reel Para Dengesi, -M1 Para Arzı -Hükümet Harcamaları/Gdp, -Kredi (Büyümesi), -M2 -Ticaret Dengesindeki Büyüme, -Sermaye Hesabı</p>	<p>-Uzun vadede, eşsiz denge, mali açıklar ve para politikalarına odaklanmaktadır. -Krizler, aşırı para kazandıran bütçe açığı ile döviz kuru sistemi arasındaki tutarsızlık sonucunda ortaya çıkmaktadır. -Sabit bir döviz kuru rejiminden vazgeçmenin nedeni büyük ölçüde sürdürülebilir olmayan kredi genişlemesi ve sağlam olmayan ekonomik temellerden kaynaklanmaktadır. Ekonomik temelleri zayıf olan bir ülke spekülasyon saldırıya karşı daha savunmasızdır. -Döviz piyasasında spekülasyon saldırısı ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiyi vurguluyor</p>	<p>-Bu modellerde spekülasyon devülasyon olasılık tahminlerinin artmış olması gerekmektedir. -Bu modeller para krizlerinin diğer ülkelere neden yayılmadığını açıklamamaktadır. -Yazında yer alan bilgiler doğrultusunda bu modellerde hükümetin nihayetinde para kriziyle sonuçlanacak olan sabit kur rejimini niçin sürdürmeye çalıştığını anlamak zordur.</p>
<p><b>2.Nesil Kriz Modelleri</b></p> <p>-(1986)- -Kendi kendine gerçekleşen krizler olarak tanımlanır.</p>	Obstfeld, Ecichengreen, B., Rose, A., Wyplosz, C., Jeane, O., Masson, P.	<p>İthalat, İhracat, Reel Döviz Kuru Ticaret Hadleri, Üretim, Reel Faiz Oranı</p>	<p>-Kısa vadede, çoklu denge, hükümet politikaları ve spekülasyon beklentilerine odaklanıyor. -Ekonomik temeller ile spekülasyon saldırı dönemi arasındaki ilişkiyi açıklar</p>	<p>-Bir dengeden diğerine geçiş açıklanamamıştır. -2. nesil modellerde, kriz dönemlerinde finansal piyasaların rolü yeterince açıklanamamıştır</p>
<p><b>3.Nesil Kriz Modelleri</b></p> <p>-(1998) – - Bankacılık ve döviz krizleri ile krizlerin bulaşması arasındaki bağlantı olabileceği şekilde tanımlanmıştır.</p>	Krugman, P., Mckinnon, R.I., Pill, H., Corsetti, G., Pesenti, P., Roubini, N., Bhattacharya, A., Claessens,	<p>-Yurtiçi Krediler/GDP, -M2/Uluslararası rezervler, -M2 Çarpanı, -Hisse Senedi Fiyatı, -Mevduat Hesabı</p>	<p>-Finansal kırılganlık ile para krizleri arasındaki ilişkiyi açıklar. -Yabancı para biriminden borçlanmanın önemine ve onun olumsuz bilanço etkilerine odaklanmaktadır. -Asya krizini, kendi kendine gerçekleşme, ekonomik temeller ve bankacılık sektörü ile açıklanmaktadır. -Piyasa fiyatları, kriz öncü göstergeleri olabilir.</p>	<p>-Para krizine yönelik olası çözümleri pratikte gerçekleştirmek ve yanlışları ölçmek çok radikal görülebilir.</p>
<p><b>4.Nesil Kriz Modelleri</b></p> <p>-(2001)- -Krizler döviz kuru, sosyal faktörler ve varlık fiyatları ile açıklanmıştır.</p>	Krugman, P.	<p>-Varlık Fiyatları, -Etik gerginlik -Politikalar, -Hukukun Üstünlüğü, -Güven, Kültür, -Sosyal Normlar, -Mülkiyet Hakları -Hükümet Türleri</p>	<p>-Ekonomik ve mali kuralları ve düzenlemeleri, pay sahipliği haklarını, finansal sistem üzerindeki şeffaflığı ve denetimi ve devlet bozulmalarını vurgular. F-inansal kurumlar ve finansal sistemler arasındaki ilişkiyi açıklar. -Piyasa fiyatlarında yer alan ileriye dönük bilgi üzerine kurulmuştur.</p>	<p>-Piyasa fiyatlarına olan bağımlılığı likit piyasalardan elde edilir ve bu piyasalar mevcut olmadığında uygulanabilirliğini sınırlar.</p>

**Kaynak:** Tularam ve Subramanian, 2013, s.117

#### **1.4. 1990 Sonrası Dünyada Yaşanan Önemli Krizler**

Finansal serbestleşme ile birlikte ülke ekonomilerinin uluslararası sermaye akımlarına açılması, özellikle gelişmekte olan ülkelerde 1990'lı yıllardan itibaren 1992-1993 Avrupa Para Sistemi (ERM), 1994 Latin Amerika (Tekila Krizi), 1997 Güney Doğu Asya, 1998 Rusya, 1999 Brezilya, 1994-2001 Türkiye, 2002 Arjantin ve 2008 Küresel Finansa Krizi olmak üzere çok sayıda finansal krizin yaşanmasına neden olmuştur. Bu krizlerin sadece ülke ekonomisini değil, bulaşma etkisiyle küresel bir boyutta dünya genelinde bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Aşağıdaki bölümde 1990 sonrası dünyada yaşanan önemli krizlerden bahsedilecektir.

##### **1.4.1. 1992-1993 Avrupa Para Sistemi Krizi**

Avrupa Para Sisteminin (ERM) amacı; Maastricht kriterleri doğrultusunda sisteme giren ülkelere para birimleri arasında dalgalanmaları azaltmak, para birimlerinin birbirleri karşısında belirli bir dalgalanma sınırları içinde hareket etmelerine izin vererek Avrupa' da parasal istikrarı, düşük enflasyonu ve istikrarlı büyümeyi sağlamaktır. Kurlar belirlenen aralığın dışına çıktığında merkez bankaları müdahale ederek kurları bu aralığa çekmekteydi. Avrupa ülkelerinin tek bir para birimi Euro'yu kullanması tek bir Pazar oluşumunu sağlayacaktı (Özbay, 1997, s.2).

Krizin tetikleyicisi Danimarka'nın 1992 Maastricht Anlaşmasını reddetmesiydi. Bu durum üye ülkelere sabit döviz kuruna olan inancın azalmasına yol açmıştır. Döviz kurları üzerindeki baskıyı arttırmış, ERM para birimlerine yönelik spekülasyon saldırılarına ortamı hazırlamıştır. İngiltere, İtalya ve İspanya para birimlerine yönelik spekülasyon saldırıları, bu ülkelerin Avrupa Para Sistemi'nden çıkmasına neden olmuştur. Sonrasında diğer para birimlerine yönelik spekülasyon saldırıları olmuştur. Ağustos 1993'ün başında ERM'deki döviz bantlarının büyüklüğü %4,5 (+/-%2,25) ile %30 (+/-%15) seviyesine gelmiştir, bu durum tüm döviz kuru sisteminin çöküşünü özetlemektedir. Avrupa Para sistemi krizi kendi kendine gerçekleştiği için, ikinci kuşak kriz modellerine uymaktadır (Bustelo ve diğ., 1999, s. 23).

Bu krizde devalüasyonun temel nedeni, yetersiz talebe bağlı olarak oluşan işsizlik ve parasal otoritelerin genişleme politikasına girmeleri yönündeki baskıdır (ülkelerin sabit döviz kurunda kaldığı sürece takip edilemeyen politikalarıdır). Bu krizde Avrupa ülkelerinin bir taraftan işsizliğin ekonomik maliyetleri ile diğer taraftan ERM'den çıkmanın politik maliyetleri arasında kaldıkları görülmektedir (Krugman, 2007, s.5).

ERM krizi, sabit kurlar, para birimlerinin değerinin yükselmesi, finansal serbestleşme (Avrupa ülkelerine olan yabancı sermaye yatırımlarını arttırmış, dolayısıyla cari işlem açıklarının artmasına neden olmuştur) ve uluslararası sermaye piyasalarının sürü davranışının bir sonucudur. Bu dört özellik daha sonra Meksika ve Doğu Asya krizlerinde de görülmektedir (Bustelo ve diğ., 1999, s. 24).

#### **1.4.2. 1994 Latin Amerika Krizi (Meksika Krizi)**

1994 Aralık ayında Meksika'nın yaptığı devalüasyonla başlayan ve "tekila etkisi" olarak da adlandırılan kriz, bölge ekonomilerini de etkileyerek sermaye çıkışlarına neden olmuştur. Arjantin başta olmak üzere Brezilya, Şili ve daha sonra tüm Latin ülkeleri krizden etkilenmiştir. Meksika, 1993 yılının sonlarına doğru bir dizi finansal serbestleşme ve ekonomik reform gerçekleştirmiştir. Finansal serbestleşme ile birlikte uygulanan düşük kur, yüksek faiz politikası ülkeye yüksek miktarda yabancı sermayenin girmesine ve döviz kurunun aşırı değerlenmesine yol açmıştır. Ancak büyük miktardaki Meksika cari hesap açığı, para arzının arttırılmasına, dolayısıyla dövizin değerinde aşağı yönlü bir baskı oluşturmuştur. ABD faiz oranlarında yükseliş yaşanması, Meksika'ya giren finansal para akışının ani bir şekilde tersine çevrilmesine yol açtı. Politik istikrarsızlık da Meksika'nın siyasi ve sosyal durumuyla ilgili endişeyi artırdı ve bu negatif şoklar daha güvenli getiriler arayan sermaye sahiplerinin çıkışına neden oldu. Hükümet cari açığı para arzıyla kapatmaya çalışırken, politik istikrarsızlık nedeniyle sermaye kaçışları para arzını daha da arttırdı bu durum dış rezervlerde ciddi bir boşluk yarattı ( Kaplan, 1998, s.1)

Krizin tetikleyicileri; Amerikan faiz oranlarının FED tarafından arttırılmaya başlaması ve Chiapas'daki köylü isyanı, Meksika başkan adaylarından Luis d.

Colosio'ya suikast girişimi olmuş olsa da aslında uluslararası yatırımcıların kendi kendilerine gerçekleşen saldırıları, Meksika krizinin ana tetikleyicisidir (Bustelo ve diğ.,1999, s.26). Yabancı sermaye girişleri azalmaya başlamış ve döviz rezervlerinde hızlı bir düşüş meydana gelmiştir. Dış baskıyla karşı karşıya kalan Meksika, seçimden kısa bir süre önce pesoya devalüasyon yapılması kararını verdi. Devalüasyondan sonra pesonun değeri kriz öncesi değerinin yarısına düştü; ithalat fiyatlarındaki belirgin artış, enflasyonun yükselmesine neden oldu. Peso ve enflasyon oranını istikrara kavuşturmak için hükümet, iç faiz oranlarını çok yüksek seviyelere çekti ve bu oran yüzde 80'in üstündeydi. Yüksek oranlar iç talepteki hızlı daralmaya ve krizin ardından bir yıl içinde reel GSYİH'nın yüzde 7 oranında düşmesine neden oldu (Krugman, 2007, s.6).

### **1.4.3. 1997 Güneydoğu Asya Krizi**

1997 yılında Güneydoğu Asya ülkelerinde ortaya çıkan finansal kriz, Tayland'da başlayıp Filipinler, Malezya, Endonezya ve Güney Kore başta olmak üzere pek çok ülkeye bulaşmıştır.

Asya krizinin nedenleri hakkında iki temel görüş vardır, birincisi finansal bozulmanın temel nedeni makro ekonomik göstergelerdeki bozulmalar değil, yerel ve uluslararası yatırımcıların beklentilerdeki değişimler ve güven kaybıdır. İkincisi ise Asya krizi bölge ülkelerindeki yapısal ve politik bozulmaların yansımasıdır. Bu görüşe göre temel makro ekonomik dengesizlikler; cari açık, yurt dışı borçlanma, büyüme ve enflasyon oranları, tasarruf ve yatırım oranları, reel döviz kuru, uluslararası rezervler, kredi büyümesi, finansal kırılganlık, sermaye giriş ve çıkışları ve politik dengesizliklerdir (Corsetti ve diğ., 1998, s.1).

Asya krizi 1992 Avrupa Para Sistemi Krizi ve 1994 Meksika krizlerine benzerlik gösterse de makroekonomik temeller sağlam olmasına rağmen, beklentilerdeki değişimlerden dolayı ortaya çıkmıştır (Bustelo ve diğ., 1999, s.8).

Finansal serbestleşme ile ülkeye girin yüksek sermaye girişleri döviz kurunun değerlenmesine yol açarak cari işlem açıklarının artmasına neden olmuştur. Bankacılık yükümlülüklerinin garanti altına alınması ise kısa vadeli borçlama miktarını önemli miktarda arttırmıştır ve krizin sermaye girişlerinin en yüksek olduğu ülke olan

Tayland'da başlamışına neden olmuştur. Tayland'ın Asya ülkelerine göre daha kötü temel makroekonomik göstergelere sahip olması ve cari açık ve kredi miktarındaki artış, beklentilerde ani değişmeye yol açmış ve bu durum döviz kuruna yönelik spekülasyon ataklarına neden olmuştur. 2 Temmuz 1997'de spekülasyon baskılarına dayanamayarak %40 oranında devalüasyona gidilerek dalgalı kur sistemine geçilmiştir. Tayland'da yapılan devalüasyon bölgede finansal panik oluşturmuş ve büyük sermaye çıkışlarına neden olmuştur. Kriz bulaşma etkisi göstererek diğer Asya ülkelerine yayılmış, sırasıyla Filipinler, Malezya, Endonezya ve Güney Kore devalüasyona gitmişlerdir (Corsetti ve diğ., 1998, s.1-38).

Güney doğu Asya krizinin bölgesel etkisi daha fazla olmasına rağmen küresel boyutta bir durgunluğa neden olmuştur. Hisse senedi piyasalarının çöküşüne, ekonomik faaliyetlerde uzun süren düşüslere, işsizlik ve yoksullukta keskin artışlara sebep olmuştur (Bustelo ve diğ., 1999, s.9).

#### **1.4.4. 2008 Küresel Krizi**

21. yüzyılın başlarındaki küresel finansal kriz, dünyanın 1930 Büyük Bulanım'ından bu yana gördüğü en büyük finansal ve ekonomik kriz olarak nitelendirilmektedir. Küresel finansal kriz 2006 yılında konut piyasasının çöküşüyle başlamıştır (Nayak, 2013, s.6). 2001 yılında 11 Eylül şokunu atmak ve piyasayı canlandırmak amacıyla FED faiz oranlarının düşürülmesi likidite bolluğuna yol açmış ve bu durum özensiz kredilerin verilmesine neden olmuştur. Mortgage kredisi olarak da adlandırılan ipotekli konut kredileri, Amerika'da düşük gelirli vatandaşların konut sahibi olmaları için verilmekteydi. İpotekli konut kredileri satan finansal kurumlardan bu kredileri satın alarak yeni krediler açabilmelerini sağlamak amacıyla devlet garantili şirket sayısı artmıştır. Ancak bu dönemde bu şirketler sadece düşük risk grubundan değil yüksek risk grubundaki kredileri de satın almaya başlamıştır (Özatay, 2011, s. 543-56).

FED'in yumuşak para politikası, büyük miktarlardaki yüksek riskli ipotekli kredi borçlarının menkul kıymetleştirilmesi ABD'de ve dünya geneline yayılan finansal krizin patlamasını kolaylaştırdı (Nayak, 2013, s.6). 2000-2006 yılları, likiditenin bol

olduğu dönemdi ve menkul kıymetleştirme sayesinde normalden fazla kredi alındı, borç veren kuruluşların bu borcu menkul kıymetleştirmesi riskin diğer kuruluşlara yayılmasına neden oldu (Aslan, 2008, s.7). Ticaretle ilgili endişeler FED'in para politikasını değiştirmeye ve faiz oranlarını yükseltmeye zorladı. Konut talebindeki artış 2006 yılında geriledi. Ekonomik durgunluk işaretleri ve enflasyon endişesi nedeniyle FED'in faiz oranlarını arttırması, mevcut sorunların artmasına neden oldu. Konut fiyatlarındaki artış durdu ve 2006 yılının sonlarında düşüş eğilimi başladı. Konut fiyatlarındaki düşüş ve faiz oranlarındaki artış ipotekli ve değişken faizli kredi alan kişileri ve kredi veren kurumların zor duruma düşmesine neden oldu. Geri ödeme sorunları hacizli konut sayısını arttırdı. Bankaların bu konutları satışa çıkarması konut fiyatlarının düşmesine neden olurken, kredilerini ödemekte olan kişilerin evlerinin değeri, net bugün ki değerinin altında kaldı ve bu kişiler kredilerini geri ödemekten vazgeçtiler. Geri dönmeyen krediler büyük finansal kuruluşların iflas etmesine neden oldu. Ayrıca finansal piyasalardaki risklerin olduğundan düşük değerlendirilmesi, Lehman Brothers gibi firmaların iflasları sonucu ortaya çıkan riskin hesaplanması ve analiz edilmesini zorlaştırdı ve şiddetli bir krize neden oldu (Nayak, 2013, s.16).

Küresel krizin tohumları, yüksek büyüme ve düşük faiz oranları ile ekildi. Bu durum yüksek iyimserlik ve risk alma; yüksek piyasa disiplini, mali düzenleme, makroekonomik politikalar ve küresel gözetim gibi geniş aralıktaki başarısızlıkları ortaya çıkardı. Bu dönemde, küresel finans sistemi daha düşük risk altında daha yüksek kazançlar sunan yeni araçlar yarattı. Sürdürülemez dışsal dengesizliklerin sonucunda; özellikle konutta, gelişmiş ve gelişmekte olan piyasa ekonomilerinde büyük varlık fiyatlarındaki kabarcıklar; emtia fiyatlarında ciddi bir artış; temel olarak finansal sistemlerde ve hem iç hem dış bankacılık sisteminde, büyük bir kaldıraç ve risk oluşturdu (IMF, 2009, s.9).

Gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomiler için finansal kriz yeni bir olgu değildir. Nitekim 1990'ların başında Meksika, Güneydoğu Asya ülkeleri, Türkiye gibi çeşitli ülkelerin yaşadığı kriz tecrübeleri çeşitlilik göstermesine rağmen, krizlerin profili oldukça benzerdir. Sermaye girişlerinin "ani durdurulması" neredeyse her zaman ekonomik faaliyette keskin bir daralmaya neden olmaktadır. Ayrıca, birçok ülke, kriz

sonrasında para birimlerinin değerinde önemli kayıplarla karşılaştı ve bu da krizlerden kurtulmaya büyük ölçüde yardımcı oldu. Ancak son küresel finansal kriz iki temel açıdan farklılık göstermektedir: Birincisi, sermaye girişlerindeki keskin azalmanın temel nedeni, aşırı likidite sıkışıklığı olmuştur. ABD, İngiltere ve diğer kredi piyasalarındaki durgunluk tüm finansal piyasalara yayılmıştır. İkincisi, finansal krizin gelişmiş ülkelerde tüketici harcamalarını daraltması gelişmekte olan ülkelerin ihracatında düşüşe neden oldu (Ozkan ve Unsal, 2012, s. 4).

Merkez bankaları yüksek varlık fiyatları ve kaldıraç artışı ile ilişkili finansal sistemde oluşacak risklerle değil, fiyat istikrarına yoğunlaşmıştı. Sonuç olarak, yayılmakta olan finansal kriz, 2009'da beklenenden daha ileri ve daha hızlı bir şekilde ilerledi ve bu da küresel çıktı ve ticarete benzeri görülmemiş bir daralmaya neden oldu (IMF, 2009, s.9). Krizin başladığı 2008-2009 döneminde sanayi üretimi hızla düştü ve işsizlik dramatik bir şekilde yükseldi. 2008 yılının son çeyreğinde, krizin kaynağı olan ABD ekonomisi yüzde 6,4 oranında küçülürken, Japonya ekonomisi yüzde 12,4 oranında küçüldü ve durgunluk tüm piyasalara yansdı. Küresel finansal kriz hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ekonomilerde sanayi üretiminde belirgin ve uzun süren bir gerilemeye neden oldu. Başka bir değişle finansal kriz ekonomik krize dönüştü (Ciro, 2016, s. 1).

### **1.5. 1990 Sonrası Türkiye’de Yaşanan Krizler**

Türkiye, uzun yıllar enflasyon ve kamu kesimi gelir gider dengesizliği gibi temel sorunlarla mücadele etmek zorunda kalmıştır. Bu sorunları aşmak için yapısal ve finansal reformların yapılmaması sonucunda, 1991, 1994, 1998-1999, 2000-2001 ve 2008 yıllarında ciddi ekonomik krizler yaşanmıştır. Bu krizlerin yaşanmasında küresel-yerel, ekonomik-politik birçok faktör etkili olmuştur. Aşağıdaki bölümde sırasıyla bu krizlerden bahsedilecektir.

#### **1.5.1. 1991 Krizi**

1991-2002 yılları arasında Türkiye’de sıklıkla erken seçim süreçleri yaşanmıştır. 1990 yılında Körfez krizinin çıkması ve 1991 yılında erken genel seçimlerin yapılması para politikalarının gevşemesine yol açmıştır (Karlık,1999, s.408).

Seçime giden yönetimlerin seçim ekonomisi uygulamaları yüksek kamu harcamalarına ve dolayısıyla bütçe açıklarına neden olmuştur (Kabadayı, 2013, s.93). Erken seçim sonucunda ortaya çıkan giderlerinin karşılanması, Merkez Bankası üzerindeki baskıyı arttırmış, bunun sonucunda ekonomideki hassas dengeler bozulmuştur. Bu durum döviz kurlarının ve faizlerin yükselmesine ortam hazırlamıştır (Karluk,1999, s.408). Merkez Bankasının izlediği para politikası doğrultusunda KİT'leri, ticari bankaları ve hükümeti dış borçla ihtiyaçlarını karşılamaya yöneltmesi kısa vadeli dış borçlarda ciddi bir artışın oluşmasına neden olmuş, bu ise Cari İşlemler Bilançosunda açığı rekor seviyeye getirmiştir. Büyük çapta sermaye girişi TL'yi aşırı değerlendirirken, ihracatı azaltıp ithalatı arttırmıştır. Körfez savaşı, mevduatların bankalardan çekilmesine sebep olmuş ve kaçısa geçen sermaye bankacılık sektöründe krize yol açarken, ekonomiyi stagfasyona sokmuştur. TÜFE yüzde 52,4 oranında artarken büyüme hızı yüzde 0.3'e düşerek neredeyse sıfırlandı. Ayrıca BM'in Irak' a koyduğu ambargo da Türkiye ekonomisinde olumsuzluklar yarattı ve yaşanan krizin etkisini uzattı (Kazgan, 2013, s.235).

### **1.5.2. 1994 Krizi**

Finansal serbestleşmeyle birlikte, Türkiye borsasının gösterdiği yüksek karlılık avantajları sermaye girişlerini arttırırken, döviz rezervlerindeki artış yerli para birimine reel olarak aşırı değer kazandırmıştır. Yerli paranın değerlenmesi ihracatı azaltırken ithalatı arttırdı. Döviz gelirlerinin döviz giderlerinden fazla olması Cari İşlemler Bilanço açıklarının büyümesine neden olmuş ve bu durum aynı zamanda kısa vadeli dış borç birikimini arttırmıştır. 1992 ve 1993 yıllarında yüksek sermaye girişleri olurken, dış borç stoku ve kısa vadeli dış borçlar tarihi rekor kırdı, borsa ve GSMH artışı da oldukça yüksekti. Makro ekonomik temellerdeki bu dengesizliklere, Avrupa Para Sistemi Krizi (ERM) ve Körfez Krizinin eklenmesi 1994 krizinin temellerini oluşturmaktadır. Bu olumsuz koşullar yatırımcıların beklentilerinin kötüleşmesine yol açmış 1994 yılı içerisinde 4,5 milyar dolar değerinde yabancı sermaye çıkışı olmuştur (Kazgan, 2013, s.235-236), (Oktar ve Dalyancı, 2010, s.12), (Özatay, 2000, s.349-350). Bankaların döviz mevduat açıklarını kapatmak için döviz alımlarına başlaması, merkez bankasına

döviz rezervlerinin önemli bir miktarını kaybetmiştir. Sonuçta faiz oranları hızla artarken yerli para önemli ölçüde değer kaybetmiştir.

1994 krizi kendi kendine gerçekleşen krizlerden ziyade politika yanlışlarından kaynaklanan bir krizdir (Özatay, 2000, s.329). Finansal piyasalarda ortaya çıkan dengesizlikler hükümeti yeni politika arayışlarına girmesine neden oldu, hükümet enflasyonla mücadele etmek ve kamu borçlarını azaltmak için faiz hadlerini düşürme kararı aldı. Bu yeni politika ise döviz talebinin hızla artmasına neden oldu (Kepenek ve Yentürk, 2000, s.485). Hükümetin faiz hadlerinin düşürmesi 1994 krizinin yaşanmasına yol açtı. TÜFE rekor seviyede artarken (%106), işsizlik oranı yüzde 20'yi aşmış, GSMH yüzde 6'yı aşan bir daralma göstererek tipik bir stagflasyon süreci yaşandı. Bunun sonucunda daha pahalı borçlanma süreci başladı.1994 krizi temelinde, iki yıl üst üste olağan üstü boyutlardaki sermaye girişinin temel dengeleri alt üst etmesi ve bunu düzelterek önlemleri almayan hükümetin bir de faiz hadlerini indirme çabası yer almaktadır (Kazgan, 2013, s.236).

Kamu kesimi gelir gider dengesi ciddi bir biçimde bozulması, kamu kesimi giderlerini karşılamak amacıyla yüksek miktarda iç ve dış borçlanmaya gidilmesi, dış ticaret ve ödemeler dengesi açıklarının rekor düzeye ulaşması ve Körfez Savaşı sonrası dış ekonomik ilişkilerin daralması ve finansal serbestleşmenin arttırılmasıyla ekonomik dengeler daha da bozuldu. Bu süreç, 5 Nisan 1994 İstikrar Kararlarının alınmasına neden oldu. (Şahin, 2006, s.219-22).

5 Nisan İstikrar programında amaç enflasyonu düşürmek, döviz kurlarında istikrar sağlayarak finansal piyasalarda istikrar sağlamaktı. 1994 İstikrar programıyla kısa vadeli bir toparlanma süreci yaşansa da orta ve uzun vadede istikrar sürdürülemediği (Erdem, 2001, s. 14).

### **1.5.3. 1998 Krizi**

1994 krizinden sonraki yıllarda yüksek enflasyon, yüksek reel faiz ve güven eksikliği ekonomiye hakim oldu. Beş yıllık dönem içerisinde istikrarsız büyüme sergilenirken kriz; 1998'in ikinci çeyreğiyle kendini gösterdi (Erdem, 2001, s. 14). Türkiye ekonomisi bir miktar Güney Doğu Asya krizinden etkilenirken, krizin Rusya'da

daha sonra Brezilya’da etkilerinin görülmesi, Türkiye’yi de kapsayan yükselen piyasalardan sermayenin kaçmasına yol açtı. Bu durum bir kez daha ülkenin ekonomik ve finansal temellerinin kötüleşmesine neden olurken, ülkeyi yeni bir stagflasyona sürükledi. Hükümetin yüzde 100’e çıkan fiyat artışlarını düşürmek için uyguladığı politikalar (kamu harcamalarını kısarken vergi reformuyla gelirini arttırmaya çalıştı) krizin iç tetikleyicileri oldu. 1998 krizinin bir nedeni borsadan çıkan yüksek miktardaki sermaye çıkışlarıyken, bir diğer nedeni ise dış dünyadaki daralmaya bağlı olarak ihracat gelirlerinin azalışa geçmesidir (Kazgan, 2013, s.238).

#### **1.5.4. 1999 Krizi**

1990 yılların sonunda Türkiye finansal serbestleşme sürecini tamamlayıp tamamen dünya ekonomilerin entegre olmuştur. Bu durum Türkiye’nin küresel çapta yaşanan olumlu ya da olumsuz gelişmelerden aynı yönde etkilenmesine neden olmuştur. Türkiye’de 1999 yılında yaşanan ekonomik kriz Güney Doğu Asya ve Rusya’da yaşanan ekonomik krizlerin Türkiye’ye yansımaları şeklinde algılanmaktadır (Kabadayı, 2013, s.93). Güney Doğu Asya Krizinin ekonomi üzerindeki etkisi 1998 yılının ikinci çeyreğinden itibaren ağırlaştı, kriz büyüme üzerindeki ciddi olumsuz etkisini 1999 yılında gösterdi (Şahin, 2006, s.245).

Türkiye 1991 ve 1994’teki finansal krizleri bir yıldan kısa bir sürede atlatabildi. Ancak enflasyonu düşürmek için hükümetin uyguladığı istikrar programı sürerken 1999 yılının başından itibaren, 1998 krizinin sebep olduğu “aşağı gidiş” ve “dışsal etkenler” ekonomik daralmanın boyutunu daha da arttırdı. (Kazgan, 2013, s.239). Güney Doğu Asya ve Rusya krizlerinin etkisiyle yüksek sermaye çıkışları yaşanmış, bütçe açıkları iç borçlanma yoluyla finanse edilmeye çalışılmıştır. İç borçlanma özel sektörün borçlanma kapasitesini dışlayarak faiz oranlarının artmasına neden olmuştur (Kabadayı, 2013, s.94). 1999 Ağustos ve Kasım aylarında Marmara Bölgesi ve Adapazarı’nda yaşanan yıkıcı depremler ekonomik faaliyeti sekteye uğrattırırken, GSMH’deki düşüş 1994 krizini de aşan bir rakama ulaştı ve Türkiye ekonomisi %3,37 oranında küçülmüştür. Dış borç stoku fırladı, kamu kesimi net dış borç stoku ve enflasyon arttı, reel faizler rekor kırdı (Kazgan, 2013, s.239). Ancak bu

sonuçlar bize 1999 krizinin 1998 yılının etkilerine rağmen dışsal etkenlerden kaynaklı olduğunu göstermektedir.

### **1.5.5. 22 Kasım 2000 (Kara Çarşamba) Krizi:**

Türkiye 2000’li yıllara, yüksek kamu açığı ve borç yükü, yüksek faiz ve yüksek enflasyon gibi ağır sorunlarla girdi. Bu durumun böyle devam etmemesi için uluslararası mali kuruluşların desteği ile Enflasyonla Mücadele ve Yapısal Reform Programı adı altında bir uygulama başlatıldı. Uluslararası Para Fonu(IMF) öncülüğünde hazırlanan programın amacı enflasyonu düşürmek ve ekonomik büyümeyi sağlayacak ortamı yeniden yaratmak olmuştur. Bu program çerçevesinde başlangıçta faiz oranları ve enflasyon düşmüş, iç talep canlanmıştır. Ancak yerli paranın olması gerekenden fazla değer kazanması ihracatı azaltırken ithalatı arttırmış, bu durum cari işlemler açığını arttırmıştır. Sadece kura bağlı para politikası sermayenin hızla çıkışına neden olurken, dış sermaye girişi de hızla azalmıştır. Faiz oranlarındaki düşüş dışarıda yatırım yapmayı cazip hale getirdi, dış borçlanmayı arttırdı. 22 Kasım 2000’de açık pozisyonları nedeniyle kapanma riskiyle karşı karşıya olan bankaların ve devalüasyon beklentisinde olan sermayenin döviz talebi arttı, döviz talebinin artması TL talebinin de artmasıydı. Ancak IMF programı gereği TCMB kasasına döviz girmeden TL arzını arttıramazdı; TL arzı arttırılmayınca piyasada yaşanan likidite sıkışıklığı faizleri fırlattı. Bu olumsuz koşullara bankacılık sisteminin zayıf durumu eklenince 2000 yılı kasım ayında faiz oranları hızla arttı ve borsadaki keskin düşüşler Kasım krizini doğurdu. Kasaları boş ve borçlarının dağ gibi olması nedeniyle 11 banka BDDK’ya devredildi. Bu bankalar iflas ettirilmeden ve bankacılık izinleri kaldırılmadan TMSF’ye devredilerek tüm yük devlete ve halka bindirildi. 22 Kasım 2000 günü “Kara Çarşamba” olarak Türkiye Kriz tarihine girdi. Bu dönemde Merkez bankası döviz çıkışlarını 6 milyar dolar satarak dengelemeye çalışmıştır Kasım 2000 krizinden sonra IMF ile varılan uzlaşma neticesinde finansal piyasalardaki dalgalanma hafiflemiş, Merkez bankası rezervleri artmıştır. Ancak yüksek faiz oranları, bankaların finansal yapılarının daha da kötüleşmesine neden olmuştur (Erdem, 2001, s. 14), (Kazgan, 2013, s.321), (Eğilmez ve Kumcu, 2004, s.274).

### 1.5.6. 2001 Şubat Krizi

Kasım 2000 krizinden sonra IMF'nin desteği ve yeni alınan tedbirlerle piyasada geçici bir istikrar sağlanmış, kur çapasına dayalı para politikası devam ettirilmeye çalışılmıştır. Ancak programa güven kalmamış kur üzerindeki baskı artmıştır.

Şubat 2001'deki olumsuz ekonomik koşullara politik kargaşanın eklenmesi krizi daha şiddetli olarak ortaya çıkarmıştır. 19 Şubat'ta patlayan döviz fiyatlarıyla dolar yerli paraya karşı yüzde yüz değerlenmiş ve borsa çökmüştür. Sabit kur politikası terk edilerek dalgalı kur politikasına geçilmiştir. Şubat 2001 krizi yüksek miktarda döviz çıkışına neden olmuş küçük tasarruflar banka sisteminden yastık altına gitmeye başlamıştır. Döviz rezervleri kritik bir noktaya gelmiştir ve bu durum döviz piyasasına müdahale gücünü sınırlamıştır. Faizler yükselişe geçerken, borsa dip yapmıştır. Şubat 2001 krizi geçmiş krizlerden daha derin ve yaygın etki yapmıştır. Sadece finansal kesim değil, tarım, sanayi, ticaret, inşaat gibi birçok sektörde şiddetli bir daralma yaşandı. Mevcut koalisyon hükümeti işin ciddiyetini kavrayarak daha köklü tedbirler alma gereği duymuştur (Erdem, 2001, s. 14), (Kazgan, 2013, s.323).

Kemal Derviş liderliğinde "Güçlü Ekonomiye Geçiş Programı" adlı yeni bir program 15 Mayıs 2001 'de açıklanmıştır. Bu programın uygulanmasında; bankacılık sektörüne ve dış finansmana ağırlık verilmiştir. 19 milyar dolar IMF kredisi kullanılarak birçok yapısal reform gerçekleştirilmiş, bankacılık sektörü yeniden yapılandırılarak ekonomik istikrar sağlanmaya çalışılmıştır. Bu reform sürecinde enflasyon 2002 yılında %50 iken, 2010 yılında %10, bütçe açıkları 2001 yılında GSYİH'nın %12'si iken, 2010 yılında GSYİH'nın %4'ü, ekonomik büyüme ise 2008 ve 2009 yılları dışında 2002-2010 yılları arasında ortalama %6 olarak kaydedilerek olağanüstü gelişmeler yaşanmıştır (Arı, 2012, s.355).

Dışa açık bir ekonomide döviz kuru, faiz ve sermaye hareketleri ilişkisi önemlidir. Sermaye hareketlerinin serbest olası durumunda faiz ya da döviz kurunun sadece birinin denetim altında olması mümkündür. Yani faizler ve döviz kurunun denetim altında olması sermayenin dışarı çıkmasına neden olur. Şubat krizine kadar

sermaye hareketleri ve faiz oranları serbestken, döviz kuru denetim altındaydı. Şubat krizinden sonra dalgalı kur rejimine geçildi ve faizler denetim altına alındı (Eğilmez ve Kumcu, 2004, s.278).

### **1.5.7. 2008 Küresel Krizinin Türkiye'ye Etkileri**

Türkiye'de 2008 Küresel krizinin olumsuz etkileri, finansal piyasaların yanı sıra reel ekonomi üzerinde de kendini göstermiştir. Küresel düzeyde ekonomilerin küçülmesi, küresel gelirin düşmesine neden olurken, gelir düzeyi düşünce toplam talep düzeyi de düştü. Bu durum Türkiye açısından ihraç ettiğimiz mallara olan dış talebin bıçak gibi kesilmesiyle sonuçlandı. Küresel gelirden meydana gelen azalma aynı zamanda turizm gelirlerinin de düşmesine neden oldu.

Küresel krizin etkisiyle küresel finans sistemi önemli zararlar karşılığında kaldı. Belirsizlik ve risk ortamı sermaye akımlarının ciddi miktarda azalmasına neden oldu. Bu durum bankaların ve şirketlerin dış kaynak kullanımını azalttı. Dolayısıyla dış kaynak bulmakta zorlanan bankaların şirketlere ve tüketicilere açtıkları kredi miktarı da azaldı.

Belirsizlik ve risk ortamı ekonomiye olan güvenin yatırımcı ve tüketici açısından azalmasına yol açtı. Sonuç olarak bu koşullar şirketlerin küçülmesi, daha az üretim yapılması ve işsizliğin artmasına neden oldu (Özatay, 2009, s.146-151).

2008'in son çeyreği ve 2009'un ilk 3 çeyreğinde ekonomi şiddetle daraldı. Bir yıl sonra 2009'un son çeyreğinde ekonomi canlandı ancak kriz dönemi boyunca ciddi işsizlik, iflaslar, yoksullaşma yaşandı. Türkiye 2002 sonrası dış fon girişleri ile yaşayan ülke konumuna girmiştir ve 2008 de doğrudan yabancı sermaye yatırımları ciddi miktarda azalırken CİB açığı çok yüksek miktarda artmıştır.

Küresel krizin etkilerini azaltmak için hükümet, bütçe açığının artması pahasına alt yapı harcamaları arttırarak istihdamı ve iç talebi destekledi, vergi barışı ile vergi geliri elde etti ve gecelik borçlanma faizini (%16,75'ten 2009'un sonunda %5,75') ve politika faizini düşürdü. Ayrıca küresel pazarlarda hammadde fiyatlarındaki artışın düşmesi, ABD'nin harcama artışlarının dünya pazarına sağladığı fonlar, mali fon

bolluğu yaratınca, sıcak para girişleri tekrar artışa geçti. Böylece 2010 başında krizin bittiği kabul edildi (Kazgan, 2013, s.323).

1999 ve sonrasında yaşanan krizlerin temel nedeni, sürdürülemez iç borç dinamiği ve banka sisteminin sağlıksız yapısıdır (Kepenek, 2012, s.215). 1994, 1999, 2001 ve 2008 krizlerinde reel ekonomide yaşanan sert daralma sermaye girişlerindeki ani azalma ile birlikte gerçekteleşmiştir. Bu durum sermaye akımlarının oldukça oynak ve kısa vadeli olduğu ve küresel risk iştahıyla ilgili ani değişimlerin olduğu bir durumda, finansal piyasaların dayanıklılığını artırma ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu ise para politikasında daha esnek bir yaklaşımı uygulamanın önemini göstermektedir. Bu doğrultuda TCMB, 2010 yılının sonlarından itibaren, sadece fiyat artışıını denetleme ve bu amaç için sıcak para girişini destekleyip, faiz haddini yüksek tutma politikasından vazgeçti. TCMB hem fiyat istikrarı hem de finansal istikrar politikasına geçti (Kara, 2012, s.4).

## İKİNCİ BÖLÜM

### FİNANSAL STRES ENDEKSİ

Finansal piyasalardaki stres düzeyini izlemek ve değerlendirmek amacıyla oluşturulan finansal stres endeksleri erken uyarı modelleri bağlamında finansal kriz dönemlerinin tanımlanmasına yardımcı olmaktadır. Finansal stres endeksleri, finansal stres yoğunluğunu sistemik krize dönüşmeden belirlemek ve stresin hafifletilmesine yönelik politika tedbirlerini alabilmek amacıyla oluşturulmaktadır. Bu çerçevede, bu bölümde sistemik risk ve finansal stres tanımları yapıldıktan sonra finansal stres endeksi, endeksin oluşturulmasında kullanılan değişkenler ile yöntemler hakkında bilgi verilecektir.

#### 2.1. Sistemik Risk

Temel ekonomik bir kavram olan sistemik risk kavramı, finansal krizlerin anlaşılması için geliştirilmiştir. Ancak sistemik risk kavramı ekonomi ve finansal sistem ile sınırlı bir olgu değildir. Bu kavram sağlık alanında incelediğinde, örneğin veba gibi bir salgın hastalık yaygın bulaşma etkisiyle nüfusun önemli bir bölümünü yok edebilir. Ekonomi alanında ise, sistemik risk finansal sistemin belirli bir özelliği olduğu iddia edilmektedir. Bulaşma etkileri ekonominin diğer sektörlerinde de ortaya çıkabilirken, finansal sistemlerde olasılık ve şiddet genellikle daha yüksek olarak kabul edilir. Sistemik riskin merkezinde bulaşıcı etkiler ve çeşitli dış etkiler vardır. Bu kavram aynı zamanda toplam şokları izleyen finansal istikrarsızlıkları da içermektedir.

Bir kuruluş ya da piyasanın sistemik olarak kabul edilmesi için, bu kuruluş ya da piyasanın iflası ya da başarısızlığı doğrudan ya da dolaylı olarak bir bulaşmaya ve finansal piyasalarda geniş çaplı sıkıntılara neden olması gerekmektedir (BIS-IMF-FSB, 2009, 5).

Sistemik risk, sistemik olayların güçlü bir şekilde yaşanma riski olarak tanımlanabilir. Sistemik riskin bu tanımında yer alan ve anahtar unsur olan sistemik olay, şok ve bulaşma (yayılma) mekanizmaları olmak üzere iki önemli unsurdan oluşmaktadır. İlki şokların kendine özgü ya da sistemik olmasıyla ilgilidir. Kendine

özgü şoklar, başta tek bir finansal kurumu veya yalnızca tek bir finansal varlığın fiyatını etkileyen şoklardır; sistemik (veya yaygın) şoklar ise tüm ekonomiyi etkiler. Negatif sistemik şoklar belli bir güce ulaştıklarında geniş kapsamlı finansal kurum ve piyasaları olumsuz yönde etkileyecek, böylece sonuçların geniş sistemik risk kavramına dahil edilmesine neden olacaktır.

Sistemik olaylarda ikinci önemli unsur, şokların bir finansal kuruluştan veya pazardan diğerine bulaşması mekanizmasıdır. Sistemik riskin coğrafi uzantısı, bölgesel, ulusal veya uluslararası olabilir. Bu nedenle sistemik risk kavramında en temel unsur, istikrarı bozmaya neden olan bulaşma etkisidir. Dolayısıyla, sistemik riskin oluşması iki önemli boyuta ve sistemik olayların ciddiyetine ve oluşma ihtimaline bağlıdır (De Bandt ve Hartmann, 2000, s.10-12).

Sistemik risk için diğer bir tanım ise finansal dengesizlikler ve finansal stres nedeniyle finansal sistemin işleyişinde oluşan bozulmanın ekonomik büyüme ve refaha zarar vermesiyle oluşan risk şeklinde yapılmaktadır. Sistemik risk, finansal hizmetlerin kesintiye uğrama riski olarak tanımlanabilir. Uluslararası kuruluşlarca yapılan sistemik risk tanımı ise finansal sistemin tamamının ya da bir kısmının zarar görmesi ve bu durumun reel ekonomi açısından ciddi olumsuz sonuçlar doğurması şeklindedir. Sistemik stres ise, gerçekleşmiş sistemik risk miktarı olarak tanımlanmaktadır (Hollo ve diğerleri, 2012, s.8).

Yüksek sistemik stresin yol açtığı sistemik bir kriz, çok sayıda finansal kurum ve piyasayı önemli ölçüde etkileyen ve finansal piyasaların genel ve iyi işleyişini ciddi bir biçimde etkileyen sistemik bir olay olarak tanımlanmaktadır. Finansal sistemin iyi işleyişi, tasarrufların en yüksek getiriyi vaat eden gerçek yatırımlara yönlendirilmesinin etkinliği ve verimliliği ile ilgilidir. Örneğin, sistemik bir finansal kriz reel sektörde kredi krizine yol açabilir. Finansal sistemdeki tam sistemik kriz, daha sonra reel ekonomi ve genel ekonomik refah için güçlü olumsuz etkilere neden olabilir

Sistemik risk tanımları çerçevesinde riskin yatay ve dikey olmak üzere iki boyutu vardır. Yatay boyutta, riskin finansal sistem üzerindeki zararlı etkileri, dikey boyutta ise finansal sistemin işleyişindeki bozulmaların uzun dönemde reel ekonomi

üzerinde yaratacağı olumsuz etkileri dikkate almaktadır (De Bandt ve Hartmann,2000, s.13).

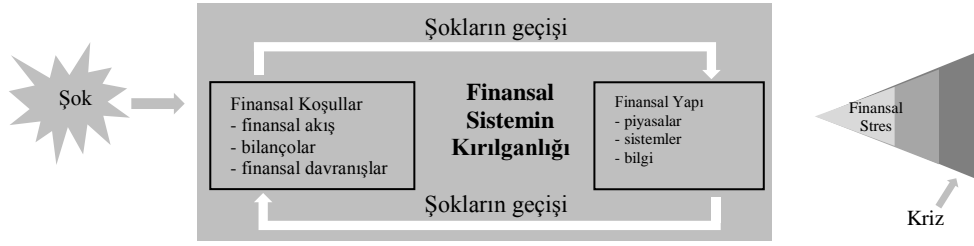
Sistemik riskin yatay boyutunu oluşturan finansal stres endeksi; krizi aşırı bir değer ve sürekli bir değişken olarak kabul eden yeni yaklaşımlardan biridir. Finansal stres finansal sistem genelinde yaygın bir şekilde yayılırsa, sistemik risk / stresin yüksek olduğu fikrini ortaya çıkarır. Finansal stresin sistemik olması durumunda reel ekonomiyi olumsuz yönde etkileme gücü artar, bu nedenle finansal stres ölçümü büyük bir öneme sahiptir. Bu doğrultuda, bu çalışma çerçevesinde sistemik riskin yatay boyutu ele alınacaktır.

Ancak sistemik risk kavramları birkaç dezavantaja sahiptir. İkili rejim yaklaşımları, kriz standartlarına yaklaşan ancak başarıyla yönetilen ve kriz haline gelmiş olabilecek durumları dışlarlar. Bu doğrultuda yeni yaklaşımlar, sistemik riskte, krizi aşırı bir değer ve sürekli bir değişken olarak kabul etmektedir (Oet ve diğ., 2011, s.5).

## **2.2. Finansal Stres**

Finansal stres, aşırı değerleri kriz olarak tanımlayan sürekli bir değişkendir (Illing ve Liu, 2003, s.2). Bu yaklaşım krizlerin başlangıç ve bitiş tarihleri için bazı keyfi sınırlardan kaçınmalarına izin verirken ve stres ölçümü hakkında daha fazla bilgi sağlamaktadır (Oet ve diğ., 2011, s.6).

Risk veya belirsizlikte artan finansal stres, savunmasız bir finansal yapının ve şokların sonucudur. Yeni yaklaşımlar çerçevesinde Bordo, Dueker ve Wheelock (2000) tarafından *finansal koşullar endeksi* (financial condition index) kavramı geliştirilmiştir. Finansal koşullar, ekonomideki genel dalgalanmalarla bağlantılıdır (Oet ve diğ., 2011, s.6). *Finansal kırılganlık* (financial fragility) ise, finansal koşulların ve / veya finansal sistemin yapısındaki zayıflıkları tanımlamaktadır. Finansal koşullar zayıf olduğunda bir şokun aşırı stresle dolayısıyla krizle sonuçlanma olasılığı daha yüksektir. Bu nedenle finansal sistemin karşılaştığı şokun büyüklüğü ve bu şokun finansal sistem kırılganlıklarıyla olan etkileşimi, stres seviyesini belirler (Illing ve Liu, 2003, s.2).



**Şekil 2.1: Finansal Stres Şeması**

**Kaynak:** Illing ve Liu, 2003, s.3

Şekil 2.1’de finansal stres ile finansal kırılabilirliğin farklılığı olduğu görülmektedir. Finansal stres, finansal sistemdeki dışsal şokların ve kırılabilirliklerin birleşiminden ortaya çıkar. Kırılabilir bir ekonomide istikrarlı bir durum söz konusuysa stres sistemik bir zarar vermez. Ancak sağlam bir piyasada aşırı dışsal şoklar olması durumunda finansal stres yaşanabilir. Şokun büyüklüğü ve piyasaların kırılabilirliği stresin seviyesini belirler. Uygulamalı çalışmalar tek bir değişkenin krizleri yakalamakta yeterli olmadığını ve krizlerinin birçok farklı şekilde ortaya çıktığını bu nedenle endekse ihtiyaç olduğunu ortaya koymuştur (Hanschel ve Monnin, 2005, s.432).

Finansal stres dönemleri, finansal sistemin gerginlik yaşadığı ve finansal aracılık kabiliyetinin zayıf olduğu dönemler olarak tanımlanmaktadır. Finansal stres dönemleri, varlık fiyatlarında gözlemlenen ani ve büyük hareketler, risk ve / veya belirsizlik algılamalarındaki artış, likidite azlığı ve bankacılık sisteminin zayıflığı olmak üzere bu dört ana faktör ile ilişkilendirilmektedir. Finansal piyasa koşullarını etkileyen olaylar değişebilir ve yatırımcıların risk algısı, tercihlerdeki değişiklikler, ani finansal veya kurumsal kayıplar, dış veya iç politika kaynaklı olabilir. Bu gibi faktörler fonların arz ve talebini şekillendirir ve finansal sisteme zarar verebilir (Balakrishnan ve diğ.,2009, s.3).

Finansal stresin ticaret ve finans olmak üzere iki aktarım kanalı vardır. Bu kanallar yoluyla stres aktarımı yaygınlaşabilir, ancak ülkeye özgü de olabilir. 2008 finansal krizinin gelişmiş ekonomilerde yarattığı stresin yüzde yetmiş gelişmiş ekonomilere yansımış, her bir ülkenin tepkisi farklılık göstermiştir. Finansal stresin

gelişmekte olan ekonomilere ulaşması genellikle yalnızca 1-2 ay sürmektedir. Ülkeye özgü cari işlemler ve bütçe dengesizlikleri, yapısal özellikler, güvenlik açıkları veya politikalara bağlı olarak stres aktarım kanalları değişebilir. Finansal stresin aktarım derecesindeki farklılığın nedeni, genellikle dış borç stoğuyla ölçülen finansal bağlantıların gelişmiş ekonomilere olan gücü ile ilişkilidir. Özellikle banka kredi ilişkileri finansal stresin aktarımında önem teşkil etmektedir (Balakrishnan ve diğ., 2009, s.4).

Genel olarak finansal stresi finansal piyasaların normal işleyişinin kesintiye uğraması olarak tanımlayan Hakkio ve Keeton (2009), finansal stresin belirtilerini beş faktör altında toplamıştır.

- **Varlıkların temel değeri ile ilgili artan belirsizlik:**

Borç verenler ve yatırımcılar arasında finansal varlıkların temel değerleri hakkında artan belirsizlik, finansal stres belirtilerinden biridir. Bir varlığın temel değeri, temettüleri ve faiz ödemeleri gibi gelecek nakit akışlarının bugünkü indirgenmiş değeridir. Belirsizlik artışı varlıkların piyasa fiyat dalgalanmalarının artmasına neden olur, çünkü yeni bilgiler karşısında yatırımcının tepkisi daha fazla olacaktır. Stoklar, tahviller ve kredilerden sağlanacak olan olası nakit akımları gelecekteki ekonomik koşullara bağlıdır. Bu nedenle ekonomik koşullardaki belirsizlik artışı, varlıkların temel değeri ile ilgili belirsizliğin artmasına yol açar.

- **Diğer yatırımcıların davranışı hakkında artan belirsizlik:**

Finansal stresin bir diğer belirtisi yatırımcıların davranışlarıyla ilgili belirsizliktir. Yatırımcıların kararları diğer yatırımcıların kararlarıyla ilgili tahminlere dayandırıldığında, finansal varlıkların değerinin temel değerlere olan bağı azalır. Bu durum ise varlık fiyatlarındaki oynaklığın artmasına neden olur.

- **Asimetrik bilginin artması:**

Finansal stresin üçüncü belirtisi, finansal varlık fiyatlarının alıcıları ve satıcıları veya borç verenler ve borç alanlar arasındaki asimetrik bilginin artmasıdır. Satıcıların sahip oldukları varlıkların gerçek değeri hakkında alıcılardan daha fazla bilgiye sahip

olduğunda veya borçluların, gerçek mali durumu hakkında borç verenden daha fazla bilgiye sahip olduğunda ortaya çıkar. Bu tür bilgi boşlukları ahlak tehlike ve ters seçim sorunlarına yol açarak borçlanmanın ortalama maliyetini arttırabilir ve ikincil piyasalardaki varlıkların ortalama değerini düşürebilir.

**- Riskli Finansal Varlıkları Tutma İsteğinin Azalması:**

Finansal stresin dördüncü belirtisi, riskli finansal varlıkları tutma isteğinin azalmasıdır. Borç verenler ve yatırımcıların riskli varlıklar için yüksek, güvenli varlıklar için düşük getiri talep etmelerine yol açmaktadır. Örneğin, ekonominin geleceği konusunda belirsizlik olduğu bir durumda, insanların riskli yatırımlarda endişelenmek için daha çok sebepleri olacaktır, çünkü ekonomik durum nedeniyle daha az güvence verilecektir. Bu durum yatırımcıların ya riskli finansal varlıklardan güvenli varlıklara geçmesine yol açacak ya da riskli finansal varlıkların getirilerini arttıracaktır.

**- Likit Olmayan Varlıkları Tutma İsteğinin Azalması:**

Finansal stresin son belirtisi, likit olmayan varlıkları tutma isteğindeki önemli bir azalıştır. Tercihlerdeki bu değişikliğin temel sebebi, ekonomik belirsizlik durumunda, yatırımcının ani nakit ihtiyaçlarını karşılamak zorunda kaldığında bir varlığı temel değerine yakın bir fiyata satamayacağı düşüncesidir (Hakkio ve Keeton, 2009, s.6-11).

### **2.3. Finansal Stres Endeksi**

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte finansal piyasalarda büyük bir hızla gelişmektedir. Bu açıdan finansal piyasalar ve reel ekonomi arasındaki ilişki daha karmaşık bir hal almaktadır. Bunun yanı sıra 2008 küresel finansal krizinin hızlı bir şekilde diğer ülkelere yayılması, merkez bankalarının fiyat istikrarının yanı sıra finansal istikrar hedefine de önem vermelerine yol açmıştır. Bu ise finansal sektörün yapısını ve genel durumunu anlamaya yönelik girişimlerin artmasına yol açmıştır. Bu doğrultuda finansal riskleri belirlemek ve izlemek amacıyla, finansal stresin ölçülmesi önemli hale gelmiştir (Çamlıca ve Güneş, 2016, s.2).

Finansal piyasaların gelişmesiyle birlikte bankacılık krizi, döviz krizi, borç krizi gibi maliyeti yüksek olan finansal krizler daha sık rastlanır olmuştur. Bu krizlerin belirleyicileri üzerine birçok çalışma mevcuttur. Ancak bu çalışmaların finansal stresin belirleyicilerini tespit etmek için uygun olmadığı, ikili değişkenler [0-1] kullanarak krizin var ya da yok olarak modellenmesidir. Bu değişkenler stresin yoğunluğunu ölçmez ve kriz standartlarına yaklaşan durumları dışlarlar. Ayrıca bir ülkede finansal krizin olmaması, finansal stresin düşük olduğu anlamına gelmemektedir (Oet ve diğ., 2011, s.5).

Finansal krizler ile ilgili yazında krizler genellikle sistem olayları yerine bankacılık, döviz veya borç krizi olarak değerlendirilmekte ve bu yaklaşım krizlerin eşzamanlı hassasiyetini göz ardı edilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle sistemik olarak önemli olan döviz piyasası, hisse senedi piyasası, tahvil piyasası, borç piyasası ve bankacılık sektörü piyasalarında finansal istikrarı bir arada analiz etmek daha uygun olmaktadır. Buna dayanarak politika koyucular finansal istikrarın izlenmesi amacıyla finansal stres endeksleri yardımı ile finansal krizleri öngörerek önlemeye çalışmaktadır (Illing ve Liu, 2003, s.1).

Finansal stres endeksinin (FSI) genel amacı, finansal piyasalardaki mevcut istikrarsızlık durumunu ortaya koymak, yani sistemdeki sürtünme, gerilme ve zorlanma düzeylerini ölçmek ve bunu sürekli olan tek bir istatistiki değişkenle özetlemektir (Hollo ve diğ., 2012, s.2).

Finansal stres endeksleri, finansal sistemdeki stres seviyesinin izlenmesini olanaklı kılarken, aynı zamanda, erken uyarı modelleri bağlamında “finansal krizlerin” tanımlanmasını sağlamaktadır (Hollo ve diğ., 2012, s.2).

Muhtemel kayıp, risk ve belirsizlik ölçütleri, bankacılık, döviz, borç ve hisse senedi piyasalarından derlenmektedir. Hanehalkı sektöründeki ve finansal olmayan ticaret sektöründeki stres, bu dört piyasadaki kurumların davranışlarına yansımaktadır (Illing ve Liu, 2003, s.2).

Finansal sisteminin maruz kaldığı stresin birçok alt bileşeni olup, bu bileşenler her ülke için farklılık gösterebilir. Ayrıca bu bileşenler finansal piyasalar üzerinde farklı

dönemlerde farklı seviyelerde strese neden olmaktadır. Örneğin; bir ülkede, tasarruf yetersizliğinin yanında dışa açıklık derecesinin artması; finansal sistemin piyasalardaki hareketlere karşı duyarlı hale gelmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla tasarruf yapısı farklı olan ülkelerde finansal stresi belirleyen değişkenler de farklılaşacaktır. Bu amaçla her ülkenin finansal piyasasının iç dinamiklerini yansıtmak amacıyla birçok finansal stres endeksi oluşturulmuştur.

Finansal stres endeksi oluşturmanın yararları şöyle özetlenebilir:

- Finansal stres endeksi finansal piyasalardaki stresi yansıtmalarının yanında makroekonomik politikaların da belirlenmesinde yararlıdır.
- Ekonomik daralmanın öngörülmesini sağlayarak politika önlemlerinin alınmasını olanaklı kılmaktadır.
- Ekonomik daralmaya yol açan finansal stres unsurlarının görece katkılarının belirlenmesini sağlamaktır.
- Ekonomik daralmanın yurtiçi ve yurtdışı kaynaklarını ayrıştırarak ekonomi politikalarının bu çerçevede belirlenmesine yardımcı olmaktadır (Öztürkler ve Türkmen, 2013, s.2)

#### **2.4. Yazın Taraması**

Illing ve Liu (2006), Kanada için makroekonomik finansal stresi yansıtan ilk ve en etkili endeksi oluşturmuşlardır. Endeks, döviz piyasası, hisse senedi piyasası, borç piyasası ve bankacılık sektöründeki stresler standart ağırlıklandırma (temel bileşenler) yöntemiyle toplulaştırılarak oluşturulmuştur. Endeksten elde edilen bulgulara göre; dışsal bir şok stres derecesini etkileyebilir ve finansal kırılganlığı önlemek amacıyla kullanılabilir. Yüksek finansal stres düzeyleri sadece finansal sistemi etkilemekle kalmaz, aynı zamanda reel ekonomide de önemli kayıplara neden olur. Bu nedenle reel ekonomik değişkenlerdeki değişiklikleri açıklamak amacıyla da FSI'nin kullanılabilceği sonucuna ulaşılmıştır.

Hanschel ve Monnin (2005), İsviçre bankacılık sektörünün mevcut durumunu ekonomik dengesizlikler ile öngörmek amacıyla geliştirdikleri stres endeksinde hisse senedi fiyat endeksi, bankalar tarafından ihraç edilen getiri endekslerini, bankalararası toplam mevduat, bankaların toplam varlıkları ve banka şube sayısındaki değişim değişkenlerini kullanılmışlardır. 1987-2002 dönemi için yıllık bazda veriler kullanılarak eşit ağırlıklandırma yöntemiyle hesaplanmışlardır. Elde edilen bulgulara dayanarak makroekonomik dengesizliklerin İsviçre bankacılık sektöründeki stresin önemli bir bölümünü açıkladığı yorumunu yapmışlardır.

Balakrishnan ve diğ. (2009), Cardarelli, Elekdağ ve Lall (2009) tarafından gelişmiş ekonomiler için oluşturulan endekse gelişmekte olan ekonomilerde daha sık karşılaşılan bir stres kaynağı olan döviz kuru baskı endeksini de eklenerek gelişmekte olan ekonomiler için yeni bir finansal stres endeksi oluşturulmuştur. Bu çalışmada endeks ikili değişkenlerin ötesine geçmekte ve stres artışını daha sistematik bir biçimde keşfetmeye odaklanmaktadır. Finansal stres derecesini varlık fiyatlarındaki büyük dalgalanmalar, belirsizlik ve risk iştahıyla ilgili ani değişimler, uluslararası likidite koşulları, kredi kullanılabilirliğiyle ilişkilendirmeye yardımcı olması amacıyla, bankacılık sektörü “beta”sı, hisse senedi piyasasındaki getiriler, hisse senedi piyasasındaki oynaklık, egemen borç endekslerini, döviz kuru baskı endeksi olmak üzere beş bileşen kullanılmıştır. Eşit ağırlıklandırma varyansından yararlanılarak oluşturmuşlardır. Bu endeks ile finansal stres dönemi, 1.5 standart sapmayı aştığı (genellikle döviz krizlerini tanımlamak için kullanılan) bir dönem olarak tanımlanmış ve krizleri doğru bir şekilde gösterdiği belirlenmiştir.

Hakkio ve Keeton (2009), Federal Reserve Bank of Kansas'ta ABD verileri çerçevesinde, 1990-2009 dönemini kapsayan 11 değişken, standartlaştırma işleminden sonra temel bileşenler yöntemiyle ağırlıklandırılmış ve aylık bir finansal stres endeksi ("KCFSI") oluşturmuştur. KCFSI endeksinde her bir göstergenin endeks içindeki ağırlığı, göstergelerin ilk ana bileşeni, yani korelasyon matrisinin ilk öz vektörü yardımı ile hesaplanmıştır.

Oet ve diğ. (2011), Amerika Birleşik Devletler için 1991-2009 dönemini kapsayan Cleveland Finansal Stres Endeksini (CFSI) geliştirmişlerdir. Endeks, finansal

piyasaların dört sektörüne ait kredi piyasaları, döviz kuru piyasaları, hisse senedi piyasaları ve bankacılık sektörü piyasa verilerine dayanmaktadır. Endekste, inansal beta, banka bono endeksi, banklar arası likidite endeksi, bankalar arası borçlanma maliyeti, ağırlıklandırılmış döviz kuru endeksi, faiz endeksi, hisse senedi endeksi, hisse senedi oynaklığı, likidite endeksi, hazine tahvil endeksi, hazine getiri eğrisi yayılımı olmak üzere 11 bileşen kullanılmıştır. Her bir stres göstergesi, yer aldığı piyasadaki toplam işlem hacminin toplam kredi hacmi büyüklüğüne oranı dikkate alınarak ağırlıklandırılmıştır. Çalışmada finansal stres endeksinin kriz dönemlerini öngörmede önemli bir araç olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Hollo ve diğ. (2012), Sistemik Stresin Bileşik Göstergesi (CISS) olarak adlandırılan ve yazında öne çıkan bir endeks geliştirilmişlerdir. CISS endeksinin temel yeniliği, portföy teorisinin kullanılmasıdır. Burada endeksi oluşturan alt endeksler, zamanla değişen çapraz korelasyon yapısını yansıtan ağırlıklara dayanarak oluşturulmuştur. CISS endeksindeki kriz eşiklerinin belirlenmesi ve finansal stres dönemlerinin ayırt edilebilmesi amacıyla doğrusal olmayan zaman serisi modellerinden olan rejim geçiş modelleri kullanılmıştır.

Vermeulen ve diğ. (2015), 25 OECD ülkesi için oluşturdukları finansal stres endeksinde, değişkenler standartlaştırıldıktan sonra, ağırlıklandırılmadan toplulaştırma yaklaşımı izlemişlerdir. Finansal stresi açıklayan öncü göstergeler, Bayesci Model ortalamasıyla belirlenmiştir. FSI bağımlı değişken iken, öncü göstergelerin bağımsız değişken olarak alındığı panel veri modelinde FSI'nin dinamiklerini açıklamanın zorluğunun yanı sıra finansal stres artışlarının öngörülmesinin de zor olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Elekdağ ve diğ. (2010), döviz piyasası baskı endeksi, ülke tahvil endeksi, hisse senedi getirileri, hisse senedi getirileri belirsizlik algısı, bankacılık sektörü riskliliğini ölçen "beta" değerini kullanılarak Türkiye için finansal stres endeksi geliştirmişlerdir. Çalışmada bu endeks ile Cardarelli ve diğ. (2011) tarafından geliştirilen gelişmiş ülkeler finansal stres endeksi ve Danninger ve diğ. (2009) tarafından geliştirilen gelişmekte olan ülkeler finansal stres endeksleri karşılaştırmalı bir biçimde analiz edilmiştir. Endeks, Rusya Krizi, 2001 Türkiye bankacılık krizi, Irak savaşı ve 2008 krizinin

yarattığı stresleri başarılı bir biçimde yansıtılmıştır. Ancak 2008 krizinde finansal stresteki artış Türkiye’de gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomilere göre daha azdır. Bunun nedeni ise Türk bankacılık sektörünün risklerinin sınırlı ve yüksek sermaye oranlarıyla sağlam bir yapıya sahip olması şeklinde yorumlanmıştır.

Çevik ve diğ. (2013) ise 1997-2010 dönemleri arasında Türkiye için finansal stres endeksi geliştirmişlerdir. Endeks, ekonomik aktiviteyi önemli bir biçimde etkileyen temel göstergelerden yararlanılarak oluşturulmuştur. Endekslerinde hisse senedi piyasası riskliliği, bankacılık sektörü riskliliği, döviz kuru riski, ülke riski, dış borç, ticaret finansmanı, kredi riski, para piyasası endeksi, hisse senedi piyasası endeksi olmak üzere 9 farklı gösterge temel bileşenler analiziyle toplulaştırılmıştır. Endeks; Rusya Krizi, 2001 Türkiye krizi, Irak Savaşı ve 2008 küresel krizinin yarattığı stresleri yakalayarak Elekdağ ve diğ. (2010) tarafından yapılan çalışmaya paralel sonuçlar vermiştir.

Öztürkler ve Türkmen (2013), Türkiye için daralma dönemlerini makul bir süre öncesinde öngörmeyi sağlamak amacıyla geliştirdikleri finansal stres endeksinde, yükselen piyasalar tahvil endeksi, ticaret açığının rezervlere oranı ve döviz kuru oynaklığı değişkenleri temel bileşenler analiziyle toplulaştırılmıştır. Elde edilen endeks, daralma dönemini üç ay öncesinden öngörebilmektedir.

Ekinci (2013), Türkiye ekonomisini, oluşturduğu finansal stres endeksi çerçevesinde yüksek stres dönemi, normal stres dönemi, küresel kriz dönemi, düşük stres dönemi, yükselen stres dönemi ve azalan stres dönemi olmak üzere altı dönemi dikkate alarak incelemiştir. Endekste bankacılık sektörü için 3 aylık TRLİBOR-TCMB politika faizi, kamu sektörü için Türkiye’nin 5 yıllık dolar cinsi CDS değeri, hisse senedi piyasası için BİST100 endeksinin yıllık değişimi, döviz kuru piyasası için ise TL-ABD dolar kurunun yıllık değişimi kullanılmıştır.

Adanur ve diğ. (2015), 2002-2014 dönemi arasında aylık veriler kullanarak oluşturdukları Türkiye finansal stres endeksinde alt endeksler faktör analizi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. FSI ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki nedensellik analizi ile

ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlara göre finansal şoklar ekonomik faaliyet üzerinde olumsuz ve azalan bir etkiye sahiptir.

Çamlıca ve Güneş (2016), finansal stres yazınında en çok kullanılan tahmin yöntemlerini 2002-2015 dönemleri arasında Türkiye ekonomisinde yaşanan finansal stres çerçevesinde karşılaştırmışlardır. Finansal stres endeksinde, para piyasası için üç aylık TL ileri vadeli getiri oranı, tahvil piyasası için 12 aylık TL ileri vadeli ima edilen getiri oranları ve 2 yıllık DİBS getirisi, hisse senedi piyasası için finansal olmayan şirketler hisse senedi endeksi getirisinin oynaklığı, döviz piyasası için döviz kurunun günlük logaritmik değişiminin mutlak değeri oynaklık olarak kullanılmış, bankacılık sektörü piyasası için ise BİST100 ve bankacılık sektörü hisse senedi endekslerinin günlük getiri oranları arasında oluşturulan regresyon denkleminin artık değerleri kullanılmıştır. Bu çalışmada, Portföy teorisi ağırlıklandırma yönteminin eşit varyans ağırlıklandırma ve temel bileşenler analizine göre finansal stres dönemlerini daha iyi yakaladığı sonucuna ulaşılmıştır.

## **2.5. Finansal Stres Endeksinde Kullanılan Değişkenler**

Illing ve Liu (2003), finansal piyasalarda strese yol açan faktörleri finansal sistemin karşılaştığı krizler çerçevesinde ele almıştır. Bu doğrultuda endeksin tüm finansal sistemi kapsamaması amacıyla döviz piyasası, hisse senedi piyasası, bankacılık piyasası, tahvil piyasası ve dış borç piyasası olmak üzere her bir piyasa için stresi yansıtan değişkenler kullanılmıştır.

### **2.5.1. Hisse Senedi Piyasası Stresi**

Hisse senedi krizleri, genel piyasa endeksinde keskin bir düşüş olarak tanımlanmaktadır. Düşüş, beklenen kayıpların artması, muhtemel kayıpların dağılımının yüksek olması veya firmaların geri dönüşleri ile ilgili belirsizliklerin arttığına göstergesi olabilir (İlling ve Liu, 2003, s.6).

Finansal stres endeksi oluşturma aşamasında hisse senedi endeksi, hisse senedi getirileri ve hisse senedi oynaklığı yazında en çok kullanılan stres göstergeleridir. Hanschel ve Monnin (2005) hisse senedi endeksini kullanırken, Balakrishnan ve diğ.

(2009), Elekdağ ve diğ. (2010) ve Ekinci (2013) hisse senedi getirilerini kullanmışlardır. Hisse senedi piyasalarındaki değer kayıpları finansal sistem üzerindeki stresi arttırıcı etki yaratmaktadır (Elekdağ ve diğ., 2010, s.4). Bu çalışmalarda hisse senedi fiyatlarındaki keskin düşüşlerin endeksteki stresi arttırdığı şeklinde yorumlayabilmek için hisse senedi getirileri -1 ile çarpılarak endekse dahil edilmiştir. Hisse senedi piyasalarındaki stresi ölçmek amacıyla ARCH veya GARCH modellerinden risk elde edilebilmektedir. Hisse senedi fiyatlarındaki büyük dalgalanmaların hisse senedi piyasasındaki finansal dengesizlikleri yansıttığı varsayılarak hisse senedi oynaklığını elde etmek amacıyla Balakrishnan ve diğ. (2009), Hakkio ve Keeton (2009), Cardarelli ve diğ. (2011), Oet ve diğ. (2011), Vermeulen ve diğ. (2015), Çevik ve diğ.(2013), Adanur ve diğ.(2015) GARCH(1,1) modelinden yararlanmıştır. Elekdağ ve diğ. (2010), Çamlıca ve Güneş (2016) da hisse senedi oynaklığını kullanmışlardır.

### **2.5.2. Döviz Kuru Piyasası Stresi**

Döviz krizleri genel olarak, devalüasyon, rezervlerdeki kayıp ve / veya faiz oranı artışları olarak tanımlanır. Döviz krizleri tanımlarında döviz kuru değişimlerinin ağırlıklı ortalaması ve rezerv kayıplarını alan yaklaşımlarda döviz kurunu oluşturan stokastik süreç hakkındaki potansiyel önemli bilgileri dikkate almadığı için eleştirilmektedirler (Sauer ve Bohara, 2001, s.135). Döviz kuru oynaklığını elde etmek için otoregresif koşullu heteroscedastic (ARCH) veya genel ARCH (GARCH) modelleri kullanılarak asimetrik dağılım hesaba katılabilir. İlling ve Liu (2003), Cardarelli ve diğ. (2011), Öztürkler ve Türkmen, (2013), Vermeulen ve diğ. (2015), Adanur ve diğ. (2015), Çamlıca ve Güneş, (2016) çalışmalarında döviz kuru oynaklığını kullanmışlardır. Döviz kuru oynaklığının artması risk algısının önemli bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Ayrıca yatırımcıların yerel para biriminin temel değeri hakkındaki belirsizlik algısını ve yatırım davranışları hakkındaki belirsizliği yansıtmaktadır. Bu nedenle finansal stresin belirlenme aşamasında ciddi bir öneme sahiptir (İlling ve Liu, 2003, s.5).

Döviz piyasası üzerindeki stresi ölçmek amacıyla kullanılan bir diğer değişken ise döviz kuru baskı endeksidir (EMPI). Bu endeks çerçevesinde döviz kurundaki artış

veya uluslararası rezervlerdeki azalış döviz piyasasında baskının arttığını göstermektedir (Elekdağ ve diğ., 2010, s.4). Döviz kuru baskı endeksi, i ülkesi için t ayında

$$EMPI = \frac{(\Delta DK_{i,t} - \mu_{i,\Delta DK})}{\sigma_{i,\Delta DK}} - \frac{(\Delta REZ_{i,t} - \mu_{i,\Delta REZ})}{\sigma_{i,\Delta REZ}} \quad (2.1)$$

Formülü ile hesaplanmaktadır. Eşitlik (2.1)'de,  $\Delta DK$  ve  $\Delta REZ$ , sırası ile döviz kurundaki ve altın hariç toplam rezervlerdeki aylık toplam değişimleri vermektedir.

Döviz kuru stresini ölçmek amacıyla Balakrishnan ve diğ.(2009), Elekdağ ve diğ.(2010), Çevik ve diğ.(2013), çalışmalarında sadece EMPI değişkenini kullanmışlardır.

### 2.5.3. Borç Piyasası Stresi

Borç krizi, aşırı dış borcu olan ve borcunu karşılamakta güçlük çeken bir grup geliştirmekte olan ekonomiyle ilgilidir (İlling ve Liu,2003, s.5). Gelişmekte olan ülkelerde dış borç, ekonomik büyümede önemli bir rol oynamaktadır. Ancak aşırı dış borcu olan bir ülkenin uluslararası kredilere ulaşmasının engellenmesi, yatırımların azalmasına, iç reel faizin artmasına ve kamu yatırımlarının düşmesine neden olacaktır. Kısa vadeli dış borç, Asya ve Rusya krizlerinde önemli bir rol oynadığından geliştirmekte olan ülkeler için finansal stres endeksinin bir parçası olmalıdır (Çevik ve diğ., 2013, s.374). Ayrıca finansal stresin aktarım derecesi ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir, bu ise dış borç stoğuyla ilişkilendirmiştir. Özellikle banka kredi ilişkileri finansal stresin aktarımında önem teşkil etmektedir (Balakrishnan ve diğ., 2009, s.4). Bu doğrultuda kısa vadeli dış borç büyüme oranı dış borç stres değişkeni olarak kabul edilir. Çevik ve diğ. (2013), kısa vadeli dış borcun ve toplam dış borcun büyüme oranını stres değişkeni olarak kullanmıştır.

### 2.5.4. Bankacılık Piyasası Stresi

Banka krizleri, genel olarak ülkeye özgü durumların bir birleşimi olup bankaların borçlarının dolayısıyla yükümlülüklerini yerine getirememesi olarak tanımlanmaktadır. Vila (2000)'e göre, bankacılık stresine neden olan iki temel faktör

vardır; düşen banka hisse senedi fiyatları ve sürdürülemez toplam mevduat büyümesi. Hardy ve Pazarbasioğlu (1998) da bankacılık piyasasında bilanço problemlerini yansıtması amacıyla banka mevduatlarının önemini vurgulamıştır (İlling ve Liu, 2003, s.3).

Bankacılık krizinin en yaygın tanımı; toplam mevduatlarda ani bir düşüş ve bankacılık sisteminde mevduat sahiplerine olan güven kaybı şeklinde yapılır (Hanschel ve Monnin, 2005, s.433). Bankacılık sektörü stresini yansıtması amacıyla toplam mevduatları Hanschel ve Monnin (2005) endekse dahil etmişlerdir. Bu durumu saptamak için bankacılık stresini yansıtması amacıyla, toplam mevduat değişkeninin büyüme oranı endekse dahil edilmiştir. Hisse senedi getirilerinde olduğu gibi, toplam mevduattaki ani bir düşüşün endeksteki stresi arttırdığı şeklinde yorumlayabilmek için toplam mevduat büyüme oranı -1 ile çarpılarak endekse dahil edilmiştir.

#### **2.5.5. Tahvil Piyasası Stresi**

Yatırımcıların risk algılamalarındaki değişiklikler, gelişmekte olan ülkeler için finansal stresin önemli bir göstergesi olarak kabul edilir. Yazında tahvil piyasası stresini yansıtmak için kullanılan yükselen piyasalar tahvil endeksi (EMBIG), uluslararası yatırımcıların yükselen piyasaların tahvillerine yönelik risk algısını yansıtmaktadır (Öztürkler ve Türkmen, 2013, s.2). JP Morgan tarafından oluşturulmuş olan gelişmekte olan ülke tahvil endeksi (EMBIG), ülke kredi riskini yansıtmak için kullanılmaktadır. Bu meydana gelen herhangi bir artış, finansal piyasalarda ülke kredi riskinden kaynaklanan stresin arttığına işaret etmektedir (Elekdağ ve diğ., 2010, s.4). Ayrıca Türkiye ve ABD arasındaki faiz oranı endeksleri Türkiye'de risk algılamasının bir göstergesi olarak kullanılabilir (Çevik ve diğ.,2013, s.375). Çevik ve diğ. (2013) egemen tahvil endeksleri için Türkiye'nin yükselen piyasalar tahvil endeksi ile 10 yıllık ABD Hazine getirisi arasındaki farkı kullanırken, Vermeulen ve diğ. (2015) ve Vasicek ve diğ.(2017) tahvil piyasalarındaki stresin göstergesi olarak ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki farkı kullanmıştır. Vermeulen ve diğ. (2015) egemen risk ölçüsü olarak, ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki fark tahvil piyasası stres göstergesi olarak kullanılmıştır. Faiz oranları

arasındaki fark döviz kurundaki küçülme beklentisini kapsamı için kullanılmaktadır. Yani bu değişken bir beklenti değişkenidir (Martinez-Peria, 1999, s.14).

## 2.6. Finansal Stres Endeksinin Oluşturulmasında Kullanılan Yöntemler

Finansal stres endeksinin oluşturulma aşamasında her bir stres göstergesini tek bir endeks içerisinde toplulaştırmak amacıyla temel bileşenler analizi ve eşit varyans ağırlıklandırma yöntemleri en sık kullanılan yöntemlerdir.

Her bir piyasa stres göstergesini aynı birimde ifade etmek için standartlaştırma işlemi uygulanır. Her bir stres göstergesi, normal dağılım varsayım altında örneklem ortalaması ve standart sapması kullanılarak Eşitlik 2.2'ye göre standardize edilmektedir:

$$Z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma} \quad (2.2)$$

Eşitlik 2.2'de Z, (i=1,2,...,5) standardize edilmiş değişkenleri gösterirken, x her bir piyasa stresini yansıması için kullanılan stres göstergesi,  $\mu$  örneklem ortalaması ve  $\sigma$  örneklem standart sapmasıdır.

Aşağıda standartlaştırılmış değişkenlerin ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan eşit varyans ağırlıklandırma ve temel bileşenler yöntemlerinden bahsedilecektir.

### 2.6.1. Eşit Varyans Ağırlıklandırma Yöntemi

Eşit varyans ağırlıklandırma yönteminde her bir alt piyasa göstergesine eşit ağırlık verilmektedir. Çünkü tüm finansal sistem içinde her bir piyasanın eşit öneme sahip olduğu kabul edilmektedir. Pozitif endeks değerleri, finansal stresin uzun dönemli ortalamasının üzerinde bulunduğunu göstermektedir. Eşit varyans ağırlıklandırma yöntemi yazında en fazla tercih edilen yöntemlerden biridir. Bunun nedeni ise kolay uygulanabilir ve yorumlanabilir olmasıdır (Balakrishnan ve diğ.,2009, s.9).

$$FSI = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i}{n} \quad (2.3)$$

Eşitlik (2.2)'de standartlaştırılmış değişkenlerin ağırlıklı ortalaması alınarak toplulaştırma işlemi Eşitlik (2.3)' de yapılmıştır. Ancak bu yöntemde stres göstergelerinin normal dağıldığı varsayımı geçerlidir. Bu durum yeni verinin dahil edildiği ve bu verinin dağılımdan sapma göstermesi durumunda yeniden sınıflandırma sorununa yol açmasından dolayı bu yöntem eleştirilmektedir. Bu sorun eklenen her verinin örneklem ortalama ve standart sapmasını değiştireceğinden, hesaplanan finansal stres endeksinin de değişmesi anlamına gelmektedir (Çamlıca ve Güneş, 2016, s. 6-7).

### **2.6.2. Temel Bileşenler Analizi**

Temel bileşenler analizi alt piyasa stres göstergelerinin birlikte hareketini dikkate alarak finansal stres endeksini hesaplayan yöntemlerden biridir. Bu yöntemde finansal stres, alt piyasa stres göstergeleri arasındaki korelasyonu temsil eden ve standardize edilmiş alt piyasa stres göstergeleri ile hesaplanan korelasyon matrisini temel bileşenler biçiminde tanımlamaktadır (Illing ve Liu, 2006).

Temel bileşenler yönteminde birinci temel bileşenler temel alınmıştır. Birinci temel bileşenler analizinden elde edilen ağırlıklar normalize edilerek oluşturulan endeksin, ortalamasının sıfır ve standart sapmasının bir olması sağlanmaktadır. Elde edilen endeksin pozitif değer alması stresin ortalama değerinin üzerinde olduğunu, negatif bir değer alması stresin ortalama değerinin altında olduğunu ve sıfır değerini alması ise endeksin ortalama değerine eşit olduğunu ifade edecektir (Öztürkler ve Türkmen, 2013, s.5).

Son finansal kriz birden fazla alt piyasada ortaya çıkmıştır. Bu durum finansal piyasalar ve reel ekonomi üzerinde daha yıkıcı sonuçlar doğurmuştur. Ancak alt piyasalar birbiriyle ilişkili olmasına rağmen eşit varyans ağırlıklandırma yönteminde alt piyasaların birbirinden bağımsız hareket ettiği kabul edilmektedir. Temel bileşenler yöntemi ise her bir stres göstergesinin varyansını mümkün olduğunca koruyarak göstergeler arasındaki yapısal ilişkinin açıklanmasına imkan sağlar ve bu temel bileşenler yöntemin en önemli avantajıdır. (Çamlıca ve Güneş, 2016, s.8).

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### REJİM DEĞİŞİM MODELLERİ

1990 yıllarda yaşanan finansal karışıklıklar döviz krizleri için erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesine yol açmıştır. Uygulamalarda ise Probit/logit modelleri ve Kaminsky, Lizonda ve Reinhart (1998) tarafından önerilen sinyal yaklaşımı finansal krizlerin ve öncü göstergelerin belirlenmesi için yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Probit ve logit modellerinde, bağımlı değişken, bir kriz ortaya çıkarsa 1, aksi halde 0 değerini alan ikili bir "kriz" değişkenidir, bağımsız değişken ise erken uyarı göstergelerinin gecikmeli değerleridir. Modelin çıktısı, bir krizin oluşma olasılığını ve erken uyarı göstergelerinin kriz olasılıkları üzerindeki etkilerini ölçer. Döviz krizlerinin öncü göstergelerinin belirlenmesinde kullanılan sinyal yaklaşımında ise her bir gösterge ayrı ayrı analiz edilmektedir. Kriz sinyali, göstergenin belirli bir sinyalin üzerine çıkması olarak kabul edilmekte ve bu sinyali izleyen yirmi dört ay içinde bir kriz yaşanabileceğine işaret etmektedir (Abiad, 2002, s.1-2).

Ancak bu metodolojileri kullanmanın bazı olumsuz yanları vardır. Bunlardan birincisi, modelin önceden belirlenen kriz tarihinin bilinmesine ihtiyaç duyması ve bu kriz tarihlerini tanımlamak için keyfi eşik değerlerinin verilmesidir. Bu durum yanlış sınıflandırmayı ortaya çıkarabilir. Örneğin, yüksek bir eşik değeri olduğunda daha önceki bir kriz dönemi ihmal edebilir. İkincisi probit modellerde ikili değişken kullanımı spekülative atağın büyüklüğünün yanlış yorumlanmasına dolayısıyla bilgi kaybına yol açmaktadır. Kriz tanımı olarak kullanılan döviz kuru baskı endeksinin en yüksek oynaklığı gösterdiği dönemler, önceden tahmin edilemeyen devalüasyon dönemleridir. Dolayısıyla bu modellerde sadece aşırı değerlerin kriz dönemi olarak seçilmesi, modellerin krizleri öngörme olasılıklarını azaltır, bu da kriz sayısını azaltmaktadır. Probit ve logit modelleri, bir olayın meydana gelme olasılığını tahmin edilmesini içeren standart ekonometrik yaklaşımlar iken sinyal yaklaşımı, açık bir stokastik formülasyona bile sahip değildir (Abiad, 2002 s.1-2), (Saxena ve Cerra, 2000, s.12). Bu eksiklikler nedeni ile modellere alternatif olarak zamanla değişen geçiş olasılıklarına sahip Markov rejim değişim (MRS) modelinin kullanımı önerilmiştir. MRS modellerinde kriz tarihinin bilinmesine ihtiyaç yoktur, bunun yerine kriz

dönemlerinin tanımlanması modelin çıktısıdır. Bu model diğer yaklaşımların aksine krizin ne zaman ortaya çıktığı, neye benzediği, ne kadar sürdüğü ve ne zaman sona ereceği gibi kriz dinamikleri hakkında daha fazla bilgi vermektedir. Ayrıca Markov rejim değişim yaklaşımı probit modelinde olduğu gibi doğrusal olmayan hareketleri de kapsamaktadır (Abiad, 2002, s.19). Bu nedenle bu çalışmada finansal krizlerin belirlenmesi amacıyla Markov rejim değişim modeli kullanılmıştır. Bu çerçevede Markov rejim değişim modellerine geçmeden önce bu bölümde ilk olarak doğrusallık ve doğrusal olmama kavramları ile doğrusal olmama testleri ardından rejim değişim modelleri anlatılacaktır.

### 3.1. Doğrusallık ve Doğrusal Olmama Kavramları

Zaman serilerinde istatistiksel olarak doğrusallık ve doğrusal olmama ya da asimetrisinin varlığının tespit edilmesi, serilerin temel stokastik özelliklerinin yeterli bir biçimde tanımlanması için gereklidir. Doğrusal olmayan yapıya sahip bir veri seti için, örneğin; doğrusal ARIMA modellerinin kullanılması mevcut veri setinin yanlış tanımlanmasına ve yetersiz öngörülere yol açacaktır. Bu açıdan doğrusallık ve doğrusal olmamanın ne olduğu üzerinde durulmaktadır.

Düz, eğri olmayan doğru kelimesinden türetilen *doğrusallık*; değişkenlerde doğrusallık ve parametrelerde doğrusallık olmak üzere iki şekilde ifade edilmektedir. Değişkenlerde doğrusallık, Y'nin koşullu beklenen değerinin  $E(Y/X_i)$ , X'in doğrusal bir fonksiyonu olmasıdır. Parametrelerde doğrusallık ise Y'nin koşullu beklenen değerinin  $E(Y/X_i)$ ,  $\beta$  katsayılarının doğrusal bir fonksiyonu olması şeklinde ifade edilir.

$$E(Y/X_i) = \beta_1 + \beta_2 X_i + u \quad (3.1)$$

(3.1) nolu gösterim X ve Y arasındaki doğrusal bir ilişkiyi açıklamaktadır. Y bağımlı değişken, X bağımsız değişken,  $\beta_1$  ve  $\beta_2$  parametrelerdir. X' deki bir birimlik değişiminin Y'de meydana getireceği etki, X'in başlangıç değeri ne olursa olsun aynıdır. Bu durumda regresyon eğrisi geometrik olarak düz bir doğrudur.

Örneğin;

$$E(Y/X_i) = \beta_1 + \beta_2 X_i^2 \quad (3.2)$$

(3.2) nolu gösterimde  $X$  değişkeninin kuvveti 2 olduğu için doğrusal değildir.

$$E(Y/X_i) = \beta_1 + \beta_2^2 X_i \quad (3.3)$$

(3.3)'de ise katsayının kuvvetinin 2 olması nedeniyle parametre açısından doğrusal değil iken değişkenlerde doğrusaldır (Gujarati ve Porter, 2016, s.38). Doğrusallıkta;  $\beta$  parametresi ve  $X$  değişkeninin kuvvetinin sadece birinciden olduğu varsayılmaktadır.

Değişkenler açısından doğrusal olmayan modeller, örneğin doğal logaritması alınarak basit regresyon modelleri ile tahmin edilebilirken parametreler açısından doğrusal olmayan modeller doğrusal olmayan regresyon modelleri yardımı ile tahmin edilebilir (Wooldridge, 2013, s.46). Bu doğrultuda *doğrusal olmama* kavramı, değişkenler açısından değil, parametreler açısından doğrusal olmama çerçevesinde değerlendirilmektedir.

Basit bir doğrusal olmayan otoregresif biçim aşağıdaki gibi tanımlanabilir;

$$Y_t = f(Y_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (3.4)$$

Doğrusal olmayan bu AR modelinde,  $Y_t$  değişkeni kendi geçmiş değerlerinin doğrusal olmayan bir fonksiyonu olarak gösterilmektedir.

Bu model aşağıdaki gibi yeniden tanımlandığında;

$$Y_t = a_1(Y_{t-1}) \cdot Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.5)$$

$a_1(Y_{t-1}) \cdot Y_{t-1} \equiv f(Y_{t-1})$  olmaktadır. 3.4'deki denklemde otoregresif katsayı  $a_1$ ,  $Y_{t-1}$ 'in bir fonksiyonu olarak tanımlanmıştır. Bu nedenle doğrusal olmayan bir yapı söz konusudur ve klasik AR(1) modelinden farklıdır.

p. dereceden doğrusal olmayan otoregresif model NLAR(p) olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir;

$$Y_t = f(Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}) + \varepsilon_t \quad (3.6)$$

f fonksiyonu bilinmediği için tahmin etmek zordur, bu nedenle tahmin etmek için Taylor açılımı kullanılabilir.

NLAR(2) modeli için  $Y_t = f(Y_{t-1}, Y_{t-2}) + \varepsilon_t$  için Taylor serisi açılımı;

$$Y_t = a_0 + a_1 Y_{t-1} + a_2 Y_{t-2} + a_{12} Y_{t-1} Y_{t-2} + a_{11} Y_{t-1}^2 + a_{22} Y_{t-2}^2 + a_{112} Y_{t-1}^2 Y_{t-2} + a_{122} Y_{t-1} Y_{t-2}^2 + a_{111} Y_{t-1}^3 + a_{222} Y_{t-2}^3 + \varepsilon_t \quad (3.7)$$

şeklinde gösterilebilir (Enders, 2014, s. 410-411).

Aşağıda doğrusal olmayan zaman serisi modelleri Granger (1998) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre sıralanmıştır:

1. Doğrusal olmayan AR Modelleri (Tong 1983)
2. Hareketli Ortalamalar ve İkili Doğrusal Modeller
3. Durum Uzay Modelleri
4. Büyüme Serileri Stokastik Trendler, Eşümleşme
5. Rejim Değişim Modelleri
6. Oynaklık Modelleri
7. Deneysel Modeller

Bu bölümde doğrusal olmayan zaman serisi modelleri arasında yer alan rejim değişim modellerinden bahsedilecektir. Doğrusal olmayan zaman serisi modelleri kullanılmadan önce durağan olan serilerdeki doğrusal olmayan yapının varlığının ortaya konulması gerekmektedir. Bu nedenle aşağıda doğrusal olmama testlerinden bahsedilecektir.

### 3.2. Doğrusal Olmama Testleri

Değişkenler arasındaki ilişki doğrusal olmadığında doğrusal olmayan modellerin kullanılması gerekmektedir. Ancak mevcut verilerin doğrusal olmayan bir model seçimini gerektirdiği durumda, doğrusal tanımlamanın yeterli olup olmadığı istatistiksel olarak ortaya konmalıdır. Zaman serilerinde doğrusal olmayan davranışları saptamak için otokorelasyon ya da kısmi otokorelasyon gibi geleneksel araçlar çok az kullanılmaktadır. Çünkü bu yöntemler verilerde doğrusal bir yapıya dair hiçbir kanıt bulamayabilir, ancak bu aynı gözlemlerin birbirinden bağımsız olmasını zorunlu kılmaz (Brooks, 2008, s.381). Bu nedenle doğrusal olmayan modeller kurulmadan önce doğrusallığın test edilmesi gerekmektedir.

Doğrusal olmama durumunun saptanmasında parametrik ve parametrik olmayan birden çok test kullanılmaktadır. Doğrusal olmama testlerinde sıfır hipotezi, doğru şekilde tanımlanmış doğrusal bir modelin artıklarının bağımsız olmasını yani doğrusallığı ifade etmektedir. Artıkların bağımsız olmaması, doğrusallık varsayımını da kapsayacak şekilde modelin yetersiz olduğunu gösterir (Tsay, 2002, s.152).

Bunlardan biri olan Bispectral testi, Gausyanlık ve doğrusallığı sınar ve parametrik olmayan bir testtir. Ramsey (1969) tarafından tanıtılan RESET testi ise parametrik bir test olup doğrusal en küçük kareler için bir tanımlama (specification) testidir. Eşik veya threshold test olarak da adlandırılan Tsay'in yeni F testi ise AR modellerinde eşik belirlenmediğinden SETAR, STAR gibi modellerde kullanılmaktadır (Tsay, 2002, s.157). Bu bölümde bağımsızlık testi olan ancak doğrusal olmayan yapının ortaya çıkarılmasında da kullanılan BDS testi ile McLeod-Li ve Tsay testlerine anlatılacaktır.

#### 3.2.1. BDS Testi

BDS testi doğrudan doğrusal olmama için bir test sağlamaz, çünkü test istatistiğinin dağılımı sonlu örneklerde veya asimptotik olarak doğrusal olmayan bir hipotez altında bilinmemektedir. Asimptotik dağılım bağımsızlığın olmaması olarak bilinir. Dolayısıyla, doğrusal olmayan hipotez hem doğrusal hem de doğrusal olmayan işlemleri içeren alternatif hipotez içine yerleştirilmiştir. BDS testi, tüm doğrusal

olasılıklar mümkün olan en iyi doğrusal model yardımı ile kaldırıldıysa, kalan doğrusal olmayan bağımlılık için artıkları test etmek için kullanılabilir.

Yukarıda da değinildiği gibi, aslında bağımsızlık testi olarak tanıtılan ancak doğrusal olmamayı test etmede yaygın olarak kullanılan BDS testi, Brock, Dechert ve Scheinkman tarafından ilk kez 1987 yılında tanıtılmıştır. Bu test, serinin geçmiş değerleri arasında bağımlılığı, bu kapsamda doğrusal olmayan yapının varlığını ortaya çıkarmaktadır. Zaman serilerinde seri bağımlılığını tespit etmek için güçlü bir araç olan BDS testinde,  $x_t$  zaman serisinin bağımsız ve özdeş (*i. i. d.*) dağılıma sahip olduğunu tanımlayan sıfır hipotezi parametrik olmayan bir teknik kullanılarak test edilmektedir. Yani sıfır hipotezi, verilerin saf hata sürecine sahip olduğunu tanımlar. Sıfır hipotezinin *i. i. d.* olduğu varsayımı altında bu istatistik asimtotik dağılıma sahiptir (Chu, 2001, s.1), (Kuan, 2008, s.13), (Brock ve diğ., 1991, s. 52). BDS testi doğrusal bağımlılığın kaldırılması durumunda doğrudan doğrusal olmamayı test etmez, çünkü test istatistiğinin örneklem dağılımı sonlu örneklerde ve asimtotik olarak doğrusal olmayan bir hipotez altında bilinmemektedir. Dolayısıyla doğrusal olmama hipotezinde hem doğrusal hem de doğrusal olmama alternatif hipotez içine yerleştirilmiştir (Fischer ve Koller, 2001, s.5). Test ham verilerin yanı sıra doğrusal ya da doğrusal olmayan bir modelden elde edilen standartlaştırılmış artıklara da uygulanmaktadır (Brooks, 2008, s. 382).

BDS testinin hesaplanmasında korelasyon integralinden yararlanılır. Bu test istatistiği standart normal dağılıma sahiptir (Tsay, 2002, s.154). Korelasyon integrali, Grassberger ve Procaccia (1983) tarafından deterministik verinin fraktal boyutunun ölçülmesi için bir yöntem olarak geliştirilmiştir. Verilerde geçici aralıkların tekrarlandığı frekansın bir ölçüsüdür (Brock ve diğ., 1996, s. 330). Korelasyon integralinin her türlü doğrusallığa karşı duyarlı olması bu testi güçlü kılmaktadır (Çinko, 2006, s.25).

BDS testinin hesaplanması için aşağıdaki adımlar takip edilir:

(i) Logaritması ve ilk farkı alınmış  $t = 1, 2, \dots, N$  gözlemlik bir zaman serisi  $\{x_t\} = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_N]$  şeklinde ifade edilsin.

(ii) gömülü boyut:  $m$  (embeded dimension) boyut değeri seçilir, bu değer zaman serisini ilk gözlemden başlayarak  $m$  boyutlu vektörlere ayırır.  $m$  boyut seçimi öznelidir ve bu skaler tek bir zaman serisinden  $m$  boyutlu  $N - m$  adet yeni zaman serileri oluşmasını sağlar.

$$x_1^m = (x_1, x_2, \dots, x_m) \quad (3.8)$$

$$x_2^m = (x_2, x_3, \dots, x_{m+1}) \quad (3.9)$$

$$x_{N-m}^m = (x_{N-m}, x_{N-m+1}, \dots, x_N) \quad (3.10)$$

(iii) Serinin bağımlılığı  $1 \leq i \leq N$  ve  $1 \leq j \leq N$  olmak üzere  $x_i^m$  ve  $x_j^m$  nokta çiftleri arasındaki mesafeyi ölçen korelasyon integrali kavramının ortalamasıyla hesaplanır (Fischer ve Koller, 2001, s.4).  $m$  boyut ve  $\varepsilon$  metrik sınır için korelasyon integrali aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$C_{\varepsilon,m} = \frac{1}{N_m(N_m-1)} \sum_{i \neq j} I_{i,j;\varepsilon} \quad (3.11)$$

Burada  $N_m = N - m + 1$ 'dir. Ayrıca  $\|x_i^m - x_j^m\| \leq \varepsilon$  olduğunda  $I_{i,j;\varepsilon} = 1$ , aksi durumda 0 değerini alır. (Chu, 2001, s.1)

(iv) Brock, Dechert ve Scheinkman (1987), zaman serilerinin *i. i. d.* özelliğine sahip olması durumunda,  $C_{\varepsilon,m} \approx [C_{\varepsilon,1}]^m$  olduğunu göstermişlerdir.  $N/m$  oranı 200'den büyükse,  $\varepsilon/\sigma$  değerinin 0,5 ile 2 arasında (Lin,1997,s.23) ve  $m$  ise 2 ve 5 arasında bir değer almalıdır (Brock ve Sayers, 1988, s. 71).

(v) BDS test istatistiği;

$$BDS_{\varepsilon,m} = \frac{\sqrt{N}[C_{\varepsilon,m} - (C_{\varepsilon,1})^m]}{\sqrt{V_{\varepsilon,m}}} \quad (3.12)$$

olarak hesaplanır. Testin sıfır hipotezi doğrusallığı, alternatif hipotezi ise doğrusal olmayan bağımlılığı ifade eder.

(vi) Seçilen  $\alpha$  anlamlılık düzeyi için için, yani sıfır hipotezini test etmede kritik değerler, gözlem sayısı ile seçilen  $m$  boyutunun bölünmesine dayanır. Burada  $(N - m - 1)/m > 200$  olduğunda  $\tau$  kritik değeri için standart normal dağılım,  $(N - m - 1)/m \leq 200$  ise  $\tau$  kritik değeri için Brock, Hsieh ve LeBaron (1991) tablosu kullanılır.

(vii)  $|BDS_{\epsilon,m}| > \tau$  ise bağımsızlığı tanımlayan sıfır hipotezi reddedilir (Fischer ve Koller, 2001, s.5). BDS testi çift taraflı bir testtir. Bu nedenle, BDS test istatistik değerinin kritik değerden büyük ya da küçük olması durumunda sıfır hipotezi reddedilir. Sıfır hipotezinin reddedilmesi, alternatif hipotez doğrusal olmayan bağımlılığın varlığını göstermektedir (Chu, 2001, s. 1-2).

BDS testinin iyi sonuçlar vermesi için büyük örneklerde kullanılması gerekir. BDS testinin yüksek dereceli koşulsuz durumlara (momentlere) sahip olmayan rastsal değişkenlere karşı robust olması testin güçlü yanıdır. Ancak BDS testi, eşikli AR süreci gibi belirli doğrusal olmayan durumlara karşı düşük güce sahiptir (Kuan ,2008, s.13).

### 3.2.2. McLeod-Li Testi

McLeod-Li testi, Ljung-Box (1978) Portmanto testinin doğrusal olmayan bağımlılığı tespit etmek için kullanılmasıdır (McLeod ve Li,1983, s. 270). Bu test istatistiği, bir ARMA modelinden elde edilen artıkların karelerinin Ljung-Box (1978) istatistiğinde kullanılmasıyla elde edilir.

Box ve Pierce (1970) ve Ljung ve Box (1978) testleri örnek otokorelasyonları hesaplayarak zaman serisi verilerindeki bağımlılık yapısını ortaya çıkarmaktadır (Chen, 2002, s.1). Bu doğrultuda, McLeod ve Li (1983) tarafından Ljung-Box (1978) testine dayalı olarak, saf hata sürecine sahip artıkların karelerindeki otokorelasyonu ortaya çıkararak doğrusal olmayan zaman serilerindeki bağımlılığı ortaya çıkarmaya yarayan McLeod-Li testi geliştirilmiştir (Wang ve diğ., 2005, s.58-59).

Zaman serilerinde seri bağımlılığını test etmek için otokorelasyondan yararlanılır. Finansal zaman serilerinin analizinde, artıkların karesinde otokorelasyon olup olması önem taşımaktadır, çünkü bu oynaklık kümelenme etkisini ortaya çıkarmaktadır (Chen, 2002, s.1). Granger ve Andersen (1978) zaman serisinde artık

karelerinin otokorelasyon fonksiyonunun doğrusal olmama durumunu tespit etmede kullanılabilirliğini ortaya koymuştur (McLeod ve Li, 1983, s. 270). ARMA modelinden elde edilen artıklar otokorelasyonsuz olmasına rağmen artıkların kareleri otokorelasyonlu olabilir. Bu durumda doğrusal olmayan zaman serisi modellerinin kullanılması gerekmektedir (Granger ve Andersen 1978, s.90).

McLeod-Li testinin, diğer iki Q testine göre avantajı; sonlu örnek dağılımını, varyansı büyütmeden asimtotik dağılıma daha çok yaklaştırmasıdır (Arranz, 2005, s. 2). Bu yüzden ARCH etkisinin varlığında doğrusallığın test edilmesi aşamasında oldukça güçlü bir testtir (Brooks, 1996, s. 8). Bu açıdan McLeod-Li testi, Engle'in (1982) LM testine asimtotik olarak eşdeğerdir (Chen, 2002, s.1).

Bu testin hesaplanmasında aşağıdaki adımlar izlenir;

(i) İlk olarak, zaman serisine uygun en iyi doğrusal model belirlenir. Bu model sabit, trend, mevsimsellik gibi deterministik öğeler içerebilir. Tahmin edilen modelin artıkları elde edilir.

(ii) Artıkların karelerinin otokorelasyon fonksiyonunun tahminine ve örnek frekansına bağlı olarak  $k$  gecikme uzunluğu belirlenir. Elde edilen artıklardan yararlanılarak  $\hat{u}_t^2$  ile  $\hat{u}_{t-i}^2$  arasındaki örnek otokorelasyon katsayıları  $\rho_{uu}$  hesaplanır.

$$\hat{\rho}_{uu}(k) = \frac{\sum_t (\hat{u}_t^2 - \hat{\sigma}^2)(\hat{u}_{t+k}^2 - \hat{\sigma}^2)}{\sum_t (\hat{u}_t^2 - \hat{\sigma}^2)^2} \quad (3.13)$$

Burada  $\hat{\sigma}^2$ ,  $\hat{u}_t^2$ 'nin varyansıdır.

(iii) Testin sıfır hipotezi doğrusal bağımlılık, alternatif hipotezi ise doğrusal olmayan bağımlılık olarak ifade edilmektedir. Bağımsızlığı tanımlayan sıfır hipotezinin test etmek için artık karelerinin ilk  $k$  otokorelasyonları için Ljung-Box (1978) test istatistiği hesaplanır.

$$Q_{uu}(k) = N(N + 2) \sum_{i=1}^k \frac{\hat{\rho}_{uu}^2(i)}{N-i} \quad (3.14)$$

(iv) Test istatistiği  $k$  serbestlik dereceli  $\chi^2$  dağılımına sahiptir.  $\alpha$  önem düzeyi seçilir ve sıfır hipotezini test etmek için  $\chi_k^2$  tablosu yardımıyla kritik değer bulunur.

(v) Test istatistik değeri kritik değerden büyük olması durumunda doğrusal bağımlılığı tanımlayan sıfır hipotezi reddedilir.

Sıfır hipotezinin reddedilmesi durumunda doğrusal olmayan bağımlılığın varlığı kabul edilmiş olur (Fischer ve Koller, 2001, s. 6-7), (McLeod ve Li, 1983, s. 270). Başka bir deyişle McLeod-Li testinde sıfır hipotezi altında varyansta doğrusallık sınaması yapılır. Ayrıca otokorelasyon katsayılarının anlamlılığı topluca test edilmektedir (Wang ve diğ., 2005, s.58-59).

$k$  gecikme uzunluğunun belirlenmesi aşaması ve serinin durağan ve normal dağılıma sahip olma gerekliliği testin dezavantajlarıdır. Bu varsayımlardan en az birinin sağlanmaması testin gücünü zayıflatır (Fischer ve Koller, 2001, s. 6).

### 3.2.3. Tsay Testi

Keenan (1985) ve Ramsey (1969) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan testlerin gücünü artırmak için Tsay (1986), serinin karesel bağımlılığını ölçen Tsay testini önermiştir. Bu test, Keenan testinin (1985) genelleştirilmiş halidir.

Doğrusal olmamayı belirlemek için kullanılan Tsay (1986) testi, bir AR modelindeki çoğunlukla ikinci dereceden doğrusal olmamayı saptamak için kullanılan bir Lagrange çarpanı testidir.  $(Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_t)$  gözlemlerine sahip  $Y_t$  serisi için test üç aşamadan oluşmaktadır.

1)  $p$  gecikmeli  $AR(p)$  modeli belirlenir.  $Y_t$ , kendi gecikmeli değerlerinden oluşan  $W_t = (1, Y_t, Y_{t-1}, \dots, Y_{t-p})$  vektörüyle regresyona sokulur ve  $\hat{a}_t$  artıklar hesaplanır.

2) Kareler ve çarpaz çarpımlar vektörü  $Z_t = (Y_{t-1}^2, Y_{t-1}Y_{t-2}, \dots, Y_{t-1}Y_{t-p}, Y_{t-2}^2, Y_{t-2}Y_{t-3}, \dots, Y_{t-p}^2)$  ile  $W_t$  vektörü regresyona sokulur, elde edilen artıklar  $\hat{V}_t$  olarak ifade edilir.

3)  $\hat{e}_t$  artıklarını hesaplamak için  $\hat{a}_t$  ve  $\hat{V}_t$  artıkları regresyona sokulur.  $F$ -test istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\hat{F} = \frac{(\sum \hat{V}_t \hat{a}_t)(\sum \hat{V}_t \hat{V}_t)^{-1}(\sum \hat{V}_t \hat{a}_t)/m}{\sum \hat{e}_t^2 / (N-p-m-1)} \quad (3.15)$$

Sıfır hipotezi altında  $Y_t$  durağan bir  $AR(p)$  sürecidir. Burada  $m = \frac{1}{2}p(p + 1)$ 'dir.  $\hat{F}$  asimtotik olarak  $m, N - \frac{1}{2}p(p + 3) - 1$  serbestlik dereceli  $F$  dağılımına sahiptir.

Luukkonen, Saikkonen ve Terasvirta (1988) ise  $Z_t$  vektörüne kübik değerleri ekleyerek testin gücünü arttıran çalışmalar yapmışlar ve özellikle lojistik modellerde doğrusal olmayan model tipini belirlemede daha güçlü bir  $F$  testi elde etmişlerdir (Cao ve Tsay, 1992, s. 169-170).

### 3.3. Rejim Değişim Modelleri

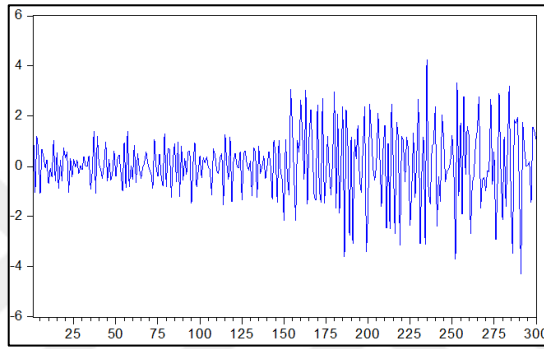
Zaman serisi verisinin doğrusal bir yapısının olmadığı durumlarda, doğrusal olmayan modellerin kullanılması gerekmektedir. Rejim değişim modelleri, bu kapsamda TAR modelleri ve türevleri ile Markov rejim değişim modelleri olmak üzere iki başlık altında toplanabilir. TAR modelleri geçiş değişkeninin yapısına göre SETAR VE STAR modelleri olmak üzere ikiye ayrılırken, STAR modelleri de asimetric yapının olup olmamasına göre LSTAR ve ESTAR modelleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Çalışmanın bu kısmında rejim değişim kavramı açıklandıktan sonra doğrusal olmayan modeller sınıflandırmasında yer alan bu rejim değişim modelleri hakkında bilgi verilecektir.

#### 3.3.1. Rejim Değişim Kavramı

Bazı finansal ve ekonomik zaman serilerinin davranışları farklı dönemler için kıyaslandığında oldukça farklı olduğu görülmektedir. Bir serinin davranışı ortalama değeri, oynaklığı ya da şimdiki değeri geçmiş değerine bağlı olması açısından zamanla değişmektedir. Bu davranış değişimi tüm zaman dilimi içinde sadece bir defa gerçekleşiyorsa *yapısal kırılma* olarak adlandırılır. Ancak seri orijinal davranışına

dönmeden veya başka bir davranış biçimine geçmeden önce değişebiliyorsa bu durum *rejim değişimi* olarak adlandırılmaktadır.

Genellikle, bir serinin özelliklerinde meydana gelen önemli değişiklikler; savaşlar, finansal panikler gibi özel durumlar yapısal kırılmaya yol açmaktadır. Rejim değişimleri ise düzenli olarak ve daha sıklıkla ortaya çıkabilir. Örneğin, gün içi sermaye teklifleri yüksek değerlerle başlar ve gün içinde kademeli olarak daralır ve çok geçmeden tekrar genişlemeye başlar. Bu da rejim değişimini göstermektedir.



**Şekil 3.1: Tipik Bir Rejim Değişim Grafiği**

Şekil 3.1 'de, serinin davranışının 150. gözlem civarında değiştiği, böylece varyansında önemli değişiklikler olduğu görülmektedir. Bu bir rejim değişimi göstergesidir. Bu değişiklik ortalama etrafında da olabilir. Böyle bir rejim değişikliği karşısında, değişikliği kapsayan ve bütün örnek üzerinden tahmin edilen doğrusal bir model uygun olmayacaktır. Bu durumda genel olarak, veriler değişikliğin olduğu zamana bağlı olarak bölünüp her bir bölüm için ayrı modeller tahmin edilmektedir. Örneğin, serinin 150. gözleminden sonra ortalamasının rejiminde bir değişim meydana geliyorsa  $AR(1)$  işlemcisi yardımıyla aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

$$Y_t = \mu_1 + \varphi_1 Y_{t-1} + u_{1t} \quad 150. \text{ gözlemden önce}$$

$$Y_t = \mu_2 + \varphi_2 Y_{t-1} + u_{2t} \quad 150. \text{ gözlemden sonra} \quad (3.16)$$

Bu denklemler bütün olarak doğrusal olmasa da parçalı doğrusal bir model olarak bilinen basit bir örneği temsil etmektedir. Modeli iki parçaya ayırıp tahmin etmek, alt örnekleme yeterli gözlem olması durumunda bile, tüm gözlemlerin bir arada

olmasına göre etkinlik kaybına yol açar. Ayrıca serinin özellikleri değişebilir. Örneğin; diğer özellikler etkilenmezken serinin ortalaması değişebilir. Tüm gözlemlerin bir arada ele alınması durumunda yapısal değişime izin veren modellerin kullanılması gerekmektedir. Bu modellerin farklı zaman noktalarında farklı davranış türlerine izin verecek şekilde esnek olması gerekmektedir. Buna izin veren modeller ise Eşik Otoregresif modelleri (TAR) ve Markov Geçiş modeli olarak adlandırılan modellerdir (Brooks, 2008, s.451). Sadece kısaca bilgi vermek amacı ile bu modellere aşağıda yer verilmiştir.

### **3.3.2. TAR Modeli**

Zaman serisilerinin modellenmesi, 1970'li yılların sonuna kadar doğrusallık varsayımı altında yapılmıştır. Ancak birçok finansal ve makroekonomik zaman serisinin, ekonominin durumuna bağlı olarak zamanla farklı özellikler gösterdiği de bilinmektedir. Ekonomik zaman serisi verilerinde farklı rejimler mevcutsa, ekonometrik tanımlamaların doğrusal olmayan modeller ile yapılması gerekir. Çünkü doğrusal modeller zaman içinde yalnızca tek bir yapı veya rejimin olduğunu varsaymaktadır (González-Rivera ve Lee, 2009, s.13). Bu doğrultuda Tong (1978) ve Tong ve Lim (1980) tarafından, parçalı doğrusallaştırma fikrine dayanan ve doğrusal olmayan zaman serileri modellerinin yeni bir biçimi olan Eşikli Otoregresif (Threshold Autoregressive) Modeller (TAR) geliştirilmiştir (Tong ve Lim, 1980, s.245).

TAR modeli doğrusal zaman serilerinin yakalayamadığı konjonktür dalgalanmalarında ve dönemsel, devresel hareketlerde rastlanan sıçrama durumu, frekans sıklığı, sınır döngüleri gibi durumlarda uygun bir modeldir (Tsay,1989, s. 231). Ayrıca asimetric döngüsel hareketler, sıçramalı rezonans, harmonik bozulma, modülasyon etkisi, kaotik davranışlar gibi özellikleri barındıran serilerde kullanılır (Chan,1993, s.520).

TAR modeli, zaman serisindeki ani iniş çıkışları içeren asimetri gibi doğrusal olmayan özellikleri tanımlamak için de uygundur. Geleneksel parçalı doğrusal modelin aksine TAR modeli geçiş uzayını kullanarak zaman uzayında değişimlere izin verir

(Tsay, 2002, s.129-130). Böylece her bir rejim kendi içinde doğrusal kalırken, serinin tamamı doğrusal olmayan özellikler göstermektedir (Franses ve Dijk, 2003, s. 71).

Geçiş değişkeninin model dışından bir değişken olması durumunda TAR modeli, geçiş değişkinin bağımlı değişkenin gecikmeli değeri olması durumunda ise Kendinden Uyarımlı TAR (SETAR) modeli kullanılır (Watier ve Richardson, 1995, s. 353). SETAR modeli, TAR modelinin özel bir halidir ve rejim değişimi içsel değişkene yani bağımlı değişkenin gecikmesine bağlıdır (Tong, 2007, s.12).

Bu modellerde  $k$  tane doğrusal AR modeli söz konusudur. İki rejimli TAR modeli için bir eşik değeri vardır ve gerçekleşen değer eşik değerinden küçük olduğunda modellerden biri, aksi durumda diğer model geçerli olur.

İki rejimli TAR modelinin genel tanımlaması aşağıdaki gibi yapılabilir:

$$\begin{aligned} Y_t &= \phi_{10} + \phi_{11}Y_{t-1} + \dots + \phi_{1p}Y_{t-p} + \varepsilon_{1t}; & s_{t-d} < c \\ Y_t &= \phi_{20} + \phi_{21}Y_{t-1} + \dots + \phi_{2p}Y_{t-p} + \varepsilon_{2t}; & s_{t-d} \geq c \end{aligned} \quad (3.17)$$

$s_{t-d}$ , eşik değişkenini,  $c$  eşik (threshold) değerini,  $d$  gecikme parametresini,  $p$  otoregresif sürecin gecikme mertebesini göstermektedir

SETAR modeli ise iki rejim için aşağıdaki şekilde gösterilmektedir;

$$\begin{aligned} Y_t &= \phi_{10} + \phi_{11}Y_{t-1} + \dots + \phi_{1p}Y_{t-p} + \varepsilon_{1t}; & Y_{t-d} < c \\ Y_t &= \phi_{20} + \phi_{21}Y_{t-1} + \dots + \phi_{2p}Y_{t-p} + \varepsilon_{2t}; & Y_{t-d} \geq c \end{aligned} \quad (3.18)$$

SETAR modelinde  $Y_{t-d}$  eşik değişkenidir. Her iki modelde de hata terimi  $\varepsilon_{it} \sim iid(0, \sigma^2)$  özelliği taşımaktadır.

Her rejimde kullanılan bağımlı değişkenin gecikme sayısı birden fazla olabileceği gibi her iki rejim için gecikme sayısı aynı olmayabilir. TAR modelinde durum değişkeni  $s_{t-d}$  bir davranıştan herhangi bir davranışa geçebilir. Burada finansal ve ekonomik teorinin önemli bir etkisi olduğu söylenebilir.  $d = 0$  olması; durum değişkenin cari değer olduğunu gösterirken, birçok uygulamada  $d = 1$  olarak alınır,

böylece  $d$ 'nin bir önceki değeri durum değişkeni olarak belirlenir.  $s_{t-d} = Y_{t-d}$  olduğu durumda SETAR modeli söz konusu olur. Bu modelde  $Y_t$  değişkeninde rejim değişimini belirleyen,  $Y_t$  değişkenin gecikmesidir (Brooks, 2008, s. 473).

AR modelinin  $p$  gecikme uzunluğu için kısmi otokorelasyon fonksiyonu (PACF) veya Akaike bilgi kriteriden (AIC) yararlanılabilir. Ancak AIC kriteri en iyi doğrusal modelin seçimi için tasarlanmıştır ve doğrusal olmama durumunda AIC kriteri yanıltıcı olabilir (Tsay, 1989, s. 236). Modelin gecikme uzunluğunun ( $p$ ) belirlenmesi aşamasında birkaç gözlem içeren rejimlerde gözlem sayısının az olması, artık kareler toplamının küçük olmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla bilgi kriterleri her zaman artık kareler toplamı küçük olan modeli seçme eğiliminde oldukları için Tong (1990) bu problemin üstesinden gelebilmek amacı ile ağırlıkları  $\hat{\sigma}^2$  olan değiştirilmiş Akaike bilgi kriterini önermiştir.

$$AIC(p_1, p_2) = N_1 \ln \hat{\sigma}_1^2 + N_2 \ln \hat{\sigma}_2^2 + 2(p_1 + 1) + 2(p_2 + 1) \quad (3.19)$$

Burada  $N_1$  ve  $N_2$ , sırasıyla rejim 1 ve rejim 2'deki gözlem sayısını,  $p_1$  ve  $p_2$  gecikme uzunluklarını ve  $\hat{\sigma}_1^2$  ve  $\hat{\sigma}_2^2$  varyansları göstermektedir (Brooks, 2008, s. 475).

Ekonomik zaman serileri yaygın olarak kullanılan modeller, iki, en fazla üç rejim göstermektedir (González-Rivera ve Lee, 2009, s.13). TAR modellerinde, eşik değer aşıldığında rejim değişikliklerinin aniden gerçekleştiği varsayılmaktadır. Bu durumda geçişin sert olduğu ifade edilir (Tsay, 2002, s. 129).

TAR modellerinin tahminin edilmesinde aşağıdaki adımlar izlenir:

1. Doğrusal modelin belirlenmesi aşamasında AR modeli için  $p$  gecikmesi belirlenir.
2. Doğrusallığı tanımlayan sıfır hipotezi, doğrusal olmama durumunu içeren alternatif hipoteze karşı test edilir.
3. Bu aşamada seçilen modelin parametreleri tahmin edilir.
4. Tahmin edilen model değerlendirilir (Franses ve Dijk, 2003, s. 83).

5.Engle (1982) tarafından önerilen ARCH Lagrange Çarpanı (LM) testi ve Lomnicki-Jarque-Bera normalik testi gibi testler model tanımlama hatalarını ortaya çıkarmak için kullanılır (Salgado ve diğ., 2005, s.67).

### 3.3.2.1. TAR Modeli Tahmin Süreci

TAR modellerinin tahmininde, Tsay (1989), Chan (1993) ve Hansen (1997) tarafından tanıtılan yöntemler kullanılmaktadır. Aşağıda TAR modeli yazınında yer alan Tsay tahmin yönteminden bahsedilecektir.

Tsay (1989)'in önerdiği tahmin yöntemi, sıralı otoregresyon yöntemine dayanır. Burada bahsedilen sıralı otoregresyon yöntemi, otoregresyonun belirli bir değere göre yeniden sıralanmasıdır. TAR modellerinde bu sıralama eşik değere göre yapılmaktadır.

Tsay (1989), TAR tipi doğrusal olmamayı test etmek için F testinin kullanılmasını önermiş ve testini tanıtmıştır. Tsay yönteminin aşamaları, eşik değişkenin ve eşik değerinin elde edilme süreci şöyledir:

1.Doğrusal modelin belirlenmesi aşamasında AR modeli için  $p$  gecikmesi ve eşik değişkenin olası gecikmeleri ( $d$ ) belirlenir.  $p$  gecikmesi  $Y_t$ 'nin kısmi otokorelasyon fonksiyonu (PACF) ya da AIC gibi bilgi kriterlerinden yararlanarak bulunabilir. Doğrusal olmama durumunda AIC doğru sonuçlar vermeyebilir, bu nedenle PACF tercih edilebilir (Tsay, 1989, s.236).

2. Her olası  $d$  değeri ( $d = 1, 2, \dots, p$ ) için  $p$ . dereceden otoregresyon modeli kurulur.  $d = 1$ 'den başlanarak sıralanmış otoregresyon yöntemi uygulanır. Eşik değişken  $Y_{t-d}$  küçükten büyüğe sıralanır ve diğer değişkenler ( $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$ ) de eşik değişken  $Y_{t-d}$ 'ye göre sıralanır. Bu aşamadan sonra tahmin yapılacak en küçük gözlem  $h = p + 1 - d$  olacak şekilde tahmine başlanır. Burada en küçük gözlemden başlayan zaman serisi indeksi  $\pi_i = (Y_h, \dots, Y_{n-d})$ 'dir.

$$Y_{\pi_{i+d}} = \phi_0 + \sum_{v=1}^p \phi_v Y_{\pi_{i+d-v}} + \varepsilon_t \quad (3.20)$$

En küçük gözlemden başlanarak parametreler tahmin edilir ve tüm gözlemler bitinceye kadar işleme devam edilir. Bu modellerden elde edilen artıklar ve  $t$  istatistik değerleri kaydedilir (Tsay, 1989, s.232).

3. Her bir olası eşik değişken için doğrusal olmama testi yapılır. Her bir modelden elde edilen artıklar bağımlı değişken iken sabit terim ve  $Y_t$ 'nin gecikmeli değerleri bağımsız değişken olmak üzere  $p$  tane model tahmin edilir. Gecikmeli değerlerin anlamlılığı  $F$  testi ile sınanarak doğrusallık test edilir. Herhangi bir yapısal değişiklik yoksa  $F$  testi anlamsız çıkar. Yani modelin doğrusal olduğunu söyleyen sıfır hipotezi reddedilemez. Yapısal değişiklik var ise  $F$  testi anlamlı çıkar ve doğrusal olmayan modelin geçerli olduğuna karar verilir.

4. 3. adımdaki sonuçlar doğrultusunda  $Y_{t-d}$  eşik değişkeni belirlenir.

$$\hat{F}(p, d) = \max\{\hat{F}(p, v)\} \quad (3.21)$$

$d$ , AR modelin gecikmesi olan  $p$ 'ye bağlıdır. Tüm  $F$  istatistik sonuçlarına bağlı olarak en yüksek  $F$  istatistiğine sahip modeldeki gecikme uzunluğu seçilir.

5. 2. adımda tahmin edilmiş modellerden elde edilen  $t$  istatistik değerleri ile geçiş değişkenin grafiği birlikte çizdirilir ve eşik değişken görsel olarak belirlenir (Tsay, 1989, s.236).

6. Koşullu en küçük kareler yöntemi ile TAR modeli tahmin edilir (Cao ve Tsay, 1992, s.169).

### 3.3.3. STAR Modeli

Quandt (1958, 1960) doğrusal bir modelin katsayılarının, gözlemlenebilir bir stokastik değişkenin belirli bir değerinde değiştiğini varsayan bir model geliştirmiştir. Bu, TAR modelinde anlatıldığı gibi bir rejimden diğerine ani bir geçişi ifade etmektedir. Bacon ve Watts (1971) ise bu geçişin ani olmadığını, düz olduğunu ortaya koymuştur. Dolayısıyla iki farklı doğrusal yapı için doğrusal bir rejimden diğer rejime geçişin yumuşak olduğunu “yumuşak geçiş” kavramıyla ilk kez genelleştirmiştir (Terasvirta ve Yang, 2014, s.2).

Yumuşak Geçişli Otoregresif (STAR) modelleri ilk olarak Chan ve Tong (1986) tarafından tanıtılmış ve Terasvirta (1994) tarafından geliştirilmiştir. STAR modellerinde rejim değişikliği aniden olmamakta, yavaş yavaş gerçekleşmektedir. Ayrıca bu modellerde eşik değer yerine geçiş fonksiyonu kullanılmaktadır. İki rejimli STAR modeli;

$$Y_t = (\phi_{1,0} + \phi_{1,1}Y_{t-1} + \dots + \phi_{1,p}Y_{t-p}) (1 - G(s_t; \gamma, c)) + (\phi_{2,0} + \phi_{2,1}Y_{t-1} + \dots + \phi_{2,p}Y_{t-p}) G(s_t; \gamma, c) + \varepsilon_t \quad (3.22)$$

veya

$$Y_t = \phi_1' x_t (1 - G(s_t; \gamma, c)) + \phi_2' x_t G(s_t; \gamma, c) \quad (3.23)$$

şeklinde gösterilebilir. Burada  $Y_t$  içsel değişken,  $x_t = (1, Y_{t-1}, \dots, Y_{t-p})'$  sabit terim ve içsel değişkenin gecikmelerinden oluşmaktadır.  $\phi_i = (\phi_{i,0}, \phi_{i,1}, \dots, \phi_{i,p})'$  ve  $i=1$  ve  $2$ 'dir.  $s_t$  geçiş değişkeni,  $G(s_t; \gamma, c)$  geçiş fonksiyonudur. Geçiş fonksiyonu  $G(s_t; \gamma, c)$  0 ve 1 arasında değerler alan sürekli bir değişkendir.  $s_t$  geçiş değişkeni içsel değişkenin herhangi bir gecikmeli değeri olabileceği gibi, dışsal bir değişkenin gecikmesi de olabilir.  $\gamma$  yumuşaklık(smoothness) parametresi,  $c$  ise eşik değeridir. Artıklar sıfır ortalamalı ve sabit varyanslıdır.

STAR modeli  $G(s_t; \gamma, c)$  geçiş fonksiyonunun 0 ve 1 arasında değerler aldığı rejim süreçlerini ya da bir rejimden diğerine geçişte, geçiş fonksiyonunun  $G(s_t; \gamma, c) = 1$  veya  $G(s_t; \gamma, c) = 0$  uç değerleri aldığı iki olası durumu ele alır.  $t$  zamanında meydana gelen rejim,  $G(s_t; \gamma, c)$  geçiş fonksiyonuyla ilişkisi olan gözlenebilen  $s_t$  değişkeniyle belirlenmektedir (Dijk ve diğ., 2002, s. 1-3).

STAR modellerinde geçiş fonksiyonu, lojistik ve üstel olmak üzere iki farklı şekildedir. Bu nedenle geçiş fonksiyonunu dikkate alan STAR modelleri Lojistik STAR (LSTAR) ve Üstel STAR (ESTAR) modelleri olmak üzere ikiye ayrılır.

### 3.3.3.1. LSTAR Model

Yukarıda da değinildiği gibi farklı rejim geçiş davranışlarını ortaya koymak için STAR modellerinde lojistik fonksiyon ve üstel fonksiyon olmak üzere iki geçiş fonksiyonu kullanılmaktadır. STAR modellerinde farklı rejim davranışları  $Y_{t-d}$  ile yumuşak bir biçimde değişmektedir. Ancak bu durum iki farklı STAR modeli için farklı çalışır (Skalin ve Terasvirta, 1999, s. 361). LSTAR modelinde bir rejimden diğer rejime yumuşak geçiş farklılık göstermektedir. ESTAR modelinde ise iki rejim oldukça benzerdir, sadece geçiş dönemi farklı dinamiklere sahiptir (Sarantis, 1999, s. 33).

LSTAR modelleri genel olarak konjonktür dalgalanmalarındaki genişleme ve durgunluk dönemlerini yansıtan asimetriyi modellemek için kullanılmaktadır (Dijk ve diğ., 2002, s.3). Ayrıca LSTAR modeli  $Y_{t-d}$  geçiş değişkeninin düşük ve yüksek değerleri için her bir rejimin dinamiklerinin değişmesine izin verir. Bu özellikler asimetrik döngüler yaratan süreçler için geçerlidir (Skalin ve Terasvirta, 1999, s. 361).

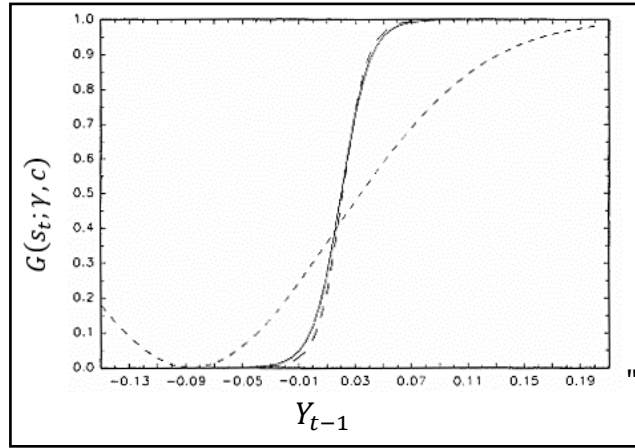
$$Y_t = \phi_1' x_t (1 - G(s_t; \gamma, c)) + \phi_2' x_t G(s_t; \gamma, c) \quad (3.23)$$

(3.23) nolu STAR modelinde geçiş fonksiyonu  $G(s_t; \gamma, c)$ , lojistik fonksiyon olarak

$$G(s_t; \gamma, c) = (1 + \exp\{-\gamma(s_t - c)\})^{-1}, \quad \gamma > 0, \quad (3.24)$$

şeklinde gösterilir.  $c$  iki rejim arasındaki eşik değerdir.  $s_t$  artarken geçiş fonksiyonu monoton olarak 0 ve 1 arasında değişmektedir.  $\gamma$  parametresi geçiş fonksiyonundaki bir rejimden diğer rejime geçişin yumuşaklığını tanımlar. Bu durumda LSTAR modeli söz konusu olmaktadır (Dijk ve diğ., 2002, s. 2-3).

Şekil 3.2 de  $s_t = Y_{t-1}$ , eşik değer  $c = 0$  ve farklı yumuşaklık parametreleri için 0 ve 1 arasında değerler alan  $G(s_t; \gamma, c)$  lojistik fonksiyonunun grafiği verilmiştir.



**Şekil 3.2: LSTAR Model**

**Kaynak:** Terasvirta, 1994, s. 215.

$\gamma \rightarrow 0$ 'a giderken  $G(s_t; \gamma, c) = 1/2$  değerini alırken,  $\gamma \rightarrow \infty$  ise  $G(s_t; \gamma, c) = 1$  değerini alır.  $\gamma = 0$  olması durumunda LSTAR modeli doğrusal AR modeline dönüşür. Yumuşaklık parametre değerinin yüksek olması geçişin hızlı olduğu anlamına gelmektedir. Bu durumda LSTAR modeli TAR modelinin özel bir hali olarak değerlendirilir (Dijk ve diğ., 2002, s.3).  $0 < \gamma < \infty$  aralığında yer aldığı anda,  $G(s_t; \gamma, c)$   $s_t$ 'nin aldığı değerlere bağlı olarak  $0 < G(s_t; \gamma, c) < 1$  arasında değerler alır.

### 3.3.3.2. ESTAR Model

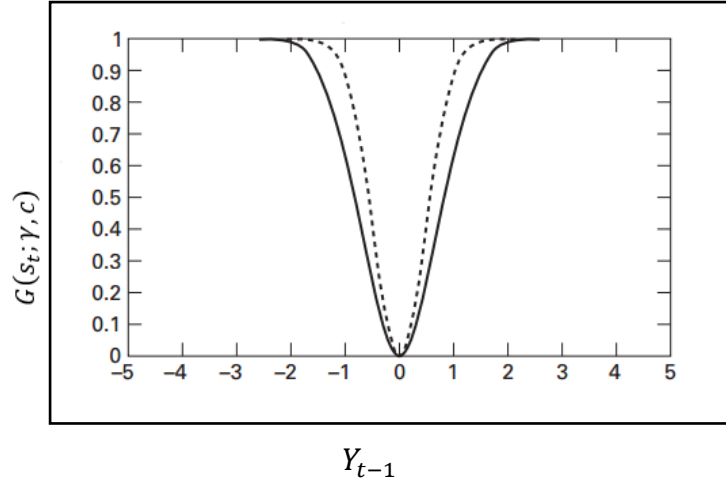
Geçiş fonksiyonu üstel olan ESTAR modellerinde yukarıda da değinildiği gibi iki rejim oldukça benzerdir ve sadece geçiş dönemleri farklı dinamiklere sahiptir. LSTAR modeli asimetric iken ESTAR modeli, c eşik değeri açısından simetriktir. Yerel dinamikler  $Y_{t-d}$  'nin düşük ve yüksek değerleri için aynı iken orta değerleri için farklıdır. Örneğin, üstel geçiş fonksiyonuyla y'nin yerel dinamiklerin dengeli olduğu çok küçük ve çok büyük değerler arasında hızla hareket etmesi mümkündür (Skalin ve Terasvirta, 1999, s. 361).

$$Y_t = \phi_1' x_t (1 - G(s_t; \gamma, c)) + \phi_2' x_t G(s_t; \gamma, c) \quad (3.23)$$

(3.23)'deki STAR modelinde geçiş fonksiyonu  $G(s_t; \gamma, c)$ 'nin üstel fonksiyonu

$$G(s_t; \gamma, c) = 1 - \exp\{-\gamma(s_t - c)^2\}, \quad \gamma > 0, \quad (3.25)$$

olarak gösterilir. Bu durumda ESTAR modeli söz konusu olur.



**Şekil 3.3: ESTAR Model**

**Kaynak:** Enders, 2014, s. 441

Şekil 3.3’de  $s_t = Y_{t-1}$  , eşik değeri  $c = 0$  ve farklı yumuşaklık parametreleri için 0 ve 1 arasında değerler alan  $G(s_t; \gamma, c)$  Üstel fonksiyonunun grafiği görülmektedir.

$s_t \rightarrow -\infty$  ve  $s_t \rightarrow \infty$  için  $G(s_t; \gamma, c) \rightarrow 1$  ve  $s_t = c$  için ise  $G(s_t; \gamma, c) = 0$ ’dır.  $\gamma \rightarrow 0$  için  $G(s_t; \gamma, c) = 0$  ve  $\gamma \rightarrow \infty$  için  $G(s_t; \gamma, c) = 1$ ’dir. Her iki durumda da ESTAR modeli AR modeline dönüşür (Dijk ve diğ., 2002, s. 3).

ESTAR modellerinde normal dönem farklı dinamik yapıya sahipken, durgunluk ve genişleme dönemlerinde aynı dinamik yapıya sahiptir. Örneğin bu modeller yüksek fiyattan normal fiyata düşüş ya da düşük fiyattan normal fiyata yükseliş olduğu fiyat davranışlarını karakterize edilebilir (Robinson, 2000, s.529).

### 3.3.3.3. STAR Modeli Tahmin Süreci

STAR modellerinin tahmin aşamaları aşağıda özetlenmiştir;

1. Doğrusal otoregresif modelin belirlenmesi aşamasında, TAR modelinde olduğu gibi ilk olarak  $p$  gecikme uzunluğu belirlenir. Bu aşamada AIC ve SIC bilgi kriterlerinden yararlanılır (Terasvirta,1994, s.211-213).

2. Gecikme parametresi  $d$  ‘nin belirlenmesi aşamasında,  $d$  gecikme parametresinin farklı değerleri için doğrusallık test edilir. Test sonucunda doğrusallığın reddedilmesi durumunda LSTAR ve ESTAR modelleri için gecikme parametresi

belirlenir. Doğrusallığı test etmek için (3.28) molu yardımcı regresyon denkleminde yararlanılır.

$$v_t = \beta_0 + \beta_1' x_t + \beta_2' x_t s_{t-d} + \beta_3' x_t s_{t-d}^2 + \beta_4' x_t s_{t-d}^3 + w_t \quad (3.26)$$

Burada  $v_t$ , AR modelinden elde edilen artıkları gösterir. Doğrusallık test hipotezi  $H_0 = \beta_2' = \beta_3' = \beta_4' = 0$  şeklinde ifade edilir.  $d$  gecikme parametresi  $1 \leq d \leq p$  olacak şekilde geniş bir aralıkta yer alır (Sarantis, 1999, s.33). Ayrıca sıfır hipotezi standart LM testi yardımıyla sınanabilir ve küçük örneklerde  $3p$  ve  $(N - 4p - 1)$  serbetlik dereceli  $F$  dağılımına uygunluk gösterir (Franses ve Dijk, 2003, s.104).

LM test istatistiği:

$$LM = \frac{(SSR_R - SSR_U)/3p}{SSR_U/(N - 4p - 1)} \quad (3.27)$$

olarak hesaplanır.  $SSR_R$  ve  $SSR_U$  sırası ile kısıtlı ve kısıtsız regresyon denklemlerinden elde edilen artık kareler toplamıdır.

3. Doğrusallık reddedildikten sonra LSTAR veya ESTAR modelleri arasından seçim yapılır. Modeller arasında seçim yaparken yuvalanmış modellerin kullanılması nedeniyle  $F$  testinden yararlanılır.

$$H_{04}: \beta_4 = 0,$$

$$H_{03}: \beta_3 = 0/\beta_4 = 0,$$

$$H_{02}: \beta_2 = 0/\beta_3 = \beta_4 = 0,$$

$H_{04}$  hipotezi reddedildiğinde LSTAR modeli tercih edilir.  $H_{04}$  kabul edilip  $H_{03}$  hipotezinin reddedilmesi durumunda ESTAR modeli tercih edilir.  $H_{04}$  ve  $H_{03}$  hipotezlerinin kabul edilip  $H_{02}$  hipotezinin reddedilmesi durumunda LSTAR modeli seçilmelidir. Granger ve Terasvirta (1993) ve Terasvirta (1994), bu test dizisinin katı bir biçimde uygulanmasının yanlış sonuçlara yol açacağını vurgulanmışlardır. Bu nedenle  $F$  testinin  $p$  değerinden yararlanır.  $H_{03}$  hipotezinde kullanılan  $F$  test istatistiğinin  $p$

değeri en küçükse ESTAR modeli, aksi durumda LSTAR modeli uygulanır (Sarantis, 1999, s. 33).

4. Son aşamada koşullu en küçük kareler yöntemiyle parametre tahmini yapılır ve model değerlendirilir.

### **3.3.4. Markov Rejim Değişim Modelleri**

Ekonomik ve finansal seriler zaman içinde farklı davranışlar sergilemektedir. Bir değişkenin koşullu ortalaması için bir model kullanmak yerine bu farklı davranışları modellemek için birkaç model kullanmaya ihtiyaç vardır. Bu açıdan Markov rejim modeli iki veya daha fazla dinamik model birleştirilerek oluşturulmakta ve bu denklemler arasında geçiş yapmaya izin vererek serideki daha karmaşık dinamik yapıların yakalanmasına olanak tanımaktadır (Kuan, 2002, s.3). Başka bir deyişle doğrusal olmayan ve asimetric davranış sergileyen birçok makroekonomik zaman serisinin modellenmesinde kullanılmaktadır (Özdemir ve Akgül, 2015, s.357).

Markov geçiş regresyonu, otoregresif bir sürecin parametrelerindeki değişimleri karakterize etmek için ilk olarak Goldfeld ve Quandt (1973) tarafından tanıtılmıştır. Buna göre ekonomi durgunluk ya da genişleme rejimlerinden birinde olduğunda bu rejimler arası süreç Markov süreci ile ifade edilmektedir. Cosslett ve Lee (1985), ekonominin rejim durumlarının optimal istatistiksel tahmini için doğrusal olmayan bir filtre geliştirmiştir (Hamilton, 1989, s. 358). Bu çalışmalarında Markov sürecini takip eden gözlenmemiş açıklayıcı değişkenler ve olasılık fonksiyonunu değerlendirmek için kullandıkları prensipler Hamilton (1989) tarafından geliştirilmiştir (Hamilton, 1990, s.41). Markov rejim değişim yaklaşımı endüstriyel üretim, faiz oranları, hisse senedi fiyatları ve işsizlik oranları ile ilgili ekonomik araştırmalarda giderek popüler hale gelmiştir (Timmermann, 2000, s.75). Ayrıca bu model, yapısal değişimlerin olması durumunda rejimler arası geçişe izin vererek, yapısal kırılma olması durumunda da geçerli olmaktadır (Akgül ve diğ., 2008, s.10).

Hamilton (1989) modeli olarak da adlandırılan Markov rejim modelinde, ekonomide yaşanan durgunluk ve genişleme dönemleri arasındaki rejim geçişleri, olasılık olarak ifade edilmektedir. Rejim geçişi ya da rejim kayması özelliği doğru

şekilde uygulandığı zaman ekonomik dalgalanmalar çerçevesinde gerçekleşen patlama, durgunluk ya da daha karmaşık asimetri durumları modellenenmektedir (Wang, 2008, s. 113).

Markov rejim modeli farklı rejimlerde değişen parametrelere sahiptir. Bu değişim gizli bir Markov zinciriyle modellenen gözlenemeyen durum değişkeniyle belirlenir (González-Rivera ve Lee, 2009, s.16). TAR modellerinde geçiş,  $Y_{t-d}$ 'nin eşik değeri aşması durumunda sistem (rejim) birdedir; aksi halde sistem (rejim) ikidedir. Bir rejimden diğer rejime geçiş rejimin mevcut durumuna bağlıdır. Buna karşılık, Hamilton (1989) tarafından geliştirilen Markov geçiş modelinde rejim,  $t$  zamanında gözlemlenemeyen  $s_t$  değişkeni tarafından belirlenmekte ve sürecin stokastik doğası gereği sistemin hangi rejimde olduğu kesin olarak bilinmemektedir. Ayrıca rejim geçişleri dışsal bir faktörün etkisindedir (Enders, 2014, s. 447).

TAR modellerinde geçiş, gözlenebilen bir değişken tarafından belirlenmekte olup süreç deterministiktir. Markov geçiş modellerinin tahminleri tek tek rejimlerin (durumların) alt modelleri tarafından üretilen tahminlerin doğrusal bir birleşimidir. Durumlar doğrudan gözlemlenemediğinden Markov geçiş modelini diğer modellere göre tahmin etmek daha zordur (Tsay, 2002, s.136).

Bunu basit bir örnek ile göstermek amacı ile sadece iki rejim olduğu durumu ele alalım: Her iki rejimin de AR (1) sürecine sahip olduğu varsayımı ile;

$$Y_t = \begin{cases} \phi_{0,1} + \phi_{1,1}Y_{t-1} + \varepsilon_{1t} & s_t = 1 \text{ iken} \\ \phi_{0,2} + \phi_{1,2}Y_{t-1} + \varepsilon_{2t} & s_t = 2 \text{ iken} \end{cases} \quad (3.28)$$

modeli yazılabilir. Genel gösterim ise;

$$Y_t = \phi_{0,st} + \phi_{1,st}Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.29)$$

şeklinde yapılabilir (Enders, 2014, s. 447). Burada  $\varepsilon_{1t}$  ve  $\varepsilon_{2t}$  hata terimleri sıfır ortalamalı ve sabit varyanslı *i. i. d.* rastsal değişken dizisidir ve birbirinden bağımsızdır (Tsay, 2002, s. 135). Otoregresif katsayıları rejim 1'de  $\phi_{0,1}$  ve rejim 2'de  $\phi_{0,2}$  olması açısından TAR modeline çok benzemektedir. Ancak TAR modelinin aksine rejim değişiminin sabit olasılığı vardır (Enders, 2014, s. 447). Markov rejim değişim

modellerinin anlaşılması için öncelikle sürecin özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle aşağıda MRS modelinin temel özellikleri anlatılacaktır.

### 3.3.4.1. Markov Rejim Değişim Modelinin Temelleri (Markov Zinciri)

Markov süreçleri ilk olarak 1906 yılında kesikli zaman için Markov tarafından oluşturulmuş, sürekli zaman için ise 1923 yılında Wiener tarafından geliştirilmiştir (Abu-Mostafa, 1999, s. 230).

Markov zinciri, Markov rejim değişim modellerinin temelini oluşturmaktadır. Markov zinciri, rejim değişim modellerinde sistemin hangi rejimde olduğunu belirleyen ve gözlenemeyen  $s_t$  durum değişkeninin davranışlarını modellemek için kullanılır (Bildirici ve diğ., 2010, s.57). Süreç, sonlu sayıda durum veya rejimler içerir ve burada şimdiki duruma koşullu bir sonraki duruma geçme olasılığı, geçmiş durumlardan bağımsızdır.

Bir markov zinciri,  $j$  ve  $i$  ile gösterilen sonlu veya sayılabilir tam sayı değerler alan bir stokastik süreç olarak tanımlanır. Markov rejim değişim modellerinde rejim değişimleri, bir Markov zinciri sürecine göre tamamen stokastik bir şekilde ortaya çıkar (Granger, 1988, s.13). Ross (1996), Markov özelliğini, bir sonraki durumu ifade eden  $S_{t+1}$ 'i, sürecin geçmiş durumları olan  $S_0, S_1, \dots, S_{t-1}$  'den bağımsız ve sadece sürecin şimdiki durumu olan  $S_t$ 'ye bağlı stokastik bir süreç olarak tanımlamıştır (Ross, 1996, s.163). Burada,  $S_{t+1}$ 'in koşullu dağılımının,  $S_0, S_1, \dots, S_{t-1}$  veri iken  $j$  ye eşit olduğu ve  $S_t$ 'ye yani sadece şimdiki duruma dayandığı ifade edilmektedir. Bu da Markov sürecinin yol bağımlı (path-dependent) olmadığını göstermektedir (Brooks, 2008, s. 464).

Bu durumda  $s_t$ 'nin izlediği birinci dereceden Markov zinciri;

$$P\{S_{t+1} = j | S_t = i_t, S_{t-1} = i_{t-1}, S_1 = i_1, S_0 = i_0\} = P\{S_{t+1} = j | S_t = i_t\} = p_{ij} \quad (3.30)$$

olarak gösterilir (Wang, 2008, s.113).  $p_{ij}$ ,  $i$  durumunda iken  $j$  durumunda geçme olasılığıdır. Başka bir ifade ile,  $i$  durumunda  $j$  durumuna geçiş olasılığı olarak adlandırılır.

(3.30) yerine sürecin gösterimi

$$P\{S_t = j | S_{t-1} = i_{t-1}, S_{t-2} = i_{t-2}, S_1 = i_1, S_0 = i_0\} = P\{S_t = j | S_{t-1} = i_{t-1}\} = p_{ij} \quad (3.31)$$

şeklinde de yapılabilir. Rejim değişim olasılığı, geçmişteki en yakın rejim değişim değerine bağlıdır. Burada herhangi bir  $t$  zamanında sistemin olasılık dağılımının sadece  $t - 1$  zamanındaki rejime bağlı olduğu,  $t - 2$ ,  $t - 3$  zamanındaki rejimlere bağlı olmadığı ifade edilmektedir.

Bu modellere adını veren Markov özelliği sürecin hafızasıyla ilgilidir. Yukarıda da ifade edildiği gibi bir sonraki dönemin sadece cari döneme bağlı olması sürecin hafızasının olmadığını göstermektedir (Ho ve Schneeweis, 2013, s.4). Yukarıda gösterildiği üzere, Markov geçiş modellerinde sürecin birinci dereceden Markov zincirine bağlı olduğu varsayılmaktadır. Dolayısıyla bir rejimden diğer rejime geçiş olasılıkları tanımlanır (Franses ve Dijk, 2003, s. 81-82).

Genel olarak (3.30)'da gösterilen sürecin  $N$  rejimli geçiş (transition) olasılıkları matrisi;

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdot & \cdot & p_{1N} \\ p_{21} & p_{22} & \cdot & \cdot & p_{2N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ p_{N1} & p_{N2} & \cdot & \cdot & p_{NN} \end{bmatrix} \quad (3.32)$$

(3.30)'da  $p_{ij}$ ;  $t$  zamanında  $i$  rejimden  $t + 1$  zamanındaki  $j$  rejimine geçme olasılığını gösterirken, (3.31)'da  $p_{ij}$ ;  $t - 1$  zamanında  $i$  rejimden  $t$  zamanındaki  $j$  rejimine geçme olasılığını göstermektedir. Burada her dönem değişkenin  $N$  rejimden birinde olmak zorunda olduğu ifade edilmelidir (Brooks, 2008, s.465). Ayrıca geçiş olasılıkları negatif değer almaz ve her satırda yer alan olasılıkların toplamı bire eşittir.

İki rejimli bir Markov sürecinde rejimler 0-1 veya 1-2 olarak gösterilebilir. Burada gösterimler durumların  $S_t = 1$  ya da  $S_t = 2$  olmasına göre yapılacaktır.  $S_t$ 'nin birinci dereceden Markov süreci izlediği durum için  $p_{11}$ ,  $p_{12}$ ,  $p_{21}$ ,  $p_{22}$  geçiş olasılık değerleri:

$$P(S_t = 1 | S_{t-1} = 1) = p_{11} \quad P(S_t = 2 | S_{t-1} = 1) = p_{12}$$

$$P(S_t = 1|S_{t-1} = 2) = p_{21} \quad P(S_t = 2|S_{t-1} = 2) = p_{22} \quad (3.33)$$

veya

$$\begin{aligned} P(S_{t+1} = 1|S_t = 1) &= p_{11} & P(S_{t+1} = 2|S_t = 1) &= p_{12} \\ P(S_{t+1} = 1|S_t = 2) &= p_{21} & P(S_{t+1} = 2|S_t = 2) &= p_{22} \end{aligned} \quad (3.34)$$

olarak hesaplanmaktadır. Bu durumda geçiş matrisleri; ( $S_{t-1}=i$  veri iken  $S_t=j$  olma olasılığı için)

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P(S_t = 1|S_{t-1} = 1) & P(S_t = 2|S_{t-1} = 1) \\ P(S_t = 1|S_{t-1} = 2) & P(S_t = 2|S_{t-1} = 2) \end{bmatrix} \quad (3.35)$$

(Kuan, 2002, s.4) veya ( $S_t=i$  veri iken  $S_{t+1}=j$  olma olasılığı için)

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P(S_{t+1} = 1|s_t = 1) & P(S_{t+1} = 2|S_t = 1) \\ P(S_{t+1} = 1|s_t = 2) & P(S_{t+1} = 2|S_t = 2) \end{bmatrix} \quad (3.36)$$

olarak gösterilebilir.

$p_{11}$  sistemin rejim 1’de iken rejim 1’de kalma olasılığını gösterirken,  $p_{12}$  rejim 1’den rejim 2’ye geçme olasılığını göstermektedir. Benzer şekilde,  $p_{22}$  sistemin rejim 2’de iken rejim 2 ‘de kalma olasılığını gösterirken,  $p_{21}$  rejim 2’den rejim 1’e geçiş olasılığını göstermektedir. (Enders, 2014, s. 447). Daha genel bir ifade ile  $p_{ij}$ ,  $t - 1$  zamanındaki  $i$  rejiminden  $t$  zamanındaki  $j$  rejimine geçiş olasılığına eşittir. Başka bir deyişle  $t - 1$  zamanında  $i$  rejimini  $t$  zamanındaki  $j$  rejimi takip eder. Ayrıca,  $p_{ij}$ ’lerin uygun olasılıkları için satır toplamlarının bir e eşit olacak şekilde  $p_{11} + p_{12} = 1$  ve  $p_{21} + p_{22} = 1$  olması gerekmektedir (Franses ve Dijk, 2003, s.82).  $p_{ii}$  olasılık değerlerinin 1’e çok yakın olmaması yapısal parametrelerin sık değiştiğini gösterirken; 1’e yakın çıktığı durumlarda süreç daha kısa olarak ele alınacağından sadece birkaç rejim değişiminin meydana geleceği anlaşılmaktadır (Caporale ve Spagnolo, 2004, s. 236).

### 3.3.4.1.1. Ergodiklik

*Ergodiklik* bir Markov zincirinde geçiş olasılıkları matrisinin öz değerlerinin tanımlanabilmesidir. N durumlu (rejimli) bir Markov zincirinde P geçiş matrisinin öz değerlerinden biri 1 ve diğer öz değerlerin tümü birden küçük ise Markov zinciri ergodiktir. Ergodik bir Markov zincirinde öz değer ile ilişkili olan öz vektör de 1'e eşittir. Bu nedenle ergodik olasılıklar vektörü koşulsuz olasılıklar olarak da ifade edilmektedir (Hamilton, 1994, s. 681). Başka bir deyişle ergodik olasılıklar, farklı rejim durumlarının her biri için koşulsuz olasılıkları ifade etmektedir.

Markov geçiş modellerinin önemli bir özelliği, koşulsuz olasılıklar yardımıyla sistemin rejim 1 de veya rejim 2 de bulunma olasılıklarının hesaplanabilmesidir.  $P(S_t = i)$  ve  $(i = 1,2.)$  Ergodik Markov zinciri teorisi kullanılarak iki rejimli Markov modelinin koşulsuz olasılıkları aşağıdaki şekilde hesaplanabilir (Franses ve Dijk, 2003, s. 81-82).

$$\begin{aligned} P(S_t = 1) &= \frac{1-p_{22}}{2-p_{11}-p_{22}} \\ P(S_t = 2) &= \frac{1-p_{11}}{2-p_{11}-p_{22}} \end{aligned} \quad (3.37)$$

Koşulsuz olasılıkların, rejimlerin filtrelenmiş ve düzleştirilmiş olasılıklarının elde edilmesi için hesaplanması gereklidir. Ayrıca örneklem dönemi dahilinde herhangi bir gözlem değerinin belli bir durumda bulunma olasılığını vermektedir (Bildirici ve diğ., 2010, s. 62-63).

### 3.3.4.1.2. Durum Değişkeninin Süre Özelliği

Geçiş olasılıkları matrisi bir rejimin ya da durumun beklenen süresi hakkında önemli bilgiler içermektedir. Geçiş olasılıkları matrisinden elde edilen *süre (duration) katsayısı* rejim j'nin ( $S_t=j$ ) ortalama olarak ne kadar süreceği bilgisini vermektedir.

j rejiminde bekleme süresi D olarak tanımlanırsa ;

$$D = 1 \text{ ve } S_t = j \text{ ve } S_{t+1} \neq j \text{ olması durumunda } Pr[D = 1] = (1 - p_{jj})$$

$D = 2$  ve  $S_t = S_{t+1} = j$  olması durumunda  $S_{t+2} \neq j$ ;  $Pr[D = 2] = p_{jj}(1 - p_{jj})$

$D = 3$  ve  $S_t = S_{t+1} = S_{t+2} = j$  olması durumunda  $S_{t+3} \neq j$ ;  $Pr[D = 3] = p_{jj}^2(1 - p_{jj})$

...

elde edilir.

Rejim  $j$ 'nin ortalama süresi;

$$E(D) = \sum_{j=1}^{\infty} j P [D = j]$$

$$\begin{aligned} &= 1 \times P[S_{t+1} \neq j | S_t = j] + 2 \times P[S_{t+1} = j, S_{t+2} \neq j | S_t = j] + 3 \times \\ &P[S_{t+1} = j, S_{t+2} = j, S_{t+3} \neq j | S_t = j] + \dots \\ &= 1 \times (1 - p_{jj}) + 2 \times p_{jj}(1 - p_{jj}) + 3 \times p_{jj}^2(1 - p_{jj}) + \dots \\ &= \frac{1}{1 - p_{jj}} \end{aligned} \quad (3.38)$$

olarak hesaplanır. İki rejimli bir Markov modelinde  $(1/1 - p_{11})$  birinci rejimde kalma süresini,  $(1/1 - p_{22})$  ise ikinci rejimde kalma süresini (bekleme süresi) göstermektedir (Kim ve Nelson, 1999, s.71).

Cari rejim olasılıkları vektörü aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

$$\pi_t = [\pi_1 \ \pi_2 \ \dots \ \pi_n] \quad (3.39)$$

olarak gösterilebilir. Burada  $\pi_i$ ,  $Y_t$  değişkeninin cari(şuanki)  $i$  rejiminde olma olasılığıdır. Cari rejim olasılıkları vektörü ve geçiş matrisi kullanılarak  $Y_t$  değişkeninin bir sonraki dönemde belirli bir rejimde olma olasılığı;

$$\pi_{t+1} = \pi_t P \quad (3.40)$$

olur.  $S$  dönem sonraki öngörü ise;

$$\pi_{t+s} = \pi_t P^s \quad (3.41)$$

olur (Brooks, 2008, s. 466).

### 3.3.4.2. Markov Rejim Değişim AR Süreci

Markov rejim değişim modellerinde  $S_t$  rejim değişkeni gözlenemezken,  $Y_t$  zaman serisi gözlenebilen bir değişkendir. Gözlenebilen  $Y_t$  serisinin herhangi bir istatistiksel özelliği gözlenemez ancak içinde bulunduğu rejimin değişmesi ile birlikte değişmektedir.

$$E[Y_t|S_t] = \mu_{S_t} \quad (3.42)$$

Burada  $\mu_2 > \mu_1$  şeklindeki bir ilişki çerçevesinde; ekonomik büyüme kapsamında düşünüldüğünde  $S_t = 1$  için  $\mu_1$  durgunluğu ve  $S_t = 2$  için  $\mu_2$  genişlemeyi ifade etmektedir.

Markov rejim değişim modeli ise;

$$Y_t = \mu_{S_t} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim iid(0, \sigma^2) \quad (3.43)$$

şeklinde ifade edilebilir.  $Y_t$ 'nin AR(1) sürecini izlediği varsayıldığında dört durum söz konusudur:

Birincisi durumda  $Y_t$ 'nin ortalaması rejimle birlikte değişmektedir (Bildirici ve diğ., 2010, s. 75). Hamilton (1989) yaklaşımında, reel büyüme oranını yaratan stokastik süreçteki durgunluk ve genişleme dönemleri rejim değişim olarak modellenmektedir. Otoregresyon gecikmesi  $p = 4$  olarak alındığında model

$$\Delta Y_t - \mu_{S_t} = \phi_1(\Delta Y_t - \mu_{S_t}) + \dots + \phi_4(\Delta Y_t - \mu_{S_t}) + \varepsilon_t \quad (3.44)$$

şeklinde gösterilir. Rejimler, reel büyüme oranının farklı koşullu dağılımlarıyla ilişkilidir. Ortalama büyüme oranı  $\mu$ , gözlenemeyen  $S_t$  rejimine bağlıdır. Konjunktür dalgası modeli için rejim 1'de ortalama büyüme oranı negatif (durgunluk), rejim 2'de ise ortalama büyüme oranı pozitifdir (genişleme). Her iki rejimde de  $\varepsilon_t \sim iid(0, \sigma^2)$  varsayımı geçerlidir. Burada reel büyüme oranının istatistiksel özelliği olan koşullu ortalama  $\mu_{S_t}$  rejime bağlı olarak değişmektedir.  $\sigma^2$ 'nin ise her iki rejimde de aynı olduğu varsayılmıştır (Krolzig, 2001, s. 350).

İkinci durumda ise  $Y_t$ 'nin sabit terimi rejimle birlikte değişmektedir. Üçüncüsü, rejimle birlikte sabitin ve AR parametrelerinin değişmesi durumunda model;

$$Y_t = \phi_{0,S_t} + \phi_{1,S_t}Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.45)$$

olarak, dördüncü durumda, varyansın rejime bağlı olarak değişmesi durumunda ise model

$$Y_t = \begin{cases} \phi_{0,1} + \phi_{1,1}Y_{t-1} + \varepsilon_{1t} & \varepsilon_{1t} \sim \text{iid}(0, \sigma_0^2) & S_t = 1 \text{ iken} \\ \phi_{0,2} + \phi_{1,2}Y_{t-1} + \varepsilon_{2t} & \varepsilon_{2t} \sim \text{iid}(0, \sigma_0^2) & S_t = 2 \text{ iken} \end{cases} \quad (3.46)$$

olarak gösterilir. İlk iki durum arasındaki fark; ortalamayı içeren modellerde rejim geçişleri daha keskin iken, sabiti içeren modellerde geçiş daha yumuşaktır. Sabit değişim modellerinin ortalama değişim modellerine göre daha kolay olması, sabit değişim modellerinin daha yaygın kullanılmasına yol açmıştır (Bildirici ve diğ., 2010, s. 76).

### 3.3.4.3. Yazın Taraması

Markov rejim değişim modeli yazın taraması finansal krizler çerçevesinde ele alınmıştır. Bu nedenle öncü çalışmalardan bahsedildikten sonra Markov rejim değişim modelini finansal krizleri tahmin etmek amacıyla kullanan çalışmalardan bahsedilecektir.

Doğrusal olmayan zaman serilerinin analizinde geçiş olasılıklarını kullanma fikri ilk olarak Tong (1983) çalışmasıyla tartışılmıştır, benzer düşünceyle ekonominin farklı rejimleri arasındaki periyodik olmayan geçişleri vurgulayan çalışma ilk olarak Hamilton (1989) tarafından ortaya atılmıştır. Hamilton (1989) çalışmasını Neftçi (1982)'nin çalışmasının bir uzantısı olarak ifade etmiştir.

Neftçi (1982), ABD işsizlik verileri üzerine yapmış olduğu çalışmada, ekonominin işsizlik arttıkça rejim 1'de, işsizlik azaldığında rejim 2'de olduğu ve bu iki rejim arasındaki geçişler olduğunu ortaya koymuştur. Hamilton (1989) çalışmasında ise gözlemlenmemiş rejim, dinamik süreci yöneten birçok etkiden yalnızca biridir. Bu nedenle hızlı büyüme durumunda bile, çıktıda prensipte düşüş gözlemlenebilir. Lee

(1991) ve Diebold, Weinbach ve Lee (1994) tarafından ise temel model zamanla değişen geçiş olasılıklarına izin veren model olarak genişletilmiştir.

Martinez-Peria (1999), 1979-1993 döneminde Avrupa Para sistemindeki spekülative saldırıların nedeninin araştırıldığı çalışmada Belçika, Danimarka, Fransa, İrlanda, İtalya, İspanya ve İngiltere ele alınmıştır. Yurtiçi kredi büyüme oranı, ihracat/ithalat, bütçe açığı/GSYİH, ve beklentilerdeki değişimleri modele dahil etmek için faiz oranları arasındaki fark ve döviz kurundaki değişim üzerine anket verileri açıklayıcı değişken olarak modele dahil edilmiştir. Bu çalışmada döviz kuru, rezervler ve faiz oranlarındaki büyük değişimler spekülative saldırı olarak tanımlanmış ve Markov rejim değişim modeli ile VAR rejim değişim modeli kullanılmıştır. Her iki model bulgularına göre rejim geçiş olasılıkları ekonomik temellerle ve beklentilerle ilişkilidir.

Abiad (2002), döviz krizlerinin tahmininde kullanılan erken uyarı yaklaşımlarına göre Markov rejim değişim modelinin üstünlüklerinin anlattığı çalışmada, 1970-1998 yılları arasında döviz krizlerini tahmin etmek amacıyla Endonezya, Malezya, Filipinler ve Tayland için aylık veriler kullanılarak her bir ülke için ayrı ayrı kriz modelleri oluşturulmuştur. Nominal döviz kurundaki aylık yüzde değişim kriz tanımı olarak kullanılmıştır. Açıklayıcı değişkenler olarak yurtiçi kredi büyüme oranı, M2/rezerv büyüme oranı, yerel para birimindeki değer artışlarının kullanıldığı çalışmada kriz dönemlerinin sadece yüksek değer kaybından değil aynı zamanda yüksek döviz kuru hareketliliğinden ortaya çıktığı sonucuna ulaşılmıştır.

Abiad (2003), Abiad (2002) çalışmasını ele aldığı Endonezya, Malezya, Filipinler ve Tayland ülkelerine Güney Kore'yi de ekleyerek genişletmiştir. 1972-1999 yılları arasında Asya kriz ülkelerinin döviz krizlerini tahmin etmek için oluşturulan modellerde makroekonomik dengesizlikler, finansal kırılganlık ve sermaye akışları ana başlıkları altında 22 öncü gösterge kullanılmıştır. Öncü göstergelerin ülkeden ülkeye değişebileceği bulgusuna ulaşılmıştır.

Alvarez-Plata ve Schrooten (2003), 1994-2001 aylık veriler kullanılarak Arjantin krizinin temellerinin araştırıldığı çalışmada M2/uluslararası rezervler, dış borç, ihracat, ithalat, reel döviz kuru, ticari bankaların mevduat stoğu, ulusal krediler, kredi

faizi/ mevduat faizi, M1 ve çıktı kullanılan açıklayıcı değişkenlerdir. Döviz kurundaki değişim, ülke faiz oranı ile ABD faiz oranı arasındaki farkın değişimi ve uluslararası rezervlerdeki değişimin ağırlıklı ortalaması kriz değişkeni olarak kullanılmaktadır. Kriz dönemleri iki rejimli Markov rejim değişim yöntemiyle başarılı bir biçimde ortaya konmuştur. Ayrıca çalışmada krizlerin sadece makroekonomik faktörlerle açıklamanın yeterli olmadığı, aynı zamanda ekonomik temellerdeki bozulmaların ve zayıflıkların da krizlerle ilişkili olduğu ortaya konmuştur.

Mariano ve diğ. (2004), 1954-2002 aylık ve 1990-2002 haftalık verileri kullanarak Türkiye ekonomisi için finansal kırılganlığın belirleyicileri Markov rejim değişim yöntemiyle reel döviz kuru, uluslararası rezervler, ulusal kredilerin mevduatlara oranı olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada kriz değişkeni olarak Türk lirası/US Döviz kurundaki yüzdelerdeki değişim kullanılmıştır Türkiye'nin finansal kırılganlığını takip etmek için bu değişkenlerin gözlemlenmesi gerektiği önerilmiştir.

Brunetti ve diğ. (2008), çalışmalarında Tayland, Malezya, Singapur ve Filipinler için 1984-2001 aylık verileri kullanarak döviz kurundaki dalgalanmaları açıklamaya çalışmıştır. Döviz kuru getirilerindeki oynaklık nedeniyle Markov geçişli GARCH modeli kullanılmıştır. Çalışmada döviz krizleri yalnızca büyük döviz kuru dalgalanmalarıyla tanımlanmaktadır. Çalışmada M2/rezervler, reel efektif döviz kuru, hisse senedi endeks getirileri ve bankacılık sektörü endeks getirileri ve oynaklıklarının kriz dönemlerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yılmazkuday ve Akay (2008), 1986:2-2001:10 dönemi için Türkiye kriz öncü göstergelerini oluşturmak ve tahmin etmek için Markov rejim değişim modeli kullanılarak Türkiye ekonomisinin konjonktür dalgalanmaları analiz edilmiştir. Nominal döviz kurundaki değişim bağımlı değişken iken, net uluslararası rezervler ve yurtiçi kredilerindeki yüzdelerdeki değişim finansal krizi açıklamakta kullanılan açıklayıcı değişkenlerdir. Modelin incelenen dönem için tüm döviz krizlerini yakalamada başarılı olduğunu ve net uluslararası rezervlerin ve yurt içi kredilerin bozulmasının finansal krizlerin belirlenmesinde öncü göstergeler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çeşmeci ve Önder (2008), 1992-2004 dönemi için Türkiye’de yaşanan döviz krizlerinin olası belirleyicileri sinyal yaklaşımı, yapısal model ve Markov rejim değişim modeli olmak üzere üç farklı tahmin yöntemi kullanılarak elde edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada döviz kuru, rezervler ve faiz oranındaki değişimi dikkate alan Eichengreen ve diğ. (1995) kriz tanımı kullanılmıştır. 1994 Şubat, 2000 Kasım ve 2001 Şubat dönemleri Türkiye için elde edilen kriz dönemleridir. Çalışmada para piyasası baskı endeksi ve reel sektör güven endeksi finansal kriz öncü göstergeleri olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca bütçe dengesinin GSYİH içindeki payı da Markov tahmin sonuçlarına göre krizlerin önemli bir belirleyicisidir.

Tamgac (2011), çalışmada ekonomik temellerin yanı sıra piyasa katılımcılarının devülasyon beklentisinin 1994 ve 2001 krizlerinde etkili olup olmadığı ve kendi kendini besleyen beklentilerin rolü analiz edilmiştir. Çalışma 1987:01-2005:12 dönemini kapsamaktadır. Eichengreen (1995) kriz tanımından yola çıkarak reel döviz kuru yerine reel efektif döviz kuru, uluslararası rezervler ve Türkiye ve referans ülke Amerika’nın faiz oranları farkının değişiminin ağırlıklı ortalaması kullanılmaktadır. Analiz yöntemi olarak ise EKK ve Markov rejim değişim modelleri kullanılmış, Markov rejim değişim modelinin EKK yöntemine göre daha iyi sonuçlar verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Finansal krizi açıklamakta M2/uluslararası rezervler, ticaret açığı, toplam mevduat/ M2 büyüme oranı, kısa vadeli borç/rezervler, dış borç/ihracat değişkenleri anlamlı bulunmaktadır. Ayrıca çalışma sonuçlarına göre piyasa katılımcılarının beklentilerindeki değişimler Türkiye kriz dönemlerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Avcı ve Altay (2013), 1990:01-2009:07 döneminde Türkiye’de yaşanan finansal krizlerin öncü göstergelerini belirlemek amacıyla regresyon ağaçları ve Markov rejim değişim modelleri kullanılmıştır. Çalışmada Eichengreen ve diğ. (1995) kriz tanımı kullanılmıştır. Finansal baskı endeksi bağımlı değişken iken ticaret haddi, ticaret dengesi, yurtiçi kredilerin endüstriyel üretime oranı, enflasyon ve M2/rezervler anlamlı bulunan öncü göstergelerdir. Her iki modelde 1994 ve 2001 krizleri başarılı bir biçimde tahmin edilirken, 2008 krizi tahmin edilememiştir.

Cergibozan ve Arı (2017), 1990-2013 dönemi için Türkiye'deki bankacılık krizlerinin nedenleri Markov rejim değişim modeliyle ortaya konmuştur. Çalışmada bankacılık krizi tanımı olarak Arı ve Cergibozan (2015) 'nın geliştirdiği bir endeks kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre enflasyon ve faiz oranlarının artması, kamu bütçe dengesinin bozulması, TL'nin değer kaybetmesi, likidite problemi, banka rezervlerinin azalması, banka kredilerinin artması ve banka açık pozisyonunun artması Türkiye'de bankacılık krizlerinin temel göstergeleri arasındadır.

#### 3.3.4.4. Markov Rejim Değişim Modeli

Birçok ekonomik zaman serisinin seyrinde finansal krizler ya da hükümet politikalarındaki ani değişikliklerden kaynaklı olan yapısal değişimler meydana gelmektedir. Chow (1960) tarafından yapısal değişim tarihinin bilinmesi durumunda, bu yapısal değişimleri test etmede uygulanan F testi önerilmiştir. Ancak parametre değişimlerinde tarih bilinmeyebilir; bu durumda parametre değişimlerinin yanında rejim değişimleri hakkında da bilgiye ihtiyaç vardır. Markov rejim değişim modelinin temelini oluşturan Goldfield ve Quandt (1973) rejim değişimlerini geçiş olasılıklarıyla ifade etmiştir. Hamilton (1989) ise Goldfield ve Quandt (1973) modelini genişleterek otoregresif parametrelerdeki yapısal değişimi modellemiştir (Kim ve Nelson, 1999, s. 59).

Bu doğrultuda tek bir değişkenin davranışlarındaki ani değişiklikler birinci dereceden otoregresyonla açıklanabilir;

$$Y_t = c_1 + \varphi Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.47)$$

Burada  $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$  özelliklerine sahiptir ve  $t = 1, 2, \dots, t_0$  olacak şekilde modelin yeterli tanımlandığı varsayılmaktadır.  $t_0$  zamanında serinin ortalama seviyesinde önemli bir değişiklik olduğu varsayıldığında model;  $t = t_0 + 1, t_0 + 2, \dots$  değerleri için aşağıdaki şekilde tanımlanır;

$$Y_t = c_2 + \varphi Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.48)$$

Sabit değişkende  $c_1$  den  $c_2$ ' e geçişteki sabit değişmeler modelin daha iyi öngörülebilmesine yardımcı olur. Ancak veri yaratma sürecini yansıtacak olasılık kuralı olarak yetersiz olduğu ifade edilmektedir (Hamilton, 2005, s.1).

$t_0$  zamanında  $c_1$ 'den  $c_2$ 'ye değişimlerin,  $t = 1$  zamanında başlayan kesin olarak tahmin edilebilecek deterministik bir olay olmaması nedeniyle bu değişimi ortaya çıkaran ve tam olarak öngörülemeyen dinamiklerin olabileceği ifade edilmektedir. Dolayısıyla  $t_0$  zamanını ve  $t_0$  sonrasını ifade eden (3.47) ve (3.48) nolu modeller yerine iki modeli de kapsayan daha geniş bir model kullanılabilir. Bu durumda yeni model;

$$Y_t = c_{St} + \varphi_{St}Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.49)$$

olarak gösterilebilir. (3.49) nolu modelde  $S_t$  rastsal bir değişkendir ve  $S_t$ 'nin iki rejimi gösterdiği varsayımı altında  $t = 0, 1, 2, \dots, t_0$  için  $S_t = 1$  ve  $t = t_0 + 1, t_0 + 2, \dots$  için  $S_t = 2$ 'dir. Gözlemlenen veriyi yansıtan olasılık kuralını açıklamak için  $S_t = 1$ 'den  $S_t = 2$ 'ye geçişin nedenini ortaya koyan bir olasılık modeline ihtiyaç vardır.  $S_t$ 'nin en basit tanımlaması ise iki aşamalı Markov zinciri ile yapılmaktadır.

$$P(S_t = j | S_{t-1} = i, S_{t-2} = k, \dots, Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots) P(S_t = j | S_{t-1} = i) = p_{ij} \quad (3.50)$$

$S_t$ 'nin doğrudan gözlemlenemediği varsayıldığında,  $S_t$ 'yi sadece  $Y_t$ 'nin gözlemlenebilir davranışlarıyla açıklamak mümkündür.  $Y_t$  ise iki kesim noktasını gösteren  $c_1$  ve  $c_2$ 'ye, otoregresif katsayıyı gösteren  $\varphi$ 'ye, iki durumlu geçiş olasılıklarını gösteren  $p_{11}$  ve  $p_{22}$ 'ye ve Gaussian şokların varyansına  $\sigma^2$ 'ye bağlı olarak değişmektedir. Yani,  $Y_t$  modelde yer alan parametreler ve varyansa bağlı olarak değişmektedir.

(3.50) nolu tanımlamada, bir rejimdeki değişimin olasılığı sadece geçmiş değerlere bağlıdır, ancak bu bağlılık geçmişe yalnızla en yeni rejimin değeri ile olur. Ancak zaman içinde değişmeyen basit Markov zinciri doğal başlangıç noktası olarak görülmekte, ayrıca  $c_1$ 'den  $c_2$ 'ye olan değişimin deterministik olması tercih edilmektedir. Değişimin kalıcılığı(başarısı)  $p_{22} = 1$  ile gösterilmekte olup, Markov formülasyonu ile daha genel olasılık kuralı olarak ifade edilen  $p_{22} < 1$  durumuna ulaşılmaktadır. Konjonktür dalgalanmaları ya da finansal krizlerde kırılmalar keskin olmasına rağmen

kalıcı olmadığı bilinmektedir. Ayrıca, rejim değişimi para ve finansal politikalardaki temel(köklü) bir değişimi yansıtıyor olması durumunda tekrar değişme olasılığına izin veren bir görünüm sergiler. Bu değişimin olasılıklı olması anlamına gelen  $p_{22} < 1$  rejimde değişim olduğunu düşündürmekte ve değişimin deterministik olduğu anlamına gelen  $p_{22} = 1$ 'den daha genel bir gösterimi ifade etmektedir.

$Y_t$ 'nin direk olarak gözlemlendiği ancak  $S_t$ 'nin değeri hakkında bir çıkarımın  $Y_t$ 'ye bağlı olduğu varsayıldığında, bu çıkarım iki olasılık biçimini alacaktır;

$$\xi_{t|t} = P(S_t = j | \Omega_t; \theta) \quad (3.51)$$

$j = 1, 2$  için iki olasılığın toplamı birdir. Burada  $\Omega_t = \{Y_t, Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_1, Y_0\}$ ,  $t$  zamanından elde edilen gözlem setini ifade ederken,  $\theta$  ise (3.51) nolu eşitlikte gösterilen  $\theta = (\sigma, \varphi, c_1, c_2, p_{11}, p_{22})$  kesin olarak bilindiği varsayılan ana kütle parametrelerinin yanı sıra ortalama ve varyansı da içeren bir vektörü ifade eder. Varsayım  $t$ 'nin artan değerleri  $t = 1, 2, \dots, t$  ve  $j = 1, 2$  için genelleştirilebilir:

$$\xi_{t|t-1} = P(S_t = j | \Omega_{t-1}; \theta) \quad (3.52)$$

Bu yenilemeyi hesaplamak için temel büyüklükler iki rejim altındaki olasılıklardır (Hamilton, 2005, s.2-4).  $N$  farklı rejim varsa o zaman,  $j = 1, 2, 3, \dots, N$  için  $N$  farklı yoğunluk vardır. Bu yoğunluklar  $\eta_t$  olarak ifade edilen  $(N \times 1)$ 'lik vektörde toplanabilir.  $t$  zamanında rejim  $S_t = j$  ise  $Y_t$ 'nin koşullu olasılığı;

$$\eta_t = f(Y_t | S_t = j, \Omega_{t-1}; \theta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left[-\frac{(Y_t - c_j - \varphi Y_{t-1})^2}{2\sigma^2}\right] \quad (3.53)$$

şeklinde iken  $j = 1, 2$  yani  $N = 2$  rejimli olması durumunda ise  $Y_t$ 'nin koşullu olasılığı;

$$\eta_t = \begin{bmatrix} f(Y_t | S_t = 1, \Omega_{t-1}; \theta) \\ f(Y_t | S_t = 2, \Omega_{t-1}; \theta) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left\{-\frac{(Y_t - c_1 - \varphi Y_{t-1})^2}{2\sigma^2}\right\} \\ \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left\{-\frac{(Y_t - c_2 - \varphi Y_{t-1})^2}{2\sigma^2}\right\} \end{bmatrix} \quad (3.54)$$

şeklinde gösterilir (Hamilton, 1994, s. 691). (3.55) nolu eşitlik yardımıyla  $Y_t$  ve  $S_t$  nin birleşik yoğunluk fonksiyonlarından yararlanarak;  $Y_t$ 'nin sadece  $\Omega_{t-1}$ 'ye bağlı olduğu  $t$ 'inci gözlemin koşullu olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibi elde edilir;

$$\begin{aligned}
f(Y_t | \Omega_{t-1}; \theta) &= f(Y_t | S_t = 1, \Omega_{t-1}; \theta) + f(Y_t | S_t = 2, \Omega_{t-1}; \theta) \quad (3.55) \\
&= \sum_{j=1}^2 \eta_t \xi_{t|t-1} \\
&= \sum_{j=1}^2 f(Y_t | S_t = j, \Omega_{t-1}; \theta) P(S_t = j | \Omega_{t-1}; \theta) \\
&= f(Y_t | S_t = 1, \Omega_{t-1}; \theta) \cdot P(S_t = 1 | \Omega_{t-1}; \theta) + \\
&\quad f(Y_t | S_t = 2, \Omega_{t-1}; \theta) \cdot P(S_t = 2 | \Omega_{t-1}; \theta)
\end{aligned}$$

$\theta$  ana kütle parametresinin bilgisine ve  $t$  zamanı boyunca elde edilen veriye bağlı olarak  $S_t$ 'nin değeri hakkında çıkarsama yapmaya ihtiyaç vardır. Bu ise  $j$  rejimiyle belirlenen  $t$ 'inci gözlemin koşullu olasılığının elde edilmesiyle mümkündür.  $j = 1, 2, \dots, N$  için  $P(S_t = j | \Omega_t; \theta)$ 'nin koşullu olasılıkları  $(N \times 1)$ 'lik  $\xi_{t|t}$  vektörüyle ifade edilmektedir. (3.55) nolu denklemde gerekli düzenlemeler yapıldığında  $Y_t$  ve  $S_t$  nin ortak olasılığı aşağıdaki denklem ile elde edilir (Hamilton, 1994, s.692), (Franses ve Dijk, 2003, 92-93), (Wang, 2008, s.116).

$$\xi_{t|t} = P(S_t = j | \Omega_t; \theta) = \frac{P(S_t = j | \Omega_{t-1}; \theta) \cdot f(Y_t | S_t = j, \Omega_{t-1}; \theta)}{f(Y_t | \Omega_{t-1}; \theta)} \quad (3.56)$$

Eşitlik (3.56) gözlenen zaman serisi değişkeni biliniyorken,  $t$  gözleminden sorumlu gözlenemeyen rejimin rejim  $j$  de olma olasılığını temsil eder (Bildirici ve diğ., 2010, s.85).  $t$  zamanındaki gözlem değerleri için  $\Omega_t = \{Y_t, Y_{t-1}, \dots, Y_1\}$ ,  $\eta_t$  ise  $j$ 'inci elemanında,  $j$  rejimindeki olasılık yoğunluğu  $f(Y_t | S_t = j, \Omega_{t-1}; \theta)$  olan  $(N \times 1)$ 'lik matristir.  $\xi_{t|t}$   $j$ 'inci elemanı  $P(S_t = j | \Omega_t, \theta)$  olan  $(N \times 1)$ 'lik vektördür. Eşitlik (3.55) ve eşitlik (3.56) genelleştirildiğinde; aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$f(Y_t | \Omega_{t-1}; \theta) = 1' (\hat{\xi}_{t|t-1} \odot \eta_t) \quad (3.57)$$

$$\xi_{t|t} = \frac{(\hat{\xi}_{t|t-1} \odot \eta_t)}{1' (\hat{\xi}_{t|t-1} \odot \eta_t)} \quad (3.58)$$

Burada  $\eta_t$  eşitlik (3.52) de gösterildiği gibi  $t$  zamanında rejim  $S_t = j$  için  $Y_t$ 'nin koşullu olasılığı, 1 ise 1'lerden oluşan  $(N \times 1)$  'lik vektörü ifade etmektedir.  $\odot$  simgesi eleman elemana çarpımı göstermektedir.

Eşitlik (3.58) temel algoritma yapısı ele alındığında  $f(Y_t|\Omega_{t-1}; \theta) = 1'(\hat{\xi}_{t|t-1} \odot \eta_t)$  olarak ifade edilir.

$\xi_{t|t-1}$  'in  $j$ . ögesi  $P(S_t = j | \Omega_{t-1}; \theta)$  ve  $\eta_t$ 'nin  $j$ . ögesi  $f(Y_t|S_t = j, \Omega_{t-1}; \theta)$  şeklinde gösterilir. ( $\hat{\xi}_{t|t-1} \odot \eta_t$ )  $j$ . öğenin  $(N \times 1)$ 'lik vektörü,  $Y_t$  ve  $S_t$ 'nin koşullu ortak yoğunluk dağılımı olarak ifade edilebilir.

$$P(Y_t, S_t = j | \Omega_{t-1}; \theta) = P(S_t = j | \Omega_{t-1}; \theta) \times f(Y_t | S_t = j, \Omega_{t-1}; \theta) \quad (3.59)$$

Geçmiş gözlemler üzerine koşullu gözlemlenmiş  $Y_t$  vektörünün yoğunluğu  $j = 1, 2, \dots, N$  için eşitlik (3.59)'deki  $N$  tane büyüklüğün toplamıdır. Bu toplam, vektör notasyonunda aşağıdaki gibi yazılabilir;

$$f(Y_t | \Omega_{t-1}; \theta) = 1'(\hat{\xi}_{t|t-1} \odot \eta_t) \quad (3.60)$$

Eşitlik 3.59'deki ortak olasılık dağılımı eşitlik 3.60'daki  $Y_t$ 'nin yoğunluğuna bölüldüğünde  $S_t$ 'nin koşullu dağılımı elde edilir.

$$\begin{aligned} \frac{P(Y_t, S_t = j | \Omega_{t-1}; \theta)}{f(Y_t | \Omega_{t-1}; \theta)} &= P(S_t = j | Y_t, \Omega_{t-1}; \theta) \\ &= P(S_t = j | \Omega_t; \theta) \end{aligned} \quad (3.61)$$

Eşitlik (3.60)'ın yardımıyla

$$P(S_t = j | \Omega_t; \theta) = \frac{p(Y_t, S_t = j | \Omega_{t-1}; \theta)}{1'(\hat{\xi}_{t|t-1} \odot \eta_t)} \quad (3.62)$$

Eşitliğin sol tarafı  $\hat{\xi}_{t|t}$  vektörünün  $j$ . ögesini gösterirken, eşitliğin sağ tarafı  $(\hat{\xi}_{t|t-1} \odot \eta_t)$  vektörünün  $j$ . ögesini göstermektedir. Sonuç olarak  $j = 1, 2, \dots, N$  için Eşitlik (3.61) yeniden yazıldığında Eşitlik (3.58) elde edilir.

$$\xi_{t|t} = \frac{(\hat{\xi}_{t|t-1} \odot \eta_t)}{1'(\hat{\xi}_{t|t-1} \odot \eta_t)}$$

Koşullu rejim olasılıkları için en iyi tahmin, yukarıda yer alan eşitlikle yineleme yapılarak elde edilir (Hamilton, 1994, s.692-693).

Bu yinelemenin bir sonucu olarak,  $s_t$  gözlemlenemediğinden  $\theta$ 'nın belirli bir değeri için gözlemlenmiş verinin koşullu logaritmik olabilirliği aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\log f(Y_1, Y_2, \dots, Y_T | Y_0; \theta) = \sum_{t=1}^T \log f(Y_t | \Omega_{t-1}; \theta) \quad (3.63)$$

$\theta$ 'nın tahmini bir değerini elde etmek için eşitlik (3.58)'yi maksimize eden sayısal optimasyon kullanılır (Hamilton, 2005, s.5). Bu yinelemeye başlarken herhangi bir  $t$  zamanında  $\xi_{t|t}$ 'yi hesaplamak için  $\xi_{1|0}$  başlangıç değerinin seçimine ihtiyaç vardır. Bu başlangıç değeri için birçok seçenek mevcuttur.

$$\xi_{1|0} = \rho \quad (3.64)$$

Burada  $\rho$ , elemanları toplamı 1 olan ve tamamen pozitif elemanlardan oluşan ( $N \times 1$ ) boyutlu vektördür (Hamilton, 1994, s.693-694). Bir diğer yöntem ise başlangıç değerini koşulsuz olasılıklar vektörüyle tanımlamaktır. Markov zincirinin ergodik olduğu varsayımı altında koşulsuz olasılıklar kullanabilir ve aşağıdaki (3.65) nolu eşitlikle ifade edilebilir.

$$\xi_{1|0} = P(S_0 = i) = \frac{1 - p_{jj}}{2 - p_{ii} - p_{jj}} \quad (3.65)$$

Diğer alternatifler ise  $\xi_{1|0} = \frac{1}{2}$  değerini vermek ya da  $\xi_{1|0}$ 'i en çok olabilirlik yöntemiyle tahmin etmektir (Hamilton, 2005, s. 5).

### 3.3.4.5. Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Süreci: Beklenti Maksimizasyonu (Expected Maximization Algoritması)

EM algoritması kayıp gözlemlere ya da gözlenemeyen değişkenlere sahip modeller için olabilirlik fonksiyonunu maksimize eden bir metottur. Dempster, Laird ve Rubin (1977) tarafından geliştirilen bu metot, ilk olarak Hamilton (1990) tarafından Markov değişim modellerinde kullanılmıştır. EM algoritması beklenti ve maksimizasyon adımlarından oluşan yinelemeli bir süreçtir (Kim ve Nelson, 1999, s.74).

### 3.3.4.5.1. Beklenti Adımı

EM algoritmasının beklenti adımında,  $t$  zamanında gözlenemeyen rejimlerin gerçekleşme olasılıklarını  $\xi_t$  tahmin etmek için filtreleme ve düzleştirme yinelemeleri kullanılır. Koşullu olasılıklar yinelemeli olarak elde edilir ve düzleştirilmiş olasılıklar hesaplanır (Bildirici ve diğ., 2010, s. 125).

#### 3.3.4.5.1.1. Filtreleme

Zaman serisi değişkeni  $Y_t$  gözlemlenirken durum değişkeni  $S_t$ 'nin gözlemlenmemesi nedeniyle, Hamilton (1989) ve (1990) çalışmalarıyla tekrarlamalı ve filtreye dayalı bir çözüm önermiştir. Filtre yönteminin amacı, mevcut bilgi setini yani  $Y_t$ 'yi kullanarak, gözlemlenmemiş rejim değişkeninin olasılık dağılımını elde etmektir (Bildirici ve diğ., 2010, s. 117-118).

$P[S_t = j, S_{t-1} = i | \Omega_{t-1}; \theta]$ 'i hesaplamak için aşağıdaki adımlar takip edilir;

1. adım;  $t$  zamanında,  $i = 1, 2, 3, \dots, N$  için  $P[S_{t-1} = i | \Omega_{t-1}; \theta]$  'den başlayarak ilerler ve sonuçta  $P[S_t = j | \Omega_t; \theta]$  hesaplanır.

$$P[S_t = j, S_{t-1} = i | \Omega_{t-1}; \theta] = P[S_t = j | S_{t-1} = i] \times P[S_{t-1} = i | \Omega_{t-1}; \theta] \quad (3.66)$$

Bu eşitlikteki  $P[S_t = j | S_{t-1} = i]$  geçiş olasılıklarıdır.

2. adım;  $t$  zamanının sonunda  $Y_t$  gözlemlenir gözlemlenmez ya da  $t$ . yenilemenin sonunda olasılık dağılımı güncellenir.

$$\begin{aligned} P[S_t = j, S_{t-1} = i | \Omega_t; \theta] &= P[S_t = j, S_{t-1} = i | \Omega_{t-1}, Y_t; \theta] \\ &= \frac{f(S_t=j, S_{t-1}=i, Y_t | \Omega_{t-1}; \theta)}{f(Y_t | \Omega_{t-1}; \theta)} \end{aligned} \quad (3.67)$$

$$= \frac{f(Y_t | S_t=j, S_{t-1}=i, \Omega_{t-1}; \theta) \times P[S_t=j, S_{t-1}=i | \Omega_{t-1}; \theta]}{\sum_{S_t=1}^N \sum_{S_{t-1}=1}^N f(Y_t | S_t=j, S_{t-1}=i, \Omega_{t-1}; \theta) \times P[S_t=j, S_{t-1}=i | \Omega_{t-1}; \theta]}$$

Buradan  $t$  zamanındaki filtrelenmiş olasılık;

$$P[S_t = j | \Omega_t; \theta] = \sum_{S_{t-1}=1}^N P[S_t = j, S_{t-1} = i | \Omega_t; \theta] \text{ 'dir.}$$

İki rejimli ve birinci dereceden Markov süreci için; Hamilton'nin Markov geçiş modelinin akış şeması aşağıdaki gibidir;

$$P(S_0 = 1 | \Omega_0) = \frac{1 - p_{22}}{2 - p_{22} - p_{11}}$$

$$P(S_0 = 2 | \Omega_0) = \frac{1 - p_{11}}{2 - p_{22} - p_{11}}$$

↓

$$P[S_t, S_{t-1} | \Omega_{t-1}; \theta] = P[S_t | S_{t-1}] \times P[S_{t-1} | \Omega_{t-1}; \theta]$$

↓

$$P[S_t, S_{t-1} | \Omega_t; \theta] = \frac{f(S_t, S_{t-1}, Y_t | \Omega_{t-1}; \theta)}{f(Y_t | \Omega_{t-1}; \theta)}$$

↓

$$P[S_t | \Omega_t; \theta] = \sum_{S_{t-1}=1}^N P[S_t, S_{t-1} | \Omega_t; \theta]$$

↓

$$\left\{ l(\theta) = \sum_{t=1}^T \ln(f(Y_t | \Omega_{t-1}; \theta)) \right\}$$

**(Kim ve Nelson, 1999, s. 66-67).**

### 3.3.4.5.1.2. Düzleştirme

Filtreleme algoritmasında  $S_t$ 'nin tahmini için kullanılan bilgi seti sadece geçmiş gözlemlere dayanmaktadır. Rejim değişkeni  $S_t$  hakkında yapılacak en iyi çıkarım geçmiş gözlemler yerine tüm gözlemlerden elde edilen bilgiyi kullanmaktır. Dolayısıyla  $Y_t$ 'nin gelecek gözlemlerini kullanarak rejim değişkeni  $S_t$  ile ilgili çıkarımlar iyileştirilebilir (Bildirici ve diğ., 2010, s. 122).

$t$  zamanındaki düzleştirilmiş rejim olasılıkları Kim (1993) tarafından geliştirilen algoritma kullanılarak hesaplanır. Modelin tahmin parametreleri veriyken, önceden uygulanan filtrenin son noktasından başlayan  $t = T$  ve  $t = T - 1$ 'den  $t = 1$  'e doğru geriye doğru yinelenen bir filtredir. Düzleştirme işleminde örnekteki tüm bilgiye

dayanarak  $S_t$  hakkında çıkarsama yapılmaktadır. Başka bir deyişle düzleştirme; gelecek bilgisini kullanarak şu anki rejim hakkında çıkarsama yapmaktır (Wang, 2008, s.118).

$P[S_t = j | \Omega_T; \theta]$ , ( $t = 1, 2, \dots, T$ ) için düzleştirilmiş olasılıkları ifade etmektedir,  $S_t = j$  ve  $S_{t+1} = k$  'nın tüm bilgiye dayalı ortak olasılığı ;

$$\begin{aligned} P[S_t = j | \Omega_T; \theta] &= \sum_{S_{t+1}} P(S_t = j, S_{t+1} = k | \Omega_T; \theta) \\ &= \sum_{S_{t+1}} P(S_{t+1} = k | \Omega_T; \theta) \times P(S_t = j | S_{t+1} = k, \Omega_T; \theta) \end{aligned} \quad (3.68)$$

$Y_t$  ve  $S_{t+1}$  in sadece  $S_t$  değerlerine bağlı olduğu geçmiş değerlere bağlı olmadığı varsayıldığında,

$$\begin{aligned} P(S_t = j | S_{t+1} = k, \Omega_T; \theta) &= P(S_t = j | S_{t+1} = k, \Omega_T, \Omega_{t+1,T}; \theta) \\ &= \frac{f(\Omega_{t+1,T} | S_t = j, S_{t+1} = k, \Omega_T; \theta) \times P(S_t = j | S_{t+1} = k, \Omega_T; \theta)}{f(\Omega_{t+1,T} | S_{t+1} = k | \Omega_T; \theta)} \\ &= P(S_t = j | S_{t+1} = k, \Omega_T; \theta) \end{aligned} \quad (3.69)$$

şeklinindedir. Düzleştirme algoritmasının önceki yenilemesinin en son teriminden  $P(S_t = j | S_{t+1} = k, \Omega_T; \theta)$  yararlanarak düzleştirilmiş olasılıklar  $P(S_t | \Omega_T; \theta)$  hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} P(S_t = j, S_{t+1} = k | \Omega_T; \theta) &= P(S_t = j | S_{t+1} = k, \Omega_T; \theta) \times P(S_{t+1} = k | \Omega_T; \theta) \\ &= \frac{P(S_t = j | \Omega_T; \theta) \times P(S_{t+1} = k | S_t = j, \Omega_T; \theta) \times P(S_{t+1} = k | \Omega_T; \theta)}{P(S_{t+1} = k | \Omega_T; \theta)} \\ &= \frac{P(S_t = j | \Omega_T; \theta) \times P(S_{t+1} = k | S_t = j) \times P(S_{t+1} = k | \Omega_T; \theta)}{P(S_{t+1} = k | \Omega_T; \theta)} \end{aligned} \quad (3.70)$$

Yukarıdaki eşitlik  $S_{t+1}$ 'in tüm olası değerleri için birleştirilirse aşağıdaki eşitlik;

$$P(S_t = j | \Omega_T; \theta) = \sum_{S_{t+1}} P(S_t = j, S_{t+1} = k | \Omega_T; \theta) \quad (3.71)$$

şeklinde elde edilir (Bildirici ve diğ., 2010, s.124), (Kim ve Nelson, 1999, s.68-69).

$\hat{\xi}_{t|T}$ ,  $t$  zamanında rejim  $j$ 'nin gerçekleşme olasılığının  $P(S_t = j | \Omega_T; \theta)$  tahminini içeren  $(N \times 1)$ 'lik düzleştirilmiş rejim olasılıkları vektörünü göstermektedir. Bu algoritmanın vektör formu aşağıdaki gibidir;

$$\hat{\xi}_{t|T} = \hat{\xi}_{t|t} \odot \{P' \cdot [\hat{\xi}_{t+1|T}(\div) \hat{\xi}_{t+1|t}]\} \quad (3.72)$$

Burada  $(\div)$  eleman elemana bölme işlemini göstermektedir.  $\hat{\xi}_{t|t}$  düzleştirilmiş olasılık değeri  $t = T - 1, T - 2, \dots, 1$  için yenileme yapılarak elde edilir. Bu yenileme  $t = T$  için eşitlik (3.65) elde edilen  $\hat{\xi}_{T|T}$  ile başlatılır.

### 3.3.4.5.2. Maksimizasyon adımı

Geçiş olasılıkları tüm  $i$  ve  $j$  değerler için  $p_{ij} \geq 0$  ve  $p_{i1} + p_{i2} + \dots + p_{iN} = 1$  koşulları altındaysa ve eğer  $\hat{\xi}_{1|0}$  başlangıç değeri diğer parametrelerden bağımsız eşitlik (3.66) 'deki gibi sabit bir  $\rho$  değerine eşitlenmişse, bu durumda geçiş olasılıkları için maksimum benzerlik tahminleri şu şekilde elde edilebilir;

$$\hat{p}_{ij} = \frac{\sum_{t=2}^T P\{S_t=j, S_{t-1}=i | \Omega_t; \hat{\theta}\}}{\sum_{t=2}^T P\{S_{t-1}=i | \Omega_t; \hat{\theta}\}} \quad (3.73)$$

Burada  $\hat{\theta}$  maksimum benzerlik tahminleri vektörünü göstermektedir. Bu hesaplama düzleştirilmiş olasılıklar kullanılarak elde edilmektedir (Hamilton, 1994, s. 695).

EM algoritmasının maksimizasyon adımı olabilirlik fonksiyonunun maksimizasyonu ile ilgilidir. Beklenti adımından elde edilen düzleştirilmiş olasılıklar maksimizasyon adımının içine yerleştirilerek modelin parametrelerinin elde edilmesinde kullanılır (Bildirici ve diğ., 2010, s.117).

Markov modelinde parametreler sabittir, ancak geçiş özelliklerine bağlı olarak rejimden rejime farklılık gösterir. Geçişler bir Markov zinciri sürecine göre tamamen stokastik bir biçimde ortaya çıkmaktadır. Rejimler arası fark, ortalamadan ya da oynaklık değişimlerinden kaynaklanmaktadır (Granger, 1998, s.13).

## IV. BÖLÜM

### UYGULAMA

1990'lı yıllardan itibaren gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yaşanan finansal krizler, Merkez bankalarının fiyat istikrarı ve ekonomik büyüme gibi makroekonomik hedeflerinin yanında finansal istikrarını da hedeflemelerine neden olmuştur. Özellikle 2008 küresel krizinden sonra merkez bankaları açısından finansal istikrar önem kazanmıştır. TCMB da bu kapsamda 2012 yılında enflasyon hedeflemesine (fiyat istikrarı) finansal istikrar hedeflemesini ekleyerek politika birleşimini uygulamaya başlamıştır.

Küresel piyasalardaki gelişmelere ve sermaye hareketlerine karşı duyarlı olan gelişmekte olan ülkeler finansal piyasalar kaynaklı sorunlarla karşılaştığında oluşan finansal stresin ekonomik toparlanmayı tehlikeye atacak kadar yüksek olmaması gerekmektedir. Bu nedenle ilk olarak finansal istikrarı izlemek amacıyla finansal stresi tanımlayan bir endeks oluşturularak politika yapıcılara fayda sağlanması amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın bir diğer amacı finansal kriz modelleri çerçevesinde Türkiye için finansal kriz öngörü modelinin geliştirilmesidir. Bu amaçla çalışmanın bu bölümünde en uygun finansal stres endeksi belirlenip, ardından öncü göstergeler yardımıyla finansal kriz modeli oluşturulacaktır. İlk olarak çalışmada yer alan endekslerin özellikleri ve nasıl oluşturuldukları konusunda bilgi verilecek ve doğrusal olmama testleri ile doğrusallıkları sınanacaktır. Ardından Markov rejim değişim modeliyle kriz olasılıkları hesaplanan endeksler arasından en uygun olan endeks belirlenecektir. İkinci olarak da finansal kriz modellerinin tahmininde öncü gösterge olarak kullanılan değişkenler ve finansal stres endeksiyle oluşturulan rejim değişim modelinde finansal strese yol açan faktörler ortaya konacaktır.

#### 4.1. Geliştirilen Finansal Stres Endeksleri

Finansal stres endeksi oluşturulurken değişken seçiminde kullandığımız en önemli kriter endeksin tüm finansal sistemi kapsamaması olmuştur. Bu amaçla döviz

piyasası, hisse senedi piyasası, bankacılık piyasası, tahvil piyasası ve dış borç piyasası olmak üzere her bir piyasa için stresi yansıtan değişkenler kullanılmıştır.

Endeks oluşturulurken kullanılacak olan alt piyasa stres göstergeleri; döviz piyasası stres göstergesi olarak döviz kuru oynaklığı (DKO) ve döviz kuru baskı endeksi (EMPI), hisse senedi piyasa göstergesi olarak hisse senedi getiri oynaklığı (BO), bankacılık stres göstergesi olarak toplam mevduat büyüme oranı (TM), tahvil piyasası stres göstergesi olarak ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki fark (FOF), dış borç stres göstergesi olarak ise kısa vadeli dış borç büyüme oranı (KVB)'dir. Ayrıca endeksler oluşturulurken döviz krizi tanımlarından yola çıkarak oluşturulmuştur. Döviz krizini, döviz kurundaki değişim ve rezerv miktarındaki azalma olarak tanımlayan çalışmalar mevcuttur. Bu nedenle uluslararası rezervler (REZ) döviz kuru stres göstergesi olarak kullanılan bir diğer değişkendir.

Çalışmanın analiz dönemi 1990M1-2017M2 yıllarını kapsamaktadır. Veriler T.C.M.B Elektronik Veri Dağıtım Sistemi Türkiye İstatistik Kurumu ve International Financial Statistic Database'den (IFS Database) elde edilmiştir. Oluşturulan finansal stres endeksine dahil edilen değişkenler için bazı kısıtlar mevcuttur. Öncelikle gerçek zamanlı karar vermeyi kolaylaştırmak amacıyla yüksek frekanslı veriler tercih edilmiştir. Ancak finansal değişkenlerin çok yüksek frekanslı yapıları, bir defaya mahsus olan şoklarla ilişkili olabilir. Bu nedenle aylık veriler tercih edilmiştir. 1990 sonrası Türkiye hem yurt içi hem yurt dışı kaynaklı finansal piyasalarda bozulmalara ekonomik daralmalara neden olmuştur. Bu nedenle analiz dönemi 1990 yılı ve sonrasını kapsamaktadır. Verilerin istenilen zaman dilimi için mevcut olmaması bu çalışmanın bir diğer kısıttır.

Tüm değişkenleri aynı birimde ifade edebilmek, aynı zamanda karşılaştırma da yapabilmek için ortalaması ve standart sapması hesaplanan her bir değişken standartlaştırıldıktan sonra endekse dahil edilmiştir. Standartlaştırma sonrasında aynı birimle ifade edilen değişkenlerin toplulaştırılmasında değişkenlerin alacakları ağırlıklar eşit varyans ağırlıklandırma ve temel bilişenler analizi ile belirlenmiştir. Finansal stres endeksleri oluşturulurken ilk olarak birinci bölümde anlatılan kriz tanımlarından yola çıkarak endeksler oluşturulmuştur. Her bir piyasa stres göstergesi endekse tek tek dahil

edilmiş sonrasında ise değişkenlerin birleşiminden oluşan endeksler oluşturulmuştur. Aşağıda oluşturulan endekslere yer verilmiştir.

Oluşturulan endekslerde, döviz kuru örnek olarak alındığında,

$$St(DK)_t = \frac{(DK_t - \mu_{DK})}{\sigma_{DK}} \quad (4.1)$$

standardize etme formülünden yararlanılmaktadır. Burada  $DK_t$  döviz kurunu,  $\mu_{DK}$  döviz kurunun ortalamasını ve  $\sigma_{DK}$  döviz kurunun standart sapmasını göstermektedir.

Para krizi tanımlarından olan efektif kriz, sadece döviz kurundaki değişimleri dikkate almaktadır. Bu amaçla kullanılacak olan ilk stres endeksi, para piyasasını temsil eden döviz kuru için hesaplanacaktır.

Tablo 4.1’de korelasyon matrisi yardımıyla döviz kuru (DK), döviz kuru getirisi (DKG), döviz kuru oynaklığı (DKO) ve döviz kuru baskı endeksi (EMPI) arasındaki ilişki ortaya konmuştur. Döviz kuru getirisi ve döviz kuru oynaklığı arasındaki ilişkili yüksek olduğu görülmektedir. Bu iki değişkenin EMPI değişkeniyle ilişkisi ise düşüktür. Bu nedenle döviz kuru stres göstergesi olarak döviz kuru oynaklığı ve döviz kuru baskı endeksi tercih edilmiştir.

**Tablo 4.1**  
**Döviz Kuru Piyasası - Korelasyon Matrisi**

	<b>DK</b>	<b>EMPI</b>	<b>DKG</b>	<b>DKO</b>
<b>DK</b>	1.000000			
<b>EMPI</b>	-0.119744	1.000000		
<b>DKG</b>	-0.337469	0.160036	1.000000	
<b>DKO</b>	-0.080589	0.130380	0.875559	1.000000

İlk stres endeksinin hesaplanmasında döviz kuru oynaklığı kullanılacaktır. Bunun için oynaklığın hesaplanması gerekmektedir. Oynaklığı hesaplarken izlenecek yaklaşım, ARCH ailesinden uygun modelin belirlenmesi olarak ifade edilebilir. Para krizinde temel alınacak olan döviz kurundan yola çıkarak, döviz piyasasındaki stresi tanımlamak ve stokastik süreç hakkındaki potansiyel bilgileri dikkate almak için döviz kuru oynaklığını modellemekte kullanılan Otoregresif Koşullu Değişen Varyans

(ARCH) veya Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modelleri kullanılacaktır.

Engle (1982) tarafından tanıtılan ARCH modelinde, finansal serilerin koşullu varyansı modellenmektedir. ARCH modellerinde bir sonraki döneme ait varyans öngörüsü, önceki dönem bilgilerine bağlıdır. Seri için ortalama denklemi AR, MA veya ARMA modellerinden uygun olan ile belirlenir, ardından ARCH-LM testi ile ARCH etkisinin olduğuna karar verildiğinde koşullu varyansın modellenmesine geçilir. Bollerslev (1986) tarafından tanıtılan Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modeli, ARCH modelinin genelleştirilmiş halidir. Döviz kuru getirisi için uygun ortalama denklemi ARMA(1,2) ve uygun koşullu varyans modelinin GARCH(1,1) modeli olduğu belirlenmiştir. Tablo 4.2 'de ARMA(1,2)-GARCH(1,1) modelinin tahmin değerleri verilmiştir. DKG döviz kuru getirilerini göstermektedir.

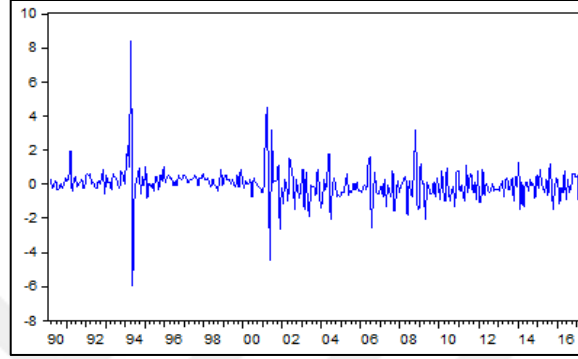
**Tablo 4.2**  
**ARMA(1,2)-GARCH(1,1) Modeline İlişkin Sonuçlar**

<b>Ortalama Denklemi:</b> $DKG_t = \beta_1 DKG_{t-1} + \beta_2 \varepsilon_{t-1} + \beta_3 \varepsilon_{t-2}$				
	Katsayı	Standart Hata	z-İstatistiği	Olasılık Değeri
$\beta_1$	0.4535	0.0953	4.7591	0.0000
$\beta_2$	-1487.11	84.071	-17.688	0.0000
$\beta_3$	-363.71	174.46	-2.0847	0.0371
<b>Koşullu Varyans Denklemi:</b> $h_t = \alpha_1 + \alpha_2 \hat{\varepsilon}_{t-1}^2 + \alpha_3 h_{t-1}$				
$\alpha_1$	1.59E-10	3.29E-11	4.8143	0.0000
$\alpha_2$	0.613698	0.10811	5.6764	0.0000
$\alpha_3$	0.279013	0.08597	3.2452	0.0012
Varsayım	Test İstatistiği		Prob.	
ARCH - Test F(12,299)	6.780		0.8717	
LM- Test $\chi^2(12)$	7.842		07973	

ARMA(1,2)-GARCH(1,1) modelinden elde edilen oynaklık değerleri, döviz kuru stresini ölçen ilk endeksi hesaplamak için

$$FSE - 1_t = \frac{(DKO_t - \mu_{DKO})}{\sigma_{DKO}} \quad (4.2)$$

formülü kullanılarak FSE-1 hesaplanmıştır. Burada  $DKO_t$  döviz kuru oynaklığını,  $\mu_{DKO}$  döviz kuru oynaklığının ortalamasını ve  $\sigma_{DKO}$  döviz kuru oynaklığının standart sapmasını göstermektedir. Şekil 4.1’de hesaplanan döviz kuru oynaklığı stres endeksinin grafiği görülmektedir. Endeks, başarılı bir şekilde 1994, 2001 ve 2008 krizlerini yakalamıştır.



**Şekil 4.1: FSE-1**

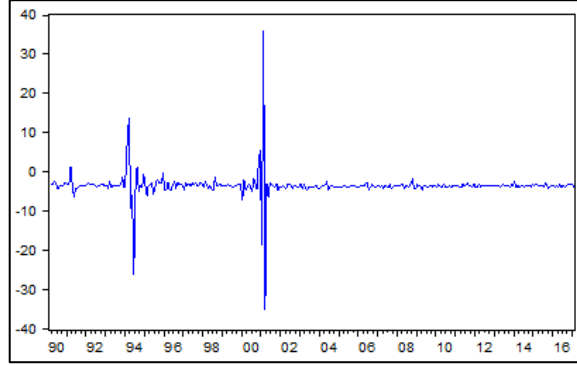
İkinci stres endeksi, para piyasasını temsil eden döviz kuru ve faiz oranı için hesaplanacaktır. Eichengreen ve diğ. (1994)’nin spekülasyon baskı endeksi tanımında döviz kuru ve rezervlerdeki düşüşler ile faiz oranlarındaki artış yer almaktadır. Bu tanımdan yola çıkarak döviz kurundaki artış karşısında yetkililer kuru sabit tutmak amacıyla faiz oranını arttıracaktır. Bu nedenle ilk olarak döviz piyasası stresini tanımlamak için kullandığımız döviz kuru oynaklığı ve tahvil piyasasındaki stresi tanımlamak için ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki fark eşit ağırlıklandırma yöntemiyle bir araya getirilerek ikinci bir endeks oluşturulmuştur.

Bu endeks,

$$FSE - 2_t = \left( \frac{(DKO_t - \mu_{DKO})}{\sigma_{DKO}} + \frac{(\Delta FOF_t - \mu_{\Delta FOF})}{\sigma_{\Delta FOF}} \right) / 2 \quad (4.3)$$

formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır. Burada  $DKO_t$ , döviz kuru oynaklığını,  $FOF_t$  ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki farkını,  $\mu_{DKO}$  döviz kuru oynaklığının ortalamasını,  $\mu_{\Delta FOF}$  faiz oranı farkının değişiminin ortalamasını,  $\sigma_{DKO}$  ve  $\sigma_{\Delta FOF}$  sırasıyla döviz kuru oynaklığının ve faiz oranı farkının değişiminin standart sapmalarını göstermektedir. Şekil 4.2’de hesaplanan döviz kuru oynaklığı-faiz oranı

stres endeksinin grafiği gör÷lmektedir. Endeks, başarılı bir şekilde 1994 ve 2001 krizlerini yakalamıştır.

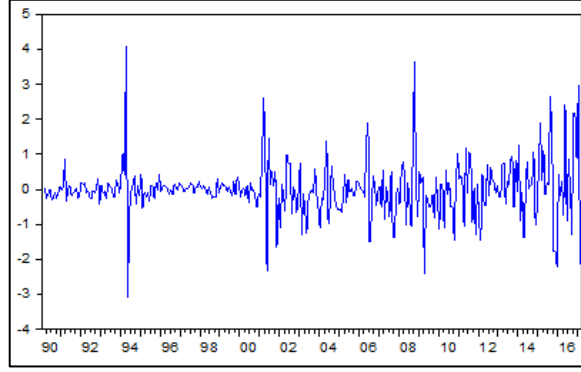


Şekil 4.2: FSE-2

Üçüncü stres endeksi, para piyasasını temsil eden döviz kuru ve uluslararası rezervler için hesaplanacaktır. Kaminsky ve diğ. (1998)'nin spekülâtif baskı endeksi tanımında döviz kurundaki değişim ve rezervlerdeki düşüş yer almaktadır. Çünkü döviz krizi sadece sabit kur rejiminde değil, esnek kur rejiminde de ortaya çıkabilir. Bu nedenle spekülâtif kriz tanımı, döviz kuru ve rezervlerdeki keskin düşüşlerin bir bileşimi olarak tanımlanmıştır. Bu doğrultuda döviz piyasası stresini tanımlamak için kullandığımız döviz kuru oynaklığı ve uluslararası rezervler eşit ağırlıklandırma yöntemiyle bir araya getirilerek üçüncü bir endeks oluşturulmuştur.

$$FSE - 3_t = \left( \frac{(DKO_t - \mu_{DKO})}{\sigma_{DKO}} + \frac{(\Delta REZ_t - \mu_{\Delta REZ})}{\sigma_{\Delta REZ}} \right) / 2 \quad (4.4)$$

Burada  $DKO_t$  döviz kuru oynaklığını,  $REZ_t$  altın hariç net uluslararası rezervleri,  $\mu_{DKO}$  döviz kuru oynaklığının ortalamasını,  $\mu_{\Delta REZ}$  rezerv değişiminin ortalamasını,  $\sigma_{DKO}$  ve  $\sigma_{\Delta REZ}$  sırasıyla döviz kuru oynaklığının ve rezerv değişiminin standart sapmalarını göstermektedir. Şekil 4.3'de hesaplanan FSE-3 stres endeksinin grafiği gör÷lmektedir. Endeks, başarılı bir şekilde 1994, 2001, 2008 krizlerini yakalarken 2004, 2006, 2015-2016 dönemlerini de stresi yüksek dönemler olarak yakalamıştır.

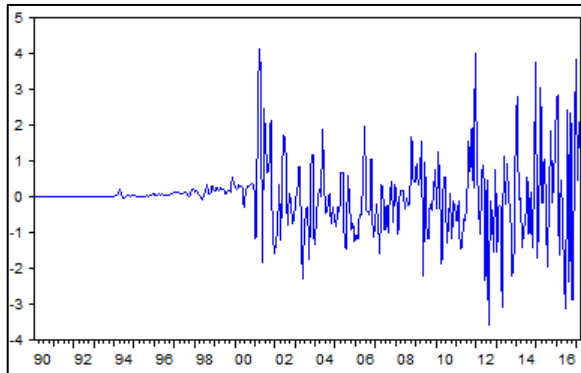


**Şekil 4.3: FSE-3**

Dördüncü stres endeksi, para piyasasını temsil eden döviz kuru ve uluslararası rezervleri kullanarak hesaplanacaktır. Bu endeks döviz kuru baskı endeksi (EMPI) olarak adlandırılmaktadır. Bu endekste döviz kurundaki artış veya uluslararası rezervlerdeki azalış, döviz piyasasında baskının arttığını göstermektedir.

$$(FSE - 4_t) = \frac{(\Delta DK_t - \mu_{\Delta DK})}{\sigma_{\Delta DK}} - \frac{(\Delta REZ_t - \mu_{\Delta REZ})}{\sigma_{\Delta REZ}} \quad (4.5)$$

FSE-3'den farklı olarak bu endekste rezervlerdeki azalış dikkate alınmıştır. Ancak tek bir gösterge olarak ele alındığından eşit ağırlıklandırma yöntemi kullanılmamıştır. Burada  $DK_t$ , döviz kurunu,  $REZ_t$  altın hariç net uluslararası rezervleri,  $\mu_{\Delta DK}$  döviz kuru değişiminin ortalamasını,  $\mu_{\Delta REZ}$  rezerv değişiminin ortalamasını,  $\sigma_{\Delta DK}$  ve  $\sigma_{\Delta REZ}$  sırasıyla döviz kuru değişiminin ve rezerv değişiminin standart sapmalarını göstermektedir. Şekil 4.4'de hesaplanan FSE-4 stres endeksinin grafiği görülmektedir. Endeks, 2001 sonrası 2017 yılına kadar dönem dönem farklılaşsa da 2001, 2012, 2013, 2016, 2017 yılların stresi yüksek dönemler olarak göstermektedir.



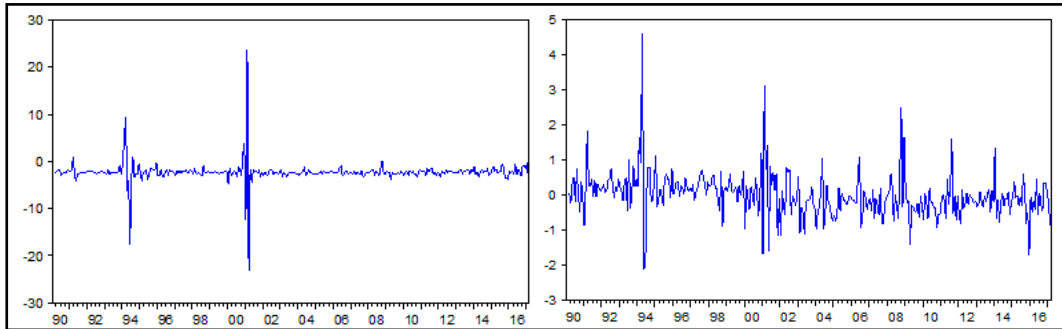
**Şekil 4.4: FSE-4**

Beşinci stres endeksi, para piyasasını temsil eden döviz kuru, uluslararası rezervler ve faiz oranlarını bir arada kullanarak hesaplanacaktır. Eichengreen ve diğ. (1994)'nin spekülasyon baskı endeksi tanımında döviz kuru ve rezervlerdeki düşüşler ve faiz oranlarındaki artış yer almaktadır. FSE-2'den farklı olarak burada rezervler de endekse dahil edilmiştir. Eşit ağırlıklandırma yöntemiyle üç değişken toplulaştırılmıştır.

$$FSE - 5_t = \left( \frac{(DKO_t - \mu_{DKO})}{\sigma_{DKO}} + \frac{(\Delta REZ_t - \mu_{\Delta REZ})}{\sigma_{\Delta REZ}} + \frac{(\Delta FOF_t - \mu_{\Delta FOF})}{\sigma_{\Delta FOF}} \right) / 3 \quad (4.6)$$

$$FSE - 5(L)_t = \left( \frac{(DKO_t - \mu_{DKO})}{\sigma_{DKO}} + \frac{(\Delta LNREZ_t - \mu_{\Delta LNREZ})}{\sigma_{\Delta LNREZ}} + \frac{(\Delta LNFOF_t - \mu_{\Delta LNFOF})}{\sigma_{\Delta LNFOF}} \right) / 3 \quad (4.7)$$

Burada  $DKO_t$  döviz kuru oynaklığını,  $REZ_t$  altın hariç net uluslararası rezervleri,  $FOF_t$  ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki farkını,  $\mu_{DKO}$  döviz kuru oynaklığının ortalamasını,  $\mu_{\Delta REZ}$  rezerv değişiminin ortalamasını,  $\mu_{\Delta FOF}$  faiz oranı farkının değişiminin ortalamasını,  $\sigma_{DKO}$ ,  $\sigma_{\Delta REZ}$  ve  $\sigma_{\Delta FOF}$  sırasıyla döviz kuru oynaklığının, rezerv değişiminin ve faiz oranı farkının değişiminin standart sapmalarını göstermektedir. (4. 6)'de hesaplanan FSE-5 ile (4. 7)'da hesaplanan FSE-5(L) farkı, ikinci formülde endeks hesaplanırken logaritmik dönüşüm serilerinin hesaplamada kullanılmasıdır. Şekil 4.5'de hesaplanan FSE-5 ve FSE-5(L) stres endekslerinin grafiği görülmektedir. FSE-5 endeksi başarılı bir şekilde 1994, 2001 krizlerini, FSE-5(L) endeksi 1991, 1994, 2001, 2008 krizlerini başarılı bir şekilde yakalarken, 2011 ve 2013 dönemlerini de stresi yüksek dönemler olarak yakalamıştır.



Şekil 4.5: FSE-5 ve FSE-5(L)

Altıncı stres endeksi, para piyasasını temsil eden döviz kuru, uluslararası rezervler ve faiz oranlarını bir arada kullanırken hisse senedi piyasası oynaklığı da katılarak hesaplanacaktır. Ancak hisse senedi için hangi ölçeğin kullanılacağına karar

verilmesi gerekmektedir. Bu amaçla hisse senedi oynaklığı (BO), hisse senedi getirileri (BG) ve hisse senedi endeksi (BİST100) için korelasyon matrisi oluşturulmuştur. Tablo 4.3’de oynaklık ve getiri serilerinin birbiriyle ilişkilerinin yüksek olması nedeniyle hisse senedi piyasası oynaklığının en iyi gösterge olacağı görülmektedir.

**Tablo 4.3**  
**Hisse Senedi Piyasa Değişkenleri -Korelasyon Matrisi**

	BG	BO	BİST100
BG	1.000000		
BO	0.955956	1.000000	
BİST100	-0.115805	-0.072257	1.000000

Bu nedenle hisse senedi piyasası oynaklığının hesaplanması gerekmektedir. Oynaklığı hesaplamak amacı ile ARCH ailesinden modeller denenmiş ve en uygun modelin MA(1)-EGARCH(1,2) modeli olduğu belirlenmiştir. Aşağıda Tablo 4.4’de hisse senedi getiri serisi için elde edilen EGARCH(1,2) model sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4.4**  
**MA(1)- EGARCH(1,2) Modeline İlişkin Sonuçlar**

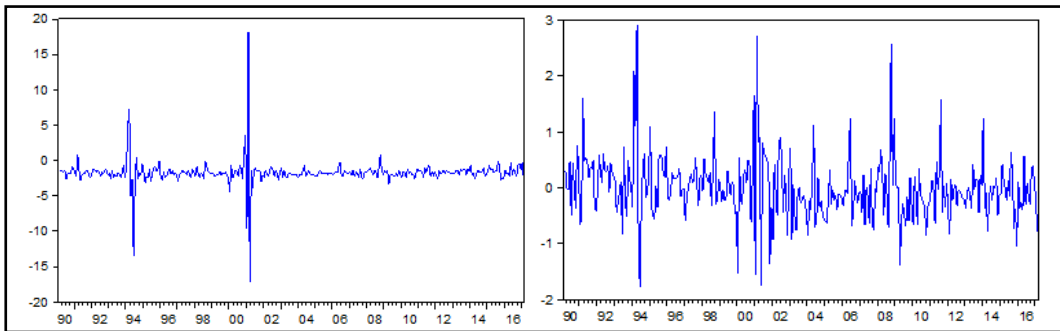
<b>Ortalama Denklemi: <math>BG_t = \beta_1 + \varepsilon_t + \beta_2\varepsilon_{t-1}</math></b>				
	<b>Katsayı</b>	<b>Standart Hata</b>	<b>z-İstatistiği</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
$\beta_1$	-0.099	0.002	-42.86	0.0000
$\beta_2$	2584	1572	16.43	0.0000
<b>Koşullu Varyans Denklemi: <math>\log(h_t) = \alpha_1 + \alpha_2 \left  \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right  + \alpha_3 \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \alpha_4 \log(h_{t-1}) + \alpha_5 \log(h_{t-2})</math></b>				
$\alpha_1$	52.068	1.31	-39.55	0.0000
$\alpha_2$	8.306	0.522	15.88	0.0000
$\alpha_3$	-7.327	0.522	-14.01	0.0000
$\alpha_4$	-0.088	0.011	-7.442	0.0000
$\alpha_5$	-0.286	0.0281	-10.19	0.0000
<b>Varsayım</b>	<b>Test İstatistiği</b>		<b>Prob.</b>	
ARCH - Test F(12,300)	11.147		0.5163	
LM- Test $\chi^2(12)$	11.995		0.4460	

Buna dayanarak hisse senedi piyasası stres göstergesinin hesaplanmasında MA(1)- EGARCH(1,2) modelinden elde edilen oynaklık serisi, BO kullanılmıştır.

$$FSE - 6_t = \left( \frac{(DKO_t - \mu_{DKO})}{\sigma_{DKO}} + \frac{(\Delta REZ_t - \mu_{\Delta REZ})}{\sigma_{\Delta REZ}} + \frac{(\Delta FOF_t - \mu_{\Delta FOF})}{\sigma_{\Delta FOF}} + \frac{(BO_t - \mu_{BO})}{\sigma_{BO}} \right) / 4 \quad (4.8)$$

$$FSE - 6(L)_t = \left( \frac{(DKO_t - \mu_{DKO})}{\sigma_{DKO}} + \frac{(\Delta LNREZ_t - \mu_{\Delta LNREZ})}{\sigma_{\Delta LNREZ}} + \frac{(\Delta LNFOF_t - \mu_{\Delta LNFOF})}{\sigma_{\Delta LNFOF}} + \frac{(BO_t - \mu_{BO})}{\sigma_{BO}} \right) / 4 \quad (4.9)$$

Böylece altıncı endeks, FSE-5'e hisse senedi piyasası stres göstergesi eklenerek oluşturulmuştur. Burada  $DKO_t$ , döviz kuru oynaklığını,  $REZ_t$  altın hariç net uluslararası rezervleri,  $FOF_t$  ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki farkını,  $BO_t$  hisse senedi oynaklığını,  $\mu_{DKO}$  döviz kuru oynaklığının ortalamasını,  $\mu_{\Delta REZ}$  rezerv değişiminin ortalamasını,  $\mu_{\Delta FOF}$  faiz oranı farkının değişiminin ortalamasını,  $\mu_{BO}$  hisse senedi oynaklığının ortalamasını,  $\sigma_{DKO}$ ,  $\sigma_{\Delta REZ}$ ,  $\sigma_{\Delta FOF}$  ve  $\sigma_{BO}$  sırasıyla döviz kuru oynaklığının, rezerv değişiminin ve faiz oranı farkının değişiminin ve hisse senedi oynaklığının standart sapmalarını göstermektedir. (4.8)'de hesaplanan FSE-6 ile (4.9) de hesaplanan FSE-6(L) farkı, ikinci formülde endeks hesaplanırken logaritmik dönüşüm serilerinin hesaplamada kullanılmasıdır. Şekil 4.6'da hesaplanan FSE-6 ve FSE-6(L) stres endekslerinin grafiği görülmektedir. FSE-6 endeksi başarılı bir şekilde 1994, 2001 krizlerini yakalarken FSE-6(L) endeksi 1991, 1994, 2001, 2008 krizlerini başarılı bir şekilde yakalamış; ayrıca 2004, 2006, 2011 ve 2013 dönemlerini de stresi yüksek dönemler olarak yakalamıştır.



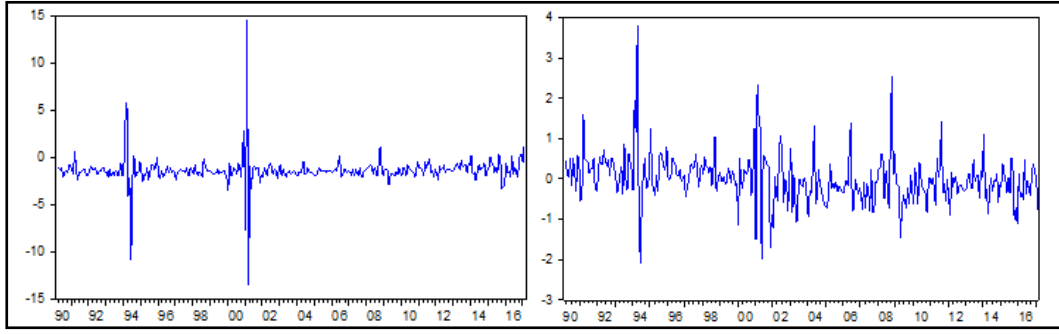
Şekil 4.6: FSE-6 ve FSE-6(L)

Yedinci stres endeksi, para piyasasını temsil eden döviz kuru, uluslararası rezervler ve faiz oranlarını bir arada kullanırken hisse senedi piyasası oynaklığının yanında borç krizi stres göstergesi olarak kısa vadeli dış borç büyüme oranı katılarak hesaplanacaktır.

$$FSE - 7_t = \left( \frac{(DKO_t - \mu_{DKO})}{\sigma_{DKO}} + \frac{(\Delta REZ_t - \mu_{\Delta REZ})}{\sigma_{\Delta REZ}} + \frac{(\Delta FOF_t - \mu_{\Delta FOF})}{\sigma_{\Delta FOF}} + \frac{(BO_t - \mu_{BO})}{\sigma_{BO}} + \frac{(\Delta KVB_t - \mu_{\Delta KVB})}{\sigma_{\Delta KVB}} \right) / 5 \quad (4.10)$$

$$FSE - 7(L)_t = \left( \frac{(DKO_t - \mu_{DKO})}{\sigma_{DKO}} + \frac{(\Delta LNREZ_t - \mu_{\Delta LNREZ})}{\sigma_{\Delta LNREZ}} + \frac{(\Delta LNFOF_t - \mu_{\Delta LNFOF})}{\sigma_{\Delta LNFOF}} + \frac{(BO_t - \mu_{BO})}{\sigma_{BO}} + \frac{(\Delta LNKVB_t - \mu_{\Delta LNKVB})}{\sigma_{\Delta LNKVB}} \right) / 5 \quad (4.11)$$

Burada  $DKO_t$ , döviz kuru oynaklığını,  $REZ_t$  altın hariç net uluslararası rezervleri,  $FOF_t$  ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki farkını,  $BO_t$  hisse senedi oynaklığını,  $KVB_t$  kısa vadeli borç büyüme oranını,  $\mu_{DKO}$  döviz kuru oynaklığının ortalamasını,  $\mu_{\Delta REZ}$  rezerv değişiminin ortalamasını,  $\mu_{\Delta FOF}$  faiz oranı farkının değişiminin ortalamasını,  $\mu_{BO}$  hisse senedi oynaklığının ortalamasını,  $\mu_{\Delta KVB}$  kısa vadeli borç büyüme oranındaki değişimin ortalamasını  $\sigma_{DKO}$ ,  $\sigma_{\Delta REZ}$ ,  $\sigma_{\Delta FOF}$ ,  $\sigma_{BO}$  ve  $\sigma_{\Delta KVB}$  sırasıyla döviz kuru oynaklığının, rezerv değişiminin, faiz oranı farkının değişiminin, hisse senedi oynaklığının ve kısa vadeli borç büyüme oranındaki değişimin standart sapmalarını göstermektedir. (4.10)'da hesaplanan FSE-7 ile (4.11)'da hesaplanan FSE-7(L) farkı, ikinci formülde endeks hesaplanırken logaritmik dönüşüm serilerinin hesaplamada kullanılmasıdır. Şekil 4.7'de hesaplanan FSE-7 ve FSE-7(L) stres endekslerinin grafiği görülmektedir. FSE-7 endeksi 1994 ve 2001 krizlerini, FSE-7(L) endeksi 1991, 1994, 2001 ve 2008 krizlerini başarılı bir şekilde yakalarken, 2004, 2006, 2011 ve 2013 dönemlerini de stresi yüksek dönemler olarak yakalamıştır.

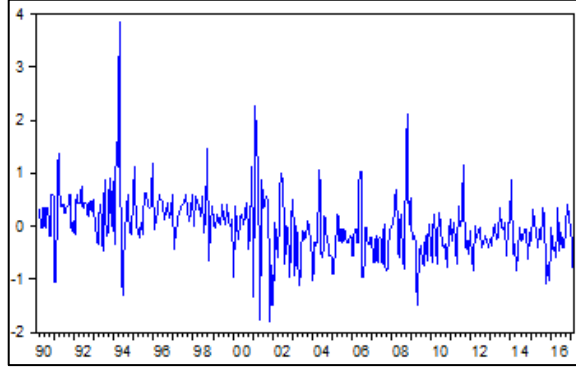


Şekil 4.7: FSE-7 ve FSE-7(L)

Sekizinci stres endeksi, para piyasasını temsil eden döviz kuru, uluslararası rezervler ve faiz oranlarını bir arada kullanırken hisse senedi piyasası oynaklığı, borç krizi stres göstergesi olarak kısa vadeli dış borç büyüme oranı ve bankacılık krizi stres göstergesi olarak toplam mevduat büyüme oranı katılarak hesaplanacaktır.

$$FSE - 8(L) = \left( \frac{(\Delta KO_t - \mu_{DKO})}{\sigma_{DKO}} + \frac{(\Delta LNREZ_t - \mu_{\Delta REZ})}{\sigma_{\Delta REZ}} + \frac{(\Delta LNFOF_t - \mu_{\Delta FOF})}{\sigma_{\Delta FOF}} + \frac{(BO_t - \mu_{BO})}{\sigma_{BO}} + \frac{(\Delta LNKVB_t - \mu_{\Delta KVB})}{\sigma_{\Delta KVB}} + \frac{(\Delta LNTM_t - \mu_{\Delta TM})}{\sigma_{\Delta TM}} \right) / 6 \quad (4.12)$$

Burada  $DKO_t$ , döviz kuru oynaklığını,  $REZ_t$  altın hariç net uluslararası rezervleri,  $FOF_t$  ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki farkını,  $BO_t$  hisse senedi oynaklığını,  $KVB_t$  kısa vadeli borç büyüme oranını,  $TM_t$  toplam mevduat büyüme oranı,  $\mu_{DKO}$  döviz kuru oynaklığının ortalamasını,  $\mu_{\Delta REZ}$  rezerv değişiminin ortalamasını,  $\mu_{\Delta FOF}$  faiz oranı farkının değişiminin ortalamasını,  $\mu_{BO}$  hisse senedi oynaklığının ortalamasını,  $\mu_{\Delta KVB}$  kısa vadeli borç büyüme oranındaki değişimin ortalamasını, toplam mevduat büyüme oranındaki değişimin ortalamasını,  $\sigma_{DKO}$ ,  $\sigma_{\Delta REZ}$ ,  $\sigma_{\Delta FOF}$ ,  $\sigma_{BO}$ ,  $\sigma_{\Delta KVB}$  ve  $\sigma_{\Delta TM}$  sırasıyla döviz kuru oynaklığının, rezerv değişiminin, faiz oranı farkının değişiminin, hisse senedi oynaklığının, kısa vadeli borç büyüme oranındaki değişimin ve toplam mevduat büyüme oranındaki değişimin standart sapmalarını göstermektedir. (4.12)'de hesaplanan FSE-8(L) endeksi hesaplanırken logaritmik dönüşüm serilerinin hesaplamada kullanılmıştır. Şekil 4.8'de hesaplanan FSE-8(L) stres endeksinin grafiği görülmektedir. Endeks, başarılı bir şekilde 1994, 2001, 2008 krizlerini yakalarken 1991, 1998, 2004, 2006, 2011 ve 2013 dönemlerini de stresi yüksek dönemler olarak yakalamıştır.



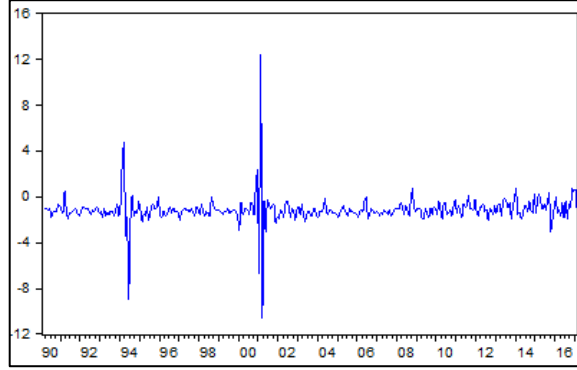
**Şekil 4.8: FSE-8(L)**

Dokuzuncu stres endeksi, para piyasasını temsil eden döviz kuru, uluslararası rezervler ve faiz oranlarını bir arada kullanırken hisse senedi piyasası oynaklığı, borç krizi stres göstergesi olarak kısa vadeli dış borç büyüme oranı, bankacılık krizi stres göstergesi olarak toplam mevduat büyüme oranı ve döviz kuru stres göstergesi olarak kullanılan değişkenlerden biri olan döviz kuru baskı endeksi (EMPI) katılarak hesaplanacaktır. FSE-9'un FSE-8'den farkı, döviz kuru değişkeninin endekse eklenmesi ve uluslararası rezervlerin ise -1 ile çarpılarak endekse dahil edilmesidir.

$$FSE - 9_t = \left( \frac{(\Delta KO_t - \mu_{\Delta KO})}{\sigma_{\Delta KO}} + \frac{(\Delta FOF_t - \mu_{\Delta FOF})}{\sigma_{\Delta FOF}} + \frac{(BO_t - \mu_{BO})}{\sigma_{BO}} + \frac{(\Delta KVB_t - \mu_{\Delta KVB})}{\sigma_{\Delta KVB}} + \frac{(\Delta TM_t - \mu_{\Delta TM})}{\sigma_{\Delta TM}} + \frac{(\Delta DK_t - \mu_{\Delta DK})}{\sigma_{\Delta DK}} - \frac{(\Delta REZ_t - \mu_{\Delta REZ})}{\sigma_{\Delta REZ}} \right) / 6 \quad (4.13)$$

Burada  $DKO_t$ , döviz kuru oynaklığını,  $REZ_t$  altın hariç net uluslararası rezervleri,  $FOF_t$  ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki farkını,  $BO_t$  hisse senedi oynaklığını,  $KVB_t$  kısa vadeli borç büyüme oranını,  $TM_t$  toplam mevduat büyüme oranı,  $\mu_{DKO}$  döviz kuru oynaklığının ortalamasını,  $\mu_{\Delta REZ}$  rezerv değişiminin ortalamasını,  $\mu_{\Delta FOF}$  faiz oranı farkının değişiminin ortalamasını,  $\mu_{BO}$  hisse senedi oynaklığının ortalamasını,  $\mu_{\Delta KVB}$  kısa vadeli borç büyüme oranındaki değişimin ortalamasını,  $\mu_{\Delta TM}$  toplam mevduat büyüme oranındaki değişimin ortalamasını,  $\mu_{\Delta DK}$  döviz kurundaki değişimin ortalamasını,  $\sigma_{DKO}$ ,  $\sigma_{\Delta REZ}$ ,  $\sigma_{\Delta FOF}$ ,  $\sigma_{BO}$ ,  $\sigma_{\Delta KVB}$ ,  $\sigma_{\Delta TM}$  ve  $\sigma_{\Delta DK}$  sırasıyla döviz kuru oynaklığının, rezerv değişiminin, faiz oranı farkının değişiminin, hisse senedi oynaklığının, kısa vadeli borç büyüme oranındaki değişimin, toplam mevduat büyüme oranındaki değişimin ve döviz kurundaki değişimin standart

sapmalarını göstermektedir. Şekil 4.9’da hesaplanan FSE-9 stres endeksinin grafiği görülmektedir. Endeksin sadece 1994 ve 2001 krizlerini yakaladığı görülmektedir.



**Şekil 4.9: FSE-9**

Yukarıda hesaplanan endeksler, eşit ağırlıklandırma yaklaşımına göre hesaplanmışlardı. Aşağıda ise temel bileşenler analizine göre ağırlıklandırılan değişkenler için oluşturulan endeksler ve analiz sonuçları yer almaktadır. Burada sadece model tahmin sonuçlarında iyi sonuçlar veren endekslerin sonuçlarına yer verilmiştir.

Temel bileşenler analizinin sonuçları Tablo 4.5’de verilmiştir.

**Tablo 4.5**  
**Temel Bileşenler Analiz Sonuçları**

<b>FSE-10</b>	<b>Ağırlık (PC1)</b>	<b>FSE-11</b>	<b>Ağırlık (PC1)</b>
DKO	0.692	BO	0.546
REZ	-0.255	DKO	0.568
FOF	0.6745	FOF	0.111
		REZ	0.604
Toplam Değişim	%42,10	Toplam Değişim	%34,66
<b>FSE-11(L)</b>	<b>Ağırlık (PCI)</b>	<b>FSE-12</b>	<b>Ağırlık (PCI)</b>
BO	0.135	BO	0.330
DKO	0.701	DKO	0.424
LNFOF	-0.111	FOF	0.005
LNREZ	0.691	EMPI	0.393
		TM	0.550
		KVB	0.502
Toplam Değişim	%36,79	Toplam Değişim	%32,81

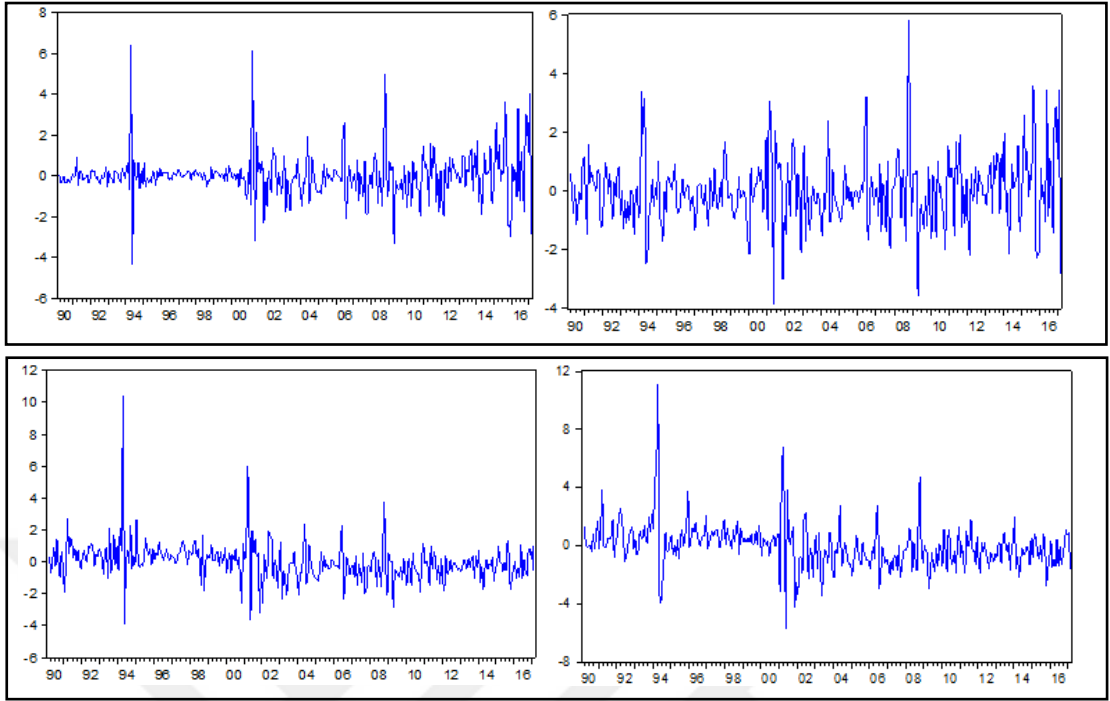
Buna göre FSE-10'da birinci temel bileşen üç göstergedeki toplam değişimin %42'sini, FSE-11'de birinci temel bileşen dört göstergedeki toplam değişimin %34'ünü, FSE-11(L)'de birinci temel bileşen dört göstergedeki toplam değişimin %36,79'unu ve FSE-12 de birinci temel bileşen altı göstergedeki toplam değişimin %32.81'ini açıklamaktadır. Her bir piyasa için kullanılan değişkenlerin artması her bir sektörün birinci temel bileşene katkılarının değişmesine neden olmuştur.

Bu bulgulara göre FSE-10 endeksi, döviz kuru oynaklığı ( $DKO_t$ ), altın hariç net uluslararası rezervler ( $REZ_t$ ), ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki fark ( $FOF_t$ ) temel bileşenler analizine göre ağırlıklandırılarak oluşturulmuştur.

FSE-11 endeksi döviz kuru oynaklığı ( $DKO_t$ ), altın hariç net uluslararası rezervler ( $REZ_t$ ), ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki fark ( $FOF_t$ ) ve hisse senedi piyasası oynaklığı ( $BO_t$ ) temel bileşenler analizine göre ağırlıklandırılarak oluşturulmuştur. FSE-11(L)'nin FSE-11'den farkı değişkenlerin logaritmik dönüşümlerinin temel bileşenler analizine göre ağırlıklandırılarak oluşturulmasıdır. LNFOF ve LNREZ, ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki farkın ve altın hariç net uluslararası rezervler logaritmik dönüşümünü göstermektedir

FSE-12 endeksi döviz kuru oynaklığı ( $DKO_t$ ), ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki fark ( $FOF_t$ ) ve hisse senedi piyasası oynaklığı ( $BO_t$ ), döviz kuru baskı endeksi ( $EMPI_t$ ), toplam mevduat büyüme oranı ( $TM_t$ ) ve kısa vadeli borç büyüme oranı ( $KVB_t$ ) değişkenleri temel bileşenler analizine göre ağırlıklandırılarak toplulaştırılmıştır.

Şekil 4.10'da hesaplanan FSE-10, FSE-11, FSE-11(L) ve FSE-12 stres endekslerinin grafikleri görülmektedir. Endeksler, başarılı bir şekilde 1994, 2001 ve 2008 krizlerini yakalarken genel olarak 1991, 1998, 2004, 2006, 2011, 2013 ve 2011 dönemlerini de stresi yüksek dönemler olarak yakalamıştır.



**Şekil 4.10: FSE-10, FSE-11, FSE-11(L) ve FSE-12**

Endekslere ilişkin grafiklerde genel olarak ekonomik temellerdeki zayıflıkların yanında küresel piyasalardaki olumsuzluklar ve politik istikrarsızlık nedeniyle stresin arttığı görülmektedir. Finansal stresin zirve yaptığı dönemler 1991, 1994, 1998, 2000-2001 ve 2008 kriz yılları olmuştur. Finansal piyasalar 1991 Körfez savaşı, 1994 yılında Avrupa Para Sistem Kriz (ERM) ve Körfez Krizi, 1998 yılında ise Rusya Krizi olmak üzere dışsal şoklarından etkilenmiştir. 2002 yılında yaşanan politik gelişmeler ve erken genel seçim piyasalarda stresin artmasına neden olmuştur. Ayrıca 2011 yılında Euro bölgesinin yaşadığı borç krizi küresel büyümede azalmaya neden olurken, finansal piyasalarda stresin artmasına neden olmuştur. 2013 yılına gelindiğinde ise küresel para politikalarındaki belirsizlik, 17 Aralık sonrası yaşanan politik istikrarsızlıklar stresi arttıran unsurlar olmuştur. 2015 yılında küresel piyasalardaki belirsizliğin yaratmış olduğu oynaklıklar ve aynı yıl iki genel seçimin yapılması sonucu yaşanan politik istikrarsızlıklar finansal stresin artmasına neden olmuştur. Finansal piyasalarda özellikle 2001 krizinden önce stresin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedeni ise 15 Mayıs 2001 yılında Güçlü Ekonomiye Geçiş Programı ile bankacılık sektörü için yapılan yapısal reformlara ağırlık verilmiş olmasıdır. Bu sayede dış finansmana ağırlık verilerek finansal piyasaların kırılganlığının azalması sağlanmıştır.

## 4.2. Markov Rejim Değişim Modelleri

Yukarıda finansal stres endekslerinin elde edilişi anlatılmış, seriler hakkında genel bilgi verilmişti. Aşağıda ise serilerin doğrusal olup olmadığı, durağan olup olmadığı testlerle ortaya konduktan sonra model kurma aşamasına geçilmektedir.

### 4.2.1. Durağanlık Testi ve BDS Testi

Doğrusal olmayan zaman serisi modellerinin tanımlanabilmesi/ oluşturulabilmesi için öncelikle serilerin doğrusal olmayan yapılarının ortaya konması gerekmektedir. Bu doğrultuda BDS bağımsızlık testi yardımı ile endekslerin doğrusal olmayan yapıları ortaya konulacaktır. Çünkü BDS testi, serilerin geçmiş değerleri arasında bağımlılığı, bu kapsamda doğrusal olmayan yapının varlığını ortaya çıkarmada yardımcı test olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak serilerin ilk önce durağan olup olmadıklarının test edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle endekslere birim kök testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.6'da verilmiştir. Test sonucunda tüm endekslerin durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Tablo 4.6**  
**Endeklere İlişkin Birim Kök Sınaması**

ENDEKSLER	ADF Birim Kök Testi	PP Birim Kök Testi
	T-istatistiği (Düzy)	T-istatistiği (Düzy)
FSE-1	-21.11798*	-21.30247*
FSE-2	-11.75893*	-44.50889*
FSE-3	-17.99260*	-17.99260*
FSE-4	-16.85234*	-16.99153*
FSE-5	-27.76098*	-44.85898*
FSE-5 (L)	-11.02053*	-17.81912*
FSE-6	-12.31032*	-39.63006*
FSE-6 (L)	-17.27783*	-17.26465*
FSE-7	-11.83092*	-31.40074*
FSE-7 (L)	-15.09438*	-15.09919*
FSE-8 (L)	-14.71889*	-15.33178*
FSE-9	-25.81368*	-28.52509*
FSE-10	-19.45845*	-19.51998*
FSE-11	-16.02416*	-15.90375*
FSE-11(L)	-18.01305*	-18.28100*
FSE-12	-15.01851*	-15.0851*

**Not:** \* %1 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tümü durağan olduğu belirlenen endeks serilerinin bağımsız olup olmamaları dolayısı ile doğrusal olup olmadıkları belirlemek amacı ile yapılan BDS testi sonuçları, Tablo 4.7’de verilmiştir.

**Tablo 4.7**  
**Endekslerin Bağımsızlık/Doğrusallık Sınaması**

<b>FSE-1</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0305	0.0549	5.5607	0.0000	26864.0	0.5165	36254.0	0.6971	0.4860
3	0.0521	0.0086	6.0316	0.0000	20173.0	0.3903	36008.0	0.6967	0.3382
4	0.0654	0.0101	6.4303	0.0000	15424.0	0.3003	35754.0	0.6961	0.2348
5	0.0730	0.0104	6.9613	0.0000	12079.0	0.2366	35535.0	0.6962	0.1635
6	0.0749	0.0100	7.4789	0.0000	9571.0	0.1886	35307.0	0.6961	0.1137
<b>FSE-2</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0120	0.0016	7.5359	0.0000	49431.0	0.9505	50378.0	0.9687	0.9384
3	0.0234	0.0034	6.7380	0.0000	48183.0	0.9323	50061.0	0.9686	0.9088
4	0.0400	0.0056	7.0771	0.0000	47255.0	0.9200	49745.0	0.9685	0.8800
5	0.0559	0.0080	6.9462	0.0000	46337.0	0.9078	49430.0	0.9684	0.8519
6	0.0711	0.0106	6.7095	0.0000	45429.0	0.8956	49116.0	0.9683	0.8245
<b>FSE-3</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0490	0.0069	7.0754	0.0000	19255.0	0.3702	29472.0	0.5667	0.3211
3	0.0815	0.0089	9.1219	0.0000	13797.0	0.2669	29469.0	0.5702	0.1853
4	0.0961	0.0086	11.107	0.0000	10457.0	0.2036	29408.0	0.5725	0.1074
5	0.1049	0.0073	14.299	0.0000	8592.0	0.1683	29401.0	0.5760	0.0634
6	0.1071	0.0057	18.603	0.0000	7357.0	0.1450	29395.0	0.5795	0.0378
<b>FSE-4</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0367	0.0071	5.1465	0.0000	23239.0	0.4441	33398.0	0.6382	0.4073
3	0.0737	0.0103	7.1418	0.0000	17318.0	0.3330	33160.0	0.6376	0.2592
4	0.0994	0.0112	8.8784	0.0000	13894.0	0.2688	33153.0	0.6414	0.1693
5	0.1193	0.0106	11.206	0.0000	11671.0	0.2272	32900.0	0.6405	0.1078
6	0.1298	0.0093	13.848	0.0000	10279.0	0.2013	32889.0	0.6443	0.0715
<b>FSE-5</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0219	0.0021	10.393	0.0000	48881.0	0.9399	49826.0	0.9581	0.9180
3	0.0426	0.0045	9.3869	0.0000	47643.0	0.9218	49511.0	0.9580	0.8792
4	0.0678	0.0073	9.2836	0.0000	46721.0	0.9096	49196.0	0.9578	0.8418
5	0.0917	0.0102	8.9140	0.0000	45809.0	0.8975	48882.0	0.9577	0.8057
6	0.1144	0.0134	8.5275	0.0000	44906.0	0.8853	48569.0	0.9575	0.7709

**Tablo 4.7 Devam**  
**Endekslerin Bağımsızlık/Doğrusallık Sınaması**

<b>FSE-5(L)</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0178	0.0038	4.6335	0.0000	11379.0	0.2188	23312.0	0.4482	0.2009
3	0.0238	0.0039	6.0590	0.0000	5859.0	0.1133	23120.0	0.4473	0.0895
4	0.0237	0.0301	7.8756	0.0000	3257.0	0.0633	22920.0	0.4462	0.0396
5	0.0193	0.0020	9.5502	0.0000	1888.0	0.0369	22772.0	0.4461	0.0176
6	0.0145	0.0012	11.574	0.0000	1137.0	0.0224	22625.0	0.4460	0.0078
<b>FSE-6</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0258	0.0022	11.420	0.0000	48533.0	0.9332	49537.0	0.9525	0.9074
3	0.0525	0.0048	10.847	0.0000	47373.0	0.9166	49225.0	0.9524	0.8641
4	0.0810	0.0077	10.451	0.0000	46409.0	0.9036	48912.0	0.9523	0.8225
5	0.1077	0.0108	9.9165	0.0000	45454.0	0.8905	48601.0	0.9522	0.7828
6	0.1326	0.0140	9.4280	0.0000	44510.0	0.8775	48291.0	0.9520	0.7448
<b>FSE-6(L)</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0186	0.0030	6.1553	0.0000	8891.0	0.1709	20296.0	0.3902	0.1523
3	0.0180	0.0026	6.7051	0.0000	3989.0	0.0771	20131.0	0.3895	0.0591
4	0.0131	0.0018	7.3194	0.0000	1850.0	0.0360	19965.0	0.3887	0.0228
5	0.0089	0.0010	8.5153	0.0000	913.0	0.0178	19856.0	0.3890	0.0089
6	0.0054	0.0005	9.5804	0.0000	453.0	0.0089	19725.0	0.3888	0.0034
<b>FSE-7</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0289	0.0027	10.661	0.0000	46711.0	0.8982	48486.0	0.9323	0.8693
3	0.0548	0.0056	9.6557	0.0000	45180.0	0.8742	48360.0	0.9357	0.8193
4	0.0855	0.0089	9.5991	0.0000	43745.0	0.8517	48052.0	0.9355	0.7662
5	0.1118	0.0122	9.1515	0.0000	42334.0	0.8294	47762.0	0.9357	0.7175
6	0.1361	0.0155	8.7784	0.0000	40946.0	0.8072	47459.0	0.9356	0.6710
<b>FSE-7(L)</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0252	0.0033	7.452	0.0000	10066.0	0.1935	21338.0	0.41032	0.1683
3	0.0232	0.0031	7.331	0.0000	4742.0	0.0917	21151.0	0.4092	0.0685
4	0.0171	0.0022	7.693	0.0000	2307.0	0.0449	20974.0	0.4083	0.0278
5	0.0112	0.0013	8.220	0.0000	1154.0	0.0226	20845.0	0.4084	0.0113
6	0.0066	0.0007	8.521	0.0000	570.0	0.0112	20681.0	0.4077	0.0045

**Tablo 4.7 Devam**  
**Endekslerin Bağımsızlık/Doğrusallık Sınaması**

<b>FSE-8(L)</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0222	0.0028	7.7730	0.0000	8652.0	0.1663	19744.0	0.3796	0.1441
3	0.0217	0.0024	8.7874	0.0000	3930.0	0.0760	19576.0	0.3786	0.0542
4	0.0173	0.0016	10.768	0.0000	1935.0	0.0376	19393.0	0.3775	0.0203
5	0.0116	0.0009	12.675	0.0000	986.0	0.0193	19278.0	0.3777	0.0076
6	0.0069	0.0004	14.378	0.0000	498.0	0.0098	19110.0	0.3767	0.0028
<b>FSE-9</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0330	0.0034	9.4922	0.0000	43658.0	0.8395	46700.0	0.8980	0.8064
3	0.0644	0.0070	9.1558	0.0000	41219.0	0.7975	46600.0	0.9016	0.7331
4	0.0905	0.0106	8.5048	0.0000	38975.0	0.7588	46437.0	0.9041	0.6682
5	0.1033	0.0140	7.3283	0.0000	36815.0	0.7212	46356.0	0.9082	0.6179
6	0.1246	0.0172	7.2179	0.0000	34724.0	0.6846	46049.0	0.9078	0.5600
<b>FSE-10</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0425	0.0064	6.5983	0.0000	28028.0	0.5389	36639.0	0.7045	0.4963
3	0.0740	0.0102	7.2230	0.0000	22235.0	0.4302	36634.0	0.7088	0.3561
4	0.0977	0.0122	8.0033	0.0000	18071.0	0.3518	36464.0	0.7099	0.2540
5	0.1112	0.0127	8.7292	0.0000	15164.0	0.2971	36454.0	0.7142	0.1858
6	0.1196	0.0123	9.7217	0.0000	13048.0	0.2572	36446.0	0.7185	0.1376
<b>FSE-11</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0317	0.0050	6.3190	0.0000	23609.0	0.4539	33791.0	0.6497	0.4222
3	0.0484	0.0073	6.5774	0.0000	16932.0	0.3276	33777.0	0.6536	0.2791
4	0.0546	0.0080	6.7516	0.0000	12199.0	0.2375	33587.0	0.6539	0.1828
5	0.0497	0.0077	6.3938	0.0000	8813.0	0.1726	33561.0	0.6575	0.1229
6	0.0450	0.0069	6.5001	0.0000	6518.0	0.1285	33553.0	0.6611	0.0835
<b>FSE-11(L)</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0108	0.0050	2.1789	0.0293	27499.0	0.5287	37424.0	0.7196	0.5178
3	0.0255	0.0081	3.1491	0.0016	20591.0	0.3984	37198.0	0.7197	0.3728
4	0.0357	0.0098	3.6215	0.0003	15551.0	0.3027	36922.0	0.7188	0.2670
5	0.0463	0.0104	4.4226	0.0000	12151.0	0.2380	36680.0	0.7186	0.1916
6	0.0499	0.0103	4.8434	0.0000	9507.00	0.1874	36437.0	0.7183	0.1374

**Tablo 4.7 Devam**  
**Endekslerin Bağımsızlık/Doğrusallık Sınaması**

FSE-12									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0301	0.0037	8.0667	0.0000	12953.0	0.2490	24331.0	0.4678	0.2189
3	0.0329	0.0039	8.2740	0.0000	6986.0	0.1351	24164.0	0.4675	0.1022
4	0.0289	0.0031	9.1020	0.0000	3933.0	0.0765	23991.0	0.4671	0.0476
5	0.0216	0.0022	9.7018	0.0000	2239.0	0.0438	23847.0	0.4672	0.0222
6	0.0149	0.0014	10.396	0.0000	1281.0	0.0252	23645.0	0.4661	0.0102

Tabloda verilen BDS testi z istatistiği ve olasılık değerleri dikkate alındığında, tüm boyutlarda %5 anlamlılık düzeyinde serilerin bağımsız/doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi reddedilmiştir. Böylece endeks serilerinin tüm boyutlarda bağımlı, dolayısı ile doğrusal olmadığı ortaya konmuş ve doğrusal olmayan zaman serisi modelleriyle incelenmesinin uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

#### 4.2.2. Finansal Stres Endeksleri için Markov Rejim Değişim Modelleri

Bu çalışmada kriz olasılıklarının hesaplanması amacıyla Markov rejim değişim modeli tercih edilmiştir. Finansal stres endekslerindeki rejim geçişleri, Beklenti Maksimizasyonu (EM) Algoritması uygulanarak maksimum olabilirlik tahmincileri elde edilmiştir. İki rejimli modellerde  $s_t = 1$  normal stres dönemi (kriz olmayan dönem),  $s_t = 2$  yüksek stres dönemi (kriz dönemi) olarak tanımlanmıştır. Üç rejimli modellerde ise  $s_t = 1$  ve  $s_t = 2$  düşük ve normal stres dönemini,  $s_t = 3$  yüksek stres dönemini (kriz dönemi) tanımlamaktadır. Yüksek ortalama ve yüksek oynaklığa sahip rejim, yüksek stres dönemi olarak kabul edilirken, ortalaması ve oynaklığı düşük olan rejim iki veya üç rejimli olmasına göre düşük stres ya da normal stres dönemi olarak kabul edilmiştir.

Markov rejim değişim modellerinde rejim sayısına AIC, SC bilgi kriterleri için en küçük ve log olabilirlik oranı için ise en yüksek değerine göre karar verilmiştir. Bazı endeksler için 2 rejimli, bazıları için ise 3 rejimli model tercihi yapılmıştır. Aşağıda bu kriterlere göre rejim sayısına karar verilmiş her bir endeks için en uygun Markov rejim değişim modelleri yer almaktadır.

İlk Markov rejim değişim modeli FSE-1 için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.8 'de verilmiştir.

**Tablo 4.8**  
**FSE-1 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(3)-DR**

Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		Rejim 3	
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği
Sabit	-0.2719	-4.55	0.1510	3.87	1.098	1.40
FSE – 1 <sub>t-1</sub>	-0.2879	-3.88	-0.0171	-0.186	-0.463	-1.85
FSE – 1 <sub>t-2</sub>	-0.1761	-2.33	0.0404	0.533	-0.412	-1.55
FSE – 1 <sub>t-3</sub>	-0.038	-0.533	0.088	2.11	-0.506	-1.41
Sigma	0.7058	15.9	0.3256	13.5	2.751	5.79
<b>Rejim Özellikleri</b>				<b>Rejim Olasılıkları Matrisi(*)</b>		
	<b>Gözlem Sayısı</b>	<b>Olasılık</b>	<b>Süre (ay)</b>	<b>Rejim 1</b>	<b>Rejim 2</b>	<b>Rejim 3</b>
<b>Rejim 1</b>	192	59.81	48	0.982	0.007	0.009
<b>Rejim 2</b>	114	35.51	38	0.000	0.973	0.026
<b>Rejim 3</b>	15	4.67	3	0.173	0.102	0.723
<b>Düşük Stres Dönemi</b>	<b>Normal Stres Dönemi</b>		<b>Yüksek Stres Dönemi</b>			
1990(3)-1991(2)	1994(6)-1995(3)		1991(3)-1991(3)			
1991(4)-1994(1)	2001(7)-2001(10)		1994(2)-1994(5)			
1995(4)-2000(11)	2001(12)-2008(8)		2000(12)-2001(6)			
	2008(11)-2016(11)		2001(11)-2001(11)			
			2008(9)-2008(10)			
<b>Varsayımlar</b>				<b>Prob.</b>		
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(15)$		270.65	0.0000			
Normallik Testi $\chi^2(2)$		4.561	0.1022			
ARCH 1-1 Test F(1,299)		0.0378	0.8460			
Portmanteau Test $\chi^2(36)$		36.19	0.459			

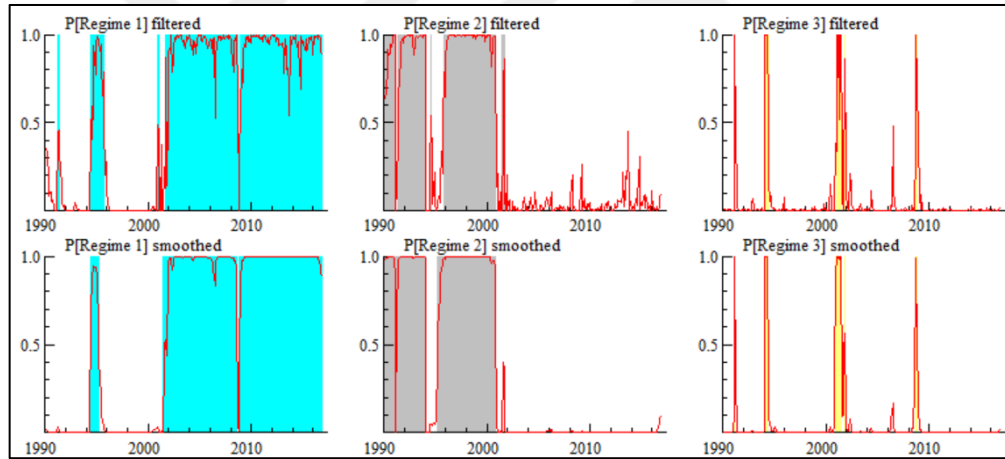
(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-1 için en uygun olduğu belirlenen MSIH(3)-DR modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanteo testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.8' de yer alan LR olabilirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 düşük stres dönemi, rejim 3 yüksek stres dönemi olarak adlandırılmıştır. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra 1. rejimde kalma olasılığı 0,98; 1. rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0.007 ve 1. rejimde iken 3. rejime geçme olasılığı 0,009 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden düşük ve yüksek stres rejimlerine

geçme olasılığının olmadığını göstermektedir. Rejim 2’ de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,97; 3. rejimde iken 3. rejimde kalma olasılığı 0,72 olarak bulunmuştur. 1. ve 2. rejimlerde iken aynı rejimde kalma olasılıklarının çok yüksek olduğu, diğer rejimlere geçiş olasılıklarının ise çok düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 321 gözlemin 192 gözlemi rejim 1’de, yani normal stres döneminde yer alırken 114 gözlem düşük stres döneminde, 15 gözlem yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 48 ay, 2. rejimde 38 ay ve 3. rejimde 3 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 3 ay gibi bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.11 ‘de MSIH(3)-DR modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.11: FSE-1 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.11’de rejim 3’ün rejim sınıflandırmasında 1991(3)-1991(3), 1994(2)-1994(5), 2000(12)-2001(6), 2001(11)-2001(11) ve 2008(9)-2008(10) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin Türkiye’nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olduğu ifade edilebilir.

Rejim 1’in olasılığı, 59,81, rejim 2’nin olasılığı 35,51 ve rejim 3’ün olasılığı 4,67’dir. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde ilk iki rejimin ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde, 1991 yılının ikinci ayından itibaren

krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 1994 Nisan krizi 2 ay öncesinden öngörülürken, 2000(12)-2001(6) dönemi 2000 ve 2001 krizlerini kapsamaktadır. 2008 küresel krizinin etkilerinin de bir ay öncesinden öngörüldüğü söylenebilir.

İkinci Markov rejim değişim modeli FSE-2 için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.9 'de verilmiştir.

**Tablo 4.9**  
**FSE-2 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(2)-DR**

Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	
Sabit	-4.25	-19.3	-7.46	-4.30	
FSE – $2_{t-1}$	-0.103	-1.77	-0.59	-4.05	
FSE – $2_{t-3}$	-0.03	-3.84	0.073	0.245	
FSE – $2_{t-4}$	0.019	1.76	-1.304	-3.72	
FSE – $2_{t-6}$	-0.101	-6.31	0.058	0.038	
Sigma	0.466	11.4	7.82	7.12	
<b>Rejim Özellikleri</b>			<b>Rejim Olasılıkları Matrisi(*)</b>		
	<b>Gözlem Sayısı</b>	<b>Olasılık</b>	<b>Süre (ay)</b>	<b>Rejim 1</b>	<b>Rejim 2</b>
<b>Rejim 1</b>	272	87.18	30.22	0.9652	0.0347
<b>Rejim 2</b>	40	12.82	4.44	0.2348	0.7651
<b>Normal Stres Dönemi</b>	<b>Yüksek Stres Dönemi</b>				
1991(6)-1993(10)	1991(3)-1991(5)				
1994(9)-1995(1)	1993(11)-1994(8)				
1995(3)-1995(5)	1995(2)-1995(2)				
1996(1)-1998(6)	1995(6)-1995(12)				
1998(9)-1999(12)	1998(7)-1998(8)				
2000(3)-2000(6)	2000(1)-2000(2)				
2001(5)-2001(7)	2000(7)-2001(4)				
2001(12)-2008(9)	2001(8)-2001(11)				
2008(11)-2017(2)	2008(10)-2008(10)				
<b>Varsayımlar</b>			<b>Prob.</b>		
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(8)$		889.78	0.000		
Normallik Testi $\chi^2(2)$		6.6503	0.0360		
ARCH 1-1 Test F(1,296)		4.7562	0.030		
Portmanteau Test $\chi^2(36)$		34.467	0.401		

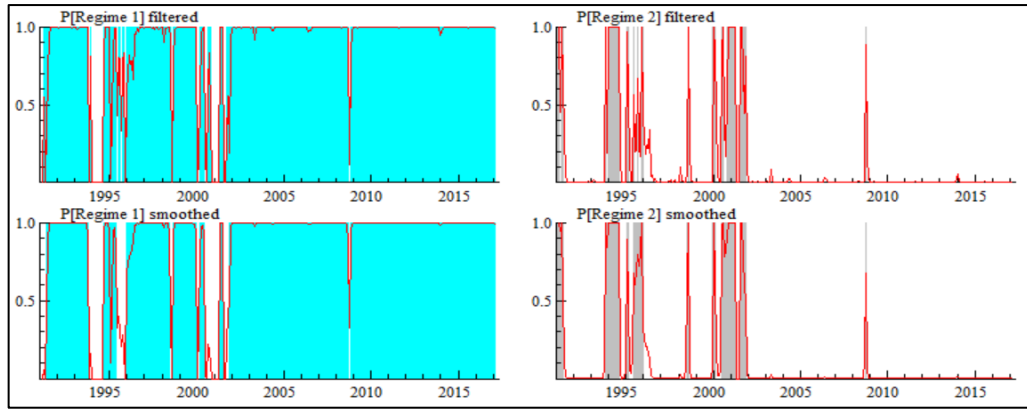
(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-2 için en uygun olduğu belirlenen MSIH(2)-DR modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanteau testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo

4.9’ da yer alan LR olabilirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 yüksek stres dönemidir. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra birinci rejimde kalma olasılığı 0,96; 1.rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0,034 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden yüksek stres dönemine geçme olasılığının oldukça düşük (0,034) olduğunu göstermektedir. Rejim 2’de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,76 olarak bulunmuştur. 1. rejimde kalma olasılığının diğer rejimlerde kalma olasılığından daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 312 gözlemin 272 gözlemi rejim 1’de, yani normal stres döneminde, 40 gözlem rejim 2’de yani yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 30 ay, 2. rejimde 4 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 4 ay gibi kısa bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.12 ‘de MSIH(2)-DR modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.12: FSE-2 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.11’de rejim 2’nin sınıflandırmasına baktığımızda 1991(3)-1991(5), 1993(11)-1994(8), 1995(2)-1995(2), 1995(6)-1995(12), 1998(7)-1998(8), 2000(1)-2000(2), 2000(7)-2001(4), 2001(8)-2001(11) ve 2008(10)-2008(10) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin Türkiye’nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olarak ifade edilebilir.

Rejim 1'in olasılığı 87,18, rejim 2'nin olasılığı 12,82'dir. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde rejim 1'in ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde 1991'in üçüncü ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 1994 krizi 5 ay, 1998 krizi 1 ay, 2000 ve 2001 krizleri dört ay öncesinden öngörülürken 2008 küresel krizini de kapsamaktadır. 1995(6)-1996(12) 18 aylık dönemde yüksek stres dönemi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Üçüncü Markov rejim değişim modeli FSE-3 için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.10 'de verilmiştir.

**Tablo 4.10**  
**FSE-3 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(3)-DR**

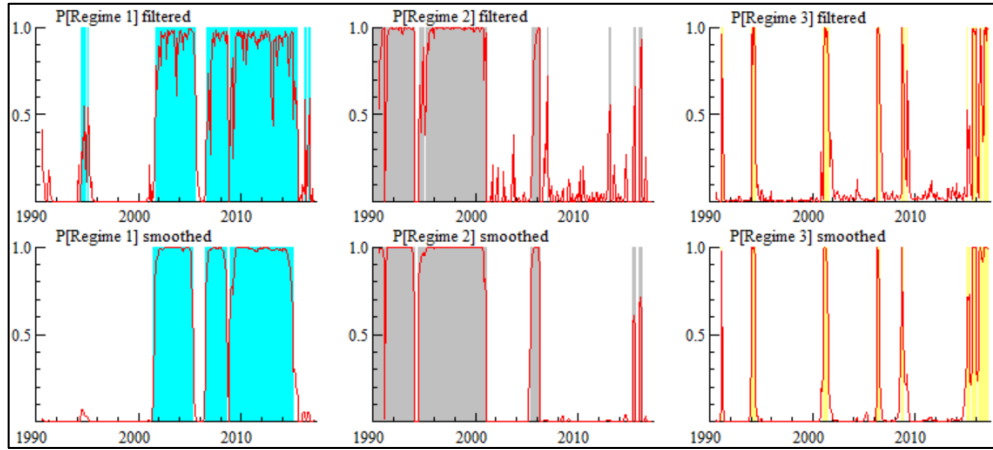
Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		Rejim 3	
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği
Sabit	-0.121	-1.97	-0.017	-1.04	0.500	1.72
FSE - $3_{t-1}$	-0.033	-0.398	-0.174	-2.75	-0.099	-0.57
Sigma	0.68	15.3	0.184	15.1	1.66	8.18
Rejim Özellikleri				Rejim Olasılıkları Matrisi(*)		
	Gözlem Sayısı	Olasılık	Süre (ay)	Rejim 1	Rejim 2	Rejim 3
<b>Rejim 1</b>	145	45.31	48.33	0.970	0.009	0.019
<b>Rejim 2</b>	139	43.44	23.17	0.000	0.961	0.038
<b>Rejim 3</b>	36	11.25	4.50	0.084	0.094	0.821
Düşük Stres Dönemi	Normal Stres Dönemi		Yüksek Stres Dönemi			
1990(7)-1991(2) 1991(4)-1994(1) 1994(7)-2001(1) 2005(5)-2006(4) 2015(5)-2015(7) 2016(1)-2016(3)	2001(7)-2005(4) 2006(8)-2008(8) 2008(12)-2015(1)		1991(3)-1991(3) 1994(2)-1994(6) 2001(2)-2001(6) 2006(5)-2006(7) 2008(9)-2008(11) 2015(2)-2015(4) 2015(8)-2015(12) 2016(4)-2017(2)			
Varsayımlar			Prob.			
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(11)$		281.79	0.0000			
Normallik Testi $\chi^2(2)$		3.62	0.1631			
ARCH 1-1 Test F(1,304)		0.2571	0.6155			
Portmanteau Test $\chi^2(36)$		26.83	0.8660			

(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-3 için en uygun olduğu belirlenen MSIH(3)-DR modeli artışlarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanto testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.10' da yer alan LR olabirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 düşük stres dönemi, rejim 3 yüksek stres dönemi olarak adlandırılmıştır. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra 1. rejimde kalma olasılığı 0,97; 1. rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0,009 ve 1. rejimde iken 3. rejime geçme olasılığı 0,019 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden düşük stres dönemine geçme olasılığının 0,009, yüksek stres rejimine geçme olasılığının düşük (0,019) olduğu görülmektedir. Rejim 2. de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,96; 3. rejimde iken 3. rejimde kalma olasılığı 0,82 olarak bulunmuştur. 1. ve 2. rejimlerde iken aynı rejimde kalma olasılıklarının çok yüksek olduğu, diğer rejimlere geçiş olasılıklarının ise çok düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 320 gözlemin 145 gözlemi rejim 1'de, yani normal stres döneminde yer alırken, 114 gözlem düşük stres döneminde ve 15 gözlem yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 48 ay, 2. rejimde 23 ay ve 3. rejimde 4 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 4 ay gibi bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.13 'de MSIH(3)-DR modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.13: FSE-3 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.13’de rejim 3’ün rejim sınıflandırmasında 1991(3)-1991(3), 1994(2)-1994(6), 2001(2)-2001(6), 2006(5)-2006(7), 2008(9)-2008(11), 2015(2)-2015(4), 2015(8)-2015(12), 2016(4)-2017(2) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin Türkiye’nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olduğu ifade edilebilir.

Rejim 1’in olasılığı, 45,31, rejim 2’nin olasılığı 43,44 ve rejim 3’ün olasılığı 11,25’dir. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde ilk iki rejimin ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde, 1991 yılının üçüncü ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 1994 krizi 2 ay ve 2008 krizi bir ay öncesinden öngörülürken, 2001 krizinin yanı sıra 2015 ve 2016 yılları da yüksek stres dönemi olarak ortaya çıkmıştır. 2015 yılı Türkiye’nin iki genel seçimin yapıldığı bir yıl olmuştur ve belirsizlik ortamı finansal piyasalarda strese yol açmıştır. Ayrıca 2016 yılına geldiğimizde yaşanan darbe girişimi, yabancı sermayenin kaçışına neden olmuş bu durum piyasalarda stresi artırmıştır. Türkiye kriz tarih dönemleri öngörülürken Kasım 2000 krizi yüksek finansal stres dönemi olarak tahmin edilememiştir.

Dördüncü Markov rejim değişim modeli FSE-4 için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.11 'de verilmiştir.

**Tablo 4.11**  
**FSE-4 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(2)**

Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	
Sabit	-0.089	-2.09	0.479	0.936	
Sigma	0.660	20.3	2.91	7.31	
<b>Rejim Özellikleri</b>			<b>Rejim Olasılıkları Matrisi(*)</b>		
	<b>Gözlem Sayısı</b>	<b>Olasılık</b>	<b>Süre (ay)</b>	<b>Rejim 1</b>	<b>Rejim 2</b>
<b>Rejim 1</b>	270	90.30	45	0.976	0.023
<b>Rejim 2</b>	29	9.70	4.83	0.159	0.840
<b>Normal Stres Dönemi</b>	<b>Yüksek Stres Dönemi</b>				
1992(8)-1993(10)	1991(12)-1992(7)				
1994(8)-1994(11)	1993(11)-1994(7)				
1995(2)-1995(9)	1994(12)-1995(1)				
1995(12)-2000(10)	1995(10)-1995(11)				
2001(6)-2008(8)	2000(11)-2001(5)				
2008(10)-2016(10)	2008(9)-2008(9)				
<b>Varsayımlar</b>			<b>Prob.</b>		
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(4)$		192.89	0.000		
Normallik Testi $\chi^2(2)$		0.223	0.894		
ARCH 1-1 Test F(1,314)		1.375	0.241		
Portmanteau Test $\chi^2(36)$		48.48	0.079		

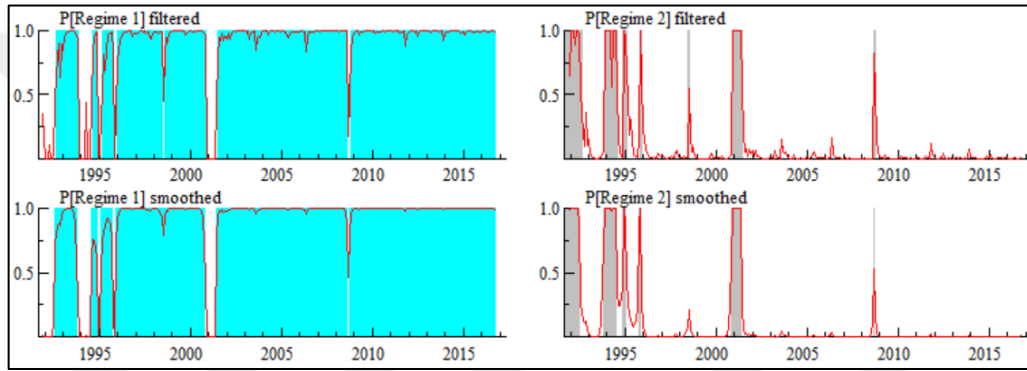
(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-4 için en uygun olduğu belirlenen MSIH(2) modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanto testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.11' de yer alan LR olabilirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 yüksek stres dönemidir. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra birinci rejimde kalma olasılığı 0,97; 1.rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0,023 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden yüksek stres dönemine geçme olasılığının oldukça düşük (0,023) olduğunu göstermektedir. Rejim 2'de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,84 olarak

bulunmuştur. 1. rejimde kalma olasılığının diğer rejimlerde kalma olasılığından daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 299 gözlemin 270 gözlemi rejim 1’de, yani normal stres döneminde, 29 gözlem rejim 2’de yani yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 45 ay, 2. rejimde 4 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 4 ay gibi kısa bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.14 ‘de MSIH(2) modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır



**Şekil 4.14: FSE-4 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.14’de rejim 2’nin sınıflandırmasına baktığımızda 1991(12)-1992(7), 1993(11)-1994(7), 1994(12)-1995(1), 1995(10)-1995(11), 2000(11)-2001(5), 2008(9)-2008(9) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin Türkiye’nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olarak ifade edilebilir.

Rejim 1’in olasılığı 90,30, rejim 2’nin olasılığı 9,70’dir. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde rejim 1’in ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde 1991’nın on ikinci ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 1994 krizi 5 ay, 2008 1 ay öncesinden öngörülürken, 1991 ve 2000-2001 krizini de kapsamaktadır.

Beşinci Markov rejim değişim modeli FSE-5 için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.12 'de verilmiştir.

**Tablo 4.12**  
**FSE-5 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(2)-DR**

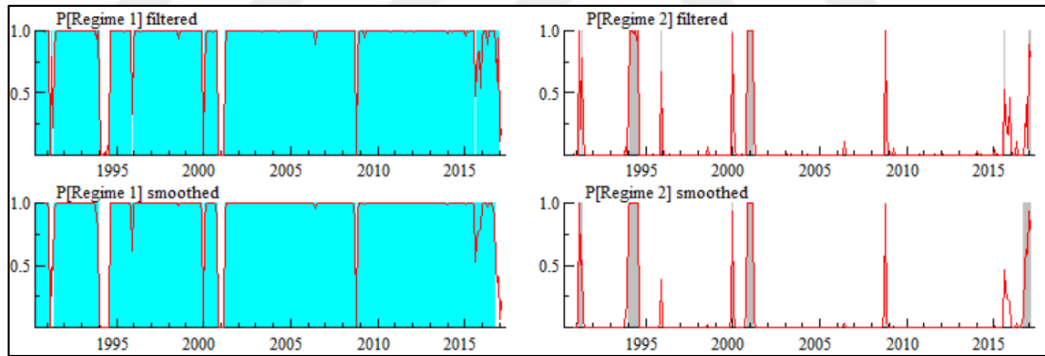
Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	
Sabit	-2.371	-20.0	-19.59	-2.38	
FSE – $5_{t-1}$	-0.027	-1.06	-0.639	-3.38	
FSE – $5_{t-4}$	0.032	2.21	-1.192	-2.77	
FSE – $5_{t-6}$	-0.047	-3.19	0.345	0.414	
FSE – $5_{t-7}$	-0.014	-0.926	-4.878	-1.87	
FSE – $5_{t-8}$	0.032	2.25	-2.698	-1.16	
Sigma	0.546	12.8	5.23	6.09	
<b>Rejim Özellikleri</b>				<b>Rejim Olasılıkları Matrisi(*)</b>	
	<b>Gözlem Sayısı</b>	<b>Olasılık</b>	<b>Süre (ay)</b>	<b>Rejim 1</b>	<b>Rejim 2</b>
<b>Rejim 1</b>	292	92.70	48.67	0.975	0.024
<b>Rejim 2</b>	23	7.30	3.83	0.284	0.715
<b>Normal Stres Dönemi</b>	<b>Yüksek Stres Dönemi</b>				
1990(12)-1991(2)	1991(3)-1991(5)				
1991(6)-1993(12)	1994(1)-1994(8)				
1994(9)-1999(12)	2000(1)-2000(1)				
2000(2)-2000(10)	2000(11)-2001(3)				
2001(4)-2008(9)	2008(10)-2008(10)				
2008(11)-2016(9)	2016(10)-2017(2)				
<b>Varsayımlar</b>			<b>Prob.</b>		
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(9)$		688.89	0.0000		
Normallik Testi $\chi^2(2)$		3.775	0.1515		
ARCH 1-1 Test F(1,297)		2.3137	0.1293		
Portmanteau Test $\chi^2(36)$		28.79	0.8010		

(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-5 için en uygun olduğu belirlenen MSIH(2)-DR modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanteau testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.12' de yer alan LR olabilirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 yüksek stres dönemidir. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra birinci rejimde kalma olasılığı 0,97; 1.rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0,024 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden yüksek stres dönemine geçme olasılığının çok düşük (0,024) olmadığını göstermektedir. Rejim 2.de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,71 olarak bulunmuştur. 1. rejimde kalma olasılığının diğer rejimlerde kalma olasılığından daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 315 gözlemin 292 gözlemi rejim 1’de, yani normal stres döneminde, 23 gözlem rejim 2’de yani yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 48 ay, 2. rejimde 3 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 3 ay gibi kısa bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.15 ‘de MSIH(2)-DR modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.15: FSE-5 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.15’de rejim 2’nin sınıflandırmasına baktığımızda 1991(3)-1991(5), 1994(1)-1994(8), 2000(1)-2000(1), 2000(11)-2001(3), 2008(10)-2008(10), 2016(10)-2017(2) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin Türkiye’nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olarak ifade edilebilir.

Rejim 1’in olasılığı 92,70, rejim 2’nin olasılığı 7,30’dur. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde rejim 1’in ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek

bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde 1991'in üçüncü ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 1994 krizi 3 ay öncesinden öngörülürken, 2000-2001 ve 2008 krizini de kapsamaktadır. Ayrıca 2016 yılında yaşanan darbe girişimi, yabancı sermayenin kaçışına neden olmuş bu durum piyasalarda stresi arttırmıştır.

Altıncı Markov rejim değişim modeli FSE-5(L) için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.13 'de verilmiştir.

**Tablo 4.13**  
**FSE-5(L) Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları:**  
**MSH(3)-DR**

Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		Rejim 3	
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği
$FSE - 5(L)_{t-1}$	0.017	0.138	0.135	2.27	-0.006	-0.031
$FSE - 5(L)_{t-4}$	-0.214	-1.81	0.129	3.41	0.295	0.627
$FSE - 5(L)_{t-6}$	-0.0299	-0.292	0.088	2.01	0.400	0.461
$FSE - 5(L)_{t-9}$	-0.213	-2.11	0.207	5.66	2.501	2.31
$FSE - 5(L)_{t-11}$	0.024	0.259	0.113	2.94	-0.711	-0.759
$FSE - 5(L)_{t-12}$	-0.001	-0.015	0.067	1.76	-0.410	-0.497
Sigma	0.506	10.7	0.274	13.5	1.447	6.10
Rejim Özellikleri				Rejim Olasılıkları Matrisi(*)		
	Gözlem Sayısı	Olasılık	Süre (ay)	Rejim 1	Rejim 2	Rejim 3
<b>Rejim 1</b>	96	30.77	6.40	0.820	0.114	0.065
<b>Rejim 2</b>	200	64.10	13.33	0.104	0.895	0.000
<b>Rejim 3</b>	16	5.13	3.20	0.000	0.288	0.711
Düşük Stres Dönemi		Normal Stres Dönemi		Yüksek Stres Dönemi		
1991(4)-1993(5)		1993(6)-1994(1)		1991(3)-1991(3)		
1994(7)-1998(6)		1998(7)-1998(10)		1994(2)-1994(6)		
1998(11)-1999(11)		1999(12)-2000(11)		2000(12)-2001(5)		
2001(6)-2001(9)		2001(10)-2002(7)		2008(10)-2008(12)		
2002(8)-2002(10)		2002(11)-2003(5)		2015(12)-2015(12)		
2003(6)-2004(3)		2004(4)-2004(7)				
2004(8)-2005(1)		2005(2)-2005(2)				
2005(3)-2006(4)		2006(5)-2006(7)				
2006(8)-2007(7)		2007(8)-2007(10)				
2007(11)-2007(12)		2008(1)-2008(9)				
2009(1)-2009(2)		2009(3)-2009(10)				
2009(11)-2011(4)		2011(5)-2012(6)				
2012(7)-2013(10)		2013(11)-2014(2)				
2014(3)-2015(7)		2015(8)-2015(11)				
2016(1)-2016(9)		2016(10)-2017(2)				

**Tablo 4.13 Devam**  
**FSE-5(L) Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları:**  
**MSH(3)-DR**

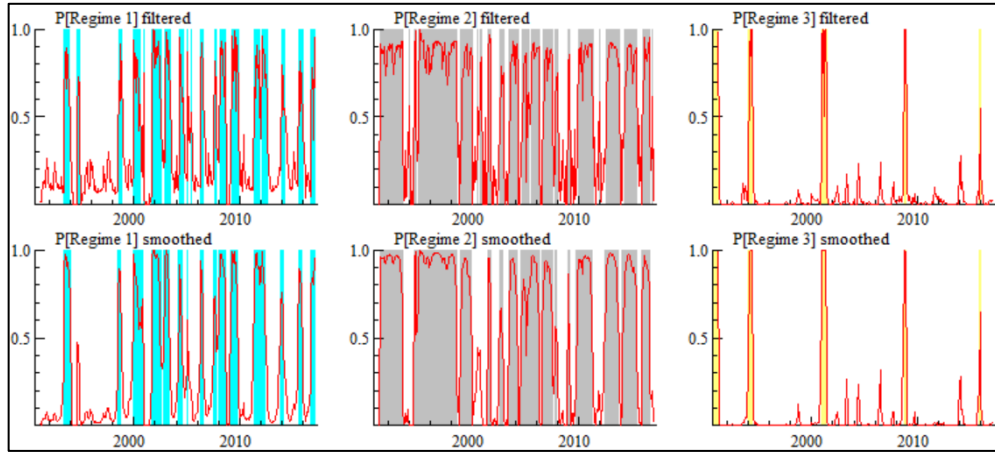
<b>Varsayımlar</b>		<b>Prob.</b>
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(18)$	182.41	0.0000
Normallik Testi $\chi^2(2)$	5.324	0.0698
ARCH 1-1 Test F(1,285)	0.0136	0.9070
Portmanteau Test $\chi^2(36)$	58.035	0.0114

(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-5(L) için en uygun olduğu belirlenen MSH(3)-DR modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanteau testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.13’ da yer alan LR olabilirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 düşük stres dönemi, rejim 3 yüksek stres dönemi olarak adlandırılmıştır. Rejim 1. Rejimde iken bir dönem sonra 1. rejimde kalma olasılığı 0,82; 1. rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0,11 ve 1. rejimde iken 3. rejime geçme olasılığı 0,065 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden düşük stres dönemine geçme olasılığının düşük (0,10) ve yüksek stres rejimine geçme olasılığının ise oldukça düşük (0,06) olduğu görülmektedir. Rejim 2’de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,89; 3. rejimde iken 3. rejimde kalma olasılığı 0,71 olarak bulunmuştur. 1. ve 2. rejimlerde iken aynı rejimde kalma olasılıklarının çok yüksek olduğu, diğer rejimlere geçiş olasılıklarının ise çok düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 320 gözlemin 96 gözlemi rejim 1’de, yani normal stres döneminde yer alırken, 200 gözlem düşük stres döneminde ve 16 gözlem yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 6 ay, 2. rejimde 13 ay ve 3. rejimde 3 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 3 ay gibi bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.16 ‘de MSH(3)-DR modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.16: FSE-5(L) Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.16’de rejim 3’ün rejim sınıflandırmasında 1991(3)-1991(3), 1994(2)-1994(6), 2000(12)-2001(5), 2008(10)-2008(12), 2015(12)-2015(12) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin Türkiye’nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olduğu ifade edilebilir.

Rejim 1’in olasılığı 30,77, rejim 2’nin olasılığı 64,10 ve rejim 3’ün olasılığı 5,13’dür. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde ilk iki rejimin ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde, 1991 yılının üçüncü ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 1994 krizi 2 ay öncesinden öngörülürken, 2000-2001 ve 2008 krizlerini de kapsamaktadır. 2015 yılı da yüksek stres dönemi olarak ortaya çıkmıştır. 2015 yılı Türkiye’nin iki genel seçimin yapıldığı bir yıl olmuştur ve belirsizlik ortamı finansal piyasalarda strese yol açmıştır.

Yedinci Markov rejim değişim modeli FSE-6 için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.14 'de verilmiştir.

**Tablo 4.14**  
**FSE-6 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları MSIH(2)-DR**

Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	
Sabit	-1.720	-18.4	-1.86	-1.18	
FSE – $6_{t-1}$	0.003	0.078	-0.47	-2.05	
Sigma	0.549	22.2	6.667	5.83	
Rejim Özellikleri			Rejim Olasılıkları Matrisi(*)		
	Gözlem Sayısı	Olasılık	Süre (ay)	Rejim 1	Rejim 2
<b>Rejim 1</b>	295	94.55	59	0.980	0.019
<b>Rejim 2</b>	17	5.45	3.40	0.270	0.729
Normal Stres Dönemi	Yüksek Stres Dönemi				
1991(4)-1994(1)	1991(3)-1991(3)				
1994(9)-1999(12)	1994(2)-1994(8)				
2000(2)-2000(10)	2000(1)-2000(1)				
2001(6)-2008(9)	2000(11)-2001(5)				
2008(11)-2017(2)	2008(10)-2008(10)				
Varsayımlar			Prob.		
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(5)$		573.47	0.0000		
Normallik Testi $\chi^2(2)$		5.0484	0.0801		
ARCH 1-1 Test F(1,302)		3.0625	0.0811		
Portmanteau Test $\chi^2(36)$		22.916	0.9555		

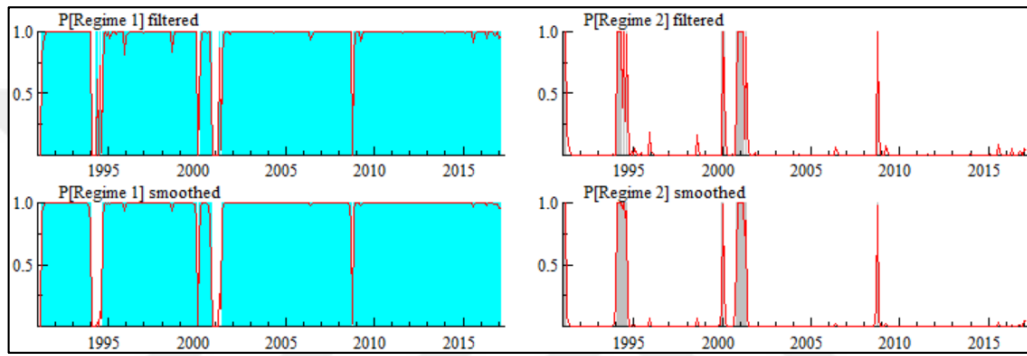
(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-6 için en uygun olduğu belirlenen MSIH(2)-DR modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanteau testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.14' de yer alan LR olabilirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 yüksek stres dönemidir. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra birinci rejimde kalma olasılığı 0,98; 1.rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0,19 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden yüksek stres dönemine geçme olasılığının çok düşük (0,9) olmadığını göstermektedir. Rejim 2'de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,72 olarak bulunmuştur. 1. rejimde kalma olasılığının diğer rejimlerde kalma olasılığından daha

yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 312 gözlemin 295 gözlemi rejim 1’de, yani normal stres döneminde, 17 gözlem rejim 2’de yani yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 59 ay, 2. rejimde 3 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 3 ay gibi kısa bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.17 ‘de MSIH(2)-DR modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.17: FSE-6 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.17’de rejim 2’nin sınıflandırmasına baktığımızda 1991(3)-1991(3), 1994(2)-1994(8), 2000(1)-2000(1), 2000(11)-2001(5), 2008(10)-2008(10) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin Türkiye’nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olarak ifade edilebilir.

Rejim 1’in olasılığı 94,55, rejim 2’nin olasılığı 5,45’dir. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde rejim 1’in ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde 1991’in üçüncü ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 1994 krizi 2 ay öncesinden öngörülürken, 2000-2001 ve 2008 krizini de kapsamaktadır.

Sekizinci Markov rejim değişim modeli FSE-6(L) için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.14 ‘de verilmiştir.

**Tablo 4.15**  
**FSE-6(L) Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(3)-DR**

Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		Rejim 3	
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği
Sabit	-0.108	-1.99	0.009	-0.34	0.62	1.97
FSE – 6(L) <sub>t-1</sub>	-0.001	-0.013	0.313	4.49	-0.188	-0.87
FSE – 6(L) <sub>t-4</sub>	-0.227	-2.09	0.121	2.88	-0.03	-0.131
FSE – 6(L) <sub>t-9</sub>	-0.197	-2.45	0.29	6.33	0.93	1.57
Sigma	0.479	13.6	0.215	6.60	1.186	6.32
Rejim Özellikleri				Rejim Olasılıkları Matrisi(*)		
	Gözlem Sayısı	Olasılık	Süre (ay)	Rejim 1	Rejim 2	Rejim 3
<b>Rejim 1</b>	144	46.15	6	0.801	0.170	0.028
<b>Rejim 2</b>	146	49	6.35	0.230	0.753	0.016
<b>Rejim 3</b>	22	4.85	4.4	0.000	0.227	0.772
Düşük Stres Dönemi	Normal Stres Dönemi		Yüksek Stres Dönemi			
1991(4)-1991(9)	1991(10)-1991(12)		1991(3)-1991(3)			
1992(1)-1993(1)	1993(2)-1993(11)		1994(2)-1994(6)			
1993(12)-1994(1)	1994(9)-1994(11)		1998(9)-1998(10)			
1994(7)-1994(8)	1995(6)-1995(8)		2000(11)-2001(7)			
1994(12)-1995(5)	1995(11)-1996(1)		2008(9)-2009(1)			
1995(9)-1995(10)	1997(1)-1997(1)					
1996(2)-1996(12)	1998(8)-1998(8)					
1997(2)-1998(7)	1999(11)-2000(10)					
1998(11)-1999(10)	2001(10)-2002(5)					
2001(8)-2001(9)	2002(10)-2003(5)					
2002(6)-2002(9)	2004(1)-2004(9)					
2003(6)-2003(12)	2004(12)-2005(6)					
2004(10)-2004(11)	2006(5)-2006(7)					
2005(7)-2006(4)	2007(2)-2008(8)					
2006(8)-2007(1)	2009(4)-2009(12)					
2009(2)-2009(3)	2010(2)-2010(6)					
2010(1)-2010(1)	2011(4)-2011(11)					
2010(7)-2011(3)	2012(2)-2012(7)					
2011(12)-2012(1)	2013(6)-2014(4)					
2012(8)-2013(5)	2015(2)-2015(2)					
2014(5)-2015(1)	2015(7)-2016(1)					
2015(3)-2015(6)	2016(5)-2016(8)					
2016(2)-2016(4)	2016(10)-2017(2)					
2016(9)-2016(9)						
Varsayımlar			Prob.			
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(15)$		145.25	0.0000			
Normallik Testi $\chi^2(2)$		0.5411	0.7629			
ARCH 1-1 Test F(1,290)		1.2274	0.2668			
Portmanteau Test $\chi^2(36)$		27.950	0.8290			

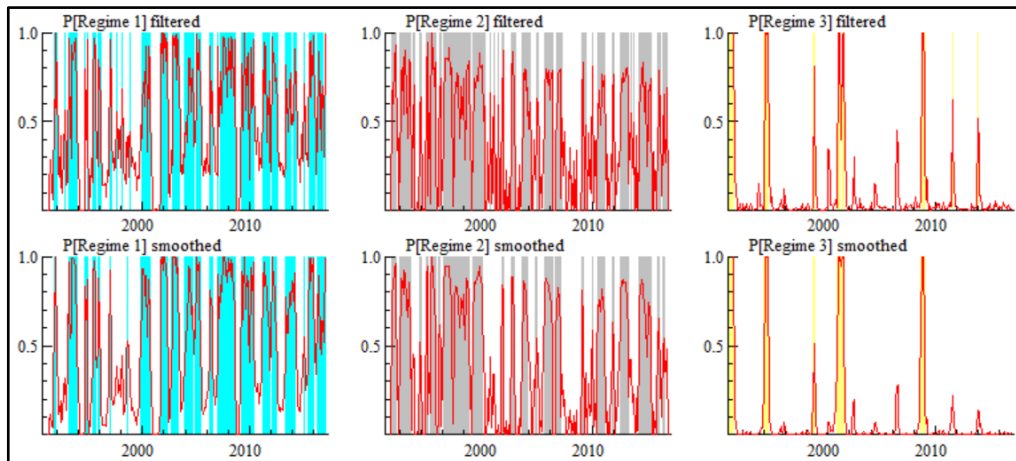
(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-6(L) için en uygun olduğu belirlenen MSIH(3)-DR modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve

Portmanto testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.15’ de yer alan LR olabilirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 düşük stres dönemi, rejim 3 yüksek stres dönemi olarak adlandırılmıştır. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra 1. rejimde kalma olasılığı 0,80; 1. rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0,17 ve 1. rejimde iken 3. rejime geçme olasılığı 0,02 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden düşük stres dönemine geçme olasılığının 0,17, yüksek stres rejimine geçme olasılığının ise oldukça düşük (0,02) olduğu görülmektedir. Rejim 2’de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,75; 3. rejimde iken 3. rejimde kalma olasılığı 0,77 olarak bulunmuştur. 1, 2 ve 3. rejimlerde iken aynı rejimde kalma olasılıklarının yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 312 gözlemin 144 gözlemi rejim 1’de, yani normal stres döneminde yer alırken, 146 gözlem düşük stres döneminde ve 22 gözlem yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 6 ay, 2. rejimde 6 ay ve 3. rejimde 4 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 4 ay gibi bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.18 ‘de MSIH(3)-DR modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.18: FSE-6(L) Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.18’de rejim 3’ün rejim sınıflandırmasında 1991(3)-1991(3) ,1994(2)-1994(6), 1998(9)-1998(10), 2000(11)-2001(7), 2008(9)-2008(1) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin Türkiye’nin yaşadığı tüm ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olduğu ifade edilebilir.

Rejim 1’in olasılığı 46,15, rejim 2’nin olasılığı 49 ve rejim 3’ün olasılığı 4,85’dir. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde ilk iki rejimin ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde, 1991 yılının üçüncü ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 1994 krizi 2 ay, 2008 krizi bir ay öncesinden öngörülürken, 1998 ve 2000-2001 krizlerini de kapsamaktadır.

Dokuzuncu Markov rejim değişim modeli FSE-7 için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.16 ‘da verilmiştir.

**Tablo 4.16**  
**FSE-7 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(2)-DR**

Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	
Sabit	-1.37	-17.3	-2.99	-2.58	
FSE – $7_{t-1}$	0.017	0.439	-0.66	-3.67	
FSE – $7_{t-4}$	0.038	1.70	-1.479	-3.15	
FSE – $7_{t-6}$	-0.041	-2.03	-0.506	-0.712	
Sigma	0.514	17.3	3.85	6.34	
<b>Rejim Özellikleri</b>				<b>Rejim Olasılıkları Matrisi(*)</b>	
	<b>Gözlem Sayısı</b>	<b>Olasılık</b>	<b>Süre (ay)</b>	<b>Rejim 1</b>	<b>Rejim 2</b>
<b>Rejim 1</b>	291	93.27	36.38	0.974	0.025
<b>Rejim 2</b>	21	6.73	3	0.295	0.704
<b>Normal Stres Dönemi</b>	<b>Yüksek Stres Dönemi</b>				
1991(3)-1991(4)	1991(5)-1991(5)				
1991(6)-1994(3)	1994(4)-1994(10)				
1994(11)-2000(2)	2000(3)-2000(3)				
2000(4)-2000(12)	2001(1)-2001(5)				
2001(6)-2008(11)	2008(12)-2008(12)				
2009(1)-2015(9)	2015(10)-2016(2)				
2016(3)-2016(12)	2017(1)-2017(1)				
2017(2)-2017(2)					

**Tablo 4.16 Devam**  
**FSE-7 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(2)-DR**

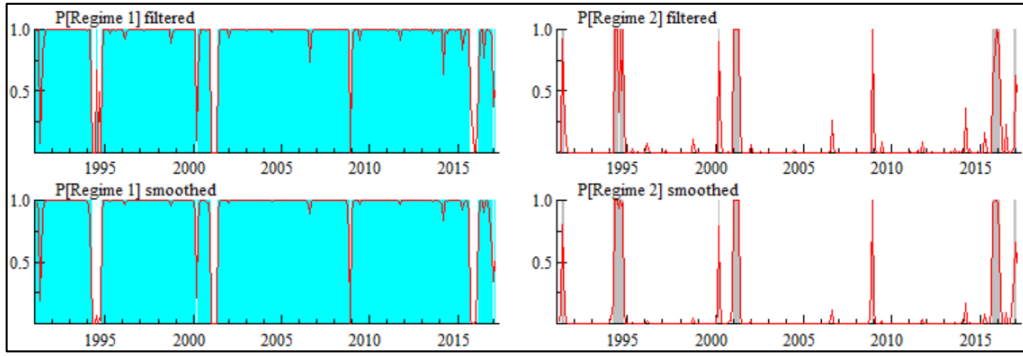
<b>Varsayımlar</b>		<b>Prob.</b>
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(7)$	475.82	0.0000
Normallik Testi $\chi^2(2)$	4.250	0.1194
ARCH 1-1 Test F(1,302)	0.2739	0.6011
Portmanteau Test $\chi^2(36)$	35.16	0.508

(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-7 için en uygun olduğu belirlenen MSIH(2)-DR modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanteo testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.16’ da yer alan LR olabilirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 yüksek stres dönemidir. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra birinci rejimde kalma olasılığı 0,974; 1.rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0,025 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden yüksek stres dönemine geçme olasılığının çok düşük (0,025) olduğunu göstermektedir. Rejim 2’de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,70 olarak bulunmuştur. 1. rejimde kalma olasılığının diğer rejimlerde kalma olasılığından daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 312 gözlemin 291 gözlemi rejim 1’de, yani normal stres döneminde, 21 gözlem rejim 2’de yani yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 36 ay, 2. rejimde 3 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 3 ay gibi kısa bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.19 ‘da MSIH(2)-DR modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.19: FSE-7 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.17’de rejim 2’nin sınıflandırmasına baktığımızda 1991(5)-1991(5), 1994(4)-1994(10), 2000(3)-2000(3), 2001(1)-2001(5), 2008(12)-2008(12), 2015(10)-2016(2), 2017(1)-2017(1) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin Türkiye’nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olarak ifade edilebilir.

Rejim 1’in olasılığı 93,27, rejim 2’nin olasılığı 6,73’dür. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde rejim 1’in ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde 1991’in beşinci ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 2001 krizi 1 ay öncesinden öngörülürken, 2015 ve 2017 yılları yüksek stres dönemi olarak elde edilmiştir.

Onuncu Markov rejim değişim modeli FSE-7(L) için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.17 ‘de verilmiştir.

**Tablo 4.17**  
**FSE-7 (L) Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSH(2)-DR**

Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2	
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği
$FSE - 7(L)_{t-1}$	0.319	3.87	0.081	0.756
$FSE - 7(L)_{t-3}$	0.212	3.01	-0.170	-1.46
Sigma	0.309	12.0	0.945	10.1
Rejim Özellikleri			Rejim Olasılıkları Matrisi(*)	

**Tablo 4.17 Devam**  
**FSE-7 (L) Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSH(2)-DR**

	Gözlem Sayısı	Olasılık	Süre (ay)	Rejim 1	Rejim 2
<b>Rejim 1</b>	227	72.76	18.92	0.919	0.080
<b>Rejim 2</b>	85	27.24	7.08	0.178	0.821
<b>Normal Stres Dönemi</b>	<b>Yüksek Stres Dönemi</b>				
1991(6)-1993(8)	1991(3)-1991(5)				
1993(10)-1994(2)	1993(9)-1993(9)				
1995(5)-1998(10)	1994(3)-1995(4)				
1998(12)-2000(2)	1998(11)-1998(11)				
2000(5)-2000(12)	2000(3)-2000(4)				
2003(8)-2004(5)	2001(1)-2003(7)				
2004(9)-2006(6)	2004(6)-2004(8)				
2006(11)-2008(9)	2006(7)-2006(10)				
2009(7)-2011(6)	2008(10)-2009(6)				
2012(2)-2014(2)	2011(7)-2012(1)				
2014(7)-2015(9)	2014(3)-2014(6)				
2016(4)-2017(2)	2015(10)-2016(3)				
<b>Varsayımlar</b>				<b>Prob.</b>	
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(5)$	114.21			0.0000	
Normallik Testi $\chi^2(2)$	5.092			0.078	
ARCH 1-1 Test F(1,302)	0.462			0.497	
Portmanteau Test $\chi^2(36)$	38.611			0.352	

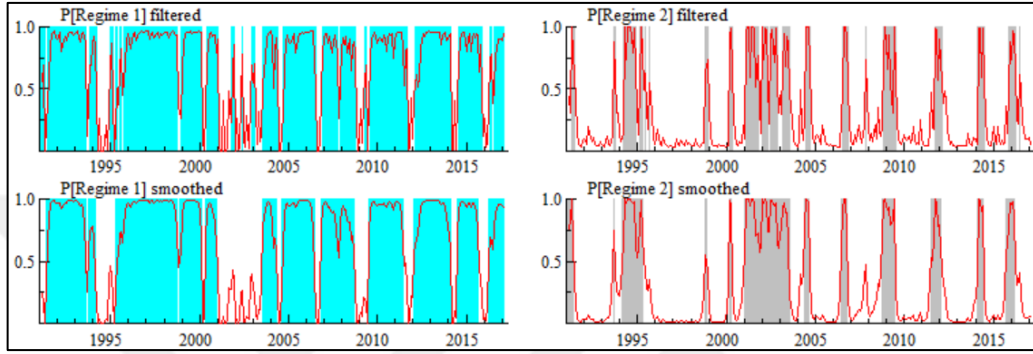
(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-7(L) için en uygun olduğu belirlenen MSH(2)-DR modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanteau testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.17' de yer alan LR olabilirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 yüksek stres dönemidir. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra birinci rejimde kalma olasılığı 0,91; 1.rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0,08 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden yüksek stres dönemine geçme olasılığının oldukça düşük (0,08) olduğunu göstermektedir. Rejim 2'de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,82 olarak bulunmuştur. 1. rejimde kalma olasılığının diğer rejimlerde kalma olasılığından daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 312 gözlemin 227 gözlemi rejim 1'de, yani normal stres döneminde, 85 gözlem rejim 2'de yani yüksek stres döneminde yer

almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 18 ay, 2. rejimde 7 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 7 ay gibi bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.20 'da MSH(2)-DR modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.20: FSE-7(L) Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.20'de rejim 2'nin sınıflandırmasına baktığımızda 1991(3)-1991(5), 1993(9)-1993(9), 1994(3)-1995(4), 1998(11)-1998(11), 2000(3)-2000(4), 2001(1)-2003(7), 2004(6)-2004(8), 2006(7)-2006(10), 2008(10)-2009(6), 2011(7)-2012(1), 2014(3)-2014(6), 2015(10)-2016(3) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin Türkiye'nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olarak ifade edilebilir.

Rejim 1'in olasılığı 72,76, rejim 2'nin olasılığı 27,24'dür. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde rejim 1'in ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde 1991'in üçüncü ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 1994 ve 2001 krizi 1 ay öncesinden öngörülürken, 2002, 2004, 2006, 2015 ve 2016 yılları yüksek stres dönemi olarak elde edilmiştir.

On birinci Markov rejim değişim modeli FSE-8(L) için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.17 'de verilmiştir.

**Tablo 4.18**  
**FSE-8(L) Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(3)**

Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		Rejim 3	
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği
Sabit	-0.239	-5.96	0.252	8.38	0.244	1.43
Sigma	0.3951	8.57	0.287	8.73	1.115	7.30
<b>Rejim Özellikleri</b>				<b>Rejim Olasılıkları Matrisi(*)</b>		
	<b>Gözlem Sayısı</b>	<b>Olasılık</b>	<b>Süre (ay)</b>	<b>Rejim 1</b>	<b>Rejim 2</b>	<b>Rejim 3</b>
<b>Rejim 1</b>	170	52.47	56.67	0.978	0.000	0.021
<b>Rejim 2</b>	117	36.11	19.50	0.000	0.933	0.066
<b>Rejim 3</b>	37	11.42	4.63	0.071	0.154	0.774
<b>Düşük Stres Dönemi</b>	<b>Normal Stres Dönemi</b>			<b>Yüksek Stres Dönemi</b>		
2002(8)-2006(4)	1990(3)-1990(12)			1991(1)-1991(3)		
2006(7)-2008(8)	1991(4)-1993(9)			1993(10)-1994(6)		
2008(12)-2017(2)	1994(7)-1998(8)			1998(9)-1998(10)		
	1998(11)-1999(12)			2000(1)-2000(1)		
	2000(2)-2000(10)			2000(11)-2001(6)		
	2001(7)-2001(10)			2001(11)-2002(7)		
				2006(5)-2006(6)		
				2008(9)-2008(11)		
<b>Varsayımlar</b>				<b>Prob.</b>		
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(8)$		152.43		0.0000		
Normallik Testi $\chi^2(2)$		0.39860		0.8193		
ARCH 1-1 Test F(1,312)		0.0059		0.9385		
Portmanteau Test $\chi^2(36)$		49.022		0.072		

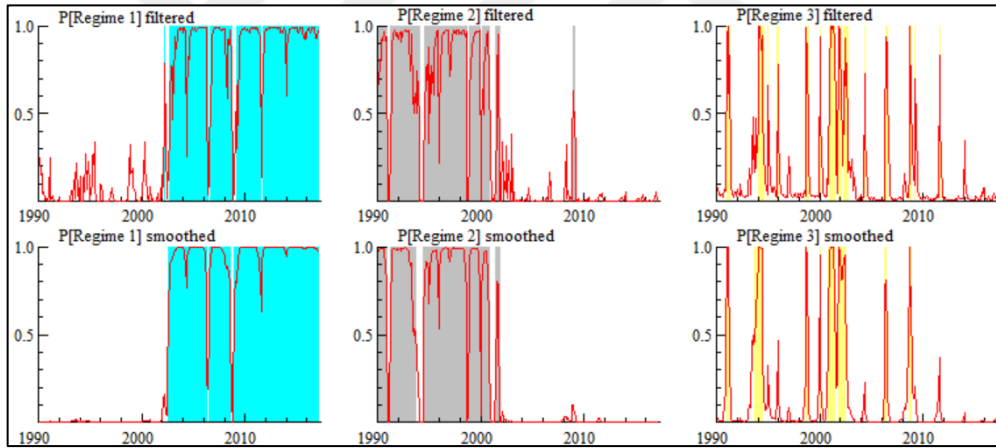
(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-8(L) için en uygun olduğu belirlenen MSIH(3) modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanteo testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.18' de yer alan LR olabilirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 düşük stres dönemi, rejim 3 yüksek stres dönemi olarak adlandırılmıştır. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra 1. rejimde kalma olasılığı 0,97; 1. rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0 ve 1. rejimde iken 3. rejime geçme olasılığı 0,02 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden düşük stres dönemine geçme olasılığı

olmadığını, yüksek stres rejimine geçme olasılığının ise oldukça düşük (0,02) olduğu görülmektedir. Rejim 2’de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,93; 3. rejimde iken 3. rejimde kalma olasılığı 0,77 olarak bulunmuştur. 1. ve 2. rejimlerde iken aynı rejimde kalma olasılıklarının çok yüksek olduğu diğer rejimlere geçiş olasılıklarının ise düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 324 gözlemin 170 gözlemi rejim 1’de, yani normal stres döneminde yer alırken, 117 gözlem düşük stres döneminde ve 27 gözlem yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 56 ay, 2. rejimde 19 ay ve 3. rejimde 4 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 4 ay gibi kısa bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.21 ‘de MSIH(3) modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.21: FSE-8(L) Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.21’de rejim 3’ün rejim sınıflandırmasında 1991(1)-1991(3), 1993(10)-1994(6), 1998(9)-1998(10), 2000(1)-2000(1), 2000(11)-2001(6), 2001(11)-2002(7), 2006(5)-2006(6), 2008(9)-2008(11) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin Türkiye’nin yaşadığı tüm ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olduğu ifade edilebilir.

Rejim 1’in olasılığı 52,47, rejim 2’nin olasılığı 36,11 ve rejim 3’ün olasılığı 11,42’dir. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde ilk iki rejimin ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi

olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde, 1991 yılının birinci ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 1994 krizi 6 ay, 2008 krizi bir ay öncesinden öngörülürken, 1998 ve 2000-2001 krizlerini de kapsamaktadır.

On ikinci Markov rejim değişim modeli FSE-9 için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.19’da verilmiştir.

**Tablo 4.19**  
**FSE-9 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(3)**

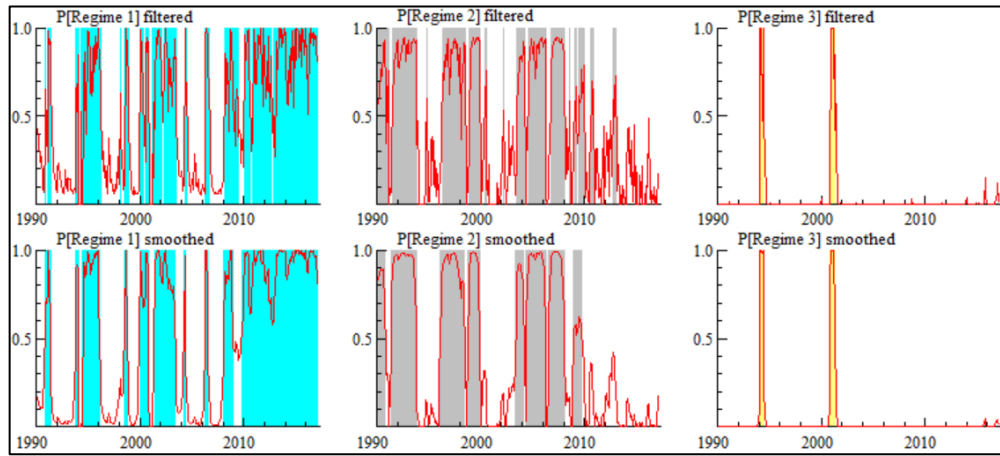
Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		Rejim 3	
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği
Sabit	-1.002	-13.9	-1.305	-47.0	-0.89	-504
Sigma	0.69	14.4	0.281	8.76	6.109	4.61
Rejim Özellikleri				Rejim Olasılıkları Matrisi(*)		
	Gözlem Sayısı	Olasılık	Süre (ay)	Rejim 1	Rejim 2	Rejim 3
<b>Rejim 1</b>	172	53.25	17.20	0.912	0.074	0.013
<b>Rejim 2</b>	139	43.03	17.38	0.086	0.913	0.000
<b>Rejim 3</b>	12	3.72	6.0	0.187	0.000	0.812
Düşük Stres Dönemi	Normal Stres Dönemi			Yüksek Stres Dönemi		
1990(4)-1990(10) 1991(6)-1993(10) 1996(3)-1998(6) 1998(11)-1999(12) 2003(6)-2004(3) 2004(6)-2006(4) 2006(8)-2008(1) 2009(1)-2009(10)	1990(11)-1991(5) 1993(11)-1994(1) 1994(7)-1996(2) 1998(7)-1998(10) 2000(1)-2000(10) 2001(6)-2003(5) 2004(4)-2004(5) 2006(5)-2006(7) 2008(2)-2008(12) 2009(11)-2017(2)			1994(2)-1994(6) 2000(11)-2001(5)		
Varsayımlar				Prob.		
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(8)$		517.46		0.000		
Normallik Testi $\chi^2(2)$		0.436		0.803		
ARCH 1-1 Test F(1,311)		1.351		0.245		
Portmanteau Test $\chi^2(36)$		38.36		0.362		

(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-9 için en uygun olduğu belirlenen MSIH(3) modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanteo testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.19’ da yer alan LR olabilirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 düşük stres dönemi, rejim 3 yüksek stres dönemi olarak adlandırılmıştır. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra 1. rejimde kalma olasılığı 0,91; 1. rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0,07 ve 1. rejimde iken 3. rejime geçme olasılığı 0,013 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden düşük stres dönemine geçme olasılığı düşük olduğunu, yüksek stres rejimine geçme olasılığının ise oldukça düşük (0,013) olduğu görülmektedir. Rejim 2'de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,91; 3. rejimde iken 3. rejimde kalma olasılığı 0,81 olarak bulunmuştur. 1. ve 2. rejimlerde iken aynı rejimde kalma olasılıklarının çok yüksek olduğu diğer rejimlere geçiş olasılıklarının ise düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 323 gözlemin 172 gözlemi rejim 1'de, yani normal stres döneminde yer alırken, 139 gözlem düşük stres döneminde ve 12 gözlem yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 17 ay, 2. rejimde 17 ay ve 3. rejimde 6 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 6 ay gibi kısa bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.22 'de MSIH(3) modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.22: FSE-9 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.22’de rejim 3’ün rejim sınıflandırmasında 1994(2)-1994(6), 2000(11)-2001(5) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin Türkiye’nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olduğu ifade edilebilir.

Rejim 1’in olasılığı 53,25, rejim 2’nin olasılığı 43,03 ve rejim 3’ün olasılığı 3,72’dir. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde ilk iki rejimin ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde, 1994 yılının ikinci ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 1994 krizi 1 ay öncesinden öngörülmüştür.

On üçüncü Markov rejim değişim modeli FSE-10 için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.20’de verilmiştir.

**Tablo 4.20**  
**FSE-10 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(3)-DR**

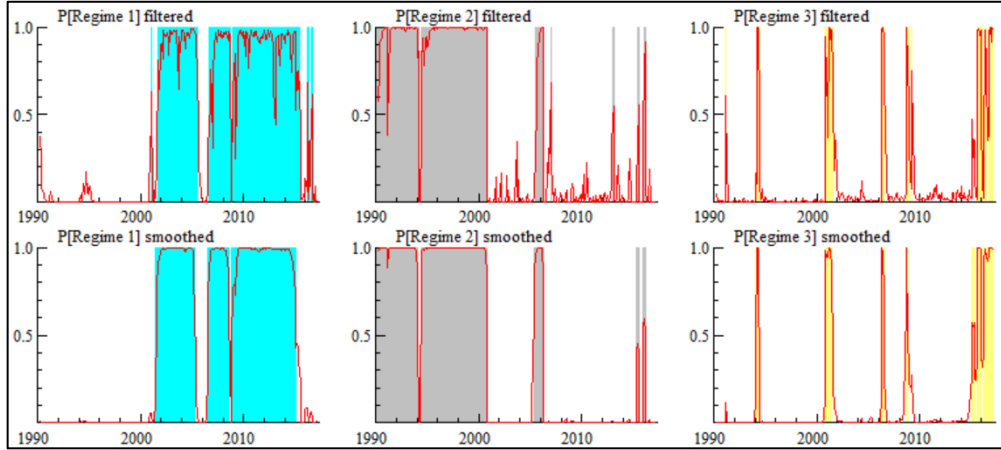
Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		Rejim 3	
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği
Sabit	-0.157	-1.86	0.004	0.177	0.707	1.66
FSE – 10 <sub>t-1</sub>	-0.031	-0.380	-0.212	-4.68	-0.226	-1.27
Sigma	0.935	15.4	0.251	14.1	2.44	8.01
Rejim Özellikleri				Rejim Olasılıkları Matrisi(*)		
	Gözlem Sayısı	Olasılık	Süre (ay)	Rejim 1	Rejim 2	Rejim 3
Rejim 1	147	47.12	36.75	0.971	0.011	0.017
Rejim 2	129	41.35	25.80	0.000	0.962	0.037
Rejim 3	36	11.54	5.14	0.090	0.062	0.846
Düşük Stres Dönemi	Normal Stres Dönemi		Yüksek Stres Dönemi			
1991(4)-1994(1) 1994(6)-2000(10) 2005(5)-2006(4) 2015(5)-2015(7) 2016(1)-2016(3)	1991(3)-1991(3) 2001(7)-2005(4) 2006(8)-2008(8) 2008(11)-2015(1)		1994(2)-1994(5) 2000(11)-2001(6) 2006(5)-2006(7) 2008(9)-2008(10) 2015(2)-2015(4) 2015(8)-2015(12) 2016(4)-2017(2)			
Varsayımlar			Prob.			
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(11)$		291.35	0.0000			
Normallik Testi $\chi^2(2)$		3.509	0.1737			
ARCH 1-1 Test F(1,296)		0.2141	0.6439			
Portmanteau Test $\chi^2(36)$		30.907	0.7093			

(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-10 için en uygun olduğu belirlenen MSIH(3)-DR modeli artışlarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanto testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.20' de yer alan LR olabirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 düşük stres dönemi, rejim 3 yüksek stres dönemi olarak adlandırılmıştır. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra 1. rejimde kalma olasılığı 0,97; 1. rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0,011 ve 1. rejimde iken 3. rejime geçme olasılığı 0,017 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden düşük stres dönemine geçme olasılığının 0,011, yüksek stres rejimine geçme olasılığının ise çok düşük (0,09) olduğu görülmektedir. Rejim 2'de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,96; 3. rejimde iken 3. rejimde kalma olasılığı 0,84 olarak bulunmuştur. 1. ve 2. rejimlerde iken aynı rejimde kalma olasılıklarının çok yüksek olduğu diğer rejimlere geçiş olasılıklarının ise düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 312 gözlemin 147 gözlemi rejim 1'de, yani normal stres döneminde yer alırken, 129 gözlem düşük stres döneminde ve 36 gözlem yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 36 ay, 2. rejimde 25 ay ve 3. rejimde 5 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 5 ay gibi kısa bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.23 'de MSIH(3)-DR modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.23: FSE-10 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.23’de rejim 3’ün rejim sınıflandırmasında 1994(2)-1994(5), 2000(11)-2001(6), 2006(5)-2006(7), 2008(9)-2008(10), 2015(2)-2015(4), 2015(8)-2015(12), 2016(4)-2017(2) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin Türkiye’nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olduğu ifade edilebilir.

Rejim 1’in olasılığı 47,12, rejim 2’nin olasılığı 41,35 ve rejim 3’ün olasılığı 11,54’dür. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde ilk iki rejimin ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde, 1994 yılının ikinci ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 1994 krizi 2 ay ve 2008 krizi 1 ay öncesinden öngörülürken 2008 küresel krizini de kapsamaktadır. Ayrıca 2015 ve 2016 yılları yüksek stres dönemleri olarak elde edilmiştir.

On dördüncü Markov rejim değişim modeli FSE-11 için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.21’de verilmiştir.

**Tablo 4.21**  
**FSE-11 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(2)-DR**

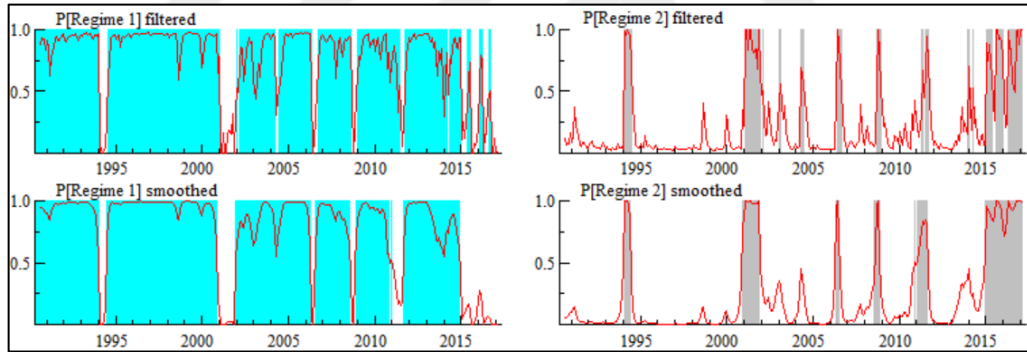
Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	
Sabit	-0.167	-2.51	0.441	1.83	
FSE – $11_{t-6}$	-0.132	-2.07	0.280	1.41	
Sigma	0.810	12.9	1.77	8.55	
Rejim Özellikleri			Rejim Olasılıkları Matrisi(*)		
	Gözlem Sayısı	Olasılık	Süre (ay)	Rejim 1	Rejim 2
<b>Rejim 1</b>	251	80.45	31.38	0.954	0.045
<b>Rejim 2</b>	61	19.55	7.63	0.127	0.872
Normal Stres Dönemi		Yüksek Stres Dönemi			
1991(3)-1994(1)		1994(2)-1994(6)			
1994(7)-2000(11)		2000(12)-2001(11)			
2001(12)-2004(4)		2004(5)-2004(5)			
2004(6)-2006(4)		2006(5)-2006(7)			
2006(8)-2008(7)		2008(8)-2008(11)			
2008(12)-2010(11)		2010(12)-2011(8)			
2011(9)-2013(12)		2014(1)-2014(1)			
2014(2)-2014(12)		2015(1)-2017(2)			
Varsayımlar			Prob.		
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(5)$		63.256	0.0000		
Normallik Testi $\chi^2(2)$		3.873	0.144		
ARCH 1-1 Test F(1,302)		0.9786	0.323		
Portmanteau Test $\chi^2(36)$		28.483	0.8095		

(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-11 için en uygun olduğu belirlenen MSIH(2)-DR modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanteo testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.21’ de yer alan LR olabilirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 yüksek stres dönemidir. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra birinci rejimde kalma olasılığı 0,954; 1.rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0,045 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden yüksek stres dönemine geçme olasılığının düşük (0,045) olduğunu göstermektedir. Rejim 2’de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,87 olarak bulunmuştur. 1. Rejimde kalma olasılığının diğer rejimlerde kalma olasılığından daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 312 gözlemin 51 gözlemi rejim 1’de, yani normal stres döneminde, 61 gözlem rejim 2’de yani yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 31 ay, 2. rejimde 7 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 7 ay gibi kısa bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.24 ‘da MSIH(2)-DR modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.24: FSE-11 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.24’de rejim 2’nin sınıflandırmasına baktığımızda 1994(2)-1994(6), 2000(12)-2001(11), 2004(5)-2004(5), 2006(5)-2006(7), 2008(8)-2008(11), 2010(12)-2011(8), 2014(1)-2014(1), 2015(1)-2017(2) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin Türkiye’nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olarak ifade edilebilir.

Rejim 1’in olasılığı 80,45, rejim 2’nin olasılığı 19,55’dir. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde rejim 1’in ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres

döneminde 1994'in ikinci ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir.1994 krizi 2 ay, 2008 krizleri 2 ay öncesinden öngörülürken, 2004, 2006, 2010,2014 ve 2015-2017 dönemleri yüksek stres dönemi olarak elde edilmiştir.

On beşinci Markov rejim değişim modeli FSE-11(L) için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.22'de verilmiştir.

**Tablo 4.22**  
**FSE-11(L) Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(3)**

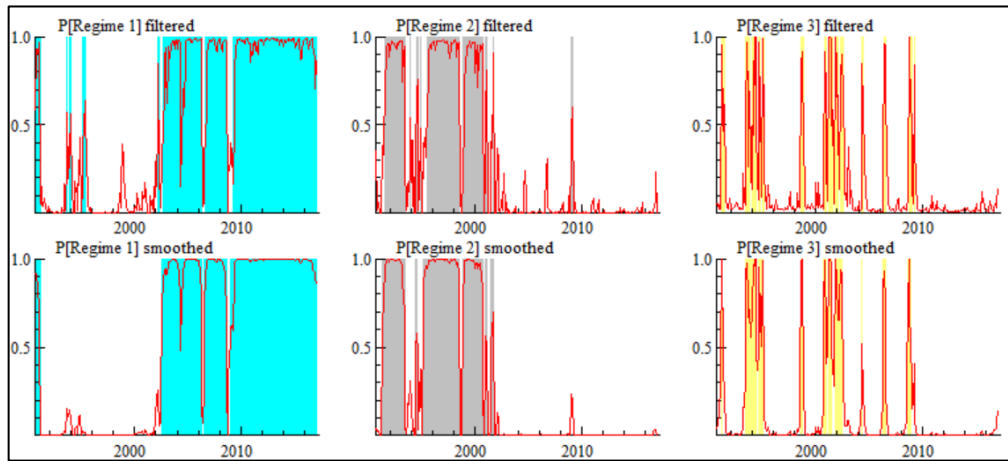
Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		Rejim 3	
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği
Sabit	-0.380	-5.76	0.413	7.53	0.485	1.35
Sigma	0.790	11.8	0.490	10.9	2.37	5.82
Rejim Özellikleri				Rejim Olasılıkları Matrisi(*)		
	Gözlem Sayısı	Olasılık	Süre (ay)	Rejim 1	Rejim 2	Rejim 3
<b>Rejim 1</b>	168	53.85	56	0.977	0.000	0.022
<b>Rejim 2</b>	96	30.77	16	0.000	0.928	0.071
<b>Rejim 3</b>	48	15.38	5.33	0.069	0.123	0.807
Düşük Stres Dönemi	Normal Stres Dönemi		Yüksek Stres Dönemi			
1991(4)-1993(5)	2002(8)-2006(4)		1991(3)-1991(3)			
1994(7)-1994(7)	2006(8)-2008(8)		1993(6)-1994(6)			
1995(2)-1998(7)	2009(1)-2017(2)		1994(8)-1995(1)			
1998(11)-2000(9)			1998(8)-1998(10)			
2001(1)-2001(1)			2000(10)-2000(12)			
2001(8)-2001(10)			2001(2)-2001(7)			
			2001(11)-2002(7)			
			2004(5)-2004(5)			
			2006(5)-2006(7)			
			2008(9)-2008(12)			
Varsayımlar			Prob.			
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(11)$		168.45	0.0000			
Normallik Testi $\chi^2(2)$		5.945	0.0512			
ARCH 1-1 Test F(1,300)		0.201	0.653			
Portmanteau Test $\chi^2(36)$		31.822	0.667			

(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-11(L) için en uygun olduğu belirlenen MSIH(3) modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanteo testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.22' de yer alan LR olabilirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 düşük stres dönemi, rejim 3 yüksek stres dönemi olarak adlandırılmıştır. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra 1. rejimde kalma olasılığı 0,97; 1. rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0 ve 1. rejimde iken 3. rejime geçme olasılığı 0,02 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden düşük stres dönemine geçme olasılığı olmadığını, yüksek stres rejimine geçme olasılığının ise çok düşük (0,02) olduğu görülmektedir. Rejim 2’ de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,92; 3. rejimde iken 3. rejimde kalma olasılığı 0,80 olarak bulunmuştur. 1. ve 2. rejimlerde iken aynı rejimde kalma olasılıklarının çok yüksek olduğu diğer rejimlere geçiş olasılıklarının ise düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 312 gözlemin 168 gözlemi rejim 1’de, yani normal stres döneminde yer alırken, 96 gözlem düşük stres döneminde ve 48 gözlem yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 56 ay, 2. rejimde 16 ay ve 3. rejimde 5 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 5 ay gibi kısa bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.25 ‘de MSIH(3) modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.25: FSE-11(L) Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.25’de rejim 3’ün rejim sınıflandırmasında 1991(3)-1991(3), 1993(6)-1994(6), 1994(8)-1995(1), 1998(8)-1998(10), 2000(10)-2000(12), 2001(2)-2001(7), 2001(11)-2002(7), 2006(5)-2006(7), 2008(9)-2008(12) dönemleri yer almaktadır. Bu

dönemlerin Türkiye'nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olduğu ifade edilebilir.

Rejim 1'in olasılığı 53,85, rejim 2'nin olasılığı 30,77 ve rejim 3'ün olasılığı 15,38'dür. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde ilk iki rejimin ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde, 1991 yılının üçüncü ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 1994 krizi 10 ay, 2000ve 2008 krizleri 1 ay öncesinden öngörülürken, 2006 yılı da yüksek stres dönemleri olarak elde edilmiştir.

On altıncı Markov rejim değişim modeli FSE-12 için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.23'de verilmiştir.

**Tablo 4.23**  
**FSE-12 Markov Rejim Değişim Modeli Tahmin Sonuçları: MSIH(3)**

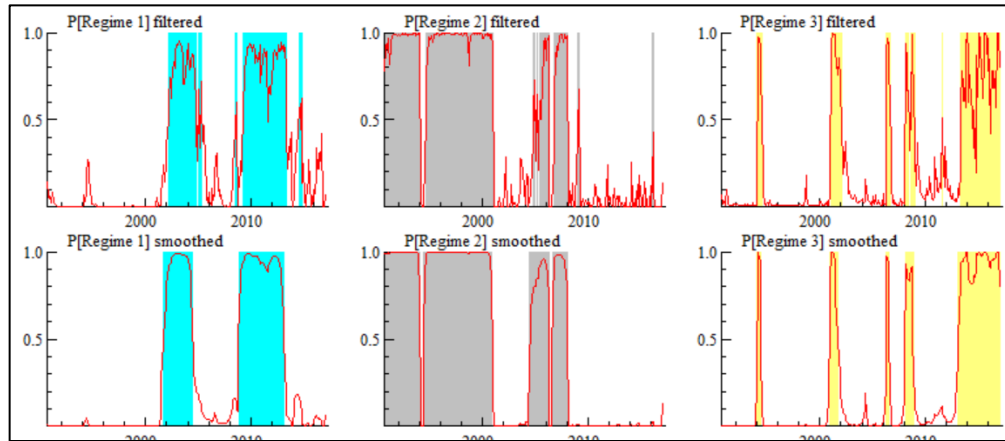
Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		Rejim 3	
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği
Sabit	-0.075	-0.471	-0.348	-8.66	0.821	2.88
Sigma	1.28	10.9	0.48	16.5	2.25	11.3
<b>Rejim Özellikleri</b>				<b>Rejim Olasılıkları Matrisi(*)</b>		
	<b>Gözlem Sayısı</b>	<b>Olasılık</b>	<b>Süre (ay)</b>	<b>Rejim 1</b>	<b>Rejim 2</b>	<b>Rejim 3</b>
<b>Rejim 1</b>	84	25.25	42	0.963	0.013	0.023
<b>Rejim 2</b>	161	50.31	40.25	0.000	0.975	0.024
<b>Rejim 3</b>	75	23.44	15	0.038	0.037	0.924
<b>Düşük Stres Dönemi</b>	<b>Normal Stres Dönemi</b>			<b>Yüksek Stres Dönemi</b>		
1990(7)-1994(1) 1994(6)-2000(11) 2004(7)-2006(4) 2006(9)-2008(2)	2001(10)-2004(6) 2008(12)-2013(2)			1994(2)-1994(5) 2000(12)-2001(9) 2006(5)-2006(8) 2008(3)-2008(11) 2013(3)-2017(2)		
<b>Varsayımlar</b>				<b>Prob.</b>		
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(9)$		213.79		0.0000		
Normallik Testi $\chi^2(2)$		1.462		0.481		
ARCH 1-1 Test F(1,307)		0.630		0.428		
Portmanteau Test $\chi^2(36)$		42.94		0.1981		

(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-12 için en uygun olduğu belirlenen MSIH(3) modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanto testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.23’ de yer alan LR olabirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 düşük stres dönemi, rejim 3 yüksek stres dönemi olarak adlandırılmıştır. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra 1. rejimde kalma olasılığı 0,96; 1. rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0,013 ve 1. rejimde iken 3. rejime geçme olasılığı 0,02 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden yüksek stres rejimine geçme olasılığının çok düşük (0,02) olduğu görülmektedir. Rejim 2’ de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,97; 3. rejimde iken 3. rejimde kalma olasılığı 0,92 olarak bulunmuştur. 1.,2. ve 3. rejimlerde iken aynı rejimde kalma olasılıklarının çok yüksek olduğu diğer rejimlere geçiş olasılıklarının ise düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 310 gözlemin 84 gözlemi rejim 1’de, yani normal stres döneminde yer alırken, 161 gözlem düşük stres döneminde ve 75 gözlem yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 24 ay, 2. rejimde 40 ay ve 3. rejimde 15 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 15 ay gibi uzun bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.26 ‘de MSIH(3) modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.26: FSE-12 Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.26’de rejim 3’ün rejim sınıflandırmasında 1994(2)-1994(5), 2000(12)-2001(9), 2006(5)-2006(8), 2008(3)-2008(11), 2013(3)-2017(2) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin Türkiye’nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olduğu ifade edilebilir.

Rejim 1’in olasılığı 23,25, rejim 2’nin olasılığı 50,31 ve rejim 3’ün olasılığı 23,44’dür. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde ilk iki rejimin ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde, 1994 yılının ikinci ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 1994 krizi 2 ay, 2008 krizi 5 ay öncesinden öngörülürken, 2006 ve 2013-2017 dönemleri de yüksek stres dönemleri olarak elde edilmiştir.

Endekslere ilişkin Markov rejim değişim tahmin sonuçlarında yüksek stres dönemleri 1991, 1994, 1998-1999, 2000-2001, 2008 kriz yıllarında yoğunlaşması modellerin Türkiye krizlerini öngörmeye başarısını göstermektedir. Türkiye 1991-2002 yılları arasında sıklıkla erken seçim süreçleri yaşamıştır. Özellikle 1991 yılında erken genel seçimlerin yarattığı yüksek kamu harcamaları bütçe açıklarına neden olmuş ve ekonomideki hassas dengeleri bozarak döviz kuru ve faizlerin artmasına neden olmuştur. Ayrıca 1991 yılı Körfez Savaşı ile bölgede yaşanan kaos ortamı ve Irak’a uygulanan ekonomik ambargo ihracat ve turizm gelirlerinde ciddi düşüşlere neden olmuştur (Karlık,1999, s.408). Bu sorunlar 1991 yılında finansal stresin artmasına neden olmuştur.

1994 yılı kriz olasılığının artış gösterdiği bir diğer dönemdir. 1994 yılında finansal serbestleşmeyle birlikte yaşanan yüksek sermaye girişleri makro ekonomik temellerde dengesizliklere yol açmış ve Avrupa Para Sistemi Krizi (ERM)’nin de etkisiyle yatırımcıların beklentilerinin kötüleşmesine neden olmuştur. Bu durum yüksek sermaye çıkışlarına neden olmuştur. Finansal piyasalarda oluşan dengesizliği önlemek amacıyla faiz hadlerinin düşürülmesiyle TL aşırı değer kaybederken, döviz talebi hızla artmıştır (Kazgan, 2013, s. 236).

1998-1999 yılları kriz olasılığının artış gösterdiği bir diğer dönemdir. 1998 yılının ağustos ayında yaşanan Rusya krizi nedeniyle Türkiye'nin de etkilenebileceği gerekçesiyle Türkiye ekonomisinde sermaye çıkışı gözlemlenmiştir. Ayrıca 1997 yılında Güneydoğu Asya'da başlayan ekonomik kriz dünya ekonomisinde talep daralmasına yol açmış ve gelişmekte olan ülkelerin hepsinde sermaye çıkışlarına yol açmıştır. 1999 yılı Ağustos ve Kasım aylarında ülkemizde meydana gelen depremler ise ekonomik daralma sürecinin uzamasına neden olmuştur (TCMB Yıllık Rapor, 1999, s.33). 1998-1999 krizlerinin bir nedeni yüksek miktardaki sermaye çıkışlarıyken, bir diğer nedeni ise dış dünyadaki daralmaya bağlı olarak ihracat gelirlerinin azalışa geçmesidir (Kazgan, 2013, s.238).

2000-2001 yılları kriz olasılığının artış gösterdiği bir diğer dönemdir. Türkiye 2000'li yıllara ekonomik sorunlarla girerken uluslararası mali kuruluşların desteğiyle uygulamaya koyduğu Enflasyonu Düşürme Programında, yapısal reformların uygulanmasında ortaya çıkan gecikmeler iç ve dış piyasalarda beklentilerin kötüleşmesine neden olmuştur. Bu durum sermaye girişlerinin azalmasına ve faiz oranlarının artmasına neden olmuştur. Sermaye sahiplerinin devalüasyon beklentisiyle karşılanamayacak düzeyde döviz talebinde bulunmasına ve bankacılık sisteminin zayıf durumu eklenince Kasım 2000'de faiz oranları hızla arttı ve borsa da keskin düşüşler yaşandı. 19 Şubat 2001 tarihinde ise Cumhurbaşkanı ve Başbakan arasında yaşanan siyasi gerginliğin sonrasında finansal piyasalarda döviz talebi çok yüksek miktarda olmuştur. Ancak bankacılık sektörünün açık pozisyonları ve yetersiz döviz miktarı likidite sıkışıklığına neden olmuştur. Bu koşullarda sabit döviz kuru politikasının sürdürülmesinin imkansız hale gelmesi nedeniyle 22 Şubat tarihinde sabit kur rejiminden dalgalı kur rejimine geçilmiştir. Dalgalı kur rejimine geçildikten sonraki dönemde kurlarda önemli artışlar ve yüksek miktarda oynaklıklar gözlenmiş, Türk lirası 2001 yılı boyunca ABD doları ve Euro'ya karşı sırasıyla yüzde 115,3 ve yüzde 107,1 oranlarında değer kaybetmiştir. Kasım 2000 ve Şubat 2001 krizleri, finansal kesimin kırılğan yapısını ciddi boyutlarda artırmış, finansal kesimin en önemli kısmını oluşturan bankaların mali yapılarında ciddi bozulmalar yaşanmıştır (TCMB Yıllık Rapor, 2001, s.16). Ayrıca 11 Eylül 2001 terörist saldırısıyla ABD ekonomisinde yaşanan durgunluk küresel düzeyde üretim yavaşlamasına neden olmuştur (TCMB Yıllık Rapor, 2001, s.1).

Dalgalı kur rejimine geçilmesiyle birlikte 2002 yılında kriz sonrası uygulanan ekonomik programın kararlılıkla sürdürülmesi Ocak-Nisan döneminde piyasalardaki kaygıları ortadan kaldırırken enflasyon ve faiz oranlarının düşmesini sağlamıştır. Ancak politik istikrarsızlıkların yaşandığı mayıs-ağustos ayında erken genel seçim kararı ve Avrupa Birliği uyum süreci kapsamında yaşanan anlaşmazlıklar, Türk lirası ve döviz kurundaki dalgalanmaları arttırmış ve enflasyon oranındaki gerilemeyi yavaşlatmıştır. Bu nedenle 2002 yılında finansal stresin arttığı söylenebilir (TCMB Yıllık Rapor, 2002, s.76).

2006 yılında kriz olasılığının artış göstermesi, 2006 yılının ikinci çeyreğinde küresel piyasalarda meydana gelen dalgalanmalar ile birlikte yerli paranın değer kaybetmesi ve faiz oranlarının artması ile açıklanmaktadır. Ayrıca bu dönemde riskten kaçınma eğiliminin artmasına bağlı olarak talep daralması yaşanmıştır (TCMB Yıllık Rapor, 2006, s.28).

Kriz olasılığının artış gösterdiği bir diğer yıl 2008 küresel krizinin yaşandığı dönemdir. 2008 Eylül ayında başlayan ve ABD’de bazı büyük finansal kuruluşların iflas etmesiyle daha da derinleşen küresel finansal kriz dünya ekonomisinde daralmaya neden olmuştur. Ülkemizde 2008 son çeyreğinden itibaren olumsuz etkileri derinleşmiş ve 2009 yılının ilk çeyreğinde iç talep hızlı bir şekilde gerilemiştir (TCMB Yıllık Rapor, 2009, s.25). Küresel piyasalardaki sorunlar nedeniyle ortaya çıkan belirsizlikler, yurt içi kredi piyasasını da olumsuz yönde etkilemiş, kredi hacmi 2008 yılının son ve 2009 yılının ilk çeyreğinde hızla gerilemiştir (TCMB Yıllık Rapor, 2009, s.52).

2011 yılında ise finansal piyasaları etkileyen en belirleyici unsur Euro bölgesi borç krizi olmuştur. Bazı Avrupa ülkelerinde kamu borçlarının sürdürülebilirliğine ve küresel piyasalardaki büyümeye ilişkin endişelerin artması, 2011 yılının ikinci çeyreğinde, risk iştahını olumsuz yönde etkileyerek, Türkiye dahil birçok gelişmekte olan ülkede sermaye akımlarının azalmasına yol açmıştır (TCMB Yıllık Rapor, 2011, s.49). Gelişmekte olan diğer ülkeler kıyasla oynaklık sınırlı olmakla birlikte, Türk lirası sermaye çıkışlarıyla birlikte aşırı değer kaybetmiştir. Ayrıca iç talepteki daralmanın etkisiyle ithalat son dönemde zayıflamaya devam etmiştir (TCMB Yıllık Rapor, 2011, s.52).

2012 yılında küresel kriz sonrasında ortaya çıkan ve tüm dünyayı etkileyen belirsizlik ortamı önemini korumuştur. Küresel kriz öncesi dönemde görülen küresel büyüme ve gelişme süreci, krizden sonra yerini bölgesel ayrışma, kırılmalıklar ve bulaşma etkilerine bırakmıştır. Ancak, her ülkenin küresel kriz sonrası toparlanma süreci ülkelerin uyguladıkları politikalar ve siyasi irade ile ilişkili olmuştur. TCMB ise fiyat istikrarı hedeflemesine finansal istikrarı da dahil ederek yeni bir politika birleşimi uygulamaya başlamış, bu sayede 2011 yılına kıyasla hem reel ekonomiye hem de piyasalara ilişkin göstergeler daha olumlu bir yapı sergilemiştir (TCMB Yıllık Rapor, 2012, s.42).

Küresel para politikalarına ilişkin artan belirsizlikler, 2013 yılının ikinci çeyreğinden itibaren devam etmiş, Türkiye dahil birçok gelişmekte olan ülkede sermaye çıkışları yaşanmasına neden olmuştur. Bu durum birçok gelişmekte olan ülkenin döviz piyasasında Mayıs ayından sonra oynaklığın artmasına neden olmuştur. Dış borçlanma konusunda, finans ve finans dışı sektörler herhangi bir sorun yaşamamasına rağmen, Türkiye'ye yönelik portföy akımlarında yaşanan oynaklığın, 2011 yılında Avrupa krizi sırasında yaşanan oynaklıktan daha fazla olduğu görülmüştür (TCMB Yıllık Rapor, 2013, s.41). Bunun nedeni Mayıs ayında yaşanan Gezi Parkı Protestoları ve 17 Aralık sonrasında yaşanan politik istikrarsızlık sürecinin finansal piyasalara yansımalarıdır.

2014 yılında olumsuz iç ve dış gelişmeler sonucunda TL'de belirgin bir değer kaybı yaşanırken, küresel finansal piyasalar yıl boyunca dalgalı bir seyir izlemiştir. FED'in para politikasında yaşanan normalleşme süreci 2014 yılının ilk yarısında, oynaklık ve risk iştahında azalma yaratarak gelişmekte olan ülkelerde sermaye akımlarını olumsuz etkilemiştir. Bu durum Türkiye'de döviz kuru ve finansal piyasalarda oynaklığı arttırmıştır (TCMB Yıllık Rapor, 2014, s.41).

2015 yılında iç ve dış piyasalardaki gelişmelerin finansal istikrar üzerinde etkili olmuştur. 2015 yılında büyümeye dair aşağı yönlü riskler nedeniyle küresel finans piyasalarındaki oynaklıklar devam etmiştir. Bu oynaklığın nedeni küresel para politikalarına ilişkin belirsizlikler ve küresel büyümeye ilişkin endişelerdir (TCMB Yıllık Rapor, 2015, s.45). Ayrıca 2015 yılı Türkiye'de iki genel seçimin yapıldığı bir yıl olmuştur ve yaşanan belirsizlik ortamı finansal piyasalarda strese yol açmıştır.

Küresel piyasalardaki belirsizlikler ve ABD politika faiz beklentilerinin yukarı yönlü güncellenmesi finansal piyasalar ve döviz kurunda oynaklığa neden olmuştur. Gelişmiş ülkelerdeki siyasal belirsizlikler özellikle ABD seçimlerine ilişkin beklentiler finansal piyasalarda oynaklığı arttırıcı unsurlar olmuştur. Ülkemiz de ise ekonomi 2016 yılının ilk yarısında, jeopolitik risklere ve küresel ekonomik yavaşlamaya rağmen iç talebin desteğiyle büyümüştür. Yılın ikinci yarısında ülke içi belirsizlikler piyasalarda bir miktar dalgalanmaya neden olmuş büyüme ivme kaybetmiş, jeopolitik gelişmeler nedeniyle ihracat ve turizm gelirlerinde belirgin düşüşler yaşanmıştır (TCMB Yıllık Rapor, 2016, s.46). Ayrıca 2016 yılında yaşanan darbe girişimi, yabancı sermayenin kaçışına neden olmuş bu durum piyasalarda stresi arttırmıştır.

### **4.3. Öncü Göstergeler**

Uygulamanın ilk kısmında finansal piyasalardaki stresi ölçmek amacıyla finansal stres endeksi oluşturulmuş, ardından tüm endeksler için uygun Markov Değişim Modelleri tahmin edilerek her birinin yüksek ve normal stres dönemlerini belirlemedeki başarıları ortaya konmuştur.

Burada ise oluşturulan finansal stres endeksi çerçevesinde, 1990-2017 yılları arasında yaşanan yüksek stres dönemlerinin finansal kriz modelleri kapsamında kullanılan öncü göstergelerden hangileri ile açıklandığı Markov rejim değişim modeliyle ortaya konacaktır. Öncü göstergeler, standartlaştırma işleminden sonra durağan halleriyle modele dâhil edilmiştir. Değişken seçiminde 1990 sonrası yaşanan finansal krizleri açıklamakta anlamlı bulunan değişkenlere yer verilmiştir. Bunlar aşağıda açıklanmaktadır.

Reel döviz kurunun trendinden sapması, ulusal paranın aşırı değerlendirilip değerlendirmediğini ölçmek amacıyla kullanılan bir değişkendir. Reel döviz kuru ve Hodrick-Prescott filtresinden elde edilen reel döviz kurunun trendi arasındaki fark, reel döviz kurunun uzun dönem seyrini göstermektedir. Finansal stres değişkeni ile ilişkisinin pozitif olması beklenmektedir.

Kısa vadeli dış borcun rezervlere oranı öncü gösterge olarak kullanılan bir diğer değişkendir. 2008 küresel krizinin hızla artan ve büyük ölçeklerde verilen

kontrolsüz kredilerin geri ödenmemesiyle başladığı söylenebilir. Kredilerin, borçlanan özel sektör ya da hane halkının finansal gücüne oranla çok yüksek olmasının krize yol açacağı kabul edilmektedir. Bu kapsamda öncü gösterge olarak alınan kısa vadeli dış borcun rezervlere oranı ile finansal stres değişkeni arasındaki ilişkini pozitif olması beklenmektedir.

Merkez bankasının bankacılık sektörüne açtığı kredilerin toplam yükümlülükler içindeki payı, ekonomideki likidite problemi ile ilişkili önemli bir değişkendir. Aşırı borçlanma, zayıf bir bankacılık sistemine işaret etmektedir. Bu nedenle bu oran bankacılık sektörünün kırılgan bir yapıya sahip olup olmadığı hakkında bilgi vermektedir. Finansal piyasalardan borçlanamayan bankaların Merkez bankasından borçlanması, finansal piyasalarda ciddi sorunların olduğunu göstermektedir.

M2 para arzının rezervler içindeki payı da öncü göstergelerden biri olarak kabul edilmektedir. Spekülatif ataklar karşısında yerli paranın değer kaybını önlemek ve döviz kurunu korumak isteyen Merkez Bankasının döviz rezervlerini kullanması para arzını azaltmaktadır. Bu nedenle finansal stres endeksi ile M2 para arzının rezervler içindeki payı arasında negatif yönlü bir ilişki beklenmektedir.

Yüksek sermaye giriş çıkışları finansal kırılganlığı arttırmaktadır. Bu nedenle finansal serbestleşmenin etkilerini göstermek amacıyla portföy yatırımları kullanılmıştır. Portföy yatırımları ve finansal stres endeksi arasında pozitif bir ilişki olması beklenmektedir.

Borsa İstanbul Endeksi (BIST), portföy yatırımlarında olduğu sermaye çıkışları hakkında önemli bilgiler vermektedir. Yüksek sermaye çıkışları finansal piyasalarda kırılganlığı arttıracığından finansal stres değişkeni ile BIST arasındaki ilişkinin negatif olması beklenmektedir.

Enflasyon oranı, ekonomi ve bankacılık sistemini olumsuz etkileyen yanlış makroekonomik politikalar ve yüksek faiz oranıyla ilişkilidir (Lestano ve diğ., 2004, s.9). Enflasyon oranındaki artış yerel paranın değer kaybetmesine, yatırımların

düşmesine neden olmakta ve ekonomideki belirsizlik ortamını arttırmaktadır. Bu nedenle değişkenin finansal stres değişkeni ile ilişkisi pozitifdir.

ABD faiz oranlarındaki artış sermaye akımları ile ilişkilidir. Faiz oranları düşürüldüğünde bankaların daha ucuza kaynak bulabilmesi ekonominin canlanmasına yol açarken, faiz oranları düşürüldüğünde bankaların yeni kaynaklar bulma maliyeti arttığından çekingen davranması piyasanın durgunlaşmasına neden olmaktadır. Bu doğrultuda ABD faiz oranıyla finansal stres değişkeni arasındaki ilişkinin pozitif olması beklenmektedir.

Dış ticaret haddi bir ülkenin ödemeler dengesinin gücünü göstermektedir. Dış ticaret haddindeki artışın finansal stres eneksiyle ilişkisinin negatif olması beklenmektedir.

Sanayi üretim endeksi, büyüme göstergesi olarak kullanılmış olup finansal stres değişkeniyle ilişkisinin negatif olması beklenmektedir (Arı, 2008, s.24-26).

**Tablo 4.24**  
**Öncü Göstergeler**

Değişken	Açıklayıcı Değişkenler	Beklenen Etki	Referans
RDKTS	Reel Döviz Kurunun Trendinden Sapması	+	Kaminsky ve diğ. (1998)
KVBREZ	Kısa Vadeli Borç /Rezervler	+	Kamin ve diğ. (2001)
MREZO	M2/Rezervler	-	Kaminsky ve diğ. (1998)
PY	Portföy Yatırımları	+	Kumar ve diğ. (2002)
BIST	Borsa İstanbul Endeksi	-	Kaminsky ve diğ. (1998)
EO	Enflasyon Oranı	+	Dermirguc, -Kunt ve Detragiache (1997)
AFO	ABD Faiz Oranı	+	Eichengreen ve Arteta (2004)
SUE	Sanayi Üretim Endeksi	-	Kaminsky ve diğ. (1998)
DTH	Dış Ticaret Haddi	-	Kamin ve diğ. (2001)
MBKTYO	Merkez Bankasının Bankacılık Sektörüne Açtığı Krediler/Toplam Yükümlülükler	+	Abiad (2003)

Endeksler oluşturulurken tüm değişkenleri aynı birimde ifade edebilmek için ortalaması ve standart sapması hesaplanan her bir değişken standartlaştırıldıktan sonra endekse dahil edilmiştir. Bu nedenle her bir öncü gösterge standardize edilmiş ve modellerde

kullanılan endeks logaritmik dönüşümle elde edilmişse logaritmik dönüşüm ile hesaplanan standart değerleri, düzey halleri ile elde edilmişse düzey halleri ile hesaplanan standart değerleri kullanılmıştır.

#### 4.3.1. Finansal Stres Endeksinin Finansal Kriz Modelleri Çerçevesinde Değerlendirilmesi

Öncü göstergeler için model kurmadan önce durağanlık testi yapılmış, durağan olmayan serilerin farkları alınarak durağanlıkları sağlanmıştır.

**Tablo 4.25**  
**Öncü Göstergelere İlişkin Birim Kök Test Sonuçları**

Değişken	ADF Birim Kök Testi		PP Birim Kök Testi	
	T-istatistiği (Düzy)	T-istatistiği (Birinci Fark)	T-istatistiği (Düzy)	T-istatistiği (Birinci Fark)
<b>RDKTS</b>	-6.954***	-12.576***	-5.549***	-12.444***
<b>KVBREZ</b>	-1.685	-16.102***	-1.790	-16.193***
<b>MREZO</b>	-2.636	-18.146***	-2.635	-18.385***
<b>PY</b>	-1.835	-5.208***	-11.934***	-69.284***
<b>BIST</b>	-2.824	-14.965***	-2.713	-14.815***
<b>EO</b>	-2.425	-10.752***	-11.234***	-64.39***
<b>AFO</b>	-4.718***	-5.176***	-2.589	-14.983***
<b>SUE</b>	-3.216	-4.821***	-10.613***	-68.987***
<b>MBKTYO</b>	-0.830	-4.685**	-0.398	-16.301***
<b>DTH</b>	-4.91***	-28.75***	-8.39***	-31.14***

**Not:** \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Öncü göstergelerin bağımsız/doğrusal olup olmadıklarını belirlemek amacı ile yapılan BDS testi sonuçları Tablo 4.26'da verilmiştir.

**Tablo 4.26**  
**Öncü Göstergelerin Bağımsızlık/Doğrusallık Sınaması**

AFO									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0579	0.0095	6.051	0.000	22357.0	0.4272	31797.0	0.6076	0.3692
3	0.1063	0.0133	7.945	0.000	17390.0	0.3344	31770.0	0.6109	0.2280
4	0.1379	0.0140	9.819	0.000	14284.0	0.2763	31522.0	0.6099	0.1383
5	0.1463	0.0129	11.322	0.000	11817.0	0.2300	31275.0	0.6089	0.0837
6	0.1430	0.0110	12.989	0.000	9878.0	0.1935	31029.0	0.6079	0.0504

**Tablo 4.26 Devam**  
**Öncü Göstergelerin Bağımsızlık/Doğrusallık Sınaması**

<b>BIST100</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0557	0.0068	8.1335	0.000	21931.0	0.4191	31550.0	0.6029	0.3635
3	0.1107	0.0093	11.850	0.000	17319.0	0.3330	31500.0	0.6057	0.2222
4	0.1507	0.0095	15.707	0.000	14710.0	0.2846	31261.0	0.6048	0.1338
5	0.1684	0.0086	19.513	0.000	12892.0	0.2510	31190.0	0.6072	0.0825
6	0.1791	0.0071	249296	0.000	11678.0	0.2288	30946.0	0.6063	0.0496
<b>DTH</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0314	0.0040	7.7890	0.000	17217.0	0.3290	28543.0	0.5454	0.2975
3	0.0466	0.0050	9.3003	0.000	10823.0	0.2081	28320.0	0.5445	0.1615
4	0.0464	0.0046	9.9620	0.000	6947.0	0.1344	28148.0	0.5446	0.0879
5	0.0397	0.0037	10.473	0.000	4477.0	0.0871	27916.0	0.5435	0.0474
6	0.0302	0.0028	10.582	0.000	2852.0	0.0558	27715.0	0.5430	0.0256
<b>EO</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0340	0.0050	6.7219	0.000	25831.0	0.4967	35374.0	0.6802	0.4627
3	0.0575	0.0077	7.3870	0.000	19200.0	0.3715	35126.0	0.6796	0.3139
4	0.0777	0.0089	8.6529	0.000	14939.0	0.2908	34896.0	0.6794	0.2131
5	0.0944	0.0090	10.401	0.000	12171.0	0.2384	34463.0	0.6787	0.1440
6	0.1002	0.0084	11.816	0.000	10038.0	0.1979	34421.0	0.6786	0.0976
<b>KVBREZ</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0383	0.0055	6.890	0.000	22013.0	0.4206	32356.0	0.6183	0.3823
3	0.0647	0.0078	8.281	0.000	15604.0	0.3006	32104.0	0.6173	0.2352
4	0.0797	0.0082	9.665	0.000	11610.0	0.2246	31887.0	0.6169	0.1449
5	0.0852	0.0076	11.198	0.000	8933.0	0.1739	31634.0	0.6159	0.0886
6	0.0811	0.0065	12.476	0.000	6933.0	0.1358	31441.0	0.6160	0.0546
<b>MREZO</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0119	0.0051	2.3141	0.020	20238.0	0.3867	32036.0	0.6122	0.3748
3	0.0147	0.0071	2.0578	0.039	12878.0	0.2476	31994.0	0.6152	0.2328
4	0.0226	0.0074	3.0224	0.002	8523.0	0.1649	31741.0	0.6141	0.1422
5	0.0247	0.0068	3.6186	0.000	5749.0	0.1119	31529.0	0.6138	0.0871
6	0.0212	0.0057	3.6821	0.000	3879.0	0.0759	31447.0	0.6161	0.0547

**Tablo 4.26 Devam**  
**Öncü Göstergelerin Bağımsızlık/Doğrusallık Sınaması**

<b>PY</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0326	0.0048	6.718	0.000	15089.0	0.3341	24795.0	0.5491	0.3015
3	0.0550	0.0060	9.070	0.000	9879.0	0.2202	24609.0	0.5486	0.1651
4	0.0688	0.0056	12.089	0.000	7071.0	0.1587	24392.0	0.5475	0.0898
5	0.0692	0.0046	14.808	0.000	5285.0	0.1194	24321.0	0.5495	0.0501
6	0.0683	0.0035	19.209	0.000	4201.0	0.0955	24111.0	0.5485	0.0272
<b>MBKTYO</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0672	0.0078	8.573	0.000	32878.0	0.6283	39194.0	0.7490	0.5610
3	0.1312	0.0132	9.882	0.000	28634.0	0.5506	38924.0	0.7484	0.4193
4	0.1750	0.0168	10.381	0.000	25674.0	0.4967	38923.0	0.7531	0.3217
5	0.2194	0.0187	11.709	0.000	23657.0	0.4606	38645.0	0.7524	0.2411
6	0.2471	0.0192	12.820	0.000	22165.0	0.4342	38602.0	0.7563	0.1871
<b>SUE</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.0273	0.0048	5.601	0.000	17427.0	0.3330	28932.0	0.5529	0.3057
3	0.0460	0.0061	7.482	0.000	11322.0	0.2177	28904.0	0.5558	0.1717
4	0.0516	0.0058	8.890	0.000	7564.0	0.1463	28668.0	0.5558	0.0946
5	0.0468	0.0048	9.739	0.000	5078.0	0.0988	28434.0	0.5547	0.0520
6	0.0375	0.0036	10.182	0.000	3437.0	0.0673	28419.0	0.5567	0.0297
<b>RDKTS</b>									
Boyut	BDS ist.	St.Hata	Z-ist.	Olasılık	C(m,n)	c(m,n)	C(1,n-(m-1))	c(1,n-(m-1))	C(1,n-(m-1))^k
2	0.1498	0.0049	30.407	0.000	28612.0	0.5434	33029.0	0.6273	0.3935
3	0.2278	0.0070	32.498	0.000	24943.0	0.4766	32911.0	0.6289	0.2488
4	0.2638	0.0074	35.284	0.000	21856.0	0.4202	32707.0	0.6289	0.1564
5	0.2736	0.0069	39.201	0.000	19187.0	0.3712	32454.0	0.6279	0.0976
6	0.2676	0.0060	44.386	0.000	16866.0	0.3183	32204.0	0.6270	0.0607

Tablo 4.26’da verilen BDS testi z istatistiği ve olasılık değerleri dikkate alındığında, tüm boyutlarda %5 anlamlılık düzeyinde serilerin bağımsız/doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi reddedilmiştir. Böylece öncü göstergelerin tüm boyutlarda bağımlı, dolayısı ile doğrusal olmadığı ortaya konmuş ve doğrusal olmayan zaman serisi modelleriyle incelenmesinin uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Türkiye'nin 1990 sonrası yaşamış olduğu tüm krizleri yakalamış olması ve sadece yüksek stresin zirve yaptığı 1991, 1994, 1998-1999, 2000-2001 ve 2008 kriz dönemlerini yakalamış olması nedeniyle FSE-6(L) en iyi endeks olarak seçilmiştir. Bu nedenle kriz tanım olarak FSE-6(L) ve FSE-6 endeksleri ve öncü göstergeler için anlamlı sonuçlar veren model tahminleri aşağıda verilmiştir.

On yedinci Markov rejim değişim modeli FSE-6 ve öncü göstergeler için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.27'de verilmiştir.

**Tablo 4.27**  
**FSE-6 ve Öncü Göstergeler Markov Rejim Değişim Modeli**  
**Tahmin Sonuçları: MSIH(2)-DR-X**

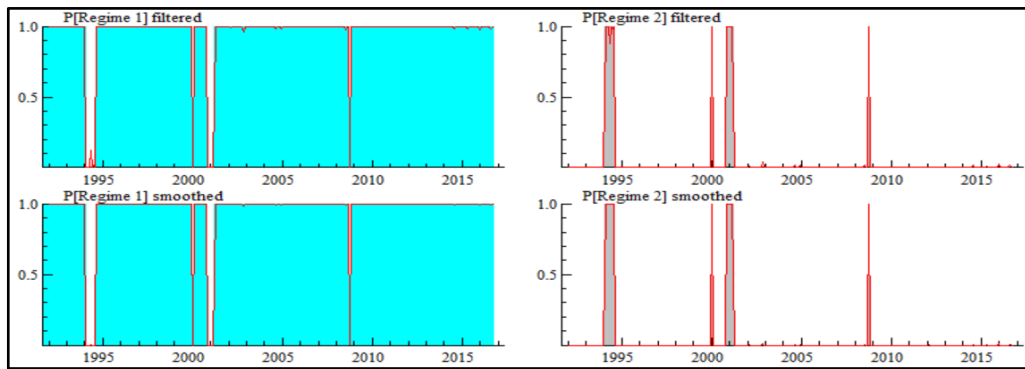
Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	
Sabit	-1.79	-22.0	4.58	6.05	
FSE – $6_{t-1}$	-0.008	-0.259	-1.20	-69.8	
FSE – $6_{t-4}$	0.029	1.58	-2.66	-63.9	
FSE – $6_{t-6}$	-0.044	-2.61	-4.37	-39.7	
FSE – $6_{t-9}$	-0.015	-0.96	6.66	16.2	
AFO	1.34	19.2	-0.02	-0.852	
BIST	-0.027	-0.852	2.08	4.78	
EO	0.06	1.20	0.68	11.1	
PY	-0.048	-1.55	9.23	27.0	
MREZO	-0.081	-2.09	-0.639	-3.17	
KVBREZ	-0.045	-1.10	0.246	4.67	
DTH	-0.039	-1.16	0.72	8.69	
Sigma	0.528	23.8	0.33	5.28	
<b>Rejim Özellikleri</b>				<b>Rejim Olasılıkları Matrisi(*)</b>	
	<b>Gözlem Sayısı</b>	<b>Olasılık</b>	<b>Süre (ay)</b>	<b>Rejim 1</b>	<b>Rejim 2</b>
<b>Rejim 1</b>	284	95.30	56.80	0.985	0.014
<b>Rejim 2</b>	14	4.70	3.5	0.291	0.708
<b>Normal Stres Dönemi</b>	<b>Yüksek Stres Dönemi</b>				
1992(1)-1994(1) 1994(9)-1999(12) 2000(2)-2000(10) 2001(4)-2008(9) 2008(11)-2016(10)	1994(2)-1994(8) 2000(1)-2000(1) 2000(11)-2001(3) 2008(10)-2008(10)				
<b>Varsayımlar</b>				<b>Prob.</b>	
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(15)$		626.56		0.000	
Normallik Testi $\chi^2(2)$		4.273		0.1180	
ARCH 1-1 Test F(1,268)		1.297		0.2557	
Portmanteau Test $\chi^2(36)$		34.357		0.5469	

(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-6 ve öncü göstergeler için en uygun olduğu belirlenen MSIH(2)-DR-X modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanto testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.27’de yer alan LR olabirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 yüksek stres dönemidir. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra birinci rejimde kalma olasılığı 0,98; 1.rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0,014 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden yüksek stres dönemine geçme olasılığının oldukça düşük (0,014) olduğunu göstermektedir. Rejim 2’de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,70 olarak bulunmuştur. 1. Rejimde kalma olasılığının diğer rejimlerde kalma olasılığından daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 298 gözlemin 284 gözlemi rejim 1’de, yani normal stres döneminde, 14 gözlem rejim 2’de yani yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 56 ay, 2. rejimde 3 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 3 ay gibi kısa bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.27 ‘de MSIH(2)-DR-X modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.27: FSE-6 ve Öncü Göstergeler Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.27’de rejim 2’nin sınıflandırmasına baktığımızda 1994(2)-1994(8), 2000(1)-2001(1), 2000(11)-2001(3), 2008(10)-2008(10) dönemleri yer almaktadır. Bu

dönemlerin Türkiye'nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve finansal stresin en yüksek olduğu dönemler olarak ifade edilebilir.

Rejim 1'in olasılığı 95,30, rejim 2'nin olasılığı 4,70'dir. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde rejim 1'in ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde 1994'in ikinci ayından itibaren krizin ortaya çıktığı görülmektedir. 1994 krizi 2 ay öncesinden öngörülmüştür. Model tahmin sonuçlarına göre yüksek stres dönemlerinde ABD faiz oranı dışında tüm değişkenlerin kriz döneminde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. M2 para arzının rezervlere oranı ve ABD faiz oranı değişkenleri normal stres döneminde istatistiksel olarak anlamlı bulunan değişkenlerdir. Kriz dönemi için enflasyon oranı, portföy yatırımları, M2 para arzının rezervlere oranı, kısa vadeli dış borçların rezervlere oranı değişkenlerinin işaretleri beklendiği gibi çıkmıştır.

On sekizinci Markov rejim değişim modeli FSE-6(L) ve öncü göstergeler için oluşturulmuş ve tahmin sonuçları Tablo 4.28'de verilmiştir.

**Tablo 4.28**  
**FSE-6(L) ve Öncü Göstergeler Markov Rejim Değişim Modeli**  
**Tahmin Sonuçları: MSH(2)-DR-X**

Değişkenler	Rejim 1		Rejim 2		
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği	
FSE – $6L_{t-1}$	0.209	3.31	-0.053	-0.491	
FSE – $6L_{t-9}$	0.191	4.04	-0.069	-0.529	
EO	0.082	3.03	-0.310	-3.34	
PY	-0.051	-1.98	0.110	1.22	
KVBREZ	-0.025	-0.776	0.236	2.85	
DTH	-0.040	-1.44	0.23	2.43	
DTH <sub>t-1</sub>	-0.011	-0.406	0.275	2.62	
Sigma	0.293	13.9	0.762	10.9	
Rejim Özellikleri			Rejim Olasılıkları Matrisi(*)		
	Gözlem Sayısı	Olasılık	Süre (ay)	Rejim 1	Rejim 2
<b>Rejim 1</b>	228	76.51	12.67	0.895	0.104
<b>Rejim 2</b>	70	23.49	4.12	0.248	0.751

**Tablo 4.28 Devam**  
**FSE-6(L) ve Öncü Göstergeler Markov Rejim Değişim Modeli**  
**Tahmin Sonuçları: MSH(2)-DR-X**

<b>Normal Stres Dönemi</b>	<b>Yüksek Stres Dönemi</b>	
1992(1)-1993(5)	1993(6)-1993(10)	
1993(11)-1994(1)	1994(2)-1994(2)	
1994(3)-1994(3)	1994(4)-1994(6)	
1994(7)-1998(8)	1998(9)-1998(9)	
1998(10)-1999(12)	2000(1)-2000(2)	
2000(3)-2000(11)	2000(12)-2001(7)	
2001(8)-2001(9)	2001(10)-2002(6)	
2002(7)-2002(10)	2002(11)-2003(4)	
2003(5)-2004(4)	2004(5)-2004(6)	
2004(7)-2006(4)	2006(5)-2006(8)	
2006(9)-2008(2)	2008(3)-2008(3)	
2008(4)-2008(4)	2008(5)-2008(12)	
2009(1)-2009(3)	2009(4)-2009(8)	
2009(9)-2011(3)	2011(4)-2011(9)	
2011(10)-2012(1)	2012(2)-2012(2)	
2012(3)-2013(12)	2014(1)-2014(4)	
2014(5)-2015(9)	2015(10)-2016(1)	
2016(2)-2016(10)		
<b>Varsayımlar</b>		<b>Prob.</b>
LR- Olabilirlik Oranı $\chi^2(11)$	112.64	0.000
Normallik Testi $\chi^2(2)$	0.822	0.662
ARCH 1-1 Test F(1,267)	0.045	0.830
Portmanteau Test $\chi^2(36)$	30.26	0.7376

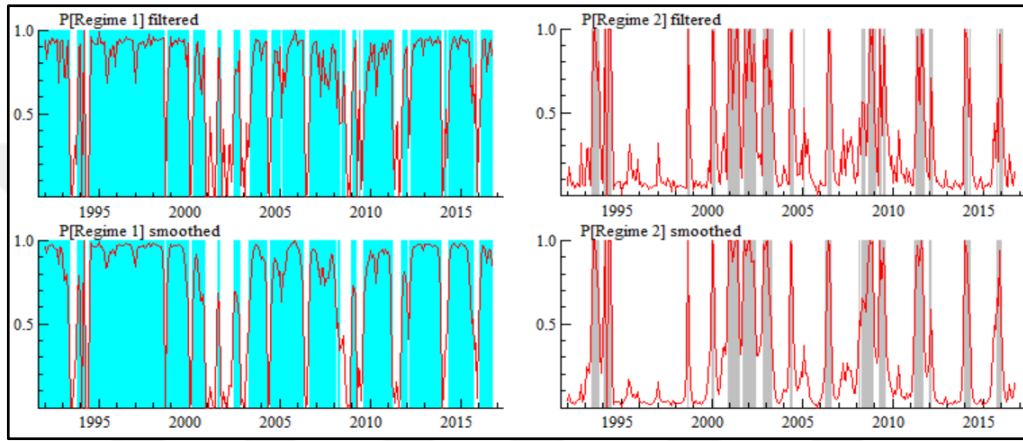
(\*)Tüm modellerde rejim olasılıkları, satırlar toplamı bir olacak şekilde yazılmıştır.

FSE-6(L) ve öncü göstergeler için en uygun olduğu belirlenen MSH(2)-DR-X modeli artıklarının varsayımları sağlayıp sağlamadığını görmek için hesaplanan LR, normallik, ARCH ve Portmanteo testlerinin sonuçları, temel varsayımların sağlandığını göstermektedir. Tablo 4.28’de yer alan LR olabilirlik oranına göre serinin doğrusal olduğunu ileri süren sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir.

Rejim ortalaması ve varyansına göre rejim 1 normal stres dönemi, rejim 2 yüksek stres dönemidir. Rejim 1. rejimde iken bir dönem sonra birinci rejimde kalma olasılığı 0,89; 1.rejimde iken 2. rejime geçme olasılığı 0,104 olarak hesaplanmıştır. Bu da normal stres döneminden yüksek stres dönemine geçme olasılığının düşük (0,104) olduğunu göstermektedir. Rejim 2’de iken 2. rejimde kalma olasılığı 0,75 olarak bulunmuştur. 1. Rejimde kalma olasılığının diğer rejimlerde kalma olasılığından daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam 298 gözlemin 228 gözlemi rejim 1’de,

yani normal stres döneminde, 70 gözlem rejim 2’de yani yüksek stres döneminde yer almaktadır. Rejimlerde ortalama kalma süreleri ise 1. rejimde 12 ay, 2. rejimde 4 aydır. Bu da yüksek stres döneminin 4 ay gibi kısa bir sürede sonlanacağını göstermektedir.

Şekil 4.28 ‘de MSH(2)-DR-X modeline ait filtrelenmiş ve düzleştirilmiş kriz olasılıklarına ait grafikler verilmiştir. Bu grafikler yardımı ile her rejimin kriz dönemleri belirlenmiş, rejim sınıflandırması yapılmıştır.



**Şekil 4.28: FSE-6(L) ve Öncü Göstergeler Filtrelenmiş ve Düzleştirilmiş Kriz Olasılıkları**

Şekil 4.28’da rejim 2’nin sınıflandırmasına baktığımızda 1993(6)-1993(10), 1994(2)-1994(2), 1994(4)-1994(6), 1998(9)-1998(9), 2000(1)-2000(2), 2000(12)-2001(7), 2001(10)-2002(6), 2002(11)-2003(4), 2004(5)-2004(6), 2006(5)-2006(8), 2008(3)-2008(3), 2008(5)-2008(12), 2009(4)-2009(8), 2011(4)-2011(9), 2012(2)-2012(2), 2014(1)-2014(4), 2015(10)-2016(1) dönemleri yer almaktadır. Bu dönemlerin bazıları Türkiye’nin yaşadığı ekonomik kriz dönemlerine karşılık geldiği ve bazıları ise finansal stresin yüksek olduğu dönemler olarak ifade edilebilir.

Rejim 1’in olasılığı 76,51, rejim 2’nin olasılığı 23,49’dur. Rejim olasılık matrisi ve grafiklerde rejim 1’in ani ve sık rejim değiştirme koşullarına sahip olmadığı, yüksek bir kalıcılık gösterdiği görülmektedir. Kriz dönemi olarak kabul ettiğimiz yüksek stres döneminde 1993 yılının altıncı ayından itibaren stresin yüksek olduğu görülmektedir. 1994 krizi 2 ay, 2008 krizi 5 ay öncesinden öngörülmüştür. Model tahmin sonuçlarına göre yüksek stres dönemlerinde enflasyon oranı, dış ticaret haddi ve

kısa vadeli borçların rezervlere oranı değişkenleri kriz döneminde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görölmektedir. Enflasyon oranı ve portföy yatırımları değişkenleri normal stres döneminde istatistiksel olarak anlamlı bulunan değişkenlerdir. Kriz dönemi için sadece, kısa vadeli dış borçların rezervlere oranı değişkeninin işareti beklendiği gibi çıkmıştır.



## SONUÇ

Ekonomik büyüme hedeflerine ulaşmak isteyen gelişmekte olan ülkeler finansal serbestleşme ile birlikte gerekli sermayeyi elde etmeyi amaçlamıştır. Ancak yüksek miktarlardaki sermaye giriş çıkışları özellikle 1990'lı yıllar itibariyle finansal ve ekonomik istikrarı sağlamaktan çok finansal krizlere neden olmuştur.

Finansal piyasalarda görülen krizler döviz krizi, bankacılık krizi, sistemik kriz ve dış borç krizi olmak üzere dört başlık altında toplanmaktadır. Ancak finansal sistemde bu kriz türlerini birbirinden ayırmak mümkün değildir. Çünkü finansal sistemde görülecek bir kriz bir diğerinin nedeni veya sonucu olarak ortaya çıkabilir.

Finansal krizleri anlamak, önlemek ve krizlere neden olan faktörleri belirlemek amacıyla finansal kriz modelleri geliştirilmiştir. Nesil modelleri çerçevesinde sınıflandırılan döviz krizleri finansal piyasalarda en sık görülen kriz biçimidir. Çalışmada finansal kriz modelleri ile ilgili teorik çalışmalarda krizlerin çıkış nedenleri ve krizleri etkileyen faktörler ortaya konmaya çalışılmıştır.

Meksika (1973-1982) ve Arjantin (1978-1981) gibi gelişmekte olan ülkelerdeki finansal krizleri nedenlerini ortaya koymak için geliştirilen birinci nesil kriz modellerinde kriz, döviz kurunu sabit tutma politikasının yanında para ile finanse edilen bütçe açıklarının devam etmesi ve spekülasyon ataklarının başlamasıyla hükümetin sabit kuru korumak için yeterli rezervlerinin olmaması sonucu ortaya çıkan bir olgudur. 1992-1993 Avrupa Para Sistemi Krizi (ERM)'nin nedenlerini ortaya koymak için geliştirilen ikinci nesil kriz modelleri olumsuz makro ekonomik koşullardan değil beklentilerin değişmesinden kaynaklanmaktadır. Kötümser beklentilerin finansal piyasalardaki kırılganlığı arttırarak krize neden olduğu vurgulanmaktadır. 1997 Güneydoğu Asya krizlerinin nedenlerini ortaya koymak için geliştirilen üçüncü nesil kriz modellerinde krizlerin temelinde bankacılık sistemi olduğu ve ahlaki tehlike ve finansal sektördeki kırılganlığın ekonomiyi savunmasız hale getiren faktörler olduğu savunulmuştur. Ayrıca krizlerin bir ülkeden diğerine bulaşma etkisini açıklamaya çalışmışlardır. Dördüncü nesil kriz modelleri ise gelecekteki muhtemel krizler için

geliştirilmiştir. Bu modellerde makroekonomik dengesizliklere yol açan faktörlere siyaset, güven, kültür gibi kurumsal faktörler eklenerek genişletilmiştir.

1990'lı yıllarda yaşanan finansal karışıklıklar teorik finansal kriz modellerinin gelişmesine yol açarken aynı zamanda finansal krizlerin tahmininde erken uyarı modellerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Bu modeller arasında Sinyal Yaklaşımı, Logit-Probit modelleri ve Markov rejim değişim modelleri sayılabilir. Logit-Probit modelleri ve sinyal yaklaşımı finansal krizlerin ve öncü göstergelerin belirlenmesi için yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemlerin kullanımında en önemli unsur kriz tarihinin önceden bilinmesine ihtiyaç duyulmasıdır ve bu kriz tarihlerini tanımlamak için keyfi eşik değerlerinin verilmesidir, bu durum yanlış sınıflandırmaları ortaya çıkarabilmektedir. Ayrıca bu modellerde sadece aşırı değerlerin kriz dönemi olarak seçilmesi modellerin krizleri öngörme olasılıklarını ve kriz sayısını azaltmaktadır. Bu modellere alternatif olarak zamanla değişen geçiş olasılıklarına sahip Markov rejim değişim modeli önerilmiştir. Bu modellerde kriz tarihinin bilinmesine ihtiyaç yoktur, bunun yerine kriz dönemlerinin tanımlanması modelin çıktısıdır. Bu model diğer yaklaşımların aksine krizin ne zaman ortaya çıktığı, neye benzediği ne kadar sürdüğü ve ne zaman sona ereceği gibi kriz dinamikleri hakkında daha fazla bilgi vermektedir. Bu nedenle kriz olasılıklarının hesaplanmasında Markov rejim değişim modeli kullanılmıştır.

Finansal kriz modellerinde finansal kriz tanımı olarak finansal stres endeksleri kullanılmaktadır. Ancak yazında yaygın olarak kullanılan bu endeksler 0-1 ikili değişkenleri kullanarak krizi var ya da yok kabul etmektedir. Bu endeksler stresin yoğunluğunu ölçmemekte ve kriz standartlarına yaklaşan yüksek stres durumlarını dışlamaktadır. Ayrıca bu endekslerde finansal krizler sistem olayları yerine bankacılık, para veya borç krizi olarak değerlendirilmekte, bu yaklaşım ise krizlerin eş zamanlı hassasiyetini göz ardı etmektedir. Bu nedenle tüm finansal piyasayı kapsayacak şekilde finansal istikrarı bir arada izlemek daha uygundur.

Türkiye için 1990 Ocak-2017 Şubat yıllarını kapsayan çalışmada çeşitli finansal stres endeksleri oluşturularak yüksek stres, normal stres ve düşük stres dönemleri Markov rejim değişim modeliyle tahmin edilmiştir. Endeks oluşturulmasında

tüm finansal piyasayı yansıtmak amacıyla döviz piyasası, hisse senedi piyasası, bankacılık piyasası, tahvil piyasası ve dış borç piyasası olmak üzere her bir piyasa için stresi yansıtan değişkenler kullanılmıştır. Döviz kuru oynaklığı (DKO) ve döviz kuru baskı endeksi (EMPI), hisse senedi getiri oynaklığı (BO), toplam mevduat büyüme oranı (TM), ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki fark (FOF), kısa vadeli dış borç büyüme oranı (KVB) ve uluslararası rezerv (REZ) değişkenlerinin farklı birleşimlerinden oluşan çeşitli finansal stres endeksleri oluşturulmuştur.

Endekslere ilişkin Markov rejim değişim tahmin sonuçlarında yüksek stres dönemleri 1991, 1994, 1998-1999, 2000-2001, 2008 kriz yıllarında yoğunlaşması modellerin Türkiye krizlerini öngörmeye başarısını göstermektedir. Türkiye’de 1990 sonrası yaşanan yüksek finansal stres dönemlerine bakıldığında döviz rezervlerinin yetersiz olması, yüksek sermaye giriş çıkışlarının döviz kurunda yarattığı oynaklık ve politik istikrarsızlıklar Türkiye finansal krizlerinin yaşanmasında en temel faktörler olmuştur. 1994, 1998, 2000-2001 krizleri ve 2008 küresel krizinin yanı sıra yaşanan yüksek stres dönemlerinin en temel özellikleri ise yüksek kamu harcamalarının neden olduğu bütçe açıkları, kısa vadeli sermaye giriş çıkışlarının döviz kurunda yarattığı oynaklık, küresel piyasalarda meydana gelen dalgalanmalara bağlı olarak yaşanan talep daralması ve bunun sonucunda ihracat gelirlerindeki azalıştır; ayrıca jeopolitik riskler ve 2008 küresel krizinden sonra yaşanan küresel ekonomik yavaşlama, ihracat ve turizm gelirlerinde belirgin düşümlere neden olmuş ve finansal piyasalarda stresin artması ile sonuçlanmıştır.

Sonuç olarak, oluşturulan finansal stres endeksleri çerçevesinde Türkiye finansal piyasaları için elde edilen bulgulara göre döviz kuru oynaklığı, hisse senedi oynaklığı, ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki fark, uluslararası rezervler, kısa vadeli dış borç büyüme oranı, toplam mevduat büyüme oranı finansal piyasalardaki istikrarın izlenmesinde kullanılacak önemli değişkenlerdir.

Türkiye’nin 1990 sonrası yaşamış olduğu tüm krizleri yakalamış olması ve sadece yüksek stresin zirve yaptığı 1991, 1994, 1998-1999, 2000-2001 ve 2008 kriz dönemlerini yakalamış olması nedeniyle FSE-6(L) en iyi endeks olarak seçilmiştir. Bu

doğrultuda döviz kuru oynaklığı, hisse senedi oynaklığı, ülke içi politika faiz oranı ve ABD politika faiz oranı arasındaki fark ve uluslararası rezervlerin finansal piyasalardaki stresi en iyi yansıtan değişkenler olduğu ortaya konmuştur.

Çalışmada geliştirilen ve seçilen FSE-6(L) ve FSE-(6) finansal stres endeksleri ile 1990 Ocak-2017 Şubat yılları arasında yaşanan yüksek stres dönemlerinin finansal kriz modelleri kapsamında kullanılan öncü göstergelerden hangileri ile açıklandığı Markov rejim değişim modeliyle ortaya konmuştur. Markov rejim değişim tahmin sonuçlarında yüksek stres dönemlerinin 1991, 1994, 1998-1999, 2000-2001, 2008 kriz yıllarında yoğunlaşması modellerin Türkiye krizlerini öngörmeye başarısını göstermektedir. Sadece yüksek stresin zirve yaptığı dönemler açısından ele alındığında FSE-6 ve öncü göstergeler tahmin sonuçları daha iyi sonuçlar vermiştir. Ayrıca enflasyon oranı, BIST, portföy yatırımları, M2 para arzının rezervlere oranı, kısa vadeli dış borçların rezervlere oranı ve dış ticaret haddi göstergelerinin yüksek stres dönemlerinin tahmininde istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## KAYNAKÇA

- Abiad, A. D. G. (2002). Early Warning Systems for Currency Crises: A Markov-Switching Approach. Yayınlanmamış Doktora Tezi. University of Pennsylvania.
- Abiad, M. A. (2003). Early Warning Systems: A Survey and a Regime-Switching approach (No. 3-32). International Monetary Fund.
- Abu-Mostafa, Y. S. (Ed.). (2000). Computational Finance 1999. MIT Press.
- Adanur Aklan, N., Çınar, M., ve Kanalcı Akay, H. (2015). Financial Stress and Economic Activity Relationship In Turkey: Post-2002 Period. Journal of Management ve Economics, 22(2).
- Ajayi, M. S. I. (1997). An Analysis of External Debt and Capital Flight in The Severely Indebted Low Income Countries in Sub-Saharan Africa. International Monetary Fund.
- Akgül, I.; Koç, S. ve Koç, S.Ö. (2007). Cari İşlemler Dengesi Rejim Değişim Modelleri ile Modellenebilir mi? 8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi, 24-25 Mayıs, Malatya.
- Aklan, N. A., Çınar, M., ve Akay, H. K. (2015). Financial Stress and Economic Activity Relationship in Turkey: Post-2002 Period/Türkiye'de Finansal Stres ve Ekonomik Aktivite İlişkisi: 2002 Sonrası Dönem. Yönetim ve Ekonomi, 22 (2), 567.
- Aktan, C. C., ve Şen, H. (2002). Ekonomik Kriz: Nedenler ve Çözüm Önerileri. Yeni Türkiye Dergisi, 1, 1-9.
- Alvarez-Plata, P., ve Schrooten, M. (2003). A Markov-Switching Model Estimation of the Argentinean Currency Crisis. Berlin. Mar.
- Arı, A. (2008). An Early Warning Signals Approach for Currency Crises: The Turkish Case. <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/25858> (10 Eylül 2017).
- Ari, A. (2012). Early Warning Systems for Currency Crises: The Turkish Case. Economic Systems, 36(3), 391-410.
- Ari, A., ve Cergibozan, R. (2016). The Twin Crises: Determinants of Banking and Currency Crises in the Turkish Economy. Emerging Markets Finance and Trade, 52(1), 123-135.

- Arranz, M. A. (2005). Portmanteau Test Statistics in Time Series. Tol-Project Documentation, Time Orientated Language. <https://www.tol-project.org/> (22 Temmuz 2017)
- Aslan, H. (2008). İpotekli Konut Finansman Sisteminde Kriz. BDDK 8. Kuruluş Yılı Dönümü Konferansı.
- Avcı, M. A., ve Altay, N. O. (2013). Finansal Krizlerin Belirleyenleri ve Öngörülebilirliği: Türkiye Üzerine Bir Uygulama/Determinants of Financial Crises and the Predictability: A Case Study for Turkey. Ege Akademik Bakis, 13(1), 113.
- Bacon, D. W., ve Watts, D. G. (1971). Estimating the Transition Between Two Intersecting Straight Lines. Biometrika, 58 (3), 525-534.
- Balakrishnan, R., Danninger, S., Elekdağ, S., ve Tytell, I. (2009). The Transmission of Financial Stress From Advanced to Emerging Economies. IMF Working Paper, June, 1-52.
- Barro, R. J. (1991). Economic Growth in a Cross Section of Countries. The Quarterly Journal of Economics, 106(2), 407-443.
- BIS-IMF-FSB (2009). Report to G20 Finance Ministers and Governors: Guidance to Assess the Systemic Importance of Financial Institutions, Markets and Instruments: Initial Considerations <http://www.imf.org/external/np/g20/pdf/100109.pdf> (30.11.2017).
- Bildirici, M. E., Alp, E. A., Ersin, Ö. Ö., ve Bozoklu, Ü. (2010). İktisatta Kullanılan Doğrusal Olmayan Zaman Serisi Yöntemleri. Türkmen Kitabevi.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. Journal of Econometrics, 31(3), 307-327.
- Bordo, M. D., Dueker, M., ve Wheelock, D. (2000). Aggregate Price Shocks and Financial Instability: An Historical Analysis. Federal Reserve Bank of St. Louis, Working Paper 2000-005B.
- Box, G. E., ve Pierce, D. A. (1970). Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models. Journal of the American Statistical Association, 65(332), 1509-1526.
- Breuer, J. B. (2004). An Exegesis on Currency and Banking Crises. Journal of Economic Surveys, 18 (3), 293-320.

- Brock, W. A., ve Sayers, C. L. (1988). Is the Business Cycle Characterized by Deterministic Chaos. *Journal of Monetary Economics*, 22 (1), 71-90.
- Brock, W. A., Hsieh, D. A., ve LeBaron, B. D. (1991). *Nonlinear Dynamics, Chaos, and Instability: Statistical Theory and Economic Evidence*. MIT Press.
- Brock, W. A., Scheinkman, J. A., Dechert, W. D., ve LeBaron, B. (1996). A Test for Independence Based on the Correlation Dimension. *Econometric Reviews*, 15 (3), 197-235.
- Brooks, C. (1996). Testing for Non-Linearity in Daily Sterling Exchange Rates. *Applied Financial Economics*, 6 (4), 307-317.
- Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*. Cambridge, Cambridge University.
- Brooks, C., ve Henry, Ó. T. (2000). Linear and Non-Linear Transmission of Equity Return Volatility: Evidence from the US, Japan and Australia. *Economic Modelling*, 17 (4), 497-513
- Brunetti, C., Scotti, C., Mariano, R. S., ve Tan, A. H. (2008). Markov Switching GARCH Models of Currency Turmoil in Southeast Asia. *Emerging Markets Review*, 9 (2), 104-128.
- Bustelo, P., García, C., ve Olivie, I. (1999). Global and Domestic Factors of Financial Crisis in Emerging Economies: Lessons from The East Asian Episodes (1997-1999).
- Camlica, F., ve Gunes, D. (2016). Türkiye'de Finansal Stresin Ölçülmesi: Yöntemsel Bir Karşılaştırma (No. 1606). Research and Monetary Policy Department, Central Bank of the Republic of Turkey
- Cao, C. Q., ve Tsay, R. S. (1992). Nonlinear Time- Series Analysis of Stock Volatilities. *Journal of Applied Econometrics*, 7 (S1).
- Caporale, G. M., ve Spagnolo, N. (2004). Modelling East Asian Exchange Rates: a Markov-Switching Approach. *Applied Financial Economics*, 14 (4), 233-242.
- Cardarelli, R., Elekdag, S., ve Lall, S. (2009). Financial Stress, Downturns, and Recoveries, IMF Working Paper, No. WP/09/100, May2009.
- Cardarelli, R., Elekdag, S., ve Lall, S. (2011). Financial Stress and Economic Contractions. *Journal of Financial Stability*, 7(2), 78-97.

- Cergibozan, R., ve Arı, A. (2017). Türkiye'deki Banka Krizlerine Yönelik Ekonometrik Bir Yaklaşım: Markov Rejim Değişim Modeli. *Marmara University Journal of Economic ve Administrative Sciences*, 39 (1)
- Cevik, E. I., Dibooglu, S., ve Kenc, T. (2013). Measuring Financial Stress in Turkey. *Journal of Policy Modeling*, 35 (2), 370-383.
- Chan, K. S. (1993). Consistency and Limiting Distribution of The Least Squares Estimator of a Threshold Autoregressive Model. *The Annals of Statistics*, 520-533.
- Chen, Y. T. (2002). On the Robustness of Ljung-Box and McLeod-Li Q Tests: a Simulation Study. *Economics Bulletin*, 3 (17).
- Chen, Y. T., ve Kuan, C. M. (2002). Time Irreversibility and EGARCH Effects in US Stock Index Returns. *Journal of Applied Econometrics*, 17 (5), 565-578.
- Chu, P. K. K. (2001). Using BDS Statistics to Detect Nonlinearity in Time Series, *Proceedings of the 53rd International Statistical Institute Conference in Seoul*.
- Chui, M., 2002, Leading Indicators of Balance-of-Payments Crises: a Partial Review. *Bank of England Working Paper No. 171, Bank of England*.
- Ciroti, T. (2016). *The Global Financial Crisis: Triggers, Responses and Aftermath*. Routledge.
- Corsetti, G., Pesenti, P., ve Roubini, N. (1998). What Caused the Asian Currency and Financial Crisis? Part I: A Macroeconomic Overview (No. w6833). *National Bureau of Economic Research*
- Cosslett, S. R., ve Lee, L. F. (1985). Serial Correlation in Latent Discrete Variable Models. *Journal of Econometrics*, 27(1), 79-97.
- Çeşmeci, Ö., ve Önder, A. Ö. (2008). Determinants of Currency Crises in Emerging Markets: the Case of Turkey. *Emerging Markets Finance and Trade*, 44 (5), 54-67.
- Çinko, M. (2006). İstanbul Menkul Kıymetler Borsası 100 Endeksinin Doğrusallık Testi. *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, (3), 23-31.
- Danninger, S., Balakrishnan, R., Elekdag, S., ve Tytell, I. (2009). How Linkages Fuel the Fire: the Transmission of Financial Stress from Advanced to Emerging Economies. *World Economic Outlook: Crisis and Recovery*, 139-75.
- De Bandt, O., ve Hartmann, P. (2000). *Systemic Risk: a Survey*.

- Demirgüç-Kunt, A., ve Detragiache, E. (1997). *The Determinants of Banking Crises-Evidence from Developing and Developed Countries* (Vol. 106). World Bank Publications.
- Dempster, A. P., Laird, N. M., ve Rubin, D. B. (1977). Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (methodological)*, 1-38.
- Diebold, F. X., Lee, J. H., ve Weinbach, G. C. (1994). Regime Switching with Time-Varying Transition Probabilities. *Business Cycles: Durations, Dynamics, and Forecasting*, 1, 144-165.
- Dijk, D. V., Teräsvirta, T., ve Franses, P. H. (2002). Smooth Transition Autoregressive Models—a Survey of Recent Developments. *Econometric reviews*, 21 (1), 1-47.
- Edwards, S. (1989). *Real Exchange Rates, Devaluation, and Adjustment: Exchange Rate Policy in Developing Countries*. Cambridge, MA: MIT press.
- Eğilmez, M., ve Kumcu, E. (2004). *Ekonomi Politikası*. 19. Baskı. İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Eichengreen, B., Rose, A. K., ve Wyplosz, C. (1994). *Speculative Attacks on Pegged Exchange Rates: an Empirical Exploration with Special Reference to the European Monetary System* (No. w4898). National Bureau of Economic Research.
- Eichengreen, B., Rose, A. K., ve Wyplosz, C. (1995). Exchange Market Mayhem: The Antecedents and Aftermath of Speculative Attacks. *Economic policy*, 10 (21), 249-312.
- Eichengreen, B., Rose, A. K., ve Wyplosz, C. (1996). *Contagious Currency Crises* (No. w5681). National Bureau of Economic Research.
- Eichengreen, B., ve Arteta, C. (2002). Banking Crises in Emerging Markets: Presumptions and Evidence. *Financial Policies in Emerging Markets*, 47-94.
- Ekinci, A. (2013). Financial Stress Index for Turkey. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 14 (2), 213-229.
- Elekdag, S., Kanli, I. B., Samancioglu, Z., ve Sarikaya, C. (2010). Finansal Stres ve İktisadi Faaliyet. *Central Bank Review*, 10 (2), 1.

- Enders, W. (2014) *Applied Econometric Time Series*. 4th Edition. John Wiley, New York.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 987-1007.
- Erdem, V. (2001). Türkiye’de Ekonomik Krizler, *Yeni Türkiye Dergisi Ekonomik Krizler Özel Sayısı I*. yıl:7. sayı:41.
- European Central Bank (2009b), “Special Feature B: The Concept of Systemic Risk”, *Financial Stability Review*, December, pp. 134-142.
- Fischer, M. M., ve Koller, W. (2001). Testing for Non-Linear Dependence in Univariate Time Series: An Empirical Investigation of the Austrian Unemployment Rate.
- Flood, R. P., ve Garber, P. M. (1984). Collapsing Exchange-Rate Regimes: Some Linear Examples. *Journal of International Economics*, 17(1-2), 1-13.
- Flood, R., ve Marion, N. (1998). Perspectives on the Recent Crisis Literature. NBER Working Paper, (6380).
- Frankel, J. A., ve Rose, A. K. (1996). Currency Crashes in Emerging Markets: An empirical treatment. *Journal of International Economics*, 41 (3), 351-366.
- Franses, P. H., ve Van Dijk, D. (2003). *Non-Linear Time Series Models in Empirical Finance*. Cambridge University Press.
- Goldfeld, S. M., ve Quandt, R. E. (1973). A Markov Model for Switching Regressions. *Journal of Econometrics*, 1 (1), 3-15.
- González’Rivera, G., ve Lee, T. H. (2009). *Nonlinear Time Series in Financial Forecasting*. *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*. Springer, New York.
- Granger, C. W. (1998, May). Overview of Nonlinear Time Series Specification in Economics. In *Berkeley NSF-Symposia*.
- Granger, C. W., ve Andersen, A. (1978). On the Invertibility of Time Series Models. *Stochastic Processes and Their Applications*, 8 (1).
- Grassberger, P. ve Procaccia, I. (1983) Measuring the Strangeness of Strange Attractors. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 9, 189-208. [http://dx.doi.org/10.1016/0167-2789\(83\)90298-1](http://dx.doi.org/10.1016/0167-2789(83)90298-1)

- Gujarati, D. N., Porter, D. C., Şenesen, Ü., ve Günlük-Şenesen, G. (2012). Temel Ekonometri. Literatür Yayıncılık.
- Hakkio, C. S., ve Keeton, W. R. (2009). Financial Stress: What Is It, How Can It Be Measured, and Why Does It Matter. *Economic Review-Federal Reserve Bank of Kansas City*, 94 (2), 5.
- Hamilton, J. D. (1989). A New Approach to The Economic Analysis of Nonstationary Time Series and The Business Cycle. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 357-384.
- Hamilton, J. D. (1990). Analysis of Time Series Subject to Changes in Regime. *Journal of Econometrics*, 45 (1-2), 39-70.
- Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis (Vol. 2)*. Princeton: Princeton University Press.
- Hamilton, J.D. (2005). Regime-Switching Models. Unpublished Working Paper. University of California, San Diego.
- Hanschel, E., ve Monnin, P. (2005). Measuring and Forecasting Stress in The Banking Sector: Evidence from Switzerland. *BIS Papers*, 22, 431-449.
- Hansen, B. E. (1997). Inference in TAR Models. *Studies in Nonlinear Dynamics ve Econometrics*, 2(1).
- Hardy, D., ve C. Pazarbasioglu, (1998). 1998. Leading Indicators of Banking Crises: Was Asia Different? *IMF Working Papers 98/91*. International Monetary Fund
- Ho, D., ve Schneeweis, T. (Eds.). (2013). *Applications in Finance, Investments, and Banking (Vol. 9)*. Springer Science ve Business Media.
- Hollo, D., M. Kremer, ve M. Lo Duca, (2012). CISS – A Composite Indicator of Systemic Stress in the Financial System. *ECB Working Paper Series*, No. 1426.
- Hsieh, D. A. (1991). Chaos and Nonlinear Dynamics: Application to Financial Markets. *The Journal of Finance*, 46 (5), 1839-1877.
- Huotari, J. (2015). Measuring Financial Stress—A Country Specific Stress Index for Finland. Bank of Finland. Research Discussion Paper No. 7.
- Illing, M., ve Liu, Y. (2003). An Index of Financial Stress for Canada (pp. 2003-14). Ottawa: Bank of Canada.

- Illing, M., ve Liu, Y. (2006). Measuring Financial Stress in a Developed Country: An Application to Canada. *Journal of Financial Stability*, 2 (3), 243-265.
- IMF. (1998). *Financial Crises: Causes and Indicators*. World Economic and Financial Survey World Economic Outlook, 1998.
- IMF (2009). *International Monetary Fund Annual Report 2009: Fighting the Global Crisis: Fighting the Global Crisis*. Annual Report of the Executive Board.
- International Labour Organization (ILO). (2009). *The Financial and Economic Crisis: A Decent Work Response*. Geneva: ILO.
- Kabadayı, B. (2013). *Konjonktür Dalgaları ve Ekonomik Krizler Perspektifinde Dünya Ekonomileri ve Türkiye: Uygulama ve Analiz*. Nobel Yayın.
- Kamin, S. B., Schindler, J. W., ve Samuel, S. L. (2001). *The Contribution of Domestic and External Factors to Emerging Market Devaluation Crises: An Early Warning Systems Approach*.
- Kaminsky, G., Lizondo, S., ve Reinhart, C. M. (1998). *Leading Indicators of Currency Crises*. *Staff Papers*, 45(1), 1-48.
- Kaminsky, G., ve Reinhart, C. (1996). *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).
- Kaminsky, G., Lizondo, S., ve Reinhart, C. M. (1998). *Leading Indicators of Currency Crises*. *Staff Papers*, 45 (1), 1-48.
- Kaplan, J. (1998). *The 1994 Mexican Currency Crisis*, [https://www.colorado.edu/economics/courses/econ2020/6550/readings/Mexico\\_currency.html](https://www.colorado.edu/economics/courses/econ2020/6550/readings/Mexico_currency.html) (8 Temmuz 2017).
- Kara, H. (2012). *Küresel Kriz Sonrası Para Politikası*. TCMB Çalışma Tebliği, 1217.
- Karlık, R. S. (1999). *Türkiye Ekonomisi Tarihsel Gelişim Yapısal ve Sosyal Değişim*. 6. Baskı. İstanbul: Beta Yayınları.
- Kazgan, G. (2013). *Tazminat'tan 21. Yüzyıla Türkiye Ekonomisi*, 5. Baskı. İstanbul: Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Keenan, D. M. (1985). *A Tukey Nonadditivity-type Test for Time Series Nonlinearity*. *Biometrika*, 72(1), 39-44.
- Kepenek, Y. (2012). *Türkiye Ekonomisi*, 27. Baskı. İstanbul: Remzi Kitabevi.

- Kibritçioğlu, A. (2001). Türkiye’de Ekonomik Krizler ve Hükümetler, 1969-2001. Yeni Türkiye Dergisi, Ekonomik Kriz Özel Sayısı, Yıl 7. 1 (41), 174-182.
- Kim, C. J. (1993). Unobserved-Component Time Series Models with Markov-Switching Heteroscedasticity: Changes in Regime and the Link Between Inflation Rates and Inflation Uncertainty. *Journal of Business ve Economic Statistics*, 11(3), 341-349.
- Kim, C. J., ve Nelson, C. R. (1999). *State-Space Models with Regime Switching: Classical and Gibbs-Sampling Approaches with Applications*. MIT Press Books, 1.
- Krolzig, H. M. (2001). Business Cycle Measurement in The Presence of Structural Change: International Evidence. *International Journal of Forecasting*, 17 (3), 349-368.
- Krugman, P. (1979). A Model of Balance-of-Payments Crises. *Journal of Money, Credit and Banking*, 11 (3), 311-325.
- Krugman, P. (2001, March). Crises: The Next Generation. In Razin Conference, Tel Aviv University (pp. 25-26).
- Krugman, P. R., Rogoff, K. S., Fischer, S., ve McDonough, W. J. (1999). Currency crises. In *International Capital Flows* (pp. 421-466). University of Chicago Press.
- Krugman, P. (2007). Currency Crises. <http://web.mit.edu/krugman/www/crises.html> (9 Mayıs 2017).
- Kuan, C. M. (2002). Lecture on The Markov Switching Model. *Institute of Economics Academia Sinica*, 1-30.
- Kuan, C. M. (2008). Lecture on Time Series Diagnostic Tests. *Institute of Economics Academia*.
- Kumar, M., U. Moorthy, and W. Perraudin. (2003). Predicting Emerging Market Currency Crashes. *Journal of Empirical Finance*. 10 (4), 427-454.
- Laeven, L., ve Valencia, F. (2008). *Systemic Banking Crises: a New Database*.
- Lestano, L., Jacobs, J., ve Kuper, G. (2003). Indicators of Financial Crises Do Work! An Early-Warning System for Six Asian Countries. *EconWPA*.
- Lin, K. (1997). The ABC’s of BDS. *Journal of Computational Intelligence in Finance*, 5 (4), 23-26.

- Ljung, G. M., ve Box, G. E. (1978). On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models. *Biometrika*, 65 (2).
- Luukkonen, R., Saikkonen, P., ve Teräsvirta, T. (1988). Testing Linearity Against Smooth Transition Autoregressive Models. *Biometrika*, 75 (3), 491-499.
- Mariano, R. S., Gultekin, B. N., Ozmucur\*, S., Shabbir, T., ve Alper, C. E. (2004). Prediction of Currency Crises: Case of Turkey. *Review of Middle East Economics and Finance*, 2 (2), 87-107.
- Martinez Peria, M. S. (1999). A Regime-Switching Approach to Studying Speculative Attacks: A Focus on European Monetary System Crises.
- McLeod, A. I., ve Li, W. K. (1983). Diagnostic Checking ARMA Time Series Models Using Squared Residual Autocorrelations. *Journal of Time Series Analysis*, 4 (4).
- Mishkin, F. S., Serletis, A. (2011). *The Economics of Money, Banking, and Financial Markets. Fourt Canadian Editon.* Pearson Education.
- Moghadam, R. (2011). Analytics of Systemic Crises and the Role of Global Financial Safety Nets. *IMF*, May, 31, 2011.
- Nayak, S. (2013). *The Global Financial Crisis: Genesis, Policy Response and Road Ahead.* Springer Science ve Business Media.
- Neftici, S. N. (1982). Optimal Prediction of Cyclical Downturns. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 4, 225-241.
- Obstfeld, M. (1984). Rational and Self-Fulfilling Balance-of-Payments Crises.
- Obstfeld, M. (1994). Evaluating Risky Consumption Paths: The Role of Intertemporal Substitutability. *European Economic Review*, 38(7), 1471-1486.
- Oet, M. V., Eiben, R., Bianco, T., Gramlich, D., ve Ong, S. J. (2011). Financial Stress Index: Identification of Systemic Risk Conditions.
- Oktar, S., ve Dalyancı, L. (2010). Finansal Kriz Teorileri ve Türkiye Ekonomisinde 1990 Sonrası Finansal Krizler. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 29 (2), 1-22.
- Ozkan, F. G., ve Unsal, D. F. (2012). Global Financial Crisis, Financial Contagion, and Emerging Markets.
- Özatay, F. (2000). The 1994 Currency Crisis in Turkey. *The Journal of Policy Reform*, 3 (4), 327-352.
- Özatay, F. (2010). *Finansal Krizler ve Türkiye.* 2.Baskı. İstanbul: Doğan Kitap.

- Özatay, F. (2011). Finansal Krizler ve Türkiye. 3. Baskı. İstanbul: Doğan Kitap.
- Özatay, F. (2011). Parasal İktisat: Kuram ve Politika. Ankara: Efil Yayınevi.
- Özbay, P. (1997). Avrupa Para Birliği ve Euro. TCMB Araştırma Genel Müdürlüğü, Tartışma Tebliği. No: 9702.
- Özdemir, S. ve I. Akgül. (2015). Inflationary Effects of Oil Prices and Domestic Gasoline Prices: Markov-Switching-VAR Analysis. *Petroleum Science*, 12(2), 355-365.
- Öztürkler, H., ve Türkmen, G. (2013). Türkiye İçin Finansal Baskı Endeksi Oluşturulması. Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı Politika Notu, 201319, 1-8.
- Pesenti, P. A., ve Tille, C. (2000). The Economics of Currency Crises and Contagion: An Introduction.
- Ramsey, J. B. (1969). Tests for Specification Errors in Classical Linear Least-Squares Regression Analysis. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 350-371.
- Quandt, R. E. (1958). The Estimation of The Parameters of a Linear Regression System Obeying Two Separate Regimes. *Journal of the American Statistical Association*, 53 (284), 873-880.
- Robinson, T. A. (2000). Electricity Pool Prices: a Case Study in Nonlinear Time-Series Modelling. *Applied Economics*, 32 (5), 527-532.
- Ross, M.S. 1996. Stochastic Processes. John Wiley ve Sons Inc. New York.
- Salgado, M. J. S., Garcia, M. G., ve Medeiros, M. C. (2005). Monetary Policy During Brazil's Real Plan: Estimating the Central Bank's Reaction Function. *Revista Brasileira de Economia*, 59 (1), 61-79.
- Sarantis, N. (1999). Modeling Non-Linearities in Real Effective Exchange Rates. *Journal of International Money and Finance*, 18 (1), 27-45.
- Sauer, C., ve Bohara, A. K. (2001). Exchange Rate Volatility and Exports: Regional Differences Between Developing and Industrialized Countries. *Review of International Economics*, 9 (1), 133-152.
- Saxena, M. S. C., ve Cerra, M. V. (2000). Contagion, Monsoons, and Domestic Turmoil in Indonesia: a Case Study in the Asian Currency Crisis (No. 0-60). International Monetary Fund.

- Skalin, J., ve Teräsvirta, T. (1999). Another Look at Swedish Business Cycles, 1861-1988. *Journal of Applied Econometrics*, 359-378.
- Şahin, H. (2006). *Türkiye Ekonomisi Tarihsel Gelişimi-Bugünkü Durumu*, 6. Baskı. Bursa: Ezgi Kitabevi.
- Tamgac, U. (2011). Crisis and Self-fulfilling Expectations: The Turkish Experience in 1994 and 2000–2001. *International Review of Economics ve Finance*, 20 (1), 44-58.
- Taylor, J. B. (2009). *The Financial Crisis and the Policy Responses: An Empirical Analysis of What Went Wrong* (No. w14631). National Bureau of Economic Research.
- TCMB. (1999), Yıllık Rapor. <http://www.tcmb.gov.tr> (10 Eylül 2017).
- TCMB. (2001), Yıllık Rapor. <http://www.tcmb.gov.tr> (10 Eylül 2017).
- TCMB. (2002), Yıllık Rapor. <http://www.tcmb.gov.tr> (10 Eylül 2017).
- TCMB. (2006), Yıllık Rapor. <http://www.tcmb.gov.tr> (10 Eylül 2017).
- TCMB. (2009), Yıllık Rapor. <http://www.tcmb.gov.tr> (10 Eylül 2017).
- TCMB. (2011), Yıllık Rapor. <http://www.tcmb.gov.tr> (10 Eylül 2017)
- TCMB. (2012), Yıllık Rapor. <http://www.tcmb.gov.tr> (10 Eylül 2017).
- TCMB. (2013), Yıllık Rapor. <http://www.tcmb.gov.tr> (10 Eylül 2017).
- TCMB. (2014), Yıllık Rapor. <http://www.tcmb.gov.tr> (10 Eylül 2017).
- TCMB. (2015), Yıllık Rapor. <http://www.tcmb.gov.tr> (10 Eylül 2017).
- TCMB. (2016), Yıllık Rapor. <http://www.tcmb.gov.tr> (10 Eylül 2017).
- Teräsvirta, T. (1994). Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models. *Journal of the American Statistical Association*, 89 (425), 208-218.
- Teräsvirta, T., ve Y. Yang, (2014). Specification, Estimation and Evaluation of Vector Smooth Transition Autoregressive Models with Applications. *CREATES, Aarhus University. Research Paper*, 8.
- Thomas, L. (2013). *The Financial Crisis and Federal Reserve Policy*. Springer.
- Timmermann, A. (2000). Moments of Markov Switching Models. *Journal of Econometrics*, 96 (1), 75-111.
- Tomczyńska, M. (2000). Early Indicators of Currency Crises; Review of Some Literature.

- Tong, H., 1978. On a Threshold Model. In: Chen, C.D. (Ed.), *Pattern Recognition and Signal Processing*. Sijthoff ve Noordhoff, Amsterdam, 101 – 141.
- Tong, H. and K. S. Lim. (1980). Threshold Autoregression, Limit Cycles and Cyclical Data. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B.* 42 (3), 245-292.
- Tong, H. (1983). *Threshold Models in Non-Linear Time-Series Analysis*. Lecture Notes in Statistics 21, Springer-Verlag, New York.
- Tong, H. (1990). *Non-Linear Time Series: a Dynamical System Approach*. Oxford University Press.
- Tong, H. (2007). Birth of The Threshold Time Series Model. *Statistica Sinica.* 17, 8–14.
- Tsay, R. S. (1986). Nonlinearity Tests for Time Series. *Biometrika*, 73 (2), 461-466.
- Tsay, R. S. (1989). Testing and Modeling Threshold Autoregressive Processes. *Journal of the American Statistical Association*, 84 (405), 231-240.
- Tsay, R. S. (2002). *Analysis of Financial Time Series*. Financial Econometrics, A Wiley-Interscience Publication.
- Tularam, G. A., ve Subramanian, B. (2013). *Modeling of Financial Crises: a Critical Analysis of Models Leading to the Global Financial Crisis*.
- Türk Dil Kurumu Resmi İnternet Sistesi. Türkçe Web Sözlük. <http://www.tdk.gov.tr> (7 Mart 2017).
- Vašíček, B., Žigraiová, D., Hoerberichts, M., Vermeulen, R., Šmídková, K., ve de Haan, J. (2017). Leading Indicators of Financial Stress: New Evidence. *Journal of Financial Stability*, 28, 240-257.
- Vermeulen, R., Hoerberichts, M., Vašíček, B., Žigraiová, D., Šmídková, K., ve de Haan, J. (2015). Financial Stress Indices and Financial Crises. *Open Economies Review*, 26 (3), 383-406.
- Vila, A. (2000). Asset Price Crises and Banking Crises: Some Empirical Evidence. In *BIS Conference Papers* (Vol. 8, No. March, pp. 232-252).
- Wang, P. (2008). *Financial Econometrics*. Routledge.
- Wang, W., Van Gelder, P. H. A. J. M., Vrijling, J. K., ve Ma, J. (2005). Testing and Modelling Autoregressive Conditional Heteroskedasticity of Streamflow Processes. *Nonlinear processes in Geophysics*, 12 (1).
- Watier, L., ve Richardson, S. (1995). Modelling of an Epidemiological Time Series by a Threshold Autoregressive Model. *The Statistician*, 353-364.

- Wooldridge, J. M. (2013). Ekonometriye Giriş 1, Modern Yaklaşım. E. Çağlayan (çev). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık. (Orijinal Baskı, 2009, 4. ed.).
- Yakup, K., ve Yentürk, N. (2000). Türkiye Ekonomisi. Ankara, Remzi Kitabevi
- Yilmazkuday, H., ve Akay, K. (2008). An Analysis of Regime Shifts in the Turkish Economy. *Economic Modelling*, 25 (5), 885-898.

