

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
EKONOMETRİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

FİNANSAL DEPREMLERİN DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ ZAMAN SERİSİ
MODELLEMESİ İLE İNCELENMESİ: BIST 30 UYGULAMASI

Pınar ÇEVİK

Danışman
Doç. Dr. Hamdi EMEÇ

İZMİR-2019

TEZ ONAY SAYFASI



YEMİN METNİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Finansal Depremelerin Dalgacık Dönüşümü Zaman Serisi Modellemesi İle İncelenmesi: BIST 30 Uygulaması” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

22/04/2019

PINAR ÇEVİK

ÖZET
Doktora Tezi
Finansal Depremelerin Dalgacık Dönüşümü Zaman Serisi Modellemesi İle
İncelenmesi: BIST 30 Uygulaması
Pınar ÇEVİK

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Ekonometri Anabilim Dalı
Ekonometri Programı

Küreselleşme, gelişen finansal, para ve sermaye piyasaları, ülkeler arası ticaretin ve rekabetin artması, türev ürünlerin kullanılmaya ve geliştirilmeye başlanması, yetersiz kalan hukuksal alt yapı gibi nedenlerle 1900'lerde birçok ülkede finansal ve ekonomik krizler görülmüştür. Değişen konjonktüre bağlı kullanılan finansal modellerin yetersiz kalması yeni modelleme tekniklerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Bu çalışmanın amacı, 2013 itibariyle Türkiye'nin içinde bulunduğu karmaşanın finans piyasaları üzerindeki etkilerini dalgacık teoremi altında inceleyerek tahmin etmektir. Bu çerçevede, dalgalanmanın boyutuna ilişkin öngöründe bulunulması ve krizin tahmini süresi ile ileriye yönelik getiri tahminlemesi yapılarak yatırımcılara bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, dalgacık dönüşümü literatürde yeni bir yöntem olmak ile birlikte, bu çalışma BIST 30 verileri kullanılarak 2013-2017 döneminde Türkiye finans piyasasını incelemeye yönelik dalgacık dönüşümünün GARCH ve ARMA modelleri ile birlikte analiz edildiği ilk akademik çalışmadır. Bu çalışma ile literatüre önemli katkı bir sağlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, BIST 30 endeks verilerinden yararlanılarak ilk olarak fiyat serilerinin durağanlıkları incelenmiş, durağan olmayan endeks verisi durağanlaştırılarak HAAR dalgacık dönüşümü kullanılarak önce detay ve yakınlık serilerine ayrıştırılmış, sonra bu veriler yapılandırılarak hata terimlerinde otokorelasyon ve değişen varyans incelenmiştir. Logaritmik Olabilirlik, Akaike ve Bayes Bilgi Kriterleri dikkate alınarak serilere en uygun ARMA ve GARCH modelleri tespit edilmiştir. Ters Dalgacık dönüşümü (inverse wavelet transformation) ile birleştirilen veri seti gerçek değerler ile karşılaştırılmıştır. Hesaplanan MAE ve RMSE oranları,

Dalgacık Dönüşümü ile elde edilen tahminlerin dönüşüm yapılmaksızın sadece endeks getirilerine uygulanan genel varyans modellerine kıyasla daha iyi sonuç vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Dalgacık Dönüşümü, HAAR Dalgacık Dönüşümü, Otoregresif Hareketli Ortalama Modelleri Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişken Varyans Modeli.



ABSTRACT
Doctoral Thesis
Doctor of Philosophy (PhD)

**Investigation of the Effects of Financial Earthquakes With Wavelet
Transformation Time Series Modelling: Case Study For BIST 30**
Pınar ÇEVİK

Dokuz Eylul University
Graduate School of Social Sciences
Department of Econometrics
Econometrics Program

In 1900s, in several countries financial and economic crisis are occurred in consequences of the globalization, emerging financial markets, money and capital markets, international trade and increasing competitions in the international markets, investing and developing new derivatives products and insufficient legal infrastructures. Depending on the incremental conjuncture, used financial modelling techniques supported to develop new analyzing methods. The aim of this study is to analyze and forecast the effects of the domestic chaos in Turkey financial market as of 2013 using the wavelet theorem. Within this scope, giving information to the investors related with the predicted magnitudes of cycles and expected duration of the crisis period and also rewarding return forecasts, has been purposed. In addition, the wavelet transformation is a new technique in the literature, this is the first academic study which inspects Turkey financial market in between 2013-2017 terms by applying wavelet transformation with GARCH and ARMA models to the BIST 30 index. It is made a significant contribution to the literature with this study. In accordance with this purpose, firstly the stationarity of BIST 30 index prices were examined and index prices made stationary, then dataset were decomposed into approximation and detail series. After reconstruction of the decomposed series, the autocorrelation and heteroscedasticity were detected in the residuals. By using logarithmic likelihood, Akaike and Bayes Information Criteria's, the best fitted ARMA and GARCH models were determined. By applying inverse wavelet transformation, modelled reconstructed series were composed and forecasted then compared with the real index prices. Calculated MAE and RMSE percentages showed that the forecasted prices transformed by wavelet theorem were more accurate than general heteroscedasticity models.

Keywords: Wavelet Transform, HAAR Transform, Autoregressive Moving Average Models, Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Models.

FİNANSAL DEPREMLERİN DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ ZAMAN SERİSİ MODELLEMESİ İLE İNCELENMESİ: BIST 30 UYGULAMASI

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI.....	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
KISALTMALAR	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
EKLER.....	xii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE YAŞANAN FİNANSAL VE SİYASİ KRİZLER

1.1 DÜNYADA GÖRÜLEN ÖNEMLİ SİYASİ OLAYLAR	7
1.1.1 M.Ö. 6.yy - Atina.....	7
1.1.2 18.yy Amerika ve Fransa	7
1.1.3 20.yy Rusya, Çin, Latin Amerika ve Diğerleri	8
1.1.4 21.yy Orta Doğu, Afrika ve Suriye.....	11
1.2 DÜNYADA GÖRÜLEN ÖNEMLİ FİNANSAL KRİZLER	13
1.2.1 1929 Büyük Buhran	13
1.2.2 1992 Avrupa Döviz Kuru Mekanizması (ERM) Krizi	13
1.2.3 1994 Meksika Krizi	14
1.2.4 1997 Doğu Asya Krizi	15
1.2.5 1998-99 Rusya Krizi.....	15
1.2.6 1999 Brezilya Krizi.....	16
1.2.7 1999-2001 Arjantin Krizi.....	16
1.2.8 2008 Küresel Kriz	16
1.3 TÜRKİYE’DE 1946-2017 YILLARI ARASINDA YAŞANAN FİNANSAL VE SİYASİ GELİŞMELER	18
1.3.1 1940-1950 Yılları Arasında Yaşanan Olaylar	18
1.3.2 1950-1960 Yılları Arasında Yaşanan Olaylar	18
1.3.3 1970-1980 Yılları Arasında Yaşanan Olaylar	19
1.3.4 1990-2001 Yılları Arasında Yaşanan Olaylar	20
1.3.5 2001-2010 Yılları Arasında Yaşanan Olaylar	22
1.3.6 2010 Yılı Sonrasında Yaşanan Olaylar.....	23

İKİNCİ BÖLÜM

ZAMAN SERİLERİNİ DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ İLE MODELLEME

2.1 BİRİM KÖKÜN DOĞRUSAL YÖNTEMLER KULLANILARAK İNCELENMESİ	26
2.1.1 Dickey Fuller ve Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey Fuller-ADF) Testi	26
2.1.2 Phillips Perron Testi.....	28
2.1.3 Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) Testi	29
2.2 BAĞIMSIZLIK ve DEĞİŞEN VARYANS TESTLERİ	30
2.2.1 Ljung ve Box Q Test.....	30
2.2.2 Durbin Watson (DW) Testi.....	30
2.2.3 ARCH LM Testi	32
2.3 ARMA ve GARCH MODELLERİ	32
2.3.1 ARMA Modelleri.....	33
2.3.2 GARCH Modelleri.....	34
2.4 DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ	36
2.4.1 Dalgacık dönüşümünün yapısal özellikleri.....	39
2.4.2 Dalgacık Varyansı ve Katsayıları	41
2.4.3 Dalgacık Analizi Uygulama Prosedürleri	42
2.5 HAAR WAVELET TRANSFORM – HAAR DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ (HDD)	43

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SİYASİ KRİZLERİN FİNANSAL DEPREMLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ: DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ ZAMAN SERİSİ MODELİ

_Toc6237221	
3.1 LİTERATÜR TARAMASI	46
3.2 VERİ SETİ	49
3.3 MODELLEME	52
3.3.1 Birim Kök Testleri	52
3.3.2 Dalgacık Dönüşümü	53
3.3.3 Modelleme ve Tahminleme	62
3.3.4 Dalgacık Dönüşümü ile Dönüşüm Yapılmaksızın Oluşturulan Modelin Karşılaştırılması ve Yorumlanması	74
SONUÇ	76
KAYNAKÇA	80
EKLER	93

KISALTMALAR

ADF	Genelleştirilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey Fuller)
AIC	Akaike Bilgi Kriteri (Akaike Information Criteria)
AR	Otoregressif (Autoregressive)
ARCH	Otoregresif Koşullu Farklı Varyans (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity)
ARMA	Otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive Moving Average)
BIC	Bayes Bilgi Kriteri (Bayes Information Criteria)
BIST	Borsa İstanbul
DD	Dalgacık Dönüşümü (Wavelet Transform)
DF	Dickey-Fuller
DWT	Kesikli Dalgalı Dönüşüm (Discrete Wavelet Transformation)
EGARCH	Üssel GARCH
EKK	En Küçük Kareler
GARCH	Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Farklı Varyans (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity)
GJR	Glosten, Jaganathan and Runkle
HDD	Haar Dalgacık Dönüşümü (Haar Wavelet Transform)
IIDN	Bağımsız ve özdeş dağılımlı (independent and identically distributed)
KPSS	Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin
Log L	Logaritmik Olabilirlik (Log Likelihood)
MA	Hareketli Ortalama (Moving Average)
MAE	Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error)
MLE	Maksimum Olabilirlik Dağılımı (Maximum Likelihood Estimation)
NID	Normal ve Bağımsız Dağılımlı (Normally and Independently Distributed)
PAC	Kısmi Otoregresyon (Partial Autoregression)
RMSE	Hataların Ortalama Karekökü (Root Mean Square Error)
SAR	Mevsimsel Otoregresif (Seasonal Autoregressive)
SMA	Mevsimsel Hareketli Ortalama (Seasonal Moving Average)
SSE	Hata Kareleri Toplamı (Sum of Squared Errors)

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Betimleyici İstatistikler	51
Tablo 2: Birim Kök Test Sonuçları	52
Tablo 3: HAAR(5) Betimleyici İstatistikleri	60
Tablo 4: Yeniden Yapılandırma Sonrası HAAR(5) Betimleyici İstatistikleri	61
Tablo 5: Birim Kök Test Sonuçları	63
Tablo 6: Otokorelasyon ve Değişen Varyans Test Sonuçları	63
Tablo 7: D1 Modelleri	64
Tablo 8: D2 Modelleri	66
Tablo 9: D3 Modelleri	67
Tablo 10: D4 Modelleri	69
Tablo 11: D5 Modelleri	70
Tablo 12: A5 Modelleri	71
Tablo 13: Dalgacık Dönüşümü Yapılmaksızın Veri Modelleri	73
Tablo 14: Karşılaştırma	75

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Durbin Watson Karar İstatistiği	31
Şekil 2: Ölçekleme Karşılaştırma Örneği	40
Şekil 3: Frekans Karşılaştırma Örneği	41
Şekil 4: Dalgacık Dönüşümü Piramit Algoritması	42
Şekil 5: 10.05.2013 ile 18.07.2016 Aralığındaki BIST 30 Endeks Değerleri	49
Şekil 6: Gün İçi Minimum ve Maksimum BIST 30 Endeks Getirileri	50
Şekil 7: 30 Günlük Gün içi Minimum Maksimum Değerlerin Oynaklığı	51
Şekil 8: Logaritmik Getiri Serisi	53
Şekil 9: Modelleme	54
Şekil 10: Sinyal ve Detay Katsayılarının Histogramı	56
Şekil 11: Yakınlık Değişkenlerinin Histogramı	57
Şekil 12: HAAR (5) Dönüşümü	58
Şekil 13: HAAR (5) Dalgacık Dönüşümü Katsayıları	59
Şekil 14: Sentezlenmiş Sinyal ve Yakınlık Histogramı	62
Şekil 15: A5 Periodogramı	72

EKLER

EK 1: Model Kurma	ek s.1
EK 2: D1 Modellemesi	ek s.3
EK 3: D2 Modellemesi	ek s.4
EK 4: D3 Modellemesi	ek s.5
EK 5: D4 Modellemesi	ek s.7
EK 6: D5 Modellemesi	ek s.8
EK 7: A5 Modellemesi	ek s.9
EK 8: ARMA GARCH Modellemesi	ek s.10
EK 9: Uygulama ve Tahminleme	ek s.12
EK 10: Orijinal Verinin Modellenmesi	ek s.15
EK 11: Testler	ek s.16

GİRİŞ

Küresel ekonomilerde yaşanan olumsuzlukların finans sektörü ve sektör oyuncularını olan tüzel kişiler ile para ve sermaye piyasaları üzerinde baskı yaratması sonucunda ortaya finansal kriz kavramı çıkmıştır. Birbirini tetikleyen ve geçmiş krizlerin izlerini taşıyarak daha büyük ikinci hatta üçüncü krizlere yol açan, Dünya piyasalarını ve ülkeleri ciddi şekilde etkileyen finansal krizler ile 2000 yılı itibariyle sık sık karşılaşılmaktadır. Bununla birlikte küreselleşmenin bir sonucu olarak ülkelerde yaşanan krizler o coğrafyanın dışında dünya ekonomisini de etkilemektedir.

Karluk (2005) küreselleşmenin bir sonucu olarak ülkelerin siyasi, sosyal, kültürel ve ekonomik yapılarının birbirine daha çok yakınlaştığını ve küresel ekonominin serbestleşmesiyle bir ülkede ortaya çıkan krizin salgın bir hastalık gibi tüm Dünya ekonomisini etkileyerek diğer ekonomilere hızla bulaştığına dikkat çekmiştir. (Karluk, 2005:1009).

Yaşanan finansal krizlerdeki artışa paralel olarak geliştirilen finansal kriz modellerinin sayısı da artmıştır. Doksanlı yıllardan bu yana geliştirilen finansal modellerin amacı, krizi etkileyen faktörleri belirlemek ve bu krizlerin öngörülebilmesini sağlamaktır. Fakat 2000’li yıllarda krizlerin yapısındaki değişimler ile birlikte kullanılan modellerin yetersiz kalması sonucunda farklı modellemeler üzerinde çalışılmaya başlanmıştır. Geliştirilen yeni modellerde amaç, krizin şiddetinin ve süresinin önceden öngörülebilmesidir. (Avcı ve Altay, 2013:113-124)

Literatürde ekonomik kriz dönemlerinde fiyat modellemesi ve tahmini üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Chen ve diğerleri (2014) global finansal kriz öncesinde ve sonrasında yirmi dokuz gelişme ihtimali olan pazar ve ondört ana piyasa arasındaki Nedensellik ilişkisini Granger Nedensellik Testi (Granger Causality Test) ile araştırmış, ana piyasaların gelişme ihtimali olan piyasaları tetiklediğini göstermiştir (Chen ve diğerleri, 2014:84-103). Rastogi (2013) 2008 finansal krizini referans alarak Singapur, Tayvan, Hindistan, Çin, Arjantin, Brezilya, Malezya, Hong Kong ve Kore’de 2004-2011 döneminde uzun hafıza etkisini Johansen Eşbütünleşme Testi (Johansen Cointegration Test) ve Vektör Otoregresif Model (Vector Autoregression Model-VAR) kullanarak incelemiş ve çalışmasında kriz öncesinde var olan uzun hafızanın kriz sonrası dönemde azaldığını göstermiştir (Rastogi, 2013: 303-313).

Bouri (2015) petrol fiyatları ile Lübnan Menkul Kıymetler Borsası arasındaki getiri ve volatilité geçişini global krizin etkisini daha iyi görebilmek için kriz öncesi, kriz sırası ve kriz sonrası olmak üzere üç döneme ayırmış ve Vektör Otoregresif-Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişken Varyans Modeli (Vector Autoregressive-Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity- VAR-GARCH) modeli kullanarak incelemiş, petrol piyasasındaki değişimlerin hisse piyasasını etkilediğini ve volatilité geçişinin petrol piyasasından hisse piyasasına doğru olduğu sonucuna ulaşmıştır (Bouri, 2015:590-598).

Metescu ve diğerleri (2013) global kriz döneminde Bükreş Menkul Kıymetler Borsasında işlem gören bazı şirketlerin hisse fiyatlarını Geometrik Brownian Hareketi ile tahminleyerek tahminleri gerçek veriler ile hata terimlerini kullanarak karşılaştırmıştır. Geometrik Brownian kullanarak diğer yöntemlere kıyasla daha düşük hata terimli sonuçlar elde edildiğini göstermiştir (Metescu ve diğerleri, 2013:134-137).

Kriz ortamında ortaya çıkan tipik fiyat hareketleri şoklar, sıçramalar, fiyatlarda ani yükselmeler, işletme faaliyetlerinin en düşük düzeye inmesi ve iflasların artması ile oluşan dalgalanmalar olarak tanımlanabilmektedir (Oygur ve Ünal, 2017:1750020-1).

Özellikle krizin oluş zamanının, etkisi ve büyüklüğünün önceden tespit edilememesi, depremler ile benzer yapıda modellenebileceği fikrini ortaya çıkarmıştır. Depremin zamanını, büyüklüğü ve etki alanının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden Richter ölçeğinin, finansal krizler için de uygulanabileceğini ilk olarak Zumbach ve diğerleri (1999) çalışmasında ortaya koymuştur. Richter deprem sırasında ortaya çıkan enerjinin modellenmesiyle depremin şiddetinin ölçülebilmesinden yola çıkarak, finansal verileri kendi geliştirdiği yöntem ile ölçeklendirmiştir. Zumbach ve diğerleri (1999) tarafından geliştirilen ölçeklendirme yönteminde, her bir finansal değişken için, ölçek dağılımının veri yapısına bağlı olarak tekrar tanımlanması ve yeni filtrelerin oluşturulması gerekmektedir (Zumbach ve diğerleri, 1999:347-355). Fakat bu yöntem, verilerin daha uzun sürede analiz edilmesi, veriye uygun filtrenin her zaman aralığı için ayrı ayrı ölçeklendirilmesi ve ayırıştırmanın tam olarak yapılamaması açısından uygulamalarda pratik değildir.

1980'lerin sonlarına doğru dalgacık teorisi fizik, epidemiyoloji (salgın hastalıklarının ve tedavilerini inceleyen bilim dalı), elektrik mühendisliği ve

matematiksel analiz alanlarına hızla yayılarak uygulanmaya başlanmıştır. Dalgacık dönüşümünün veriyi birçok zaman birimine bölmeye, durağan olmayan kısmının saptaması ve sınırlandırılması açısından güçlü bir yöntem olmasına rağmen ekonomik uygulamalarda diğer alanlarda olduğu kadar yoğun kullanılmamıştır. Dalgacık dönüşümü, veriyi zamanla ölçeklendirerek daha detaylı incelenmesini ve finansal değişkenler ile birlikte hareket eden etmenlerin ayrıştırılmasını sağlamaktadır. Dalgacık dönüşümü ile veri tek bir yöntem ile istenildiği frekansta ölçeklendirilebilmektedir (Oygur ve Ünal, 2017:1750020-3).

Fiyatların veya endekslerin yaşanan durumlardan ne kadar etkilendiği, bu etkinin ne kadar süreceğinin bilinmesi yatırımcılar açısından varlıklarını değer kaybına karşı koruma veya spekülörler açısından taşıdıkları riskleri analiz etmede ve önlem almada yol gösteren önemli bir bilgidir. Dolayısıyla, finansal verilerin modellenmesinde temel amaç tahmin yapmaktır. Finansal veriler yapısı gereği geçmiş dönemlerde yaşanan olayların etkisini, anlık yaşanan piyasa tepkilerini, beyaz gürültü, mevsimsellik, çoklu ilişki ve diğer verilerin etkilerini içinde barındırmaktadır. Verinin doğru bir şekilde analiz edilmesi için bu etkilerden ayrıştırılması önemli olmakla birlikte oldukça zordur. Filtreleme yöntemi ile söz edilen bu etkiler veriden kolaylıkla ayrıştırılabilmektedir (Jothimani ve diğerleri, 2015: 35-49).

Mevcutta kullanılan ekonometrik ve istatistiki analiz yöntemleri veriden veriye değişen yapısal farklılıkları ayrıştırmada ve modellemede eksik kalmaktadır (Oygur ve Ünal, 2017:1750020-1). Dalgacık Dönüşümü, bu eksiklerin giderilmesi ve veri yapısının daha detaylı incelenerek gerekli analizlerin yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Bu çalışma ile finansal krizlerden yola çıkarak onların olası artışlarını önceden modellenmesi ve tahminlenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca, Zumbach ve diğerleri (1999) tarafından ortaya konan araştırmalardan yola çıkılarak ölçeklendirme yöntemi Dalgacık dönüşümü ile geliştirilmiştir (Zumbach ve diğerleri 1999:347-355).

Buriev ve diğerleri Arap Baharı ile yaşanan politik değişimlerin Arap ülkelerindeki menkul kıymet piyasalarına etkisine dikkat çekerek finansal piyasa hareketleri ile yaşanan sapmaları tahminlemiş, Orta Doğu ile Kuzey Afrika arasındaki dinamik ilişkiyi Türkiye, Lübnan ve Umman verileri ile Çoklu Değişkenli Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (Multivariate GARCH-DCC)

ve Dalgacık Dönüşümü teknikleri (Wavelet Transform Techniques) kullanarak analiz etmiştir (Buriev ve diğerleri, 2015:1-38). Wadi ve diğerleri (2010) çalışmasında hükümetlerin politika değişimlerinin, finansal, ekonomik krizlerin ve politik istikrarsızlığın finansal zaman serilerinde yapısal kırılmalara neden olduğuna, son zamanlarda Dalgacık dönüşümünün diğer filtreleme tekniklerine kıyasla daha avantajlı yanlara sahip olması nedeniyle finansal verilerde kullanımının arttığına dikkat çekmiştir. Çalışmasında Kısa Fourier Transformasyonları (Short Fourier Transformations) ile dalgacık Dönüşümü yöntemini karşılaştırmıştır (Wadi ve diğerleri, 2010: 352-360).

Bu çalışmada, dalgacık dönüşümünün kriz zamanında verilerdeki değişimi tam olarak yansıtıp yansıtmadığı irdelenmekle birlikte, krizin fiyatlar üzerindeki etkisinin ne kadarlık periyotlarda değiştiği ve yöntemin tahmin gücü incelenmiştir. Literatürde kriz dönemlerine ilişkin dalgacık yöntemi kullanılarak yapılmış az sayıda ekonometrik çalışma bulunmaktadır. Yapılan bu çalışma ile literatüre katkı sağlanması da amaçlanmaktadır.

Türkiye IMF ve Dünya Bankası listelerinde gelişmekte olan ülkeler kategorisinde yer alan en düşük dereceli yatırım yapılabilir ülke olarak sınıflandırılmaktadır. Dolayısıyla, Türkiye yatırımcılar açısından oldukça önemli bir piyasadır. Diğer yandan Türkiye son yirmi yılda birçok farklı tipte kriz yaşamış bir ülkedir (Oygur ve Ünal, 2017:1750020-3). 2013 yılı ile başlayan olaylar ile 15 Temmuz darbe girişimi arasında geçen sürede yaşanan gelişmeler piyasalar üzerinde farklı etkiler doğurmuştur. Borsalar, yaşanan olayların ülke ekonomisi üzerindeki etkisini yatırımcıların aldıkları pozisyonlar ve kararlar doğrultusunda anlık olarak yansıtmaktadırlar. Bununla birlikte gelişmenin olumlu/olumsuz oluşu, özellikle borsa üzerindeki etkisinin büyüklüğü, boyutu ve süresinin tahminlenmesi hem yatırımcılar hem de ekonomik kararların alınması açısından oldukça önemlidir. Bu gibi sebeplerden yola çıkılarak, çalışmada 2013 itibariyle ülkemizde yaşanan kriz ortamının borsa üzerindeki etkisinin büyüklüğünü, süresini ve şiddetini BIST 30 endeks¹ (Borsa İstanbul 30 Endeksi) verileri kullanılarak incelenmiştir. BIST 30

¹ BIST 30 endeksi: Borsa İstanbul'da işlem gören payların gruplar halinde ortak performanslarının ölçülmesi amacıyla oluşturulmuş, Yıldız Pazar ve Ana Pazar'da işlem gören şirketlerle, Kolektif Yatırım Ürünleri ve Yapılandırılmış Ürünler Pazarı'nda işlem gören gayrimenkul yatırım ortaklıkları ve girişim sermayesi yatırım ortaklıkları arasından seçilen 30 paydan oluşmaktadır.

endeksi dar kapsamlı endeks niteliğinde olmakla birlikte ani değişimlere piyasa tarafından verilen tepkiyi daha kısa sürede yansıttığı için çalışmada tercih edilmiştir. Ayrıca BIST 30 endeks verisi kullanılarak Dalgacık dönüşümü yöntemi üzerine GARCH ve ARMA modellemelerinin yapıldığı bir çalışma literatürde bulunmamaktadır. Dolayısıyla, bu anlamda literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır. BIST 30 endeks getiri verisi MATLAB programı üzerinde yazılan kodlar ile analiz edilmiş, hazırlanan kodlar Ekler altında çalışmanın sonunda sunulmuştur.

Çalışma sonucunda finansal krizin etkisinin piyasalar üzerinde ne kadar devam edeceği, bu süre zarfında yaşananların fiyatları ne kadar etkileyeceği tahminlenecek olup yatırımcılara kriz etkilerinin büyüklüğü ve süresi ile ilgili bilgi verilebilmesi amaçlanmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE YAŞANAN FİNANSAL VE SİYASİ KRİZLER

Finansal kriz, genel olarak finansal sektörün işleyişini olumsuz etkileyen beklenmedik durumlar olarak tanımlanabilmektedir. Literatürde birçok bilim insanı tarafından finansal kriz farklı tanımlanmıştır: Bordo (1987)² finansal krizi beklentilerdeki değişim, finansal kurumların iflasından duyulan korku, gayrimenkul veya likid olmayan varlıkların likidite edildiği dönem olarak tanımlarken, Sundararajan ve Balino (1991)³ çok sayıda finansal kurumun varlıklarını aşan yüksek borçlara sahip olduğu, iflasların sık sık görüldüğü ve devlet müdahalesinin zorunlu olduğu dönemler olarak tanımlamaktadır. Davis (1995)⁴’e göre ise kredi ödemelerinin yapılamadığı finansal sistemdeki çöküş, Schwartz (1995)⁵’a göre ise finansal kriz ödemelerin yapılamadığı, likidite sıkışıklığının görüldüğü bu sıkışıklığı atlatmak için kamu müdahalelerinin sıklıkla uygulandığı, bankacılık sisteminde rezerv sıkışıklıkları ile karşılaşılın, bankaların kredi geri çağırısı yaptığı ve varlıklarını sattığı dönem olarak tanımlanmaktadır.

Bu çalışmada 2013-2017 yılları arasındaki Türkiye’de yaşanan olayların finansal ve ekonomik etkilerinin modelleme yapılarak incelenmesi amaçlanmaktadır. Coisins ve Bancroft’un geçmişte yaşanan olaylar bugünün uyarılarıdır ve bugünü anlayabilmek için geçmişi iyi bilmek ve anlamak gerekmektedir sözlerinden yola çıkılarak, bu çalışmada elde edilen bulguların doğru yorumlanabilmesi için

² M. Bordo, **Financial crisis: Lesson from history**, 5. Uluslararası Garden Finans Konferansında sunulan tebliğ, 1987, (Aktaran Kindleberger, Charles P., **Cinnet, Panik ve Çöküş Mali Krizler Tarihi**, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, 2000).

³ V. Sundararajan. ve T. JT, Balino, **Banking Crises: Cases and Issues**, Washington DC: IMF. 1991, (Aktaran Gup, Benton E. , **Bank Failures in The Major Trading Countries Of The World: Causes And Remedies**, Greenwood Publishing Group, s.7, 1998).

⁴ E. P. Davis, **Debt, Financial Fragility and Systemic Risk, Revised And Expanded Edition**, Newyork: Oxford Univ. Press. 1995, (Aktaran; Gup, Benton E. **Bank Failures in The Major Trading Countries Of The World: Causes And Remedies**, Greenwood Publishing Group, s.117, 1998).

⁵ A. Schwartz, **Systemic Risk and the Macroeconomy**, Kaufman, G.G. (ed) Research in financial Services, 7.19-30, Greenwich, JAI press, 1995, (Aktaran; Gup, Benton E. , **Bank Failures in The Major Trading Countries of The World: Causes And Remedies**, Greenwood Publishing Group, s.7, 1998).

Türkiye'nin geçmiş yıllarda yaşadığı kriz dönemlerinin neden ve sonuçlarıyla incelenmesi önem arz etmektedir.

1.1 DÜNYADA GÖRÜLEN ÖNEMLİ SİYASİ OLAYLAR

Birçok toplumun geçmişinde tarihe damgasını veren siyasi olaylar, darbeler, ihtilaller ve kalkışmalar mevcuttur. Bu bölümde kısaca Dünya tarihinde önemli yeri olan siyasi krizlere kısaca yer verilmiştir.

1.1.1 M.Ö. 6.yy - Atina

Siyasi kaos içerisinde bulunan Atina'da Pisistratus tarafından başlatılan ve iktidarın ele geçirilmesi ile sonuçlanan tarihteki ilk hükümet darbesi M.Ö. 6. Yüzyılda Eski Yunan'da görülmüştür (Yılmaz, 2014: 30).

1.1.2 18.yy Amerika ve Fransa

Amerika Birleşik Devletlerini oluşturan 13 Büyük Britanya kolonisinin ağır İngiliz yasalarından ve alınan yüksek vergilere itiraz etmesi ile 1775'te başlayan ihtilali 1787 yılında bağımsızlığını ilan eden Amerika'nın ilk anayasasının kabulü ile sonuçlanmıştır (Ramsay ve Kohen, 1990: 41-88).

Fransız İhtilali, 18. Yüzyılda Fransa ekonomisinin kötüye gitmesi ile geçim şartlarının zorlaşması, hayat pahalılığının artması, ücretlerin hayat pahalılığına kıyasla dengesizleşmesi, artan nüfus ile toprağa ihtiyacın artması ve toprağın pahllanması ile aynı anda tarım ürünleri fiyatlarındaki düşüşler sonucu yoksullaşan köylüler, topraktan aldıkları vergileri arttıran soylulara karşı ayaklanmalar ile başlamıştır. Aslında Fransız ihtilali siyasi bir olay değildir, çünkü altında halkın benimsediği siyasi bir görüş yoktur. Buna rağmen ihtilal önemli siyasi sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Toplum hayatına eşitlik, özgürlük ve adalet gibi kavramlar yerleşmiş, insan hakları ilk kez bir anayasa ile güvenceye alınmış, ortaya çıkan milliyetçilik akımı ile bağımsızlık isteyen milletler büyük imparatorlukların sonunu getirmiş, laiklik kavramı oluşmuştur. Fransız İhtilali, sonuçları bakımından evrensel olduğundan Yeniçağ'ın sonu, Yakınçağ'ın başlangıcı kabul edilmiştir (Acemoğlu ve diğerleri, 2011: 3286-3307).

1.1.3 20.yy Rusya, Çin, Latin Amerika ve Diğerleri

Rus Devrimi 1905 ve 1917 yıllarında iki aşamada gerçekleşmiştir. İş gününün sekiz saate indirilmesi, asgari ücretin arttırılması ve fazla çalışmanın kaldırılması isteklerini Çar'a dilekçe vererek göstermek isteyen işçilerin Gapon adında bir papazın önderliğinde Kışlık Saray'a yaptığı yürüyüşte, askerlerin açtığı ateşle binden fazla işçinin ölmesiyle Rus İhtilalinin ilk adımı atılmış ve bu olay Rus tarihine "Kanlı Pazar" olarak geçmiştir. Önemin Rusya'sında sanayi yeni gelişmekle birlikte oldukça kötü çalışma şartlarına sahipti, genel yapı ise tarım, toprak ve köleliğe dayanmaktaydı (Bank, 2011:4). Ekonominin 1900 itibariyle daha da kötüye gitmesi, işsizliğin artması, işçi ücretlerinin azaltılması ile birlikte yaşanan Fransız ihtilalinin de halk üzerindeki etkisi ve yaşanan Rus-Japon savaşı Rus ihtilallerinin nedenlerini oluşturmuştur (Voline, 2000:8).

Savaş, kıtlık ve ekonomik zorluklar içindeki halkın 2 ayrı ideolojiye bölünmesi ile 1917-22 yılları arasında iç savaş ortaya çıktı. İç savaş sonunda Lenin hükümeti kurmuştur. Büyük toprak sahiplerinin elinden alınan topraklar halka dağıtılmış, köylülerin borçları geçersiz sayılmış, işçi ve memurlar için işsizlik ve ücretsiz sağlık sigortaları uygulanmaya başlanmıştır. İş saati ise 8 saat olarak belirlenmiştir. Farklı uluslar ve yerli halk arasındaki tüm ayrıcalık ve ayrılıklar kaldırılmıştır. Hak eşitliği, egemenlik, kendi kararını verebilme şeklinde yeni haklar tanınmıştır. 1922-1928 yıllarında 5 yıllık kalkınma planı hazırlanmıştır. Halka eğitim ve sağlıktan ücretsiz yararlanabilme hakkı tanınmıştır (Carr, 2013: 48).

1912 yılına kadar yabancı egemenliğinde (Mançurya egemenliği) olan Çin'de özellikle yakın komşusu SSCB'de yaşanan Rus İhtilali'nin de etkisiyle 1950 yılına kadarki süreçte çeşitli ulusal mücadeleler görülmüştür. 1911 yılında halkın ayaklanarak Mançurya hâkimiyetine son vermesi ve Cumhuriyet'in kurulmasıyla burjuvazi iktidara taşınmış olur. 1921 yılında Çin Komünist Partisinin kurulmasıyla proleterya siyasette görülmeye başlamıştır. Bu tarihten itibaren özellikle birinci ve ikinci Dünya Savaşlarının da etkisiyle Çin'de iç karışıklık iç savaşa dönüşmüştür. Diğer yandan Japonya ile yaşanan savaşların ve Japonya'nın Çin'i sömürgeleştirme

abaları altında ikinci Dünya savaşı sonucunda 1949 yılında Çin Halk Cumhuriyeti'nin kurulmasıyla Çin devrimi sonuçlanmıştır (Bekcan, 2017:371-387).

1929 Büyük Buhran'ın ticaret, maliye, üretim ve istihdam üzerindeki olumsuz etkisi, Latin Amerika'da temel yapısal değişiklikler ile sonuçlanacak büyük olaylar ve i savaşlara neden olmuştur. Sanayileşme ve şehirleşmenin etkisiyle orta sınıf bürokrasiye doğru birleşmeye başlamış işçi ve köylü sınıfı ile aralarındaki uçurum artmış ve isyanlar ayaklanmalar baş göstermiştir. Latin Amerika'da büyük oranda diktatörlüklere son verme ve demokratikleşme yönünde adımların görüldüğü 19. ve 20. yüzyılda çok az insanın toprak sahibi olması nedeniyle köylülerin ve çiftçilerin toprak reform talep etmesi ve yönetimin duyarsız kalması sonucu başlayan ayaklanmalar ve isyanlar zamanla iç savaşa dönüşmüştür. Amerika'nın bölgedeki baskısı sonucunda ayaklanmalar özellikle Amerika karşıtı olmuştur. İlk ayaklanma 1910 yılında Meksika'da başlamıştır. Bu dalga daha sonra 1959'da Küba'da ve 1979'da Nikaragua'da devrimlere neden olmuştur. Devrimler sonucunda komünist liderler başa geçerek toprağın yeniden dağılımını sağlamıştır (Yılmaz, 2014: 242-268).

Meksika Devrimi, 1907'de New York borsasının krize girmesi ile ABD'lilerin desteğiyle yönetim kuran Porfirio Diaz'ın, köylülerin topraklarına el koyarak Amerikan borsasını sübvanse etmeye çalışmasıyla başlamıştır. Diaz'a karşı ilk isyanı başlatan toprak ağası Francisca Modero'dur. Akabinde, köylü Zapata ve arkadaşları köylülere topraklarının geri verilmesi ve haklarının anayasa ile kanun güvencesine alınması amacıyla isyana katılarak farklı yöneticilere karşı arka arkaya birçok isyan ve ayaklanma çıkar mışlarmış. Zapata anayasal bir reform yapılmasını ve yeni oluşacak hükümet konseyinin halk temsilcilerinden oluşmasını istemektedir. 1919'da Zapata'nın öldürülmüş fakat köylülerin tekrar isyanı ile yönetim devrilmiş yalnız Zapata'nın etkisi olan köylülere 1 milyon hektar toprak dağıtılması ile sonuçlanmıştır (Topal, 2014:41).

1960-80 yılları arasında yaşanan global durgunluk ithal ikameci stratejilerin çıkmaza girdiği, yüksek enflasyon, bütçe açıkları, dış borçları ödeme problemlerinin Latin Amerika'da görüldüğü dönemdir. Söz konuş dönemde, hayat şartları giderek kötüleşmiş ve toplumsal adaletsizlik iyice belirginleşmişti. Gelir dağılımındaki adaletsizlik, rüşvet, sömürü, iktidar karşıtlığı demokrasi, özgürlük ve adalet istemiyle

ayaklanan grupların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Hükümetlerin halk üzerinde sınıf ayrımı yapması sonucunda işçi ve köylüler burjuvaziye karşı ayaklanmaya başlamıştır. Tüm bunların sonucunda 1959 Küba Devriminin Latin Amerika'yı tamamiyle etkisi altına almıştır (Yılmaz, 2014: 268-275).

1 Ocak 1959 Batista rejiminin sona ermesine kadar ABD'nin fiili sömürgesi olan Küba, Fidel Castro liderliğinde ABD egemenliğine son vererek Soğuk Savaş'ın da etkisiyle Sovyetler ile yakınlaşmıştır. Bunun yaptırımı olarak ABD Küba'ya 50 yılı aşkın ambargo uygulamıştır. Önce Venezüella'da iktidara gelen Hugo Chavez, ardından da Brezilya'da iktidara gelen işçi partisi, Küba'nın diğer Latin Amerika ülkelerine örnek oluşturduğu fikrini vermektedir (Yılmaz, 2014: 268-283).

Küba'nın ardından Şili'de Richard Nixon hükümeti Amerikan istihbarat servisi (CIA) ve Şili'nin büyük sanayi sermayesinin birleşmesi ile ortaya çıkan askeri diktatörlük neticesinde Şili'de 3000'den fazla kişinin öldürülmesinden ve gözaltında kaybedilmesinden sorumlu Pinochet'nin iktidarı 17 yıl hüküm sürmüştür. 1979 yılına kadar ülke yönetiminde olan Somoza ailesinin Amerika ve diğer yabancı ülke yardımlarını kendi çıkarları için kullandıklarının anlaşılması üzerine ayaklanmalar başlamış ve önemli muhaliflerin suikastlerinden aile üyelerinin sorumlu tutulması ile iç savaşa dönüşmüştür (Yılmaz, 2014:283-289).

Latin Amerika'da söz konusu dönemde ABD etkisi hüküm sürmüştür. 80li yıllar ise başkan Reagan ile Latin Amerika için işleri daha da zor bir duruma sokmuş, Monroe Doktrininden vazgeçmeyen ABD Soğuk Savaşın bitmesinden sonra bile bu bölgede etkisini yoğun bir biçimde hissettirmişti. Bölgeyi kendisine bağlı sayan ABD, uluslararası alanda her bölgenin sorunuyla ayrı ayrı ilgilenirken, bu bölgede meydana gelen darbeler, krizler ve sorunlara kendi iç meselesi muamelesi yapmıştır (Yılmaz, 2014: 298-301).

1979 İran ihtilali Dünya'da o zamana değin görülen ilk başarılı modern dini ihtilaldır. İhtilalın sonucunda İran Batıya dönük hanedanlık monarşisini bırakarak İslami rejime geçmiş ve halife tarafından yönetilmeye başlanmıştır (Çandar,1981:62).

Şahın ülke gelirlerini kendisi ve ailesinin refahı için kullanması, rüşvet ve yolsuzlukların artması, hanedanlığın bulunduğu Tahran'ın eğitim, gelir, doğal kaynak kullanımı, modernleşme ve lüks yaşam anlamında çok fazla gelişmesi ve ülkenin kalan kısmının giderek yoksullaşması ve hatta doğal kaynaklardan, tıbbi yardım ve

yatırımlardan faydalandırılmaması üzerine Humeyni'nin önderliğinde ayaklamalar başlamış ve kısa sürede iç savaşa dönüşmüştür. 2500 yıllık hanedan İran şahı yönetimi Ayetullah Humeyni'ye geçmiştir (Arı, 1998:128).

1989 yılında kominizim ile yönetilen Doğu Avrupa ülkeleri reformlar ve ihtilallerin etkisiyle iki yıl içerisinde mevcut sisteminin çöküşünü izlemiştir. Polonya, Macaristan, Doğu Almanya, Bulgaristan, Çekoslovakya, Romanya, Yugoslavya, Arnavutluk ve Baltık Ülkeleri bu çöküşten yoğun bir şekilde etkilenmiştir.

1988 yılında Polonya Komünist devleti ile muhalifler arasındaki müzakereler sonunca Polonya komünist devleti kendi gücünü iptal ederek ihtilalin ilk adımlarını oluşturmuştur. İhtilal sonucunda Polonya'da bir sıra ekonomik reform paketi kabul edilmiş ve komünizm bırakılarak ülkeye Polonya Cumhuriyet'i ismi verilmiştir (Yılmaz, 2014: 434).

Macaristan'da da parlamento ve meclis haklarını tanıyan kanun kabulü, çok partili sisteme geçiş ve halk ayaklanması için bir soruşturma komisyonu kurulmasının partinin kanuniliğini azaltıcı etki yaratması ve partinin bu durumu kabul etmesi sonucunda yapı tamamıyla değişmiştir. Partinin gücünün ortadan kalkması onunla yer değiştirecek yeni kurumlar ve mekanizmaların oluşturulması, başkanın direkt seçilmesi, kurumsal mahkemenin oluşturulması ve devletin isminin Macaristan Cumhuriyeti olarak değiştirilmesi ile sonuçlanmıştır.

Komünizmin yavaş yavaş yok olması Almanları da etkilemiştir. Berlin duvarının açılması, parti kongresi tarafından yapılan yeni reformlar, ekonomik oluşumlar parti liderinin ve isminin Demokratik Sosyalizm Partisi olarak değişmesi ile sonuçlanmıştır. Komünistlerin kaybetmesiyle sonuçlanan seçimler ve Alman markının girişi sonrasında 1990'da resmi birleşme süreci başlamıştır (Yılmaz, 2014:438-440).

1.1.4 21.yy Orta Doğu, Afrika ve Suriye

Tunus'ta işsizlik nedeniyle Mohammad Bouazizi'nin 18 Aralık 2010'da kendini yakmasıyla başlayan Tunus, Mısır, Libya, Kuveyt, Yemen ve Ürdün gibi Arap ülkelerinde ayaklanmaların ve gösterilerin eşliğinde iç savaşa dönüşen Arap Baharı'nın etkileri günümüzde halen devam etmektedir (Göçer ve Çınar, 2015: 51-68).

Arap Baharı ekonomik zorluklar ve halkların demokrasi talepleri yer almakla birlikte söz konusu ülkelerde gelir dağılımındaki dengesizlikler, yolsuzluk, yozlaşmış yönetim sistemleri, eğitilmiş gençler arasındaki yüksek işsizlik oranı, iltimas, yönetimin babadan oğula geçmesi, halkın ülke yönetiminde söz sahibi olamaması toplumların demokrasi, insan hakları, insan onuru, adalet, gelir dağılımında eşitlik, özgürlük, ekonomik refah talepleri doğrultusunda ülkelerindeki idari, siyasi, ekonomik ve sosyal yapısal sistemi değiştirmek amacıyla ortaya çıkmıştır (Kılıç ve diğerleri,2012: 18; Öztürkler, 2014: 1; Arı, 2004: 365-366).

Arap baharı sürecinin ilk aşamasında amaç liderlerin düşürülerek serbest seçimlerin yapılması olmuştur. Tunus, Mısır ve Libya'da hükümetin devrilmesi, Suriye'de iç savaşa, Libya'da iç savaşla birlikte dış müdahaleye, Cezayir, Fas, Suudi Arabistan ve Ürdün gibi ülkelerde küçük çapta da olsa reformların yapılmasına neden olmuştur. Bölgede yaşanan bu olaylarda ülkelerin iç dinamikleri kadar, uluslararası kuruluşların bölgedeki çıkarları ve tutumları da belirleyici olmuştur. Suriye'de ise başlayan olaylar, liderin düşürülmesi imkânı bulunamadan ülkeyi ve bölgeyi kaosa sürüklemiştir. Bahreyn'de ise süreç daha başlamadan bitirilmiştir (Çelik, 2015: 34-50).

6 Mart 2011'de bir grubun Dara'da halkın rejimi devirmek istemesine yönelik yazılan duvar yazıları akabinde gerçekleşen tutuklamalara karşı eylemlerin yapılması ve polis müdahalesiyle dört kişinin ölümü ile Suriye olayları başlamıştır (Orhan, 2011: 9).

Dara'da başlayan ayaklanmanın başında sınıfsal veya mezhepsel ayrılıklar yaşanmamış ve muhalifler tek parça hâlinde rejime karşı gelmiştir. Yönetimin gösterilere tepkisinin sert ve kanlı olması mevcut rejime karşı silahlanmayı desteklemiştir ve ayaklanmaların iç savaşa dönüşmesini sağlamıştır (Bağlıoğlu, 2013:508).

Suriye'de Arap Baharı'nın domino etkisiyle başlayan ayaklanma insani ve maddi açıdan oldukça ağır bir iç savaşa dönüşmüştür. Suriye, hem bir Ortadoğu, hem de bir Akdeniz ülkesi olarak bulunduğu konum itibarıyla stratejik bir öneme sahip olması dış ülkelerin özellikle İran ve Rusya'nın bölge üzerindeki politikaları doğrultusunda iş savaşa dolaylı taraf olmasını ve askeri anlamda rejime destek vermelerine neden olmuştur (Örki, 2015: 67-96).

1.2 DÜNYADA GÖRÜLEN ÖNEMLİ FİNANSAL KRİZLER

Dünya’da kriz kavramı özellikle 1929 Büyük Buhran ile gündeme gelmiştir. Global anlamda ekonomilere damgasını vurmuş büyük krizlere ilişkin bilgiler aşağıda sunulmuştur.

1.2.1 1929 Büyük Buhran

I. Dünya Savaşı sonrasında A.B.D tarafından Almanya ve İngiltere’ye verilen kredilerin altın olarak geri istenmesi, yeryüzündeki altın stoklarının yetersiz olması ve altın rezervlerinin A.B.D tarafından kontrol ediliyor oluşu ödemelerin mal ve hizmet olarak yapılması zorunluluğunu getirmiştir. Bu durum A.B.D’nin mal ve hizmet sektörünü olumsuz etkilemiştir. A.B.D bu sıkıntı ile baş edebilmek amacıyla gümrük duvarı koyma uygulaması getirmiş, böylece kendi dış ticaretini küçülmüş ve bunun sonucunda verdiği kredileri geri alamamıştır. Ekonomik buhran etkilerini 1930 yılının sonlarında hissettirmekle birlikte sanayileşmiş kentleri etkilemiştir. Dolayısıyla kentler yoksullaşmış ve işsizlik oranları hızla artmıştır. Kuzey Amerika ve Avrupa’da başlayan kriz tüm Dünya’ya ve sanayileşmiş ülkelere yayılmış ve olumsuz etkiler doğurmuştur (Brinegar, 1958: 768-771).

Büyük Buhranın etkisiyle tarım ürünleri fiyatları %60 civarında düşmüş, inşaat sektörü durmuş, yeryüzünde toplam üretim miktarı %42, Dünya ticaret miktarı % 65, menkul kıymet fiyatları ve borsalar %50 oranlarında düşmüş ve 50 milyon kişi işsiz kalmıştır. Keynes tarafında geliştirilen aktif devlet müdahaleciliği sayesinde kriz 1930 da atlatılmış olsa da etkileri 10 yıllık dönem boyunca görülmüştür (Brinegar, 1958: 768-771).

1.2.2 1992 Avrupa Döviz Kuru Mekanizması (ERM) Krizi

Spekülatif davranışların yol açtığı krizlerden biri olan Avrupa Döviz Kuru Mekanizması (ERM) krizi Danimarka’nın ardından Avrupa Birliği’nin Maastricht Anlaşmasını reddetmesi ile başlamıştır. Danimarka ERM bünyesinde döviz kurları üzerinde baskı oluşturmuştur. Söz konusu durum ile piyasalarda, İtalya’nın bütçe

açıklarının Liret'in değer kaybedeceği düşüncesiyle, İtalyan Lireti üzerine spekülasyon işlemleri yapılmaya başlanmıştır (White, 2003: 244).

Yapılan spekülasyon işlemleri neticesinde Liret %7 oranında değer kaybetmiş, bu değer kaybından Finlandiya ve İsveç'te olumsuz etkilenmiştir. Spekülatörlerin İngiliz Sterlin'ine yönelmesiyle birlikte korunma amaçlı 15 milyon kısa vadeli borçlara karşın uzun pozisyon alınmıştır. Fakat bu korunma (hedge) yöntemi çok etkili olamamış ve faiz oranları bir günde %5 oranında yükselmiştir (Bank of England verilerinden hareketle; Akdiş, 2000: 6).

ERM Krizinden en çok etkilenen İngiltere, İspanya ve İtalya'da yoğun sermaye çıkışları görülmüştür (Akdiş, 2000: 6).

1.2.3 1994 Meksika Krizi

Meksika'nın 1989 yılında 'Brady Borç Azaltma' anlaşmasını imzalamasıyla finansal sektör serbestleştirilmiş ve bankaları özelleştirilmiştir. 1990'lı yıllarda yeniden kurulan makro ekonomik yapı olumlu etkiler yaratmasına rağmen anlaşmanın etkisiyle ERM Krizinde İngiltere, İspanya ve İtalya'dan çıkan sermayenin ülkeye girişi başlamıştır. Fakat ülkeye giren bu sıcak paranın büyük bölümünü spekülasyon ve kısa dönemli yatırımlar oluşturmuştur. Meksika ekonomisine akan sermayenin sadece beşte biri doğrudan yabancı yatırım şeklinde ülkeye gelmiştir. Bu durum hisse senedi piyasalarını aşırı genişletmiş, ithalat ihracatı aşarak dış ticaret açığı 1 milyar dolar'dan 18,5 milyar dolara yükselmiştir. Ülkeye gelen sıcak paranın ülkeden çıkmaya başlaması krize neden olmuştur. Hükümetin krizden korunmak için aldığı ilk önlem olan döviz kuru bandını %15 oranında genişletme kararı Pezo'nun değer kaybetmesi ile sonuçlanmıştır. Böylece uluslararası rezervler iki gün içinde 5 milyar dolar azaldıktan sonra ikinci önlem olarak 22 Aralık 1994'te dalgalı kur sistemine geçilmiştir (Öniş ve Aysan, 2000: 15).

Krizin atlatılmasıyla birlikte mali dengesizlikler ve yapısal sorunlar giderilerek dengeli bütçe, kontrol altında enflasyon ve fazla veren mali hesaplar ile ekonomik durumda olumlu adımlar atılmıştır. Bu kriz erken ve hızlı liberalleşen ülkelerde globalleşmenin etkisiyle finansal kriz görülme olasılığının ne kadar yüksek olduğunu göstermiştir (Öniş ve Aysan 2000: s. 15).

1.2.4 1997 Doğu Asya Krizi

Büyük yatırımların dolar ve yen üzerinden finanse edilmesi, yerel paranın değer kaybetmesi, borç yükünün aşırı artması, Japon yeninin değerinin düşmesi ve Asya ülkeleri tarafından ihraç edilen ürünlerdeki değer kaybı, Çin'in devalüasyon yaparak, mal ve hizmetlerini rekabetçi üstünlüğe sahip konuma getirmesi ile Doğu Asya Krizi 1997 yılında Tayland'da başlayarak Asya ülkelerine yayılmıştır (Günel, 2003:1030).

Devalüasyonların sonucunda döviz üzerinden yapılan borç stoğu büyük oranda artmış, finansal sistemdeki zayıflık ve bankacılık sistemindeki problemlerin etkisiyle finansal sistem çökmüştür. Küreselleşme sonucunda Doğu Asya ülkeleri arasında oluşan kuvvetli bağın etkisiyle kriz ülkeler arasında hızla yayılmıştır (Öksüz, 2001: 47). Krizin etkisiyle ekonomik büyümelerde durgunluk ve özel sektör tasarruflarında ciddi gerilemeler görülmüştür (İnan, 2002:54).

Krizin etkisiyle bölge ekonomileri, Endonezya % 13,7, Tayland % 9,4, Kore % 5,8 oranında küçülmüştür. Kriz ile yaşanan büyük tutarlı sermaye çıkışı IMF'nin rolünün ve politikalarının sorgulanmasına neden olmuştur. 1996 yılında Asya'ya 101,2 milyar dolar sermaye girişi yaşanmış ancak bu rakam 1997 yılında 34,2 milyar dolara düşmüştür (Günel,2003:1031).

1.2.5 1998-99 Rusya Krizi

Rusya krizi ülkeye gelen yabancı sermayenin aniden 1996-97 yıllarında %229 oranında artması ve bu sermayenin ağırlıklı olarak kısa vadede yüksek getiri elde etmeyi amaçlayan yatırımcılar tarafından ortaya çıkmıştır. Düşük faiz ile uluslararası piyasadan borçlanan Rus Bankaları, ülkedeki yüksek iç faizden yararlanarak aldıkları borçları kredi olarak kullanırmıştır. Fakat Dünya petrol fiyatlarındaki ani düşüşün etkisiyle dış gelirlerde yaşanan 10 milyar dolarlık kayba karşılık bankalar tarafından verilen kredilerde geri dönüş sağlanamamıştır. Dolayısıyla birçok şirket ve banka bu durumdan olumsuz etkilenecek iflaslarını vermiştir (Akdiş, 2000:7). Rus hükümeti 90 günlük moratoryum ilan etmiş, dolayısıyla Ruble devalüe edilmiştir. Bu durum IMF ile 1999 yılında anlaşma imzalanana kadar devam etmiştir (Yay ve diğerleri, 2001: 40).

1.2.6 1999 Brezilya Krizi

Brezilya uyguladığı daraltıcı para ve maliye politikalarının neticesinde yıllık %4 büyüme oranı ile 4-5 yıl içerisinde enflasyon oranının %2700 lerden %1-3 bandına indirmeyi başarmış bir ülke idi. 1998’de yaşanan Rusya krizinin etkisiyle uluslararası birçok fonun iflas etmesi ile Brezilya krizi ortaya çıkmıştır (Öniş, 2003: 1).

Uygulanan sıkı maliye politikaları, enflasyon hedefleri ve 35 milyar dolarlık dış yardım ve sabit kurdan dalgalı kura geçilmesi ile Brezilya krizi atlatılmaya çalışılmıştır (Yay ve diğerleri, 2001: 41).

1.2.7 1999-2001 Arjantin Krizi

1990 yılında IMF’nin tavsiyeleri ile neo-liberalleşme sürecine giren Arjantin’in amacı enflasyonu tek haneli değerlere düşürerek durgunluk ve istikrarsızlıktan kurtulmak ve ekonomik olarak büyümedir. IMF tarafından oluşturulan program çerçevesinde fiyat istikrarını sağlamak amacıyla Arjantin’in ulusal para birimi yabancı para birimine bağlanmış ve yerel para yabancı para birimi rezervlerine bağlı olarak basılmıştır. Bu program ilk yıllarda başarılı sonuç verse de daha sonraki dönemde ekonomik olarak ülkenin krize girmesine neden olmuştur (Öniş, 2003: 1; Ergi, 2002: 49).

Krizden çıkabilmesi için Arjantin’e IMF tarafından 12 milyar dolar tutarında destek sağlanmıştır (Öniş, 2003: 15–16).

1.2.8 2008 Küresel Kriz

2008 global krizinin oluşmasında birçok etken rol almakta iken, menkul kıymetleştirme faaliyetleri krizin ana çıkış noktasını oluştururken, aynı anda bu kadar büyümesinde de önemli bir role sahiptir. Menkul kıymetleştirme; ipotekli kredilerin riskini dağıtarak azaltma amacıyla bankaların, ipotek kredilerin değerine bağlı olarak yeni finansal araçlar meydana getirmesi ve iç-dış piyasalara sunmasına dayalı bir finansman modelidir. Fakat yeterli denetimin olmadığı bir piyasada özellikle subprime ipotekli konut kredileri başta olmak üzere ipotek kredilerin hızla menkul kıymetleştirilmesi sonucunda riskler kontrolden çıkmıştır. \$1,25 trilyon’a ulaşan Mortgage kredi tutarını 2005-2006 yıllarında %20’sini subprime kredi (yüksek risk ve

yüksek faizli kredi) oluşturmakla birlikte bunun da %80'i menkul kıymet haline getirilmiştir. Aynı dönemde ABD konut piyasasına fon akışının başlamasıyla bu durum subprime kredilerin hızla yayılmasına ve ev fiyatlarının aşırı artmasına yol açmıştır. Kredi derecelendirme kuruluşlarının yüksek risklere rağmen şirketleri yüksek notlandırması ise toplumu yanlış yönlendirmiştir. Bankalar ve kredi kuruluşlarının kredi geçmişi uygun olmayan tüketicilere kullandırdıkları sıfır faizli tahvil ipotekleri ile yaşanacak krizin boyutlarının daha da büyümesine neden olmuştur. Ayrıca tezgahüstü türev ürünlere yatırım yapan bankaların kredi vermek için bu ürünleri kullanmaları krizin boyutlarını değiştirmiştir.

2004 yılından itibaren FED'in 2 yılda faiz oranlarını arttırması ile mortgage kredisi kullanarak ev alan yatırımcıların borçlarını ödeyememesi, evlerin satılmaya başlanması ve ev fiyatlarının düşmesi ve bunun sonucunda büyük kurumların iflasları ile 2008 yılında kriz ABD piyasasında ortaya çıkarak Ekim 2008 itibariyle Avrupa'ya yayılmaya başladı. Önce Avusturya ardından Almanya ve ardından Fransa'da büyük bankalarda ve finansal kurumlarda iflaslar yaşanmaya başladı, ABD, Asya ve Avrupa borsalarında sert düşüşler görüldü. Ülkeler bu durumdan çıkmak için kurtarma paketleri ve fonlar oluşturmaya başladı. Dış ticaret ile ABD'de başlayan krizin tüm dünyaya yayılması ile Güney Kore, Tayvan, Singapur, özellikle petrol fiyatlarındaki düşüş ile Rusya, İran ve Venezuela'da resesyona girmiştir. İrlanda, Yunanistan, Portekiz, İspanya gibi ülkelerin kredileri notları düşürülmüştür (Hiç ve Erdoğan, 2009: 49).

Yunanistan 2010 başında borçlarını ödeyemez duruma geldi ve Euro bölgesinin krizini derinleşmiştir. AB ve IMF ile birlikte oluşturulan birçok kurtarma paketi ile başta Yunanistan, İrlanda, Portekiz, Letonya ve Romanya olmak üzere birçok Avrupa ülkesini krizden kurtarma amacıyla fon sağlanmıştır.

2008 küresel krizi sonucunda devlet müdahaleciliği tekrar gündeme gelmiştir. Ayrıca, finansal kurum ve kuruluşlar üzerindeki denetim eksikliğini göz önüne sermiştir. Bu doğrultuda ülkeler tarafından önlemler alınmış ve yeni kurumlar kurularak sermaye piyasaları gönden geçirilmiştir (Ay ve Uçar, 2015: 11-32).

1.3 TÜRKİYE’DE 1946-2017 YILLARI ARASINDA YAŞANAN FİNANSAL VE SİYASİ GELİŞMELER

1990 itibariyle Türkiye ekonomisinde görülen krizler dışsal etkenlerin yanı sıra sürdürülemez iç borç dinamiği ve başta kamu bankaları olmak üzere finansal sistemdeki sağlıklı yapının kalıcı bir çözüme kavuşturulamamış olmasından kaynaklanmaktadır (Ural, 2003: 11-28).

1.3.1 1940-1950 Yılları Arasında Yaşanan Olaylar

İkinci Dünya Savaşı yıllarında genç nüfusun askere alınması, savaş ortamı, tarım arazilerinin tahribatı, makine ve araç gereçlerin yetersizliği nedeniyle tarım ciddi oranda düşmüş, üretim gerilemiştir. Tarımdaki düşüşe karşın savaş koşullarında önemini arttıran stratejik madenler, elektrik, gaz ve su ile ilgili işlere talep artmıştır.

1945 yılında savaşın sona ermesiyle kriz ortaya çıkmıştır. Savaş sonrasında ekonomik dengeler toparlanmaya başlamış ve hatta bütçede fazla görülmüş olmasına rağmen ihracatı attırmak için devalüasyona gidilmesi, krizin çıkmasında temel nedenlerden birini oluşturmuştur (Rosengren ve Jordan, 2000: 5).

Türkiye’nin 1947’de IMF’ye üye olmasının ardından, 1948’de Marshall yardımından 351 milyon dolar kullanması ve alınan dış yardımlarının artmasıyla 1948 yılında krizden çıkmıştır (Rosengren ve Jordan, 2000: 5).

1.3.2 1950-1960 Yılları Arasında Yaşanan Olaylar

Kore Savaşı’nın bitmesi ile Türkiye’de hammadde fiyatlarında ciddi artış görülmüştür. Bu dönemde iklim şartlarının kötüye gitmesi ve tarıma destek gereçlerinin ithalatındaki azalmalar nedeniyle tarımda önemli bir ihracatçı konumunda bulunan Türkiye, tarım ürünü ithalatına başlamıştır. Hammadde fiyatlarındaki global artışın etkisiyle iç pazar satış fiyatlarının da artmaya başladığı dönemde, enflasyon oranı önce %2,9’dan %10,3’e, daha sonra da %20’lere kadar yükselmiştir. Yaşanan bu gelişmeler ile birlikte bütçe açığı ve kredili ithalat uygulaması kaynaklı dış borçların artması ve dış borç kaynaklı kamu açıklarının artışı ile birlikte yükselen enflasyon da eklenince kriz ortaya çıkmıştır (Pusti, 2013:59).

Bu krizin sonunda Cumhuriyet Halk Partisi iktidarı Demokrat Parti'ye devretmiştir.

Türkiye'nin 1954 krizinden yeni çıktığı bu dönemde istikrarsız ekonomik koşullara ek olarak 1950'lerden gelen liberalizm politikaları ve dışarıdan sermaye ithalini amaçlamış serbestleşme programı Türkiye'yi 1958 krizine doğru götürmüştür. 1958 yılında Türkiye'nin ödeme zamanı gelen dış borcunun 256 milyon dolara yükselmesi ile kambiyo krizi ortaya çıkmıştır (Yaşa, 1980:646-648). 1959 yılında artan ve ödenemeyen dış borcun etkisiyle Türkiye hayat pahalılığında Brezilya'dan sonra gelen ikinci ülke sıralamasında yerini almıştır. Borç fazlalığı nedeni ile ithalatın durma noktasına geldiği bu dönemde birçok tesisinss kapanma noktasına gelerek, işsizlik ve kıtlık had safhaya ulaşmıştır. IMF'nin istikrar programı uygulamayı kabul etmesiyle devalüasyona gidilmiş, Kamu İktisadi Teşebbüsler (KİT)'in açıklarının azaltılması amacıyla ürünlerinin fiyatları arttırılmış, verimli ve kısa vadeli yatırımlara önem verilerek bütçede denklik sağlanmaya çalışılmıştır (Erginay, 1998: 225). Bu önlemler ve planlar çerçevesinde ekonomide kısa süreli rahatlama görülmüş, fakat bu rahatlama uzun sürmemiştir. Döviz rezervlerinin tükenmesi ve dış ticaret açığının artmasıyla durma noktasına gelen ekonomi Doğu Avrupa ülkeleriyle takas yoluyla ticaret yapılarak canlandırılmaya çalışılmışsa da krizin etkileri hem sosyal hem de ekonomik olarak görülmeye devam etmiştir (Çelebi, 1998: 129).

Ardı ardına gelen kriz dönemleri ve sonuçlarındaki ekonomik ve sosyal sıkıntılar sonucunda sorumlu tutulan hükümete karşı asker tarafından 28 Mayıs 1960 tarihinde darbe yapılmış, bu hareket ile bir süreliğine askeri yönetime geçilmiştir.

Darbe sonucunda yönetimden indirilen hükümet üyelerinin yargılanarak cezalandırılması gündeme gelmiş bu yargılamalar sonucunda içlerinde Cumhurbaşkanı Celal Bayar, Başbakan Adnan Menderes, Dışişleri Bakanı Fatin Rüştü Zorlu ve Maliye Bakanı Hasan Polatkan'ın da bulunduğu 15 kişiye idam kararı verilmiştir (Akıncı, 2014: 55-72).

1.3.3 1970-1980 Yılları Arasında Yaşanan Olaylar

1961 Anayasasının getirdiği yeni sistemin kurumsallaşamaması, diğer bir değişle yeni oluşturulan düzenin ihtiyaçlara cevap veremez hale gelmesi nedeniyle gençlerin değişim talepleriyle sokağa dökülmesi ile olaylar başlamıştır. Bu defa

1960'daki hareketten farklı olarak Genelkurmay Başkanı ve kuvvet komutanlarının birlikte imzaladıkları demokratik seçimlerle iş başına gelmiş olan hükümetin istifasını ve Atatürkçü bir anlayışla anayasanın öngördüğü düzenlemeleri yerine getirebilecek güçlü bir hükümetin kurulmasını talep ettikleri “muhtıra” radyodan okunmuştur. Söz konusu muhtıra'da taleplerin yerine getirilmemesi halinde ordunun yönetime tamamen el koyacağı ihtar da yapılmıştır (Dursun, 2005:187; Çavdar, 2004: 193). Muhtıradan 4 gün sonra darbe yanlısı olan 5 general/amiral ile 8 albay emekliye sevk edilmişlerdir.

Birinci petrol krizi petrol fiyatlarının aniden dört katına çıkması ile başlamıştır. Türkiye'nin petrole sübvansiyon vererek tüketimi arttırması, Kıbrıs Barış Harekâtı ile birlikte batılı ülkelerin üstü örtülü ekonomik ambargosu aynı döneme damgasını vuran olaylar olarak yer aldı. Dış ticaret açığı 769 milyon dolardan 2,3 milyar dolara yükseldi, bütçe 303 milyon dolar açık verdi. Irak'la anlaşma yapıldı ve Türkiye-Irak Yumurtalık Petrol Boru Hattı inşa edildi (Rosengren ve Jordan, 2000: 5).

1979 ve 1980'de petrol fiyatlarının ikinci kez yüzde 150 oranında arttırmasıyla işsizlik %20'lere enflasyon ise yüzde 63,9 oranına yükseldi. Artan enflasyonla birçok zaruri tüketim maddesi karaborsada satılmaya, benzin, tüp, ampul gibi ihtiyaçlar temin edilememeye başlandı. Ekonomik durgunluktan çıkabilmek amacıyla hükümet tarafından 24 Ocak Ekonomik İstikrar Tedbirleri yürürlüğe konulmasıyla birlikte Türk lirası yüzde 48,6 oranında devalüe edilmiş, sabit kur sisteminden kontrollü dalgalı kur politikasına geçilmiş ve yabancı sermaye girişi özendirilmiştir. Bu çerçevede Ekonomik İşler Yüksek Koordinasyon ve Para Kredi Kurulları, Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığı, Sermaye Piyasası Kurulu, Teşvik Uygulama ve Yabancı Sermaye Daire Başkanlıkları kurulmuştur (Uygur, 2000: 167).

Türkiye için 1980-1990 arasındaki dönem dışı açılma ve serbestleşme dönemi olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda 1990 sonrasında değişen finansal konjonktürün etkisiyle 1990 sonrasında ortaya çıkan krizler küresel kaynaklı finansal krizlerdir. Türkiye ekonomisinde 1994, 2000 ve 2001 yıllarında üç önemli kriz yaşanmıştır (Uygur, 2000: 168).

1.3.4 1990-2001 Yılları Arasında Yaşanan Olaylar

1993 yılında kamu sektör açığının ve yurt içi borçlanmanın GSMH'ya oranının artması, yüksek maliyetli iç borçlanma, 90'lı yıllar boyunca ulaşılan en yüksek cari

işlemler açığı, kısa vadeli net sermaye girişinin yüksek seviyelerde oluşu, Türk lirasının aşırı değerlenmesi, ticari banka kredilerinin artma eğiliminde olması, bankacılık sektörünün yabancılara olan borçluluğundaki hızlı yükseliş 1994 krizinin tabanını oluşturmuştur (Özatay,2000: 17-23). Hükümetin bu dengesizlikleri gidermek amacıyla politika değiştirmesi ve ilke olarak faiz oranlarını düşürmesi, döviz talebini arttırmış, bu durum şok etkisi yaratarak kötü giden ekonomik koşulların etkisiyle krize yol açmıştır (Kepenek ve Yentürk, 2000: 485).

Artan dolar ve enflasyon ile birlikte maliyetlerin hızla yükselmesi üretim kesimini olumsuz etkilediği gibi birçok banka ve bankerin iflaslarına sebep olmuştur. Ekonomik durgunluk ve Türk lirasına olan güven kaybı ile mevduatların hızla bankalardan çekilmesi ise bankacılık sistemini çökme aşamasına getirmiştir. Bunun üzerine hükümet tüm bankalardaki mevduatları garanti altına almış ve TCMB ticari bankaları rahatlatmak için reeskont kredisini genişletmiştir (Kazgan, 1995: 228-229).

Kriz sonrasında istikrarın sağlanması amacıyla hükümet, üretim yapan ve sübvansiyon dağıtan devlet yapısını piyasa mekanizmasının tamamıyla işlemlerini sağlayacak ve sosyal dengeleri koruyacak devlet yapısına geçirmek üzere tasarlanmış 5 Nisan 1994 tarihli İstikrar kararları almıştır (Ardıç, 2004: 154).

Devam eden yüksek enflasyon, Türk Lirasının aşırı değerlenmesi, dolayısıyla o tarihten önce her kriz döneminde uygulanan Türk lirasının devalüasyonuna ilişkin beklentiler ve bankacılık sektörünün kırılganlığı krizin tabanını oluşturmuştur (Boratev ve Akyüz, 2002: 16). Krizin sinyalleri özellikle krizden önceki 2 aylık dönemde dış piyasalardan borçlanma faizine uygulanan risk primindeki artış, iç piyasalarda ise bankaların mevduat faizinin, Interbank gecelik faizi ve Devlet İç Borçlanma Senedi (DİBS) yıllık bileşik faizinin yükselişe geçmesiyle verilmiştir (Sönmez, 2003: 17).

Ayrıca dış borçlanma ve ithalat rakamlarındaki artış dış borçların geri ödenmesinde zorlanabileceği fikrini doğurmuştur (Uygur, 2001c: 11).

İç borcun dış borç ile finanse edilmeye başlamasıyla ve piyasaların bu yükü taşıyamayacak duruma gelmesiyle kriz ortaya çıkmıştır (Ekinci, 2002: 77).

Yaşanan krizlerin temel nedeni Türkiye'nin ekonomik yapısı ve yönetim yetersizliğidir (Günel, 2001: 50).

Yaşanan 2000 krizi çok yüksek faiz, büyük oranda döviz rezerv kayıpları, 10,5 milyar dolarlık ek IMF kredisi ile atlatılmaya çalışılmıştır. 2000 krizinin ardından

hükümet tarafından yayınlanan Niyet Mektubu'nda mevcut, para, maliye ve bütçe ve gelir politikaların sürdürüleceği, bankalardaki mevduat garantisinin ve yabancı bankaların Türkiye'deki ticari banklara verdikleri kredilerin hükümet garantisinin devam edeceği ve özelleştirmelerin yapılacağı belirtilmiştir (Sönmez 2003: 17; Boratev ve Akyüz, 2002: 33).

Kriz döneminin üzerine yaşanan siyasi kriz ve/veya gerginlik ile 2001 krizi ortaya çıkmıştır. 2001 krizinin etkilerine bakıldığında 2000 krizi için öncü kriz tanımlaması yapılabilmektedir (Sönmez, 2003: 18).

2001 krizini, krizler ile daha da kırılganlaşan bankacılık sektörü tetiklemiştir. Özellikle bankacılık sektöründeki para ve vade uyumsuzluklar ile takipteki alacaklardaki artış bankaların taşıdığı riski arttırmış ve yüksek sermaye çıkışlarında bankaları savunmasız hale getirmiş, bu durum sonucunda kriz ortaya çıkmıştır. Ayrıca bankaların çeşitlerine göre taşıdıkları risklerin farklılaşması Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB) tarafından yapılacak müdahaleleri zorlaştırmaktadır (Özatay ve Sak, 2002: 25).

Diğer bir yandan uygulanan istikrar programı ile kamu açıkları ve bu açıkların dış borçlar ile finanse edilmesi, enflasyon ve sermaye hareketlerinin kısıtsız bir şekilde serbestleştirerek krizin tetiklenmesini sağlamıştır (Ardıç, 2004: 186).

1.3.5 2001-2010 Yılları Arasında Yaşanan Olaylar

2008 krizi A.B.D.'deki taşınmaz mal piyasasının (mortgage piyasasının) öncelikle normalin üzerinde değerlendirilmesi daha sonra aniden değer kaybederek tüm piyasaları etkilemesi ile tetiklenen global bir ekonomik ve finansal krizdir.

Küresel kriz ilk olarak alım gücünü etkilemiş bu da Türkiye'nin dış talebini düşürmüştür. İkinci olarak A.B.D'deki birçok finansal kuruluşun iflas etmesi ya da finansal olarak darlığa düşmesi önceden var olan kurumlar arasındaki güven ortamını zedelemiş ve borç verebilen kurumlar, borç alacak kurumların yükümlülüklerini ağırlaştırmış ve vadeleri kısaltmışlardır. Dolayısıyla borç alma maliyetlerindeki artış Türkiye'yi de etkilemiş, dış borçlanma ve dış kredilerde düşüş yaşanmıştır. Böylece dışarıdan kredi alamayan bankalar mevcut nakitlerini tutmaya ve kredi vermemeye başlamıştır. İç kredide görülen azalma kendini iç talepte daralma olarak piyasalarda göstermiştir. Ayrıca bu kriz, Türkiye'deki işsizliği arttırmış ve ekonominin

daralmasına neden olmuştur. Tüm bu olaylar finansal piyasalara ve ürünlere olan güveni sarsmış ve tüm bu ürünler ve piyasaların gözden geçirilmesine neden olmuştur (Pusti, 2013: 76-87).

1.3.6 2010 Yılı Sonrasında Yaşanan Olaylar

2013 yılı Türkiye açısından ekonomik gelişmeler, iç ve dış ilişkiler, politikalar, siyasi olaylar açısından oldukça hareketli bir dönem olmuştur.

Türkiye komşularına kıyasla en az zarar ile devam eden kriz sürecini en hızlı atlatan ülkelerden biri olmuştur. Özellikle dünyaya damgasını vuran Arap Baharı ve arkasından yaşanan Yunanistan, İtalya, İspanya gibi ülkelerin ekonomilerini önemli ölçüde etkileyen Avrupa borç krizlerinde, Türkiye hem iç hem de dış politikası, alınan önlemler ve yaptırımlar sayesinde bu kritik dönemde etkisi uzun yıllar yaşanabilecek önemli bir mali krizi yaşamadan atlatabilmiştir.

Türkiye’de geçmişten günümüze cari açık, dış ticaret verileri, enflasyon ve işsizlik oranı her zaman endişe yaratmıştır. Bu endişe ortamı Dünya’da yaşanan krizler ve özellikle bu krizlerin sınır ülkelerde yaşanmasının ardından 2013 Ekim ayında, bir önceki yılın aynı ayıyla kıyaslandığında, TÜFE’de yüzde 7,7; ÜFE’de ise yüzde 6,8 oranlarında bir artış kaydedilmiştir. Ekim ayında Türkiye’nin cari açığı ise 60.9 milyar dolara ulaşmıştır.

2013 Eylül döneminde işsizlik oranı yüzde 9,9 seviyesinde gerçekleşmiştir. Genç işsizlik oranı ise yüzde 19,4 oranına ulaşmıştır. Aynı dönemde, Türkiye genelinde istihdam oranı yüzde 46,3 gibi düşük bir düzeyde ve özellikle kadınlarının işgücüne katılma oranının yüzde 31,2 ile sınırlı kalmaya devam ettiği görülmüştür.

Türkiye’nin dış ticaret verilerine bakıldığında ise 2013 yılının Ocak-Eylül döneminde, 2012 yılına kıyasla; Türkiye’nin ihracatı yüzde 0,4 oranında azalma kaydederken, ithalatı ise yüzde 6 oranında artış göstermiştir. Aynı dönem içinde, Türkiye’nin dış ticaret açığı yüzde 17,3 oranında artarak, 75.1 milyar dolara ulaşmıştır.

2012 yılında yüzde 2,2 olarak kaydedilen Türk ekonomisinin büyüme hızı, 2013’ün ilk çeyreğinde yüzde 2,9; ikinci ve üçüncü çeyreklerinde ise yüzde 4,4 olmuştur. Ülkelerin dış kırılganlıklarını gösteren en önemli ölçülerden biri ülke kredi notudur. Türkiye’nin kredi notu, bu yıl içinde birçok uluslararası kredi derecelendirme

kuruluşu tarafından yükseltilmiştir. Kredi notunun artırılmasında Türkiye'nin Uluslararası Para Fonu (International Money Fund-IMF)'na Stand-by anlaşmasından kalan son kredi taksit borcunu ödemesi önemli bir rol oynarken borcun kapanmasıyla birlikte Türkiye, sonraki dönemler için IMF'ye kredi sağlayan ülkeler grubunda yer almaya başlamıştır.

2013 yılı içinde, Türkiye'nin dış ticaret politikası çerçevesinde Güney Kore ve Morityus ile imzalanan Serbest Ticaret Anlaşmalarının yürürlüğe girmesi, Türkiye ve Kosova arasında bir Serbest Ticaret Anlaşması imzalanması ile birlikte Japonya ve ABD ile birer serbest ticaret anlaşması müzakere etmeye başlamak için yapılan girişimler ülkenin ticaret politikasında yaşanan önemli gelişmeleri arasında yer almıştır. Söz edilen gelişmeler Türkiye'nin gelişen ticaret politikasında önemli bir dönüm noktasını oluşturmuştur.

2013 yılında, Türkiye'de enerjiye yönelik Rüzgâr Gücü İzleme ve Tahmin Merkezi, Kızıldere Jeotermal Santrali ve Balıkesir'de rüzgâr santralinin açılması; Trakya ve Güneydoğu'da kaya gazından enerji üretimine başlanması; Koç Üniversitesi ve Tüpraş işbirliğinde Türkiye'nin ilk özel sektör destekli enerji merkezinin kurulması gibi önemli adımlar da atılmıştır.

Türkiye'de nükleer enerji santralin kurulmasına yönelik çalışmalar Sinop'ta yapılacak olan nükleer enerji santrali için Japonya ile bir anlaşma imzalanması ve altyapıların geliştirilmesine yönelik büyük projeler ile 2013 yılında hız kazanmıştır. Bu projeler çerçevesinde İstanbul'da üçüncü havalimanı ve üçüncü köprünün inşaatı ile birlikte Marmaray'ın açılması yer almaktadır.

Türkiye'nin 2013 yılındaki siyasal davranış biçimi, coğrafi konumu kaynaklı olarak sınır ülkelerde yaşanan kriz döneminin ardından ve oldukça değişken bir seyir izlemiştir. Gerek iç gerekse dış politikasında birçok önemli daha çok olumsuz gelişme bu dönemde yaşanmıştır.

İç siyaset gündeminde Gezi Parkı olayları; Kürt sorununa çözüm süreci; İmralı süreci ve Akil İnsanlar; Demokratikleşme Paketi ve başörtüsünün kamusal alanda serbestliği; Ergenekon ve Balyoz davaları; yeni alkol düzenlemesi; kız-erkek öğrenci evleri tartışması; dershanelerin kapatılması ve yolsuzluk operasyonu yer almıştır.

Devam eden Suriye krizi, yaşanan Reyhanlı saldırısı, Mısır'daki gelişmeler Türkiye'nin dış siyasetine yön veren önemli olaylardır. Türkiye, dış politikasını bu dönemde yeniden şekillendirmiştir.

2013 yılından itibaren sistematik bir şekilde devam eden olayların son halkası olan 15 Temmuz hain darbe girişimi, Türkiye ekonomisini kriz ortamına sürüklemeyi amaçlamıştır (Karagöl, 2016: 37-50).

Kredi derecelendirme kuruluşları tarafından verilen notların düşürülmesi ve döviz kurunun yükselmesi darbe girişiminin ekonomik maliyetini ortaya koymaktadır (Karagöl, 2016: 37-50).



İKİNCİ BÖLÜM

2 ZAMAN SERİLERİNİ DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ İLE MODELLEME

2.1 BİRİM KÖKÜN DOĞRUSAL YÖNTEMLER KULLANILARAK İNCELENMESİ

Birim kökün varlığı, diğer bir deyişle, zaman serisinin durağan olup olmadığı zaman serisi modellemesinde büyük önem arz etmektedir. Zaman serilerinde verinin analiz edilebilmesi, modelleme tekniklerinin kullanılabilmesi, sonuçların anlamlı olması ve doğru bir şekilde yorumlanabilmesi, ayrıca ileri dönük tahminleme yöntemlerinin kullanılabilmesi için veri setinin birim köke sahip olması gerekmektedir. Zaman serisinin durağanlaştırılması ile içerdiği trend, beyaz gürültü, mevsimsellik gibi etkilerden arındırılması amaçlanmaktadır.

2.1.1 Dickey Fuller ve Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey Fuller-ADF) Testi

Dickey ve Fuller (1979) yaptıkları çalışmada zaman serisinin durağanlığını test etmek üzere birim kök testini geliştirmiştir.

Başlangıç değerinin sıfır ($Y_0 = 0$), α nın reel sayı ve e_t nin sıfır ortalamalı ve sabit varyanslı normal dağılımlı birbirinden bağımsız rastgele değişkenler olarak tanımlandığı otoregresif bir modelde

$$Y_t = \alpha Y_{t-1} + e_t, \quad t = 1, 2, \dots, t \rightarrow \infty \text{ iken } |\alpha| < 1 \quad (2.1.1)$$

olduğu durumlarda Y_t zaman serisinin durağanlaştığı görülmektedir. $|\alpha| = 1$ olduğu durumlarda ise Y_t zaman serisi durağan olmamakla birlikte varyansının (var_Y) sabit olmadığı ($tvar_Y$) diğer bir deyişle zamana bağlı olarak değişkenlik gösterdiği dikkati çekmektedir. $\alpha = 1$ olduğu durumlar ise rassal yürüyüş olarak adlandırılmaktadır. $|\alpha| > 1$ olduğu durumlarda ise zaman serisinin durağan olmadığı ve t büyüdükçe var_Y 'nin üssel olarak arttığı görülmekle birlikte $|\alpha|^n(\alpha^2 - 1)^{-1}(\hat{\alpha} - \alpha)$ Cauchy dağılımı ile sınırlandığı görülmektedir. (Dickey ve Fuller, 1979: 427)

Zaman serisi değişkenlerinin otoregressif (AR) süreçle ifade edilemeyeceğini gösteren Dickey Fuller Testi (DF Testi) ile hata teriminde otokorelasyon bulunup bulunmadığı incelenmekte korelasyonun varlığı durumunda zaman serileri birinci dereceden otoregressif süreçle ifade edilememektedir. Birinci dereceden farkı alınan zaman serisine ($\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + e_t$, $\alpha = 1 + \gamma$) En küçük kareler (EKK) yöntemi tahminine dayalı olarak $\gamma = 0$ ($\alpha = 1$) hipotezine göre uygulanan birim kök testi sonucunda hesaplanan t istatistiğine göre $H_0: \gamma = 0$ sıfır hipotezinin reddedilip edilmeyeceğine karar verilir. Sıfır hipotezinin reddedilmesi, alternatif hipotezin $H_1: \gamma < 0, (\alpha < 1)$ kabul edilmesi zaman serisinin durağan olduğunu bir başka deyişle, birim köke sahip olmadığını göstermektedir. Sıfır hipotezinin reddedilememesi halinde ise, serinin birim kök içerdiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Dickey Fuller (DF) testi, e_t 'nin sıfır ortalama ve sabit varyansa bağımsız normal rassal değişkenler $e_t \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$ dizisi olduğu varsayım altında artıklar arasında otokorelasyon olması durumunu da kapsayacak şekilde Dickey ve Fuller (1981) tarafından geliştirilen yeni teste Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey Fuller-ADF) testi adı verilmiştir. $Y_t = Y_{t-1} + W_t$ modelinde otoregresif süreç W_t denklemi;

$$W_t = \varphi_1 W_{t-1} + \varphi_2 W_{t-2} + \dots + \varphi_n W_{t-n} + e_t, \quad e_t \sim \text{NID}(0, \sigma^2) \quad (2.1.2)$$

altında eşitliğe eklenmekle birlikte trend eklenmiş model

$$Y_{t+k} = c + \delta[t - 0,5(n - k + 1)] + \beta Y_{t+k-1} + \sum_{i=1}^k \varphi_i W_{t+k-i} + e_{t+k} \quad (2.1.3)$$

$\sigma^2 = 1$ ve $\alpha = 1$ varsayımları altında k. Derecede durağan bir otoregresif süreçte test istatistiklerinin limit dağılımlarının sabit kaldığı gösterilmekle birlikte, t-istatistiklerinin yanlı olması nedeniyle ADF testinin sınanmasında τ istatistiğinden yararlanılmaktadır (Dickey ve Fuller, 1981: 1066).

$$Y_t = c + \delta t + \beta Y_{t-1} + e_{t+k} \quad (2.1.4)$$

$$Y_t = c + \beta Y_{t-1} + e_{t+k} \quad (2.1.5)$$

Basit olarak indirgenilen yukarıdaki modellerde $c = 0$, $c = \delta = 0$ ve $\delta = 0$ eşitlikleri için ayrı ayrı hesaplanan sınırlandırılmış modele (S) ve sınırlandırılmamış modele (NS) ilişkin hata kareleri toplamı (sum of squared errors (SSE)), kısıt sayısı R

ve parametre sayısı N ile elde edilen test istatistikleri τ tablo değerleriyle karşılaştırılarak hipotez sınaması yapılmaktadır (Dickey ve Fuller, 1981: 1059).

$$\psi = \frac{\frac{[SSE_S - SSE_{NS}]}{R}}{\frac{SSE_{NS}}{T-N}} \quad (2.1.6)$$

2.1.2 Phillips Perron Testi

İstatistiki olarak hata terimlerinin bağımsız ve sabit varyansa sahip olduğu varsayımı altında, birim kökün varlığını araştıran Dickey Fuller testine otokorelasyon sorununu çözmek için gecikmeli değerlerin eklenmesi ile elde edilen Genişletilmiş Dickey Fuller testlerinin hata teriminin zayıf derecede bağımlı olduğu ve heterojen olarak dağıldığı durumlarda yetersiz kalması sonucunda, hata terimlerine göre parametrik olmayan Phillips Perron testi geliştirilmiştir.

Phillips Perron testi (1988) Dickey Fuller'ın varsayımlarını genişleterek otokorelasyon sorununu ortaya çıkarmaksızın hata teriminin zayıf derecede bağımlı olmasına ve heterojen olarak dağılmasına izin vermektedir (Phillips ve Perron, 1988: 336).

$$Y_t = \mu + \beta Y_{t-1} + u_t \quad (2.1.7)$$

$$Y_t = \mu + \gamma \left(t - \frac{1}{2} T \right) + \beta Y_{t-1} + u_t \quad (2.1.8)$$

(2.1.8) Modelinde u_t 'nin aşağıdaki koşulları sağladığı varsayılmaktadır.

- i) Tüm t değerleri için u_t 'nin ortalaması sıfırdır ($E(u_t) = 0$).
- ii) $\sup_t E|u_t|^{\alpha+\epsilon} < \infty$, $\alpha > 2$ ve $\epsilon > 0$ koşulu heterojen dağılıma sahip hata terimlerinin test üzerindeki etkisini sınırlandırmaktadır.
- iii) $T \rightarrow \infty$ iken, $\sigma^2 > 0$ ve $\sigma^2 = \lim E\left(\frac{S_T^2}{T}\right)$, öyleki $S_t = u_1 + \dots + u_t$, hata terimlerinin varyansının pozitif ve değişken olduğunu belirtmektedir.
- iv) $u_t \sum_{m=1}^{\infty} \alpha_m^{1-2/\beta} < \infty$, α_m karıştırma katsayıları olmak üzere hata terimlerinin gecikmeli değerleri ile ilişkilerini kontrol etmektedir. Tüm bu koşulların bir sonucu olarak u_t ortalaması sıfır olan spektral yoğunluğu zayıf durağan bir seri olarak tanımlanabilmektedir (Phillips ve Perron, 1988: 336).

Yukarıdaki (2.1.8) modelinde hata teriminin dağılımının (u_t) ve Y_{t-1} 'in modele eklenmesi ile otokorelasyon sorunu ile hata teriminin homojen dağılımı ve aralarında içsel bağlantının olmadığı varsayımları bertaraf edilmiş olmaktadır.

Philips-Perron testi, bağımsız, özdeş dağılımlı ve pozitif hareketli ortalama (moving average-MA) sürecine sahip modellere, diğer testlere kıyasla daha yüksek oranda uygunluk sağlamakla birlikte daha çok tercih edilmektedir. Fakat çok büyük örnekleme sahip negatif hareketli ortalama süreçlerinde ise ADF testleri Phillips Perron'a göre daha güçlü sonuç vermektedir (Phillips ve Perron, 1988: 345).

2.1.3 Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) Testi

Veri setindeki deterministik trendin arındırılması suretiyle serinin durağanlaştırılmasını amaçlayan KPSS (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin) testinin en önemli özelliği bir ya da daha fazla hareketli ortalama süreci içeren veri setlerinde ADF testinin aksine testin doğruluk gücü azalmamaktadır (Schwert, 1989: 147-159).

KPSS testinin H_0 hipotezinde serinin deterministik trend, rassal yürüyüş ve durağan kalıntılar toplamından oluştuğu, ayrıca rassal yürüyüşün sıfır varyansa sahip olduğu belirtilmektedir (Patterson, 2000: 269).

$$Y_t = \alpha_t + w_t + e_t \quad (2.1.9)$$

w_t modelin rassal yürüyüşünü, t deterministik trendi, hata terimleri ve artıklar ise $e_t \sim IIDN(0, \sigma_e^2)$ ve $u_t \sim IIDN(0, \sigma_u^2)$ ile ifade edilmektedir. H_0 hipotezi $\sigma_u^2 = 0$ varsaymaktadır. Veri seti regresyon yöntemiyle deterministik trendden ve kesme teriminden arındırılarak elde edilen

$$\varphi = T^{-2} \sum_{i=1}^T \epsilon_i^2 / \varepsilon^2(\partial) \quad (2.1.10)$$

denklemini kullanılarak artıkların varyansının sıfıra eşit olup olmadığı KPSS testi tarafından sınanmaktadır. ϵ_i artıkların kümülatif toplamı $\varepsilon^2(\partial)$ ise tutarlı uzun dönemli varyans tahmincisidir. Artıkların arasında korelasyon olması olasılığından yola çıkılarak $\varepsilon^2(\partial) = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T e_i^2 + \frac{2}{T} \sum_{s=1}^n w(s, n) \sum_{j=s+1}^T e_j e_{j-1}$ iken Bartlett penceresi $w(s, n) = \frac{1-s}{(\varphi+1)}$ olarak tanımlanmaktadır (Kwiatkowski ve diğerleri, 1992: 159-178).

2.2 BAĞIMSIZLIK ve DEĞİŞEN VARYANS TESTLERİ

Bir zaman serisinin tüm gecikmeli değerlerinden bağımsız olması durumunda rassal süreç hiçbir deterministik model kullanılarak modellenememektedir. İki rassal değişkenin istatistiksel olarak bağımsız olarak tanımlanabilmesi için marjinal dağılımlarının çarpımının ortak dağılımları ile eşit olması gerekmektedir (Cromwell, Labys ve Terraza, 1994: 24).

2.2.1 Ljung ve Box Q Test

Box ve Pierce (1970) zaman serilerinde, tahminlenen modelin artıklarının otokorelasyonlarını kullanarak büyük örneklemin dağılımının bulunması akabinde elde edilen dağılım ile beyaz gürültü otokorelasyonları arasındaki farkların incelenmesi üzerine çalışmalarda bulunarak ve Box ve Pierce testini geliştirmiştir. (Box ve Pierce, 1970: 1520). Q istatistiği ile sınıanan Box ve Pierce testinin sonucunda zaman zaman Q değeri beklenenin altında düşük çıkması sonucunda Q istatistiği $Q(r) = k \sum_{i=1}^n r_k^2$ dağılımının n değerinin büyük alındığı örneklerde χ^2_{n-i-j} dağılımdan farklılaştığının görülmesi üzerine Ljung ve Box (1978) tarafından uyum eksikliğini tespit etmek için $\hat{Q}$ istatistiği geliştirilmiştir:

$$\hat{Q}(\hat{r}) = k(k+2) \sum_{i=1}^n (k-i)^{-1} \hat{r}_k^2 \quad (2.2.1)$$

Bu istatistik $k < n$ koşulunda $\hat{Q}$ istatistiğinin χ^2 dağılımı sergilemektedir. Box ve Pierce (1970) tarafından geliştirilen Q istatistiği ile Ljung ve Box (1978) tarafından geliştirilen $\hat{Q}$ istatistiği otokorelasyonlara uygulamada ağırlık katsayıları açısından farklılık arz etmektedir. Örneklem büyüklüğü arttıkça Q ve $\hat{Q}$ istatistikleri arasındaki fark azalmaktadır (Ljung ve Box, 1978: 300).

2.2.2 Durbin Watson (DW) Testi

Durbin ve Watson (1950) çalışmalarında hata teriminin geçmiş değerleri ile olan ilişkisini incelemiştir.

$$Y_t - \hat{Y}_t = \rho(Y_{t-1} - \hat{Y}_{t-1}) \quad (2.2.2)$$

$$e_t = \rho e_{t-1}, t = 1, 2, \dots, N \quad (2.2.3)$$

eşitliğinde $\hat{\rho}$ (ρ tahmini) sıfırdan küçük olması negatif korelasyonun sıfırdan büyük olması ise pozitif korelasyonun bulunduğunu göstermektedir.

Otokorelasyonu araştıran birçok test arasında en sık kullanılanlardan biri de Durbin Watson (1950) testidir. Durbin ve Watson (1950) çalışmasında En Küçük Kareler yöntemiyle elde edilen artıklara bağlı olarak regresyon modelinin sabit terim içerdiği, açıklayıcı değişkenlerin stokastik yada sabit olmadığı, hata teriminin genellikle birinci otoregresif süreç ile oluştuğu, açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişkenin gecikmeli değerini içermediği ve verilerin hatalı gözleme dayanmadığı varsayımları altında

$$d_w = \frac{\sum_{i=2}^N (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=2}^N e_i^2} \quad (2.2.4)$$

test istatistiğini geliştirmiştir. d_w istatistiğinin olasılık dağılımını elde etmek güç olduğu için Durbin ve Watson (1950) tarafından oluşturulan aşağıdaki istatistik tablosu doğrultusunda alt ve üst sınırlar dışında kalan d_w istatistikleri için negatif yada pozitif korelasyonun olduğu yönünde karar verilebilmektedir. (Durbin ve Watson, 1950: 409-428).

Şekil 1: Durbin Watson Karar İstatistiği

H_0 Red Pozitif otokorelasyon vardır (1)	Kararsızlık bölgesi (2)	H_0 ve H_0^* kabul Pozitif veya negatif otokorelasyon yoktur (3)	Kararsızlık bölgesi (4)	H_0^* Red Negatif otokorelasyon vardır (5)	
0	d_L	d_U	2	$4 - d_U$	$4 - d_L$

Kaynak: Kınacı ve Genç, 2002: 58.

Hata teriminin birinci dereceden otoregresif olduğu $e_t = \rho e_{t-1} + u_t$ eşitliğinden yola çıkılarak ρ tahmininin sıfırın altında değer alması negatif sıfırın üzerinde değer alması ise pozitif otokorelasyonun varlığını göstermektedir. Durbin Watson testinde boş hipotez tek taraflı testte $2 \leq d_w$ veya $2 \leq d_w$, çift taraflı testte ise $d_w = 2$ sınamasını incelemektedir. Durbin Watson statistik tablosu aşağıdaki gibi yorumlanmaktadır:

$d_w < d_L$ durumunda anlamlı boyutta pozitif otokorelasyon olduğu,
 $4 - d_L < d_w$ durumunda anlamlı boyutta negatif otokorelasyon olduğu,
 $d_U < d_w < 4 - d_U$ durumunda otokorelasyonun olmadığı,
 $4 - d_U < d_w < 4 - d_L$ ve $d_L < d_w < d_U$ durumlarında ise kararsız bölgeye düşmekte ve otokorelasyonun varlığına ilişkin yeterli kanıt bulunamamaktadır (Kınacı ve Genç, 2002: 55-68).

2.2.3 ARCH LM Testi

Engle (1982) Birleşik Krallık enflasyon verileri üzerine yaptığı çalışmasında hata terimleri varyansının sabit olmadığını kanıtlamıştır. Bu çalışması literatüre Autoregressive Conditional Changing Variance (ARCH) adıyla yeni model kazandırmıştır. ARCH modelde hata terimleri geçmiş değerleri arasındaki varyansın değişken bir fonksiyon olarak dikkate alınmış ve sabit varyans varsayımı geride bırakılmıştır (Engle, 1982: 987-1008).

ARCH LM testinde $Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \dots + \alpha_k Y_{t-k} + e_t$ zaman serisi modelinin En Küçük Kareler ile tahmin edilmesinden elde edilen hata karelerinden $e_t^2 = \beta_0 + \beta_1 e_{t-1}^2 + \dots + \beta_q e_{t-q}^2 + u_t$ modelinin parametrelerine anlamlılık testi uygulanarak sıfır hipotezinde ARCH etkisi olmayan hipotez testleri $H_0 = \beta_0 = \beta_1 = \dots = \beta_q$ olarak oluşturulmaktadır. Hata kareleri regresyonundan elde edilen R^2 değeri ile ARCH LM test istatistiği, N gözlem sayısı ve q gecikme katsayısı kullanılarak $LM = (N - q) R^2$ formülü ile hesaplanarak q serbestlik derecesinde χ^2 dağılımı ile sınanabilmektedir. $LM > \chi_q^2$ olduğu durumlarda sıfır hipotezi reddedilerek, en küçük kareler artıklarının karelerinin otokorelasyona sahip olduğu dolayısıyla modelde ARCH etkisinin varlığı ortaya çıkacaktır (Engle, 1982, 987-1008).

2.3 ARMA ve GARCH MODELLERİ

Finansal veriler genellikle doğrusal zaman serisi analizleri kullanılarak incelenmektedir. Doğrusal zaman serisi analizinde, ekonometrik modelin bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenlerin arasındaki ilişkiyi doğru olarak

yorumlayabilmesi ve tahmin edebilmesi için değişkenlerin durağan, hata terimlerinin sabit ortalama ve varyanslı normal dağılım sergilemesi, hata teriminin geçmiş değerleri ile bağımsız olması diğer bir değişle otokorelasyonun olmaması ve hata terimi varyansının zamana bağlı değişim göstermemesi (homoscedastic) varsayımlarının sağlanması önem arz etmektedir. Yukarıda söz edilen testler bu varsayımların doğrulunu sınamaktadır. Hata terimlerinin otokorelasyonlu olması durumunda Otoregresif Model, Hareketli Ortalama veya bu iki modelin birleşimi olan otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive Moving Averag Model-ARMA) modelleri kullanılarak otokorelasyon sorununa çözüm getirmiştir. Engle (1982) çalışmasında ise ARCH modellerini Bollerslev ise bu modelleri daha geliştirerek GARCH modeller üzerinden hata terimlerinin varyanslarını modellemiştir (Bollerslev, 1986:307-327).

2.3.1 ARMA Modelleri

Wold (1938) çalışmasında hem otoregresif hem de hareketli ortalama süreçlerini içeren AR(p) ve MA(q) modellerinin tek bir model altında birleştirerek hata terimi geçmiş değerleri ile bağımsız değişken geçmiş değerlerini bir arada modelleyen ARMA (p,q) modelini geliştirmiştir. Box ve Jenkins (1976) ise çalışmalarında ARMA modellerini kullanarak ve geliştirerek literatüre katkı sağlamış ve ARMA modellerinin popülaritesini arttırmıştır. Otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonlarından yararlanılarak AR ve MA süreçlerinin uygulanmasına ve derecelerine karar verilebilmektedir.

$$X_t = \mu + \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2.3.1)$$

İlk defa Slutsky (1937) çalışmasında hareketli ortalama modellerine değinmiş ve şematik olarak tanımlamıştır. MA(q) modelinde q derecesi otokorelasyon katsayısının kesildiği gecikme dönemini ifade etmektedir. q'nun üzerindeki derecelerde otokorelasyonlar sıfır olarak alınmaktadır. MA(q) modeli;

$$X_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2.3.2)$$

(2.3.1) ve (2.3.2) modellerindeki e_t sıfır ortalamalı ve sabit varyanslı bir rassal gürültü sürecidir. MA(q) süreci tersi alınabilen bir fonksiyon olma özelliğindedir. AR modeller ilk olarak Yule (1926) çalışmasında öne sürülmüştür. AR(p) modelinde μ

sabit terimi, ϕ_p model katsayılarını ve X_{t-p} ise p. Dereceden gecikme değerini ifade etmektedir.

$$X_t = \mu + \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} \quad (2.3.3)$$

ARMA(p,q) modelinde p ev q değerlerinin belirlenmesini takiben model En Küçük Kareler yöntemi ile tahmin edilmektedir (Box ve diğerleri, 2015: 174-209).

2.3.2 GARCH Modelleri

Hata terimlerinin varyanslarının her durumda sabit olmadığını belirten Engle (1982) çalışmasında, enflasyon modellerinde büyük ve küçük tahmin hatalarının kümeler halinde ortaya çıktığını ve bunun sonucu olarak da tahmin hatalarının varyansının önceki dönem hata terimlerinin büyüklüğüne bağlı olduğunu savunmuştur. Bundan yola çıkarak, değişen varyansı Otoregresif Koşullu Varyans Modeller (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Model – ARCH) kullanılarak tahminlenebileceğini kanıtlamıştır. Ayrıca, Engle (1982) çalışmasında herhangi bir serinin ortalamasını ve varyansını eşanlı olarak modellemenin olanaklı olduğunu da göstermiştir.

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_t + u_t \quad (2.3.4)$$

(2.3.4) durağan otoregresif modelinde hata terimi $u_t \sim N(0, \beta_0 + \beta_1 u_{t-1}^2)$ sıfır ortalamalı ve geçmiş hata terimi değerlerine bağlı değişen koşullu varyans ile normal dağılmaktadır. Koşullu varyans ise hata terimlerinin n. dereceden gecikmelerinden etkilenmektedir. σ_t^2 hata terimleri koşullu varyansı olarak (2.3.5) eşitliğinden yola çıkarak ARCH etkisini Engle (1982) (2.3.6) eşitliğinde belirtildiği gibi önceki dönem hata terimlerinin karelerinin bir fonksiyonu olarak tanımlanmıştır (Engle,1982:1001).

$$\sigma_t^2 = var(u_t | u_{t-1}, u_{t-2}, \dots, u_{t-n}) = E(u_t^2 | u_{t-1}, u_{t-2}, \dots, u_{t-n}) \quad (2.3.5)$$

ε_t bir beyaz gürültü süreci olmak üzere,

$$\sigma_t^2 = \beta_0 + \beta_1 u_{t-1}^2 + \beta_2 u_{t-2}^2 + \dots + \beta_p u_{t-p}^2 + \varepsilon_t \quad (2.3.6)$$

Koşullu varyans, tahmin edilmiş artık karelerini kullanarak AR(p) sürecine bezel olarak modellenmiştir. Bu süreç ARCH (p) modeli olarak adlandırılmıştır. (2.3.6)

modelinin tanımlı olabilmesi ve koşullu varyansın negatif değer almaması ve modeldeki parametrelerin aşağıda belirtilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

i) $\beta_0 > 0$

ii) $\beta_i \geq 0$

iii) $\sum_{i=1}^p \beta_i < 1$, pozitif otoregresif parametrelerin toplamının birden küçük olması otoregresif koşullu varyans sürecinde kovaryansın durağan olmasını sağlamaktadır.

ARCH (p) modelinde önceki döneme ilişkin şokların karelerinin alınması nedeniyle pozitif ve negatif şokların varyans üzerinde aynı etkiye sahip olduğu varsayılmaktadır. Fakat, gerçekte finansal varlık fiyatlarının negatif ve pozitif soklara asimetrik karşılık verebildiği bilinmektedir. ARCH modelin bu varsayımına karşılık asimetrik varyans yapısını dikkate alan EGARCH modeli Nelson (1991) tarafından geliştirilmiştir.

ARCH(p) modelleri finansal getirilere gelen büyük şoklara yavaş tepki verdiğinden, finansal zaman serilerinin oynaklığını olduğundan daha büyük öngörebilmektedir. Ayrıca, ARCH (p) modelinde gecikmeler çok yüksek p değerlerinde ortaya çıkabildiği için çok fazla sayıda parametre tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu olumsuzluktan yola çıkarak Bollerslev (1986), Engle'in geliştirdiği ARCH modellerini otoregresif hareketli ortalama (ARMA) süreci olarak modelleyerek Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Varyans (Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity Model- GARCH) modelini geliştirmiş, yüksek p değerlerinde görülen gecikme değerlerini daha az parametre tahmin ederek daha düşük gecikmelerde modellenebileceğini kanıtlamıştır. GARCH (p,q) modelinde (2.3.7) eşitliğinden yola çıkılarak,

$$u_t = \sigma_t \varepsilon_t \quad (2.3.7)$$

ε_t ortalaması sıfır ve varyansı bir olan beyaz gürültü süreci olarak ifade edilmekle birlikte u_t ve ε_t 'nin gecikmeli değerlerini bir birinden bağımsız olarak tanımlamaktadır (Bollerslev, 1986:319).

$$\sigma_t^2 = \gamma + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (2.3.8)$$

GARCH(p,q) modelindeki koşullu varyansın tanımlı olabilmesi için $\gamma > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $\beta_j \geq 0$ ve u_t 'nin koşulsuz varyansının sonlu olduğunu, koşullu varyansının ise zaman içinde değiştiği varsayımına dayanan $\sum_{i=1}^{\max(p,q)} (\alpha_i + \beta_i) < 1$ koşullarının sağlanması gerekmektedir. σ_t^2 nin u_{t-i}^2 ve σ_{t-j}^2 ye bağlı olarak büyük değerler

alabilmesi finansal zaman serilerinde gözlemlenen başlıca özelliklerden biri olan oynaklık kümelenmesine neden olmaktadır. GARCH (1,1) modeli için

$$1 - 2\alpha_1^2 - (\alpha_1 + \beta_1)^2 < 0 \quad (2.3.9)$$

olduğu durumda hata teriminin dağılımının normal dağılıma göre daha kalın kuyruğa sahip olduğunu göstermektedir. GARCH modeli ARCH modele kıyasla parametrik olarak avantajlı olması nedeniyle daha çok tercih edilmektedir.

Nelson (1991) finansal piyasalarda gözlemlenen asimetrik oynaklık yapısını açıklamak üzere koşullu varyansın maruz kalınan sokun sadece büyüklüğüne değil, aynı zamanda işaretine bağlı olarak değişebildiği Üssel GARCH (EGARCH) modelini geliştirmiştir. EGARCH modelinde koşullu varyans denklemi,

$$\ln(\sigma_t^2) = \theta + \beta \ln(\sigma_{t-1}^2) + \gamma \frac{u_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} + \alpha \left[\frac{|u_{t-1}|}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} - \frac{2}{\pi} \right] \quad (2.3.10)$$

şeklinde gösterilmektedir. Logaritmik olarak modellenmesi parametreler negatif olsa dahi σ_t^2 nin pozitif değer almasını sağlamaktadır. Bu modelde γ parametresinin istatistiki olarak anlamlı çıkması oynaklık yapısındaki asimetriyi göstermektedir. γ değerinin negatif çıkması finansal zaman serilerinde negatif şokların pozitif şoklara kıyasla volatilité üzerinde daha yüksek etkiye sahip olduğu şeklinde yorumlanabilmektedir (Nelson, 1991).

Glosten, Jaganathan and Runkle (1993) tarafından geliştirilen GJR(p,q) modeli

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 + \gamma u_{t-1}^2 I_{t-1} \quad (2.3.11)$$

$u_{t-1} < 0$ olduğunda $I_{t-1} = 1$ değerini alacaktır. Kaldıraç katsayısı $\gamma > 0$ olarak tanımlanmakla birlikte, $\gamma + \alpha_1 \geq 0$ ve $\alpha_1 \geq 0$ durumlarında σ_t^2 pozitif değerler almaktadır. GJR (p,q) modeli asimetrinin olduğu yani şoklar ile getirilerin arasında negatif korelasyonun var olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Finansal zaman serilerinde negatif ve pozitif şokların etkileri γ kaldıraç katsayısı ile gösterilmektedir. Asimetri etkisinin varolması halide finansal verilerin modellenmesinde asimetrik (skewed) dağılımlar tercih edilmektedir (Glosten ve diğerleri, 1993:1779-1801).

2.4 DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ

Dalgacık dönüşümü (DD- Wavelet Transform), temelleri 1805 yılında Joseph Baptiste Fourier tarafından atılmış olup Fourier dönüşümlerinin daha gelişmiş bir

versiyonudur. Fourier'in çalışmasının temelini oluşturan frekans analizinin önemli ve etkili bir yöntem olduğu birçok akademik çalışmada kullanılmasıyla kanıtlanmıştır. Çalışmalarda sadece frekans analizinin yetersiz kaldığı durumlarla karşılaşılması sonucunda ölçek analizine geçiş yapılmış ve zaman serisinin tamamının incelenmesi yerine bölgesel ölçekte oluşan küçük dalgalanmalar analiz edilerek veri hakkında birçok bilgi edinilmiştir. Çalışmalarda, ölçülen ortalama dalgalanmaların farklı ölçeklerdeki analizlerinin gürültüye daha az duyarlı olduğu gözlemlenmiştir (Gençay ve diğerleri, 2001a: 98-99).

“Dalgacık” kelimesi Alfred Haar'ın (1909) doktora tezinde ilk defa kullanılmıştır. Parçacıkların rassal hareketi olarak nitelenen Brownian hareketi Paul Levy tarafından modellenerek dalgacık teorisine katkı sağlanmıştır. Ayrıca Haar tarafından geliştirilen ölçek değişkenli temel fonksiyonların dalgacığın parçacıklarının rassal hareketini Fourier tarafından geliştirilen temel fonksiyonlara oranla daha iyi modellediği Levy'nin çalışmasıyla ispat edilmiştir (Gao ve diğerleri, 2011: 26).

Fourier analizi, zamana bağlı olan sinyalin farklı frekanslarını hesaplayarak frekans tabanlı hale dönüştürerek incelemektedir. Fakat frekans yapısına dönüşüm sırasında zaman serisi ya da sinyal sahip olduğu zaman bilgisini kaybetmektedir. Karakteristik özelliği zamana bağlı olarak değişmeyen yani durağan sinyallerde zaman bilgisinin kaybolması önemli olmasa da, zaman serilerinin genellikle durağan olmamasından kaynaklı olarak zaman bilgisinin kaybolması önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır. Ayrıca Fourier analizi zaman serisindeki trend, mevsimsellik, kırılma atlamaların (jumps) belirlenmesinde de zaman özelliğinin yitirilmesi nedeniyle yetersiz kalmakta ve zaman serisinin temel unsurlarının Fourier dönüşümüyle kaybolmasına neden olmaktadır. (Gao ve diğerleri, 2011: 18-21).

Dalgacık dönüşümünün Fourier analizine kıyasla daha çok tercih edilmesinin diğer bir nedeni de Fourier analizinin temelini sinusoid fonksiyonlara dayanmasıdır. Sinusoid fonksiyonlar (sinus ve cosinus fonksiyonlarının genel adı) yumuşak geçişli ve kolay tahminlenebilen fonksiyonlardır. Düzensiz ve asimetric bir sinyalin sinusoid fonksiyonlar ile ifade edilmesi sinyalin yapısına aykırı olmakla birlikte sinyalin birçok özelliğinin kaybolmasını ve dönüşüme taşınmamasını sağlamaktadır. Dalgacık dönüşümünde oluşan dalgacıkların düzenli bir yapıda olması gerekmemekle birlikte

dalgacıklar genel yapısı itibariyle düzensiz ve asimetrik özelliktedir (Gençay ve diğerleri, 2005: 59-60).

Son olarak Fourier analizinde sinyal, sinusoid fonksiyonlar ile farklı frekanslar tipinde ifade edilirken dalgacık dönüşümünde ise ana dalgacığın belirli ölçekte ve zamanda kaydırılmasıyla ifade edilmektedir. Dalgacık dönüşümü ile karmaşık veri seti basit fonksiyonlara özelliklerini kaybetmeksizin dönüştürülür.

Mantık olarak Fourier dönüşümleri ile benzer yapıda olan Dalgacık Dönüşümü de trigonometrik sinüs-cosinus fonksiyonlarını kullanarak veriyi incelemektedir. Dalgacık dönüşümü yöntemiyle orijinal veri seti ardışık veri setlerine dönüştürülür. Bu dönüşüm sırasında orijinal veride bulunan tüm özellikler ardışık verilere hassas bir şekilde taşınır. Böylece orijinal veride bulunan özellikler daha ön plana çıkarak daha uygun modelleme ve tahminleme imkanı sağlanır.

Özellikle finansal/ekonomik veriler kullanılarak dalgacık dönüşümü ile çoklu ölçek süreçleri (multi scale periods) kolaylıkla analiz edilebilmektedir. Bunun nedeni finansal/ekonomik serilerin var olan ilişkiyi zaman sürecinde koruyamamalarıdır. Diğer bir değişle zamanla finansal/ekonomik veri serisi içinde barındırdığı ilişki değişmektedir. Farklı ilişki ve etmenler sonucunda finansal/ekonomik verilerin farklı yönlerde ve boyutlarda değişiminin daha detaylı incelenmesi açısından Dalgacık dönüşümü analizi oldukça önemlidir.

Transform süreci, farklı zaman periyotlarında ayrıştırılan serinin mevsimsellik, yapısal kırılımlar ve volatilité kümeleri açısından incelenmesi ile birlikte özellikle yerel ve global dinamiklerin analizlerinde kullanılmaktadır (Gençay ve diğerleri, 2005: 59).

Dalgacık dönüşümü ile orijinal veri seti germe ve kaydırma özelliklerinden yararlanılarak zaman ve sıklığa bağlı olarak özelliklerini kaybetmeksizin ardışık veri setlerine dönüştürülür (Gençay ve diğerleri, 2010:60).

Jean Morlet ve Alex Grossmann'ın 1985 yılında ilk defa dalgacık teorisinin esaslarına değinmesinin ardından Yves Meyer ve çalışma arkadaşları tarafından geliştirilen dalgacık analiz yöntemleri Mallat (1988)'ın geliştirdiği temel algoritma ile dalgacık analizi konusunun uluslararası çalışmalarda popüler olduğu görülmüştür. Özellikle Daubechies, Coifman ve Wickherhouser adlı araştırmacılar çalışmalarıyla literatürde önemli bir yer edinmişlerdir. Dalgacık dönüşümü kullanılan filtreleme

teorisine bağılı olarak teoriyi geliştiren bilim insanının ismi ile anılmakta ve aşağıda belirtilen farklı alt gruplara ayrılmaktadır (Misiti ve diğeri, 2015: 19).

- *Daubechies Wavelets: dbN*
- *Symlet Wavelets: symN*
- *Coiflet Wavelets: coifN*
- *Biorthogonal Wavelet Pairs: biorNr.*
- *Meyer Wavelet: meyr*
- *Gaussian Derivatives Family: gaus*
- *Mexican Hat Wavelet: mexh*
- *Morlet Wavelet: morl*
- *Additional Real Wavelets*
- *Complex Wavelets*

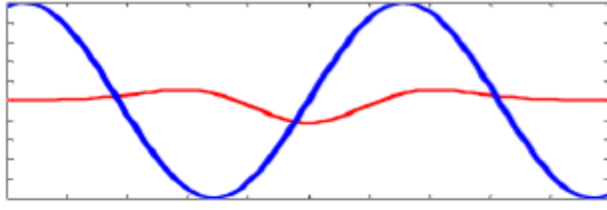
DD ailesinde birçok farklı dönüşüm yöntemi ve fonksiyonu üzerinden bilim insanları farklı Dalgacık aileleri üretmişlerdir. Söz konusu Dalgacık aileleri arasında en yaygın kullanılan ise Daubechies Dalgacık dönüşümüdür.

Daubechies Dalgacık Dönüşümünün (DbN) $N=1$ olduğu transformasyon Haar Dalgacık Dönüşümü (Haar Wavelet Transform (HDD)) olarak adlandırılmaktadır. HDD getiri serilerini çoklu ölçekleme ile ayırtmak amacıyla kullanılmaktadır (Misiti ve diğeri, 2015: 25).

2.4.1 Dalgacık dönüşümünün yapısal özellikleri

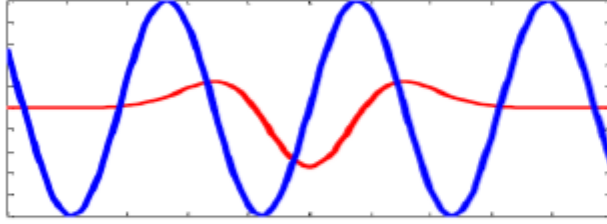
Dalgacık analizi, sinyal zaman ve ölçek diye adlandırılan 2 değişken ile nitelendirilmektedir. Zaman dalgacığın oluşum ve kırılma anı ile birlikte kenar tespitini ifade ederken, ölçek ise yatay düzlemde fonksiyonun büzülmesi veya sürdürülmesi hakkında bilgi vermektedir. Özellikle durağan olmayan ve asimetrik yapı gösteren sinyallerin analizinde frekans değişimlerinin zamanının da tespit edilmesi gerekmektedir. Sinusoid fonksiyon ile dalgacık fonksiyonuna ilişkin ölçekleme karşılaştırılması örneğine Şekil 2’de yer verilmektedir. Ölçek “s” ile ifade edilmektedir (Misiti ve diğeri, 2004).

Şekil 2: Ölçekleme Karşılaştırma Örneği



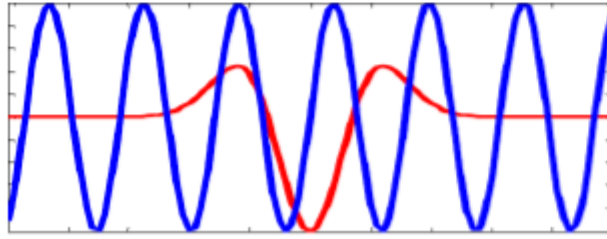
$$g = \sin(t)$$

$$f = \psi(t) \quad a = 1$$



$$g = \sin(2t)$$

$$f = \psi(2t) \quad a = 1/2$$



$$g = \sin(4t)$$

$$f = \psi(4t) \quad a = 1/4$$

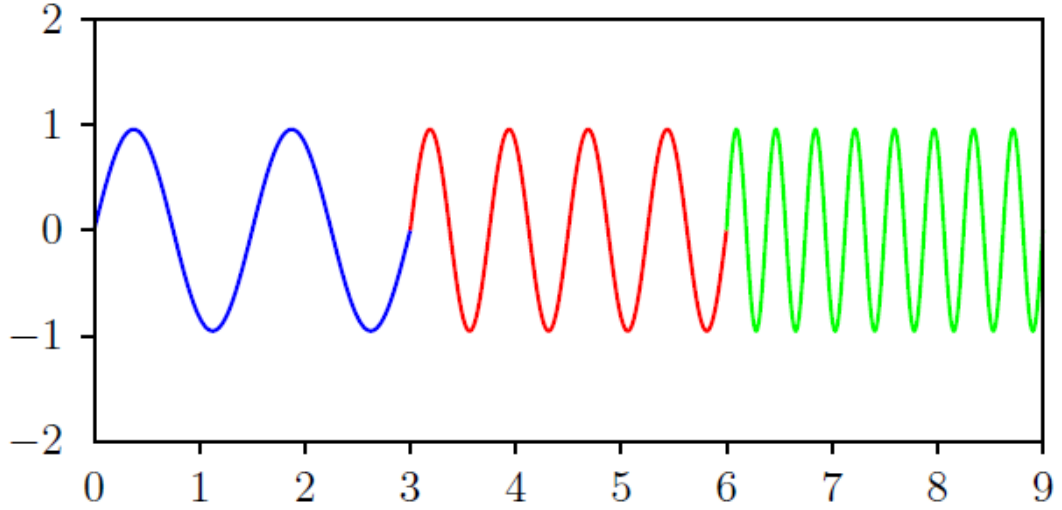
Kaynak: Öner ve diğerleri, 2017: 47.

Görüldüğü üzere, ölçekleme işlemi sinyalin ya da fonksiyonun başlangıç noktası ile bitiş noktası arasında belirli bir oranda sürdürmek veya büzmek olarak tanımlanabilmektedir. Ölçek faktörü küçüldükçe dalgacık aynı oranda yüzeysel olarak daraltılmaktadır.

Sinyal analizinde, içinde bulunduğu frekansın bileşenlerinin tespit edilerek tüm sinyalde aynı bileşenlerin olduğu varsayımında bulunmak doğru olamamakla birlikte sinyalin her anında oluşan değişimlerin izlenebilmesi amacıyla dalgacık analizleri geliştirilmiştir. Dalgacık analizi yardımıyla bir sinyali sıkıştırma (compression) veya arındırma (de-noising) işlemi orijinal sinyal özelliklerini kaybetmeden kolayca yapılabilir (Misiti ve diğerleri, 2004).

Şekil 3’de farklı frekanslara sahip bir sinyale yer verilmiştir. Farklı frekanslara sahip bu sinyal durağan olmamakla birlikte frekans değişim noktalarının belirlenmesi bu tip sinyallerin analizi için oldukça önemlidir.

Şekil 3: Frekans Karşılaştırma Örneği



Dalgacık analizi ile farklı boyutlu pencereler üretilerek sinyal bölgelere ayrılmakta ve analiz edilmektedir. Böylece dalgacık analizi uzun zaman aralığında alçak frekans bilgisi ile birlikte kısa zaman aralığında yüksek frekans bilgilerinin de belirlenmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla analiz sonucu tek boyutlu çizgiler yerine alanlar ile ifade edilmektedir.

Sinyalin karakteristik özelliklerine göre kullanılacak dalgacık dönüşümü ailesi belirlenmektedir. Dalgacık dönüşümü sürekli (continuous wavelet transform) ve kesikli (discrete wavelet transform) olmak üzere 2 ana gruba ayrılmaktadır:

Matematiksel olarak dalgacık, aileden bağımsız olarak;

$$\int_{-\infty}^{\infty} \varphi(x) dx = 0 \quad \text{ve} \quad \int_{-\infty}^{\infty} \varphi^2(x) dx = 1 \quad (2.3.1)$$

özelliklerini sağlayan gerçek değerli bir fonksiyondur (Percival ve Walden, 2002).

Bu özelliği sağlayan her $\varphi(x)$ fonksiyonu dalgacık olarak ifade edilmektedir. En basit dalgacık fonksiyonu ise Haar Dalgacığı olarak bilinmektedir.

2.4.2 Dalgacık Varyansı ve Katsayıları

Dalgacık dönüşümü zaman serisinin varyansını da ayrıştırabilmektedir. Dalgacık katsayılarından üretilen dalgacık vektörü belirli bir ölçekteki getiri verisinin içinde barındırdığı değişimler ile ilişkilidir. Dolayısıyla, her dalgacık katsayısı ağırlıklı ortalama farkından türetilmektedir. Dalgacık dönüşümünün getiri verisine

uygulanması ile birlikte ayrıştırma ölçek bazında yapılmış olur. Durağan zaman serilerinde getirilerin zamandan bağımsız bir yapıya sahip olması nedeniyle aşağıdaki fonksiyon kullanılarak x finansal getirisi için j seviyesinde zamandan bağımsız dalgacık katsayı varyansı (σ_{xj}^2) tanımlanabilmektedir.

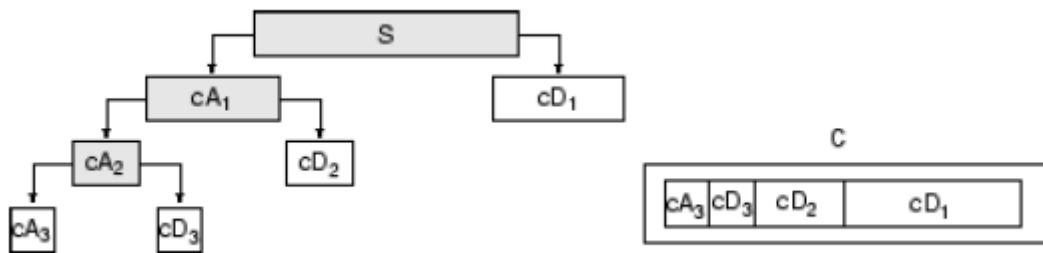
$$\sigma_{xj}^2 = Var(v_{xj}) \quad (2.3.2)$$

Getiri serisinin dalgacık dönüşümüne girmesi sonucunda ölçek bazında elde edilen dönüşüm katsayıları vektör ile ifade edilebilmektedir. Elde edilen vektör getiri serisinin içinde barındırdığı tüm özellikleri taşımaktadır. Fakat, ölçek bazında bakıldığında her bir ölçekte getiri serisinin farklı özelliklerinin barındığı dikkat çekmektedir. Bu durum, her bir özelliğin ayrı ayrı incelenmesine imkan sağlamaktadır. Bu özellik nedeniyle iki ayrı getiri serisinin ayrı ayrı dalgacık dönüşümüne girmesi sonucunda aynı ölçekte farklı varyans, kovaryans ve betaları görülebilmektedir (Gençay ve diğerleri, 2001b: 260).

2.4.3 Dalgacık Analizi Uygulama Prosedürleri

Mallat (1989) çalışmasında dalgacık dönüşümünü piramit algoritmasına benzeterek incelemiştir. Analizde ihtiyaç duyulan üç temel kaynak veri seti yada sinyal ile birlikte ölçek ve dalgacık filtreleri olarak tanımlanmaktadır. Dalgacık ve ölçek filtreleri her dalgacık ailesi bazında ayrı ayrı fonksiyonlar olarak tanımlanmaktadır. Sinyal her iki filtreye de ayrı ayrı girdiğinde elde edilen filtrelenmiş veri setinin uzunluğu genel olarak sinyalin yarısı boyutundadır. Aşağıdaki görselde piramit algoritmasının kullanımına ilişkin örnek verilmektedir.

Şekil 4: Dalgacık Dönüşümü Piramit Algoritması



Kaynak: Misiti ve diğerleri, 2015: 16.

S: Analiz edilecek sinyal,

cA_i : Yapılandırılmış Yakınlık Verisi

cD_i : Yapılandırılmış Detay Verisi

C: Ayırıştırılmış detay ve yakınlık katsayılarından elde edilen vektör

Elde edilen C vektörü ile ters dalgacık dönüşümü (inverse wavelet transformation) kullanılarak S sinyal verisi elde edilebilmektedir.

2.5 HAAR WAVELET TRANSFORM – HAAR DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ (HDD)

Haar (1910) tarafından geliştirilen yöntemde filtre uzunluğunu 2 alarak düşük ve yüksek frekans ölçeklendirmesini Ters Dörtlü Ayna (inverse quadrature mirror) ilişkisi bazında değerlendirmektedir. Haar dalgacılığının özelliği ortonormal dalgacık ile desteklenen sıkıştırılmış tek dalgacık ailesi olmasıdır (Daubechies, 1992: Ch.8). Katsayı vektörü (h), sahip olduğu 3 önemli özellik sayesinde etkin bir ortogonal transformasyonu gerçekleştirebilmektedir. Katsayı vektörü (h) verideki değişimleri inceleyen fark değişkeni olmakla birlikte 2 alt değişken ile tanımlanmaktadır (Haar, 1910: 69-331).

$$h = (h_0, h_1) = (1/\sqrt{2}, -1/\sqrt{2}) \quad (2.4.1)$$

HDD'nin 3 önemli özelliği:

$$1. \sum_i h_i = 0 \quad (2.4.2)$$

$$2. \sum_i h_i^2 = 1 \quad (2.4.3)$$

$$3. \sum_i h_i h_{i+2N} = 0 \quad N \neq 0 \text{ ve } N \text{ tam sayı} \quad (2.4.4)$$

Bjornson ve diğerleri (1999) çalışmasında farklı frekanstaki dinamiklerin sistematik risk üzerinde farklı etkisi olduğunu göstermiştir (Bjornson ve diğerleri, 1999: 77-100).

Katsayı vektörü, verinin içinde barındırdığı özelliklerin ayırıştırma sürecinde kaybolması veya etkisinin azalması/artması durumları ile karşılaşılma olasılığını düşürmek amacıyla kareler toplamı ile tanımlanmıştır.

HDD'de katsayı vektörü ile birlikte birbirini tümler nitelikte bir ölçekleme filtre fonksiyonu ($G(g_0, g_1)$) tanımlanmaktadır.

$$G(g_0, g_1) = (1/\sqrt{2}, 1/\sqrt{2}) \quad (2.4.5)$$

Ölçekleme filtre fonksiyonunun (G) 3 önemli özelliği:

$$1. \sum_j g_j = \sqrt{2} \quad (2.4.6)$$

$$2. \sum_j g^2 = 1 \quad (2.4.7)$$

$$3. \sum_j h_j h_{j+2N} = 0 \quad N \neq 0 \text{ ve } N \text{ tam sayı} \quad (2.4.8)$$

Ölçekleme filtresi ile dalgacık filtresi aynı ortonormalite özelliğine sahiptir. Aralarındaki fark ölçekleme filtresi blokları ortalamaları üzerinden dikkate almaktadır. Bu da G'yi yerel ortalama operatörü haline getirmektedir.

Haar dalgacık filtresi h, getiri serilerine uygulanmasıyla aşağıdaki dalgacık katsayıları elde edilmektedir.

$$\sqrt{2}w_{1t} = h_0 r_t + h_1 r_{t-1} \quad t = 0, 1, \dots, T-1 \quad (2.4.9)$$

Kare formunda olan dalgacık katsayılarının getiri serilerine eşdeğer hale getirmek amacıyla $\sqrt{2}$ ardışık getiri oranlarının ağırlıklı farkı ile (w_{1t}) çarpılmaktadır. Aşağıdaki fonksiyonda görüldüğü gibi ölçek filtresi g ölçek katsayılarını üretmek amacıyla kullanılmaktadır (Haar, 1910: 69-331).

$$\sqrt{2}v_{1t} = g_0 r_t + g_1 r_{t-1} \quad t = 0, 1, \dots, T-1 \quad (2.4.10)$$

w_{1t} den farklı olarak v_{1t} yerel ortalamalara bağlıdır. w_{1t} ve v_{1t} filtreleri kullanılarak dönüşümün gerçekleştirileceği ana filtre W aşağıdaki fonksiyonda gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$W = (w_{1t}, v_{1t}) \quad (2.4.11)$$

İncelenen getiri serisi içerisindeki hem düşük hem de yüksek frekanslı verileri ayrı ayrı inceleyebilmek amacıyla yukarıda belirtildiği şekilde iki ayrı filtre (w_{1t} ve v_{1t}) kullanılmaktadır. w_{1t} yüksek frekanslı v_{1t} ise düşük frekanslı getiri verisini temsil etmektedir.

Durağan bir sürecin spektral yoğunluk fonksiyonunun ana özelliklerinden biri getiri serisinin içinde barındırdığı tüm frekansların birim zaman bazında 0 ve $\frac{1}{2}$ aralığında tanımlanmasıdır. Söz konusu bu aralık hem sağdan hem de soldan birim zaman bazında daraltılmak suretiyle çalışılan durağan serinin içerisindeki en küçük boyutlu frekansı dahi dikkate alınmaktadır. w_{1t} yüksek frekanslı getiri serisinin üst kısmını diğer bir deyişle $\frac{1}{4} < frekans \leq \frac{1}{2}$ aralığında yer alan kısmını tanımlarken, v_{1t} ise düşük frekanslı getiri serisinin alt kısmını diğer bir deyişle $0 < frekans \leq \frac{1}{4}$

aralığında yer alan kısmını tanımlamaktadır. Böylece getirinin frekansı ilk olarak yüksek ve düşük olmak üzere iki aşamada incelenir. Daha sonrasında yüksek ve düşük frekanslar da kendi içlerinde yine yüksek ve düşük olmak üzere ayrıştırılmaktadır. Bu süreç frekansların sıklığına, büyüklüklerine, verinin yapısına, mevsimsellik ve uzun hafıza etkisinin serideki varlığına bağlı olarak frekans içerisinde frekans tanımlama adı altında aralık daha da daraltılmak kaydıyla aşağıda belirtildiği şekilde analiz edilmektedir.

$$v_1 \sim v_2 \rightarrow w_1 \sim \frac{1}{8} < frekans_{v_1} \leq \frac{1}{4} \text{ ve } 0 < frekans_{v_2} \leq \frac{1}{8} \quad (2.4.12)$$

Bu süreç $j \leq \log_2(T)$ seviyesine kadar arka arkaya uygulanır. Sürecin sona ermesiyle birlikte dalgacık ve ölçek katsayıları elde edilmiş olur.

$$W=(w_1, w_2, \dots, w_j, v_j) \quad 1/2^{j+1} < frekans_{w_j} \leq 1/2^j \text{ ve } 0 < frekans_{v_j} \leq 1/2^{j+1} \\ j=1, 2, \dots, J \quad (2.4.13)$$

Yukarıda da değinildiği üzere bu şekilde yapılan kademeli frekans analizinde verinin tüm karakteristik özellikleri herhangi bir gözden kaçırma olmaksızın tanımlanan filtreler tarafından yakalanmaktadır. Amaç tek bir filtre ile üzerinde çalışılan durağan seriyi filtrelenmiş son hale getirmektir (Gençay ve diğerleri, 2001a: 61).

Haar dalgacık dönüşümünde ölçekleme katsayısı 2^j sayıda getiri verisinin aritmetik ortalamasıdır. Getiri verisi dalgacık dönüşümü kullanılarak ayrıştırılması (decompose) ile verinin içerisindeki katmanlı bilgi birikimi farklı zaman aralıkları bazında görülebilmekte bununla birlikte dönüşüm seviye sayısı artmaktadır. Yani seviyenin artması serinin daha detaylı incelenmesi anlamına gelmektedir. Dalgacık katsayıları en geniş zaman serisindeki değişimleri yansıtırken kalan frekans bilgileri ise ölçek katsayısında belirtilmektedir. Diğer bir deyişle finansal verinin genel özellikleri dalgacık katsayısı ile gürültü, mevsimsellik, uzun hafıza gibi diğer özellikleri ise frekans altında ölçek katsayıları ile yansıtılmaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3 BIST 30 ENDEKSİNİN DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ ZAMAN SERİSİ MODELİ İLE İNCELENMESİ

Bu bölümde, kullanılan veri setinin tanıtılması akabinde tahminlemede kullanılan aşamalar ve tahmin sonuçları sunulmuştur. Tahminlerle ilgili hipotez testleri yapılarak krizin finansal piyasalar üzerindeki etkisi dalgacık dönüşümü yöntemi ile açıklanarak yorumlanmıştır.

3.1 LİTERATÜR TARAMASI

Dalgacık dönüşümü literatürde ilk olarak Ramsey ve diğerleri (1995) tarafından finansal verilere uygulanmıştır. Daha sonra Ramsey ve Zhang (1997) döviz kurları üzerine dalgacık dönüşümünü uygulayarak zaman serisi analizi yapmış, verideki durağan olmayan kısımların dalgacık dönüşümü ile ayrıştırılmasını göstermiştir. Ramsey ve Lampart (1998a, 1998b) ise çeşitli dalgacık dönüşümü ölçeklendirmeleri uygulayarak para-gelir ve tüketim-gelir arasındaki ekonomik ilişkiyi tanımlamıştır. Gençay ve diğerleri (2001a) çalışmasında finansal/ekonomik zaman serilerine dalgacık filtrelemesinin uygulamasına ilişkin genel bir çerçeve çizmekle birlikte dalgacık filtrelemesinin durağan olmayan, çoklu çözünürlük ve korelasyonsuzluk üzerine uygulanmasına ilişkin örneklendirme yapmıştır. Gençay ve diğerleri (2001b) gün içi mevsimsellik etkisinin verilerden arındırılmasına ilişkin veri setini düşük ve yüksek frekanslarına göre ayrıştıran çoklu ölçekli dalgacık dönüşümüne dayanan yeni bir yöntem geliştirmiştir. Öyle ki verinin özelliklerine bakılmaksızın her türlü gün içi finansal verinin modellenmesinde bu yöntem kullanılabilir. Bununla birlikte Gençay ve diğerleri (2001c) döviz volatilitésinin ölçeklendirilmesi üzerine araştırmalarını ileriletmiş, iki veri seti arasındaki varyans ve kovaryans çoklu ölçeklendirme yöntemi ile ayrıştırmış ve çalışmasında döviz kurunun farklı zamanlarda farklı ölçeklendirme kuralları ile ayrıştırmasını göstermiştir.

Davidson, Labys, and Lesourd (1997) A.B.D'deki emtia fiyatlarını dalgacık dönüşümü ile araştırmıştır. Gençay, Selçuk ve Whitcher (2005) Varlık Fiyatlama

Modelinde (Capital Asset Pricing Model-CAPM) sistematik riskin yani beta katsayısının hesaplanmasına ilişkin dalgacık dönüşümü yöntemini geliştirmiştir. Bu yöntem ile portföy ve portföyü oluşturan varlıkların arasındaki varyans ve kovaryans dalgacık dönüşümü kullanılarak farklı ölçeklerde hesaplanmış ve her bir ölçek için sistematik risk elde edilmiştir.

Dalgacık dönüşümünün kullanıldığı önemli alanlardan biri de zaman serilerinde uzun hafıza araştırmaları ve modellemeleridir. Fan ve Whitcher (2003) çalışmasında uzun hafıza üzerine geliştirilen dalgacık dönüşümü bazlı en küçük kareler, en büyük olabilirlik ve Bayesçi yaklaşım yöntemlerini geliştirmiştir. Fan ve Whitcher (2003) uzun hafıza varlığında regresyon analizi yapılamaması sorununa ilk olarak her sürece Kesikli Dalgalı Dönüşüm uygulamış ve regresyon analizi ile dalgacık bazlı tahminleme yaparak çözüm getirmiştir. Tan, Chin ve Galagedera (2014) çalışmasında 1988-2013 tarihleri arasındaki 5 gelişmiş ülke piyasa endeksi ile 5 gelişmekte olan ülke piyasa endeksi günlük getiri verilerden yararlanarak volatilité ve getirilerde uzun hafızanın varlığını araştırmış, gelişmekte olan piyasaların volatilitesinde gelişmiş piyasalara göre daha güçlü bir uzun hafıza etkisinin varlığını göstermiştir. Ayrıca 1997 Asya krizi, 2001 ABD resesyonu ve 2008 global krizinde; kriz dönemlerinde uzun hafıza parametrelerin değişiklik gösterdiğini, fakat bu değişimin her piyasa için geçerli olmadığını belirlemiştir.

Dalgacık metodunun ekonometride kullanıldığı diğer alanlar ise dalgacık bazlı spektral yoğunluk tahminlemesinin kullanıldığı çoklu korelasyon ve koşullu değişken varyans testleridir. Hong (1996), Hong and Lee (2001), Duchesne (2006a, 2006b), Hong ve Kao (2004) çalışmalarında durağan süreçlerde birim kökün varlığının dalgacık bazlı araştırılması üzerine çalışmıştır. Monte Carlo simülasyonlarını kullanarak dalgacık bazlı testlerin gücünü çalışmalarında kanıtlamıştır.

Gençay ve Li (2017) yaptığı çalışmada daha önceden Gençay ve Signori (2015) tarafından linear dinamik regresyon modelinin incelenemeyen türleri için geliştirilen çoklu ölçekli serisel korelasyon testini geliştirerek dalgacık katsayılarının hata kareleri toplamının varyansı üzerinden yeni bir hesaplama yöntemi bulmuştur. Bu yöntem ile test istatistiklerinin Kernel tahminlemesi kullanan parametrik olmayan testlere kıyasla normal dağılıma daha hızlı yaklaştığını göstermiştir.

Gençay, Selçuk, Whitcher, (2001b) dalgacık transformasyonun oluşum süreci, geliştirilen dalgacık aileleri, kesikli ve sürekli dalgacık transformasyonları ile ilgili bilgi ve örnekler vermiştir.

Xue, Gençay ve Fagan (2014) dalgacık ayrıştırmasından yararlanarak yüksek frekanslı finansal zaman serilerinde frekanslar arasındaki sıçramaları tanımlayan yeni bir parametrik olmayan test ortaya çıkarmıştır.

Zhang, Gençay ve Yazgan (2017) çalışmasında farklı tahminleme yöntemleri ile karşılaştırıldığında dalgacık dönüşümünün veri tahminlemesinin hassasiyetini arttırdığını göstermiştir.

Correa ve diğerleri (2016) çalışmasında ARIMAX-GARCH modelini dalgacık transformasyonları ile geliştirerek yeni bir varyans tahminleme modeli olan WARIMAX-GARCH modelini oluşturmuş ve modeli günlük zaman serisine uygulayarak Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks (ANN)) ve Dalgacık Dönüşümlü Yapay Sinir Ağları (Wavelet Artificial Neural Networks (Wavelet ANN)) yöntemleri ile karşılaştırmıştır. WARIMAX-GARCH modelinin tahminleme performansının söz edilen modellere kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Hamid ve Shabri (2017) günlük ham petrol fiyatlarına dalgacıklı çoklu linear regresyonu (wavelet multiple linear regression (WMLR)) uygulayarak kesikli dalgacık dönüşümü ile çoklu linear regresyon yöntemlerini birbirine entegre etmiş ve tahminleme performansını karşılaştırmış.

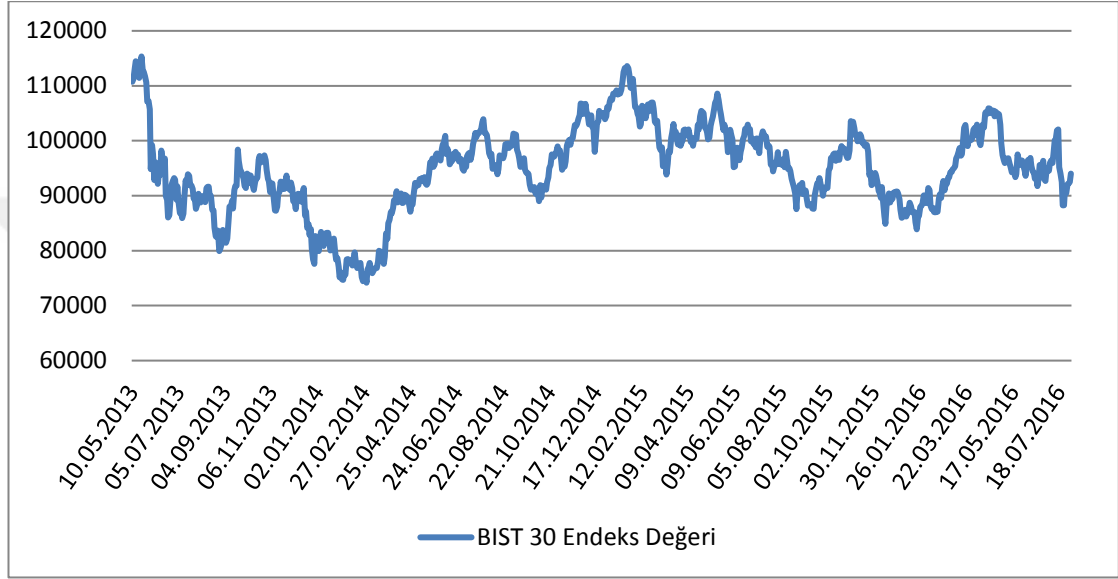
Huang (2011) çalışmasında hisse senedi endeksi tahminlemesinde dalgacık dönüşümü ile Kernel Kısmi En Küçük Kareler regresyonunu birleştirerek verinin finansal karakterini daha derinlemesine inceleyebilmiştir.

Tan ve diğerleri (2010) ARIMA ve GARCH modelleri ile dalgacık dönüşümünü birleştirerek İspanya ve PJM elektrik piyasası için gün içi elektrik fiyatlarını tahminleyerek bu tahminleri diğer yöntemler ile karşılaştırmıştır. Bu yöntem ile elektrik fiyatlarının verilerin durağan olmama, doğrusal olmama ve yüksek volatilitelere sahip olma özelliklerine uygun olarak modellenmiştir.

3.2 VERİ SETİ

Bu çalışmada kullanılan veri seti, 09.05.2013 - 15.07.2016 tarihleri arası BIST 30 endeksi gün sonu değerlerinden oluşmaktadır. Endeks değerleri Şekil 5'te gösterilmektedir.

Şekil 5: 10.05.2013 ile 18.07.2016 Aralığındaki BIST 30 Endeks Değerleri



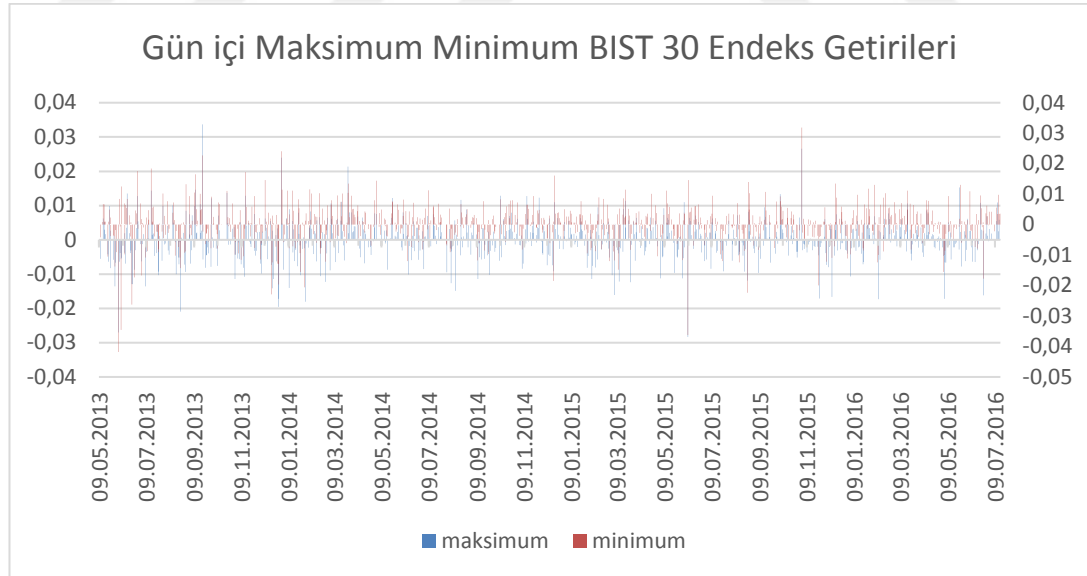
Kaynak: BIST

BIST 30 endeksinin kompozisyonu Yıldız Pazar ve Ana Pazar'da işlem gören şirketlerle, Kolektif Yatırım Ürünleri ve Yapılandırılmış Ürünler Pazarı'nda işlem gören gayrimenkul yatırım ortaklıkları ve girişim sermayesi yatırım ortaklıklarının paylarından oluşturulmaktadır. Payların endekse alınabilmesi için, değerlendirme dönemleri sonu itibarıyla Borsa İstanbul'da en az 60 gün süreyle işlem görmesi şarttır. Endeks kapsamına alınacak payların değerlendirme dönemi sonu itibarıyla fiili dolaşımda bulunan kısmının piyasa değerlerine ve değerlendirme dönemindeki günlük ortalama işlem hacimlerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanmasıyla oluşturulan her iki listede de ilk 30 sıradaki hisseler endeks kapsamına alınmaktadır.⁶ Buna ek olarak, BIST 30 endeksi üzerine tanımlı vadeli işlem ve opsiyon sözleşmeleri Borsa İstanbul'da işlem görmekte olup yüksek işlem hacmine sahip ikincil piyasasının da bulunması BIST 30

⁶ <https://www.borsaistanbul.com/docs/default-source/endeksler/bist-pay-endeksleri-temel-kurallari.pdf?sfvrsn=12>

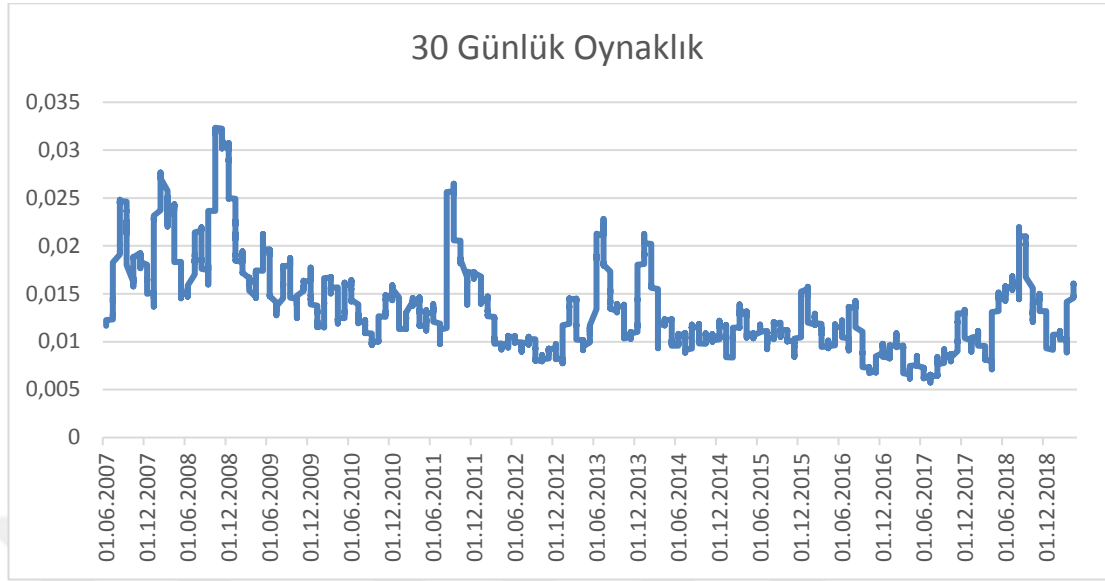
endeksinin seçiminde önemli rol oynamıştır. BIST 30 endeksi kapsamında işlem hacmi ve piyasa değeri en yüksek 30 hissenin olması, endeks değerinin anlık olarak hesaplanması, ikincil piyasada BIST 30 üzerine türev ürünlerin Borsa İstanbul'da yüksek işlem hacmi ile likid piyasada alınıp satılması endeksi gösterge niteliğine taşımakla birlikte piyasadaki değişimin yansıtılması ve takibi açısından bu çalışmada tercih edilmesine neden olmuştur. Ayrıca 09.05.2013 - 15.07.2016 dönemi gün içi en yüksek en düşük endeks değerleri kullanılarak Parkinson's Tarihi Oynaklık hesaplama yönteminden yola çıkılarak 10, 30 ve 32 günlük oynaklık değerlerinin 0,004 ile 0,0373 aralığında seyrettiği, bu dönemin piyasalar açısından çok hareketli ve yüksek volatilitelere sahip riskli ve hassas bir dönem olduğuna işaret etmektedir. Gün içi oynaklığın yüksek olduğu bu kriz dönemi 18.07.2016 tarihi itibarıyla 300 adet veri tahmin edilmesinde dalgacık dönüşümü ve ARMA GARCH modellerin etkinliğinin daha net olarak ortaya konması açısından tercih edilmiştir. 09.05.2013-15.07.2016 dönemine ilişkin gün içi en yüksek ve en düşük BIST 30 Endeks değerleri ile 30 günlük günüçi oynaklık Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterilmektedir.

Şekil 6: Gün İçi Minimum ve Maksimum BIST 30 Endeks Getirileri



Kaynak: BIST

Şekil 7: 30 Günlük Gün içi Minimum Maksimum Değerlerin Oynaklığı



Kaynak: BIST

Endeks değerleri BIST (Borsa İstanbul A.Ş.) veri dağıtım bölümünden temin edilmiştir. Veri setine ait gözlem sayısı, ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler Tablo 1’de raporlanmaktadır.

Tablo 1:Betimleyici İstatistikler

Değişken	Gözlem	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
BIST 30 Endeks	801	94.890,33	7.959,745	74.172,73	115.341,3
BIST 30 Getiri	800	-4,600	0,007	-0,0473	0,0300

Şekil 5’te görülen BIST 30 endeks değerlerinin belirli bir ortalama ya bağlı dağılım sergilememesi ve trendin varlığı veri setinin durağan olmadığı izlenimi vermekle birlikte durağanlığın sınanması için birim kök testlerinin yapılmasını gerektirmektedir.

3.3 MODELLEME

Analizde uygulanan adımlar aşağıda sıralanmıştır.

1. Adım: Birim kök testlerinin yapılarak verinin durağanlaştırılması
2. Adım: Dalgacık Dönüşümü
 - ✓ Durağanlaştırılmış verinin Dalgacık Dönüşümü ile Yakın ve Detay serilere ayrıştırılması
 - ✓ Ayrıştırılmış verinin tekrar düzenlenmesi
 - ✓ Tekrar düzenlenmiş Yakın ve Detay Serilerinde birim kökün, otoregresiflik ve değişen varyansın araştırılması
3. Adım: Modelleme ve Tahminlenme
4. Adım: Tahmini getiri serisini birleştirilerek orijinal veri ile karşılaştırılması ve sonuçların yorumlanması

Belirtilen adımlar MATLAB programında tarafımdan yazılan kodlar kullanılarak gerçekleştirilmiş olup detaylı kod dizinine Ekler altında yer verilmiştir.

3.3.1 Birim Kök Testleri

Çalışmada ilk olarak veri setinin durağan olup olmadığı Birim kök testi ile sınanmış. Tüm değişkenler için birim kök testi sonuçları Tablo 2’de sunulmuştur.

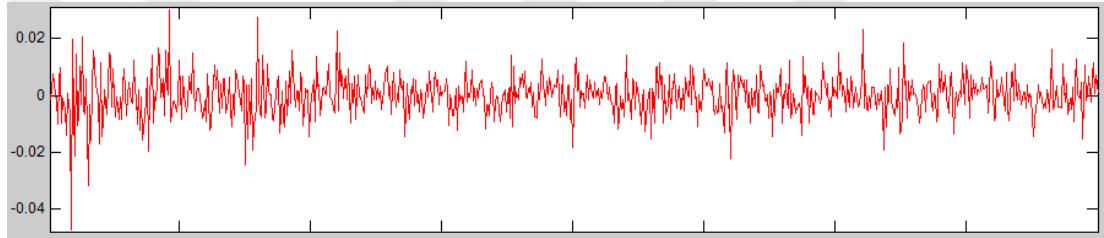
Tablo 2: Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF	KPSS	Philips-Perron
BIST 30 T istatistiği	-0,45103	4,9279*	-0,45107
Logaritmik Getiri T istatistiği			
Kritik değerleri	-28,30781***	0,36901	-28,30786***
%1	-3,43830	0,73900	-3,43830
%5	-2,86494	0,46300	-2,86494
%10	-2,56863	0,34700	-2,56863

Not: ***, ** ve * işaretleri sırasıyla %1 , %5 ve %10 önem düzeylerinde sıfır hipotezinin reddedildiğini göstermektedir.

BIST 30 endeks değerlerinin %10 önem düzeyinde ADF, KPSS ve Phillips-Perron yöntemleri ile test edildiğinde durağan olmadığı; diğer bir değişle birim kök içerdiği görülmektedir. BIST 30 endeks verisinin istatistiki analizlerde kullanılabilmesi amacıyla logaritmik fark alma yöntemi ile veri durağanlaştırılmıştır. Durağanlaştırılan Endeks verisine ilişkin ADF, KPSS ve Philips-Perron test istatistikleri Logaritmik Getiri Değerleri adı altında Tablo 3’de verilmekle birlikte %1 anlam düzeyinde ADF ve Philips-Perron testlerine ilişkin birim kökün varlığını kabul eden sıfır hipotezinin reddedildiği, KPSS Testinde ise birim kökün varlığını reddeden sıfır hipotezinin kabul edildiği görülmektedir.

şekil 8: Logaritmik Getiri Serisi

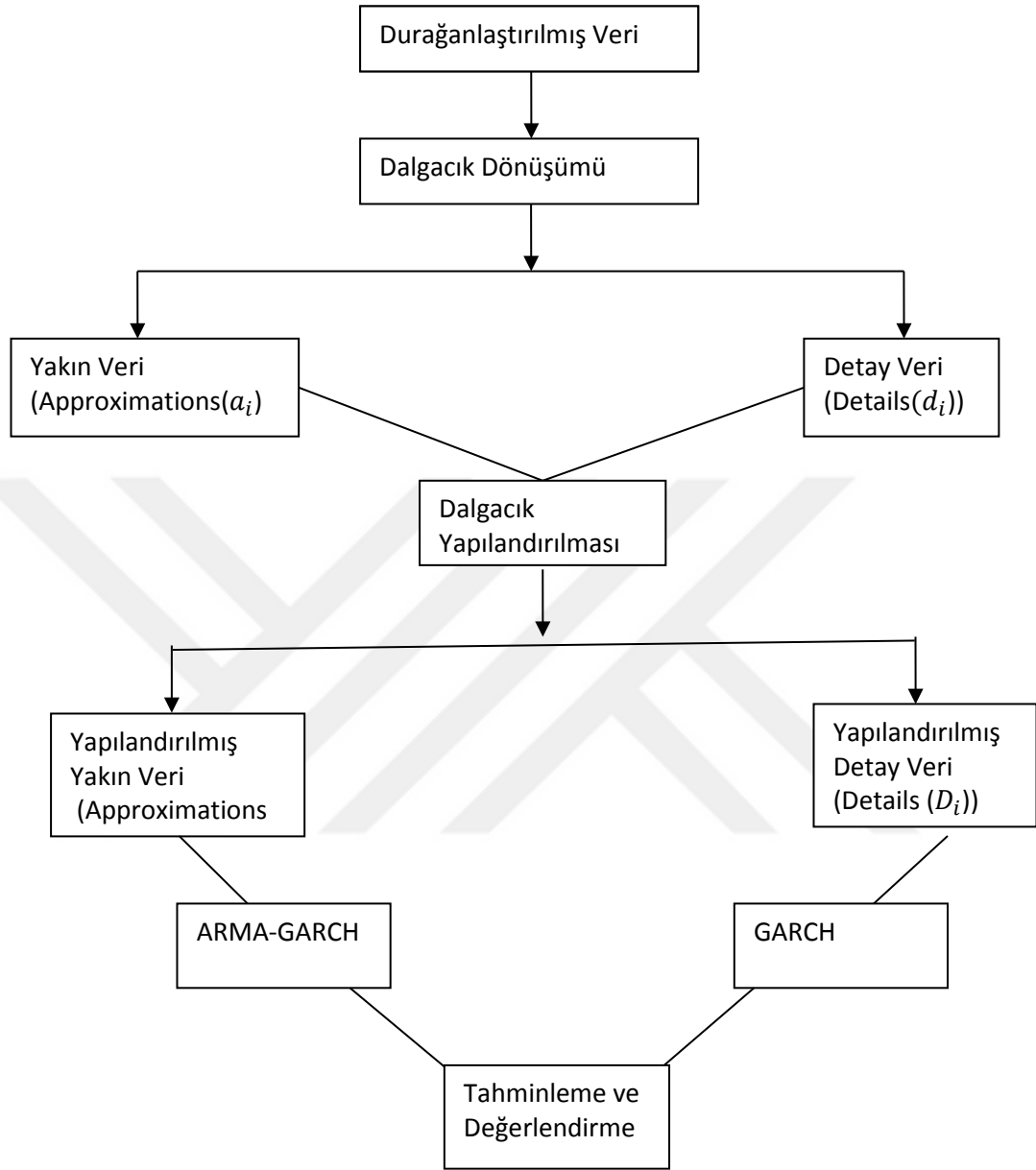


şekil 8’de logaritmik fark alma yöntemi ile elde edilen getiri serisinin trend özelliğini kaybettiği ve sıfır etrafından dağılım gösterdiği görülmektedir.

3.3.2 Dalgacık Dönüşümü

Birim kök testleri sonucunda durağanlaştırılan veri setine şekil 9’da belirtilen sırada Dalgacık dönüşümü uygulanarak model tahminlemesi ve yorumlaması yapılmıştır.

Şekil 9: Modelleme



s: Veri seti

d_i : i. Detay verisi (i=1,2,3,4,5)

a_i : i. Yakınlık verisi (i=1,2,3,4,5)

D_i : Yapılandırılmış Detay Verisi (i=1,2,3,4,5)

A_i : Yapılandırılmış Yakınlık Verisi(i=1,2,3,4,5)

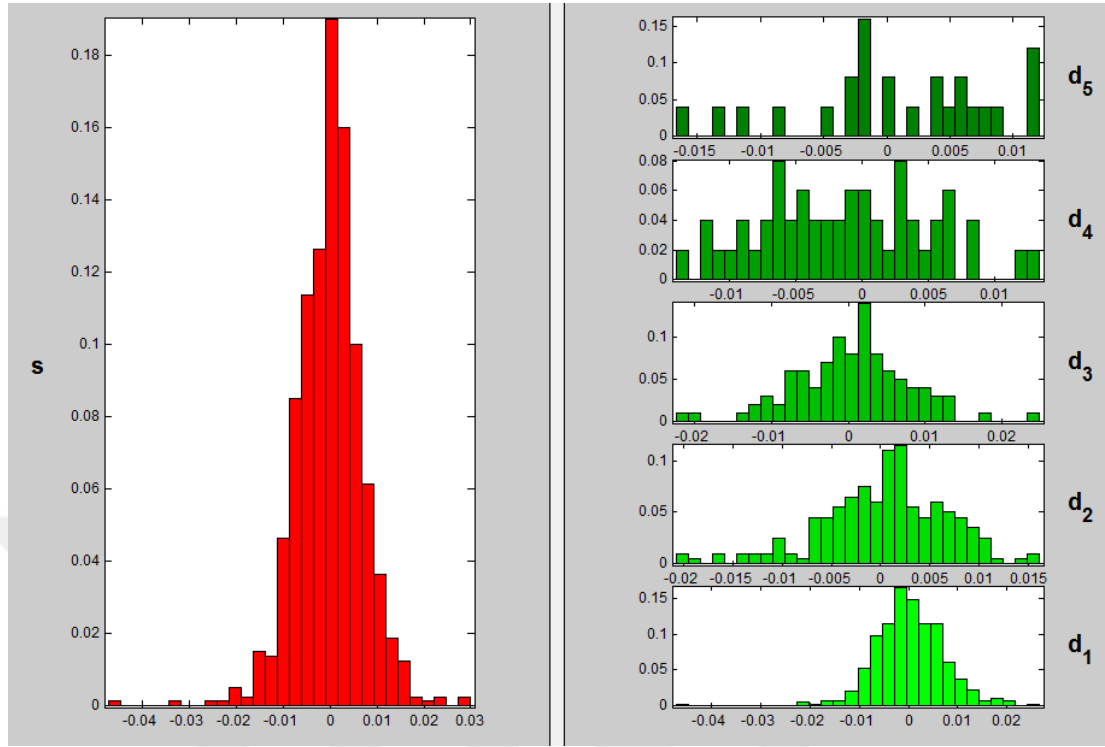
Yukarıda belirtilen HAAR dalgacık dönüşümü ailesi kullanılarak veri ayrıştırılmış yakınlık ve detay serileri elde edilmiştir. HAAR dalgacık dönüşümü uygulanan getiri serisi kullanılarak elde edilen yapılandırılmış ayrışık veri setlerine uygun belirlenen ARMA(p,q) GARCH (P,Q) modelleri üzerinden ileri yönelik tahminleme yapılmıştır. Daha sonra Wavelet dönüşümü yapılarak elde edilen değişken serileri üzerinden geleceğe yönelik tahmini gözlem değerleri elde edilerek gerçek BIST 30 endeks değerleri ile Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error-MAE) ve Hataların Ortalama Karekökü (Root Mean Square Error-RMSE) yöntemleri kullanılarak karşılaştırılmış, en iyi tahminleme yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır.

Zaman serilerinin analizinde ardışık gözlemler arasındaki dalgalanmaların yakalanmasında Haar dalgacık dönüşümü, diğer dalgacık ailelerine kıyasla yapısı gereği daha avantajlıdır (Jothimani ve diğerleri, 2015: 37).

Tsai ve Chiang (2003) çalışmasında dalgacık dönüşümü yapılacak veri setinin içerdiği detay bilgilerin altıncı ayrıştırılma seviyesinde ortaya çıktığını belirtmiştir. Lahmiri (2014) ise ölçeklendirme seviyesindeki artışın veriyi daha düz bir hale getireceğini (smooth) ve ölçek seviyesinde bilgi kaybına sebebiyet vereceğini belirtmiştir (Jothimani ve diğerleri, 2015: 41). Dolayısıyla beşinci seviyeden ölçeklendirme ile Haar Dalgacık Dönüşümü'nün veriye uygulanmasına karar verilmiştir.

HAAR (5) dalgacık dönüşümü ailesi kullanılarak ayrıştırılan BIST 30 endeks verisine ilişkin derece sayısı kadar detay verisi ve beşinci derece düzeyine ait yakınlık verisi histogramları Şekil 10'da verilmiştir.

Şekil 10: Sinyal ve Detay Katsayılarının Histogramı



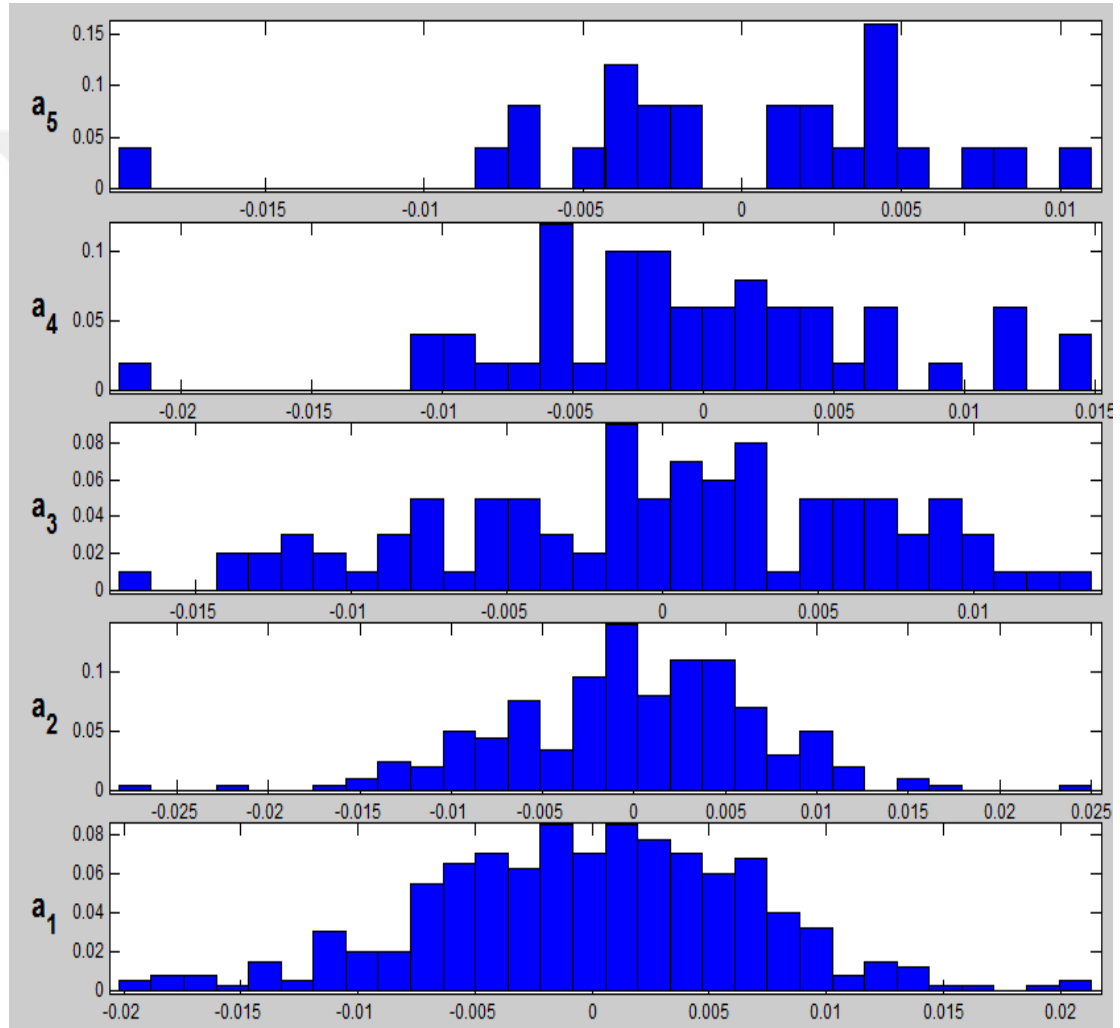
Bazı çalışmalarda Detay verisi olarak adlandırılan d_i dalgacık katsayısı olarak da adlandırılmaktadır. d_i detay serileri sinyaldeki frekanslara bağlı olarak oluşturulmaktadır. d_1 en yüksek frekanslı veri setini d_5 ise en düşük frekanslı veri setini belirtirken i derecesi arttıkça dalgacık katsayıları tarafından taşınan enerjinin frekansı azalmaktadır. a_5 ölçek verisi ise, sinyalin frekanstan arındırılmış kısmını göstermektedir. Tüm derecelerdeki detay verileri (d_i , $i=1,2,3,4,5$) ile son dereceden yakınlık verisinin (a_5) bir araya getirilmesi sonucunda sinyal tarafından taşınan enerji elde edilmektedir (Fan ve Gençay, 2010: 1311).

Histogramlara bakıldığında d_4 ve d_5 detay serilerinin normalden uzaklaştığı ve kalın kuyruklu farklı bir dağılıma sahip olduğu dikkat çekmektedir. Dalgacık dönüşümü kullanılarak ayrıştırılmış her bir detay serisinde verinin mevsimsellik, trend, beyaz gürültü ve yapısal farklılıklarının ayrı detay serilerinde frekanslarına bağlı olarak genel veri özelliklerinin kaybetmeksizin taşınması nedeniyle farklı dağılımların görülmesi olağan karşılanmaktadır (Gençay ve diğerleri, 2001a: 10).

Dalgacık dönüşümünde ölçeğin doğru belirlenmesi sinyalin içindeki varyansın modelleme içerisindeki öngörünümü açısından önem arz etmektedir. Çünkü ölçeğin arttığı durumlarda veri aralığı daralması ve taşınan gürültü azalması ile birlikte veri

aralığındaki sapmanın arttığı görülmektedir (Gençay ve diğerleri, 2001a: 10). Diğer bir değişle dalgacık dönüşümünün yapısı gereği ölçeğe bağlı olarak tanımlanan veri aralığının daraltılması daha az gürültü ile daha fazla sapma anlamına gelmekle birlikte, ölçeklendirme yapılırken optimum ölçek seviyesi histogramlardan yararlanılarak belirlenmelidir. Şekil 11’de farklı ölçeklerde ayrıştırılmış dalgacık dönüşümüne ilişkin histogramlar verilmiştir.

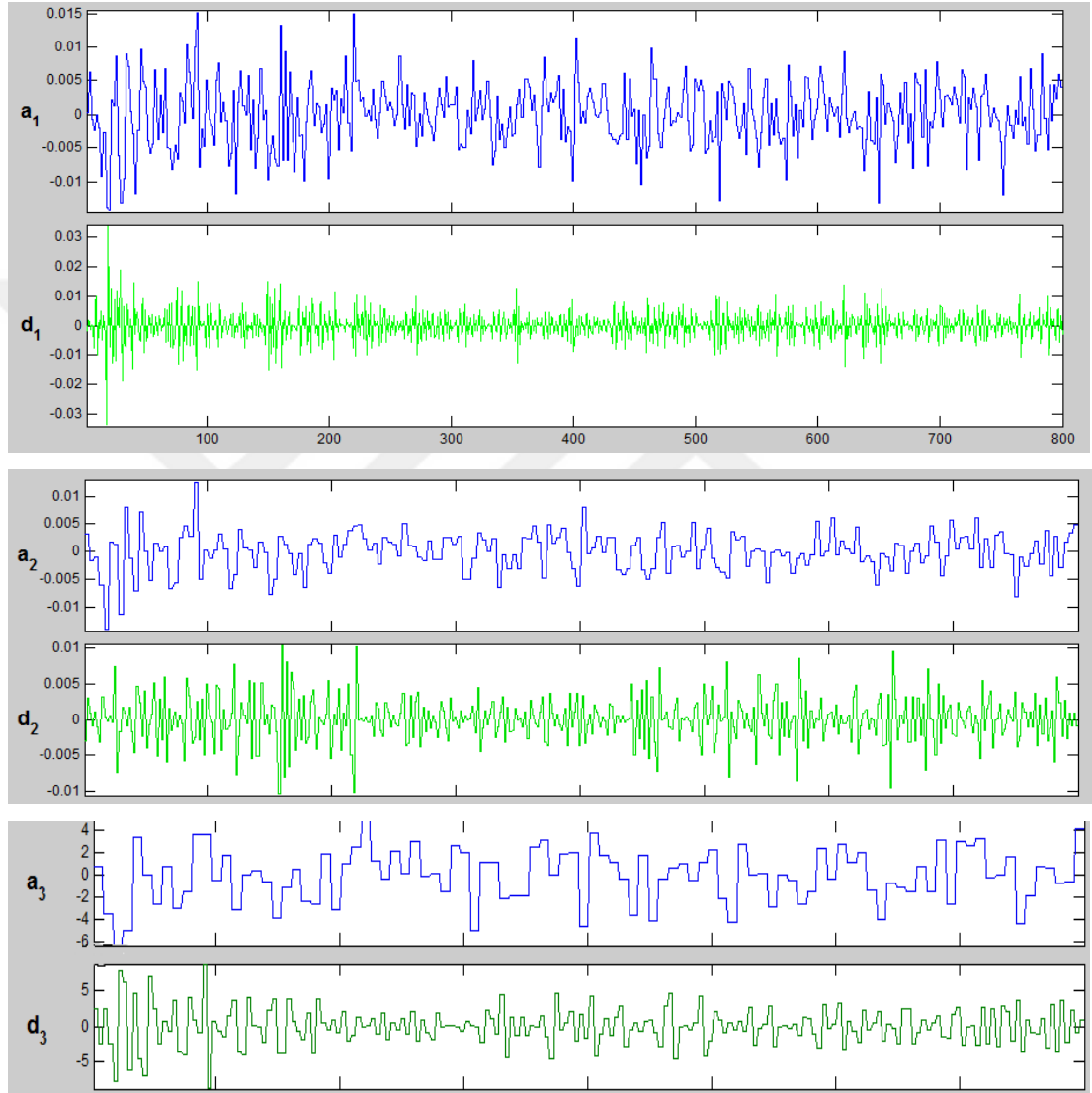
Şekil 11: Yakınlık Değişkenlerinin Histogramı

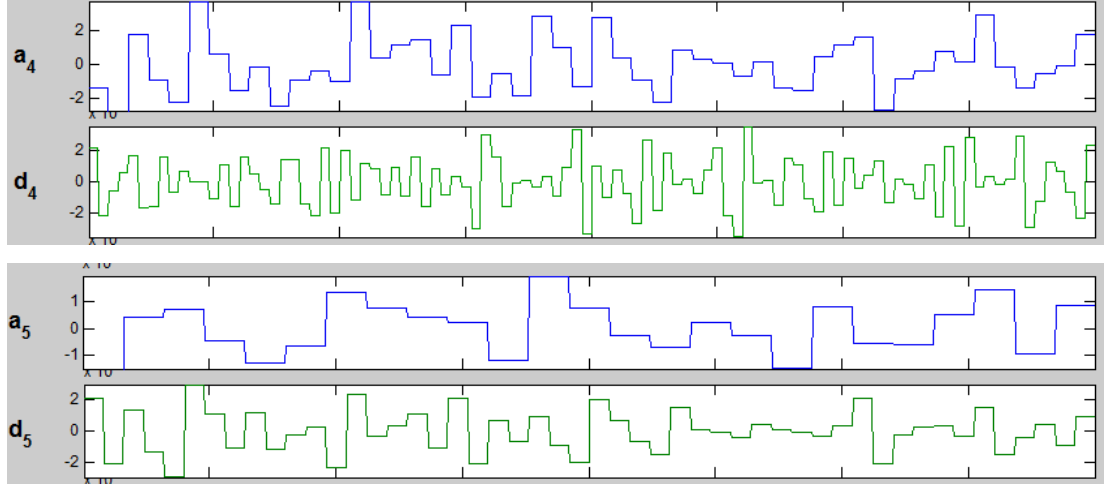


Haar dalgacık dönüşümünde ölçek sayısının artması ile frekans sıkışıklığı ters orantılı olmakla birlikte her bir birim ölçek artışı $\frac{1}{2}$ oranında frekansın daralmasına sebebiyet vermektedir. Dolayısıyla frekansın daralması verinin daha detaylı

incelenmesine olanak sağlarken aşırı daralmalarda ise veri içerisindeki artıkların ana veri özelliklerinin önüne geçmesine ve analizi yanıltmasına neden olabilmektedir.

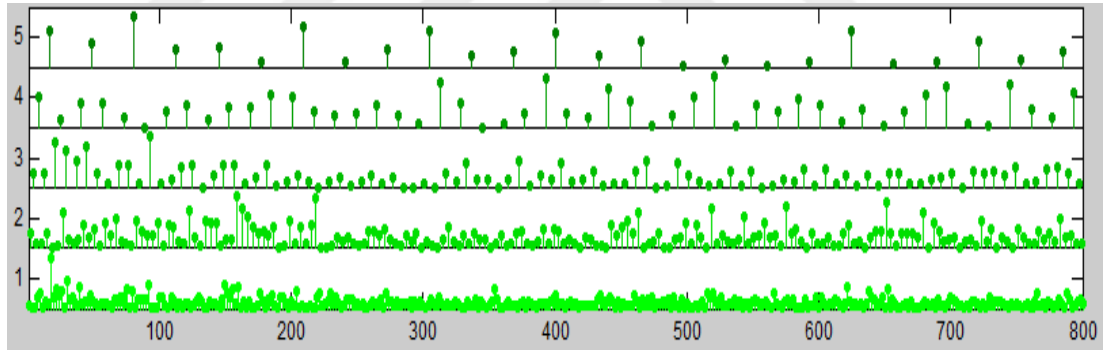
Şekil 12: HAAR (5) Dönüşümü





Yukarıdaki şekillerde ölçek arttıkça sinyal içerisindeki daha düşük frekanslara ulaşıldığı görülmektedir.

Şekil 13: HAAR (5) Dalgacık Dönüşümü Katsayıları



Şekilde ilk 5 ölçek için Haar Dalgacık dönüşümü katsayıları gösterilmektedir. Şekilin dikey düzlemindeki sayılar kullanılan ölçeği yatay düzlemdekiler ise örneklem sayılarını belirtmektedir. Sıfır haricindeki katsayılar düşey çizgilere karşılık gelen noktacıklar ile gösterilmektedir. Yukarıdan aşağıya bakıldığında kullanılan yüksek bant geçiren filtreleri⁷ (high bandpass filter) aşağıdaki eşitliklerde verilmiştir. 1_K , K uzunluğunda birim (sadece 1'lerden oluşan vektör) vektör olarak tanımlanmaktadır.

$$h_{1,L} = \frac{(1,-1)}{\sqrt{2}}, h_{2,L} = \frac{(1,1,-1,-1)}{2}, h_{3,L} = \left(-\frac{1}{\sqrt{8}}, 1_4, \frac{1}{\sqrt{8}}, 1_4\right),$$

⁷ HAAR dönüşümünde düşük bant geçiren (low bandpass filter) filtresi ölçek filtresine eşittir. (Gencay ve diğerleri, 2001a: 113).

$$h_{4,L} = \left(-\frac{1}{16}, \frac{1}{16}, \frac{1}{16}, \frac{1}{16} \right), h_{5,L} = \left(-\frac{1}{\sqrt{32}}, \frac{1}{\sqrt{32}}, \frac{1}{\sqrt{32}}, \frac{1}{\sqrt{32}} \right).$$

İstatistiksel açıdan bakıldığında, bant geçirenlik filtreleri (band pass filter) korelasyonsuz tahmini dalgacık katsayılarının oluşturulmasını sağladığı için zaman serilerinin analizinde önemli bir rol oynamaktadır (Gençay ve diğerleri, 2001a: 116).

HAAR(5) dönüşümü sonrasında elde edilen detay verileri (d_i , $i=1,2,3,4,5$) ve yakınlık verilerine (a_i , $i=1,2,3,4,5$) ilişkin betimleyici istatistiklere Tablo 3’de yer verilmiştir.

Tablo 3: HAAR(5) Betimleyici İstatistikleri

	Ortalama	Medyan	Maksimum	Minimum	Standart Sapma	Ortalama Mutlak Sapma	Medyan Mutlak Sapma
Yt	0,00036	0,00013	0,03001	-0,04735	0,00707	0,00419	0,00524
d1	-0,00168	0,00042	0,02668	-0,04732	0,00728	0,00544	0,00434
d2	0,00200	0,00073	0,01620	-0,02084	0,00653	0,00497	0,00399
d3	0,00202	0,00077	0,02487	-0,02240	0,00753	0,00569	0,00459
d4	-0,00628	-0,00130	0,01337	-0,01406	0,00641	0,00525	0,00478
d5	-0,00182	0,00056	0,01211	-0,01671	0,00776	0,00611	0,00547
a1	-0,00152	0,00015	0,02132	-0,02021	0,00685	0,00541	0,00470
a2	-0,00070	0,00006	0,02500	-0,02818	0,00716	0,00546	0,00481
a3	-0,00131	0,00027	0,01377	-0,01745	0,00679	0,00549	0,00493
a4	-0,00561	-0,00043	0,01486	-0,02237	0,00710	0,00543	0,00458
a5	0,00435	0,00123	0,01098	-0,01959	0,00648	0,00506	0,00385

Dalgacık dönüşümü, bir dizi geçiren filtreleminin bir dalgacık fonksiyonuna bağlı olarak uygulanması ile elde edildiği için ters filtreleme yöntemi ile orijinal zaman serisinin yeniden yapılandırılmasına izin vermektedir. Bu uygulama dikey dalgacık dönüşümleri için basit olmasına rağmen sürekli dalgacık dönüşümleri için zaman ve ölçek kavramları açısından oldukça karmaşıktır (Torrence ve Compo, 1998: 68).

HAAR(5) dönüşümü sonrasında elde edilen detay verileri (d_i , $i=1,2,3,4,5$) ve yakınlık verileri (a_i , $i=1,2,3,4,5$) yeniden yapılandırılmıştır. Yeniden yapılandırılmış detay ve yakınlık verileri sırasıyla D_i ve A_i , ($i = 1,2,3,4,5$) olarak tanımlanmıştır. Dönüşüm sonrasında yeniden yapılandırılan detay ve yakınlık verilerin toplanması ile orijinal zaman serisi elde edilmektedir. Diğer bir deyişle yeniden yapılandırma ile ayrıştırılan her bir değişken orijinal veri seti ile aynı özelliklere sahip olacak şekilde yeniden yapılandırılmaktadır. Tablo 4’te betimleyici istatistiklere yer verilmiştir.

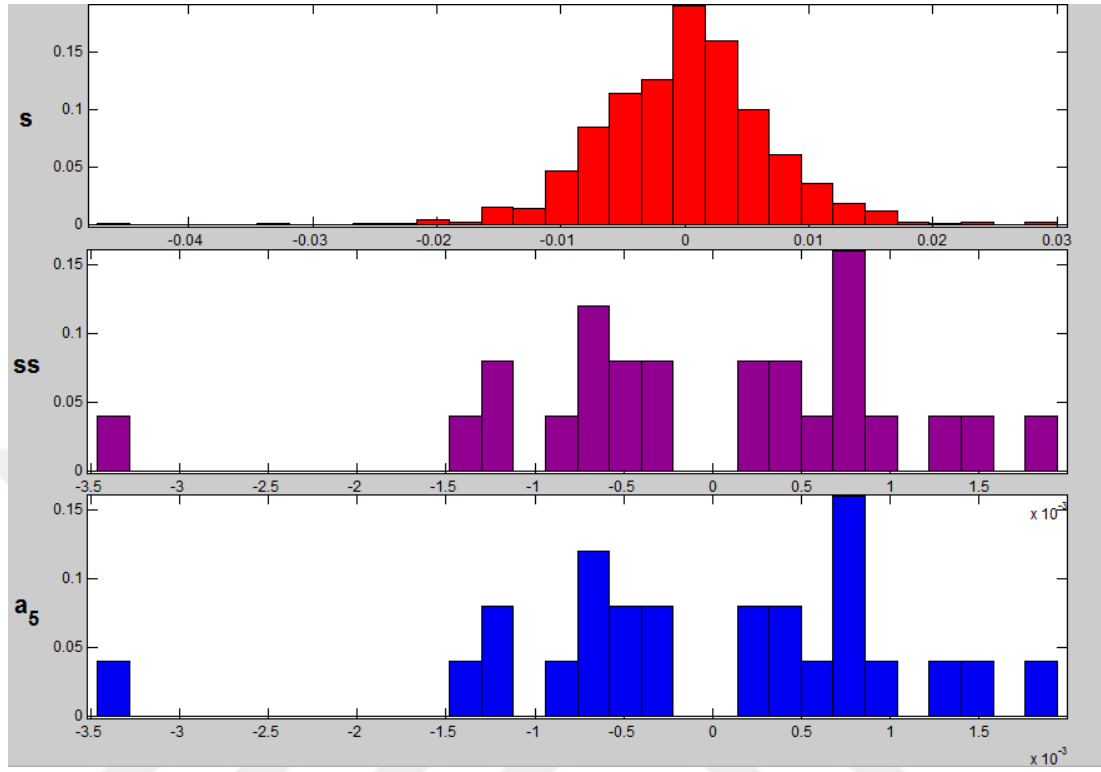
Tablo 4: Yeniden Yapılandırma Sonrası HAAR(5) Betimleyici İstatistikleri

	Ort	Medyan	Maksimum	Minimum	Standart Sapma	Ortalama Mutlak Sapma	Medyan Mutlak Sapma
ss		0,00022	0,00194	-0,00346	0,00112	0,00089	0,00068
D1		0	0,03346	-0,03346	0,00514	0,00384	0,00307
D2		0	0,01042	-0,01042	0,00326	0,00250	0,00204
D3		0	0,00879	-0,00879	0,00265	0,00202	0,00156
D4		0	0,00351	-0,00351	0,00162	0,00134	0,00122
D5		0	0,00295	-0,00295	0,00135	0,00109	0,00092
A1		0,00011	0,01507	-0,01429	0,00484	0,00382	0,00332
A2		0,00031	0,0125	-0,01409	0,00357	0,00273	0,00241
A3		0,00096	0,00487	-0,00616	0,00239	0,00194	0,00174
A4		-0,00010	0,00371	-0,00559	0,00175	0,00135	0,00114
A5		0,00022	0,00194	-0,00346	0,00112	0,00089	0,00068

¶

Yapılandırma akabinde, gürültüden arındırma veya sıkıştırma işlemlerinin veriye uygulanması halinde yapılan uygulamalar sentezlenmiş sinyal (ss) üzerine kaydedilmektedir. Uygulamada sinyal gürültüden arındırılmış ve belirli eşik değerlerine bağlı olarak sıkıştırılarak sentezlenmiş sinyal üzerine kaydedilmiştir. Fakat bu uygulamalar sinyalin içinde barındırdığı özellikleri sığılaştırarak sinyalin düzleşmesini sağladığı için tercih edilmemiştir. Arındırma veya sıkıştırma daha çok gün içi ani değişim gösteren zaman serilerinin serinin yapısını bozan ani iniş ve çıkışlardan temizlemek için kullanılmaktadır. Sentezlenmiş sinyal ile yeniden yapılandırılmış yakınlık verisi A5'e ilişkin betimleyici istatistiklerin eşit olduğu Tablo 4'te görülmektedir. İlgili histogramlara Şekil 14'de yer verilmiştir.

Şekil 14: Sentezlenmiş Sinyal ve Yakınlık Histogramı



3.3.3 Modelleme ve Tahminleme

Uygulamanın ikinci bölümünde; ilk bölümünde elde edilen A5, D1, D2, D3, D4 ve D5 serileri ayrı ayrı incelenerek modellenmiştir. Dalgacık dönüşümünde temel prensip, kullanılan veri setinin ana özelliklerini kaybetmeksizin ayrıştırma sonucunda elde edilen detay ve yakınlık verilerine taşımaktır. İlk bölümde durağanlaştırılan veri setinin dalgacık dönüşümü sonrasında da durağanlık özelliğini koruması beklenmektedir. İlk olarak detay ve yakınlık serilerinin durağanlığı ADF, KPSS ve Phillips-Perron testleri kullanılarak sınanmış ve Tablo 5'deki test sonuçları elde edilmiştir.

Tablo 5:Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF	KPSS	Philips-Perron
A5	-4,0606***	2,3307	-4,1147***
D1	-48,5898***	0,0006**	-300,0836***
D2	-21,8960***	0,0019**	-152,1697***
D3	-13,0848***	0,0068**	-27,2099***
D4	-8,9375***	0,0263**	-10,0210***
D5	-6,2073***	0,1069**	-6,9206***

Not: ***, ** ve * işaretleri sırasıyla %1 , %5 ve %10 önem düzeylerinde sıfır hipotezinin reddedildiğini göstermektedir. %1, %5 ve %10 önem düzeylerine ait ADF birim kök testi kritik değerleri -3,97, -3,41, -3,13'tür. KPSS testi %5 anlam seviyesinde test kritik değeri 0,1460 olup ** işareti serinin durağan olmasını sınavan sıfır hipotezini reddedilmediğini göstermektedir. %1, %5 ve %10 önem düzeylerine ait Phillips Perron birim kök testi kritik değerleri -3,44, -2,86, -2,57'dir.

Tablo 5'deki test sonuçlarına bakıldığında KPSS testi dışındaki ADF ve Phillips Perron testleri A5 değişkeninin birim kök içermediğini yani durağan olduğunu göstermektedir. Diğer değişkenler için ise, tüm testler, birim kök içermediklerini yani durağan olduklarını göstermektedir. Dalgacık dönüşümü ana veri setini detay ve yakınlık verileri olarak ayrıştırması, dönüşüm sonrası elde edilen her bir veriye ayrı ayrı model kurma imkanı sağlamaktadır.

A5 üzerinde otokorelasyon etkisinin varlığından şüphelenilerek Ljung-Box Q testi ile Durbin Watson (DW) testleri yapılmıştır. Bununla birlikte, her bir değişkende değişen varyansın varlığı ARCH LM testi kullanılarak araştırılmıştır. Test sonuçlarına Tablo 6'da yer verilmiştir.

Tablo 6: Otokorelasyon ve Değişen Varyans Test Sonuçları

Değişkenler	Ljung-Box Q istatistiği (5)	Ljung-Box Q istatistiği (10)	Ljung-Box Q istatistiği (15)	Durbin Watson (DW) Testi	ARCH LM Testi
A5	3.243,7	5.375,3	6.623,5	0,0565**	766,9583**
D1	198,8	215,3	217,5	2,9888**	209,1040**
D2	301,7	302,3	304,9	1,4992**	469,1796**
D3	645,7	792,5	831,7	0,7046**	638,2283**
D4	1.075,4	1.591,2	1.792,2	0,3639**	695,4549**
D5	1.287,5	2.548,5	2.759,7	0,1790**	741,8588**

Not: Sırasıyla 5 ,10 ve 15 sıralı gecikmelerde (lags) otokorelasyonun varlığının sınavıldığı sıfır hipotezinin sırasıyla 11,0705, 18,3070 ve 24,9958 kritik değerleri için reddedilmediğini göstermektedir. ** %5 anlam seviyesinde DW test sonucunda p değerinin (p-value) sıfıra eşit olduğunu yani otokorelasyonun var olmadığını sınavan sıfır hipotezinin reddedildiğini göstermektedir. ARCH LM Testinde tablo değeri 3,8415 olup ** %5 anlam seviyesinde sıfır hipotezinin reddedildiğini göstermektedir.

Ljung-Box Q test ve Durbin Watson (DW) testleri kullanılarak artıkların bağımsız olup olmadığı incelenmiştir. Ljung-Box testi için χ^2 test istatistikleri ve parantez içinde olasılık değerleri tabloda verilmiştir. Tüm değişkenlerin her iki test için de bağımsız olduğu görülmektedir. Durbin Watson Testi %5 anlam seviyesinde yapılmış olup, otokorelasyonun olmadığı sıfır hipotezi her bir değişken için reddedilmiştir. Ayrıca, ARCH LM testi ile değişkenlerin hata terimlerinde değişen varyansın varlığı tespit edilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda temel bazı özellikleri belirlenen zaman serisinin volatilitesi, hata terimleri temel varsayımları sağlamadığı için klasik tahmin yöntemleri ile modellenip tahmin edilememektedir.

Seride karşılaşılan değişen varyans, kalın kuyruk, asimetri, kaldıraç etkisi vb. özellikleri modelleyebilecek koşullu değişen varyans modelleri ve bu modellerin tahmini ile volatilité öngörümü yapılmasına karar verilmiştir. Dalgacık dönüşümü ile elde edilen yapılandırılmış her bir veri seti için ARMA(p,q) modeline ek olarak serinin volatilitésinin modellenmesi ve bu model yardımıyla öngörüsünün yapılarak volatilitenin analizi için GARCH(p,q), GJR(p,q) ve EGARCH(p,q) modellerinden faydalanılacaktır. Bu kapsamda literatürde en çok kullanılan p=1,2,3 q=1,2,3 gecikme değerleri tercih edilmiştir. Model tahmin sonuçları Tablo 7 - Tablo 13'te gösterilmiştir.

Tablo 7: D1 Modelleri

Değişken	AR(1) GARCH (1,1)	AR(2) GARCH (1,1)	AR(1) EGARCH(1,1)	AR(2) EGARCH (1,1)
Sabit AR	0,0016 (0,0152)	0,0012 (0,0141)	-0,0182 (0,0158)	-0,0134 (0,0148)
AR(1)	-0,4575*** (0,0316)	-0,6454*** (0,0596)	-0,4785*** (0,0317)	-0,6467*** (0,0549)
AR(2)	-	-0,3451*** (0,0598)	-	-0,3324*** (0,0559)
Sabit GARCH	0,0132 (0,0034)	0,0094 (0,0033)	-0,1248 (0,0294)	-0,1232 (0,0351)
GARCH	0,8599*** (0,0298)	0,8931*** (0,0322)	0,9190*** (0,0191)	0,9254*** (0,0204)
ARCH	0,0714*** (0,0201)	0,0507*** (0,0167)	0,1548 *** (0,0369)	0,1365*** (0,0315)
Leverage	-	-	-0,1315 (0,0583)	-0,0971 (0,0487)
AIC	909,7301	830,5557	920,4398	840,3152
BIC	933,1532	858,6634	948,5475	873,1075
LogL	-449,8651	-409,2778	-454,2199	-413,1576

Not: *** %1, **%5, %10 seviyelerinde katsayılar istatistiki olarak anlamlıdır. İstatistiğe ilişkin standart hatalar parantez içerisinde verilmiştir.

Tablo 7’de tahmin sonuçları verilen ARCH ve GARCH modellerinden hangisinin D1 değişkeninin volatilitisini en iyi şekilde analiz ettiğini belirleyebilmek için model değerlendirme kriterlerine bakılmıştır. Tablo 7’de D1 değişkeni için ARMA-GARCH modellerine ilişkin katsayılar ve parametreler verilmektedir. Sabit terimler hariç olmak üzere diğer tüm değişken parametrelerinin %1 anlam seviyesinde anlamlı olduğu görülmüştür. GARCH model parametreleri arasında negatif değer almış olan modeller inceleme kapsamı dışında tutularak Tablo 7 kapsamına alınmamıştır. GARCH modelleri serilerdeki değişen varyansı modellemekle birlikte seri üzerindeki kaldıraç etkisini (asimetri etkisini) modellemekte yetersiz kalmaktadır. Asimetri etkisi, olumlu yada olumsuz haberlerin veri üzerindeki etkisinin aynı olmaması yani haberin veri üzerinde asimetrik etki oluşturması olarak yorumlanabilmekte ve bu etki finansal verilerde sık görülmektedir. Bu nedenle finansal piyasalara gelen haberlerin volatilité üzerindeki etkisini belirleyen parametreleri modellere eklenerek EGARCH modelleri kurulmuştur. Egarch modelin varlığını gösteren Leverage (1) katsayısının anlamlı çıkması modelde asimetri etkisinin varlığını kanıtlamaktadır.

D1 değişkenine ilişkin, Maksimum Olabilirlik Dağılımı kullanılarak Tablo 7’de oluşturulan modeller arasında en büyük Logaritmik Olabilirlik katsayısına sahip, en küçük Akaike (AIC) ve Bayes Bilgi kriterlerine (BIC) sahip model olan AR(2) GARCH (1,1) modeli seçilmiştir. Otoregresif Hareketli Ortalama Modelleri R^2 veya düzeltilmiş (adjusted) R^2 değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmakta en yüksek açıklayıcılığa sahip model en uygun model olarak seçilmektedir. Fakat, değişen varyansın varlığı durumunda R^2 parametresi doğru sonuç vermemekte GARCH modellerin bir arada kullanıldığı örneklerde dikkate alınmamaktadır.

Tablo 8: D2 Modelleri

Değ.	AR(1) EGARCH (1,1)	AR(2) GARCH (1,1)	AR(2) EGARCH (1,1)	AR(3) GARCH (1,1)	AR(3) EGARCH (1,1)
Sabit	-0,00161 (0,00664)	-0,00125 (0,00821)	-0,00861 (0,00871)	-0,00142 (0,00813)	-0,00252 (0,00838)
AR(1)	0,09765*** (0,03747)	0,35540*** (0,05176)	0,34159*** (0,04761)	0,43766*** (0,06697)	0,41968*** (0,05812)
AR(2)	-	-0,53527*** (0,05025)	-0,52888*** (0,04297)	-0,60063*** (0,05956)	-0,57657*** (0,04889)
AR(3)				0,13642*** (0,03351)	0,14911*** (0,03327)
Sabit	-1,3879*** (0,257875)	0,01644*** (0,00454)	-0,81261*** (0,20539)	0,01749*** (0,00540)	-0,89525*** (0,24134)
GARCH	0,47184*** (0,09881)	0,54492*** (0,10917)	0,70252*** (0,07449)	0,52427*** (0,13062)	0,67630*** (0,08752)
ARCH	0,85168*** (0,18286)	0,18759*** (0,05847)	0,33673*** (0,06616)	0,18355*** (0,06774)	0,33763*** (0,07798)
Leverage	-0,00153 (0,07922)	-	-0,02812 (0,04567)		-0,01640 (0,05017)
AIC	179,8873	-12,5412	11,1827	-27,5590	-5,4327
BIC	207,9949	15,5664	43,9750	5,2333	32,0442
Log L	-83,9436	12,2706	1,4086	20,7794	10,7163

Not: *** %1, **%5, *%10 seviyelerinde katsayılar istatistiki olarak anlamlıdır. İstatistiğe ilişkin standart hatalar parantez içerisinde verilmiştir.

Tablo 8’de tahmin sonuçları verilen ARMA (p,q) GARCH (P,Q) modellerinden hangisinin D2 değişkeninin volatilitesi en iyi şekilde analiz ettiğini belirleyebilmek için model değerlendirme kriterlerine bakılmıştır. Tablo 8’de D2 değişkeni için ARMA-GARCH modellerine ilişkin katsayılar ve parametreler verilmektedir. GARCH model parametreleri arasında negatif değer almış olan modeller inceleme dışında tutularak Tablo 8 kapsamına alınmamıştır. AR(1) EGARCH(1,1), AR(2) EGARCH(1,1) ve AR(3) EGARCH(1,1) modellerinde asimetrisinin varlığını gösteren Leverage (1) katsayısının %10 ve altındaki seviyelerde istatistiksel olarak anlamlı çıkmaması nedeniyle bu modeller seçilmemiştir. Ayrıca AR(1) GARCH (1,1) modelinde ise standart hatalar tanımlanan alt bandın dışında kaldığı için model sağlıklı olarak kurulamamıştır. Maksimum Olabilirlik Dağılımı kullanılarak Tablo 8’de oluşturulan modeller arasında en büyük Logaritmik Olabilirlik katsayısına sahip, en küçük Akaike ve Bayes Bilgi kriterlerine sahip model olan AR(3) GARCH (1,1) modeli olarak belirlenmiştir.

Tablo 9: D3 Modelleri

Değişken	AR(1) Mevsimsellik (4) SMA (12) GARCH (1,1)	AR(1) Mevsimsellik(4) SMA(12) EGARCH (1,1)	AR(1) Mevsimsellik(12) SMA (4) GARCH (1,1)	AR(1) Mevsimsellik(1 2) SAR (4) GARCH (1,1)	MA(1) Mevsimsellik (12) SAR(4) EGARCH (1,1)	AR(1) Mevsimsellik(4) SAR(12) GARCH (1,1)	AR(1) Mevsimsellik(4) SAR(12) EGARCH (1,1)
Sabit AR	0,00821388 (0,00517768)	0,00496355 (0,0084192)	-0,000236401* (0,000243331)	-0,000773424 (0,00494827)	-0,00935261 (0,0111853)	0,00672676 (0,00433614)	0,00860912 (0,00594669)
MA(1)					0,726615*** (0,0378493)	-	-
AR(1)	0,29904*** (0,0474803)	0,365849*** (0,0442448)	0,744386*** (0,0218723)	0,759219*** (0,0196506)	-	0,298895*** (0,0478281)	0,3717*** (0,0447936)
SMA (12)	0,190013*** (0,023684)	-0,166258*** (0,0231158)	-0,954099*** (0,0126375)	-	-	-	-
SAR(4)				-0,686476*** (0,0175985)	-0,48644*** (0,0241768)	-	-
SAR (12)					-	0,222774*** (0,0222306)	0,235629*** (0,0169919)
Sabit GARCH	0,00910378*** (0,00129272)	-0,266687*** (0,0355505)	0,000315913*** (0,0009087)	0,000384802*** (0,0000798)	-0,0511845*** (0,0197582)	0,00917504*** (0,00129159)	-0,268317*** (0,0390387)
GARCH	0,596047*** (0,027675)	0,877603*** (0,0144318)	0,950004*** (0,00768436)	0,955119*** (0,00586106)	0,98181*** (0,00631622)	0,588334*** (0,0300799)	0,877196*** (0,0164537)
ARCH	0,383207*** (0,0886725)	0,50539*** (0,073481)	0,0391005*** (0,00594617)	0,0344158*** (0,00506095)	0,153743*** (0,0230629)	0,38997*** (0,0910499)	0,495837*** (0,0718041)
Leverage	-	0,000767575 (0,0325823)	-		0,000744887 (0,0163487)	-	0,00851557 (0,0280859)
AIC	384,300	369,100	-670,800	-407,300	-194,100	376,500	363,500
BIC	412,400	401,900	-642,700	-379,200	-161,300	404,600	396,300
Log L	-186,1653	-177,5353	341,4047	209,6606	104,0509	-182,2323	-174,7744

Not: *** %1, ** %5, * %10 seviyelerinde katsayılar istatistiki olarak anlamlıdır. İstatistiğe ilişkin standart hatalar parantez içerisinde verilmiştir.

Tablo 9’da tahmin sonuçları verilen ARCH ve GARCH modellerinden hangisinin D3 değişkeninin volatilitesi en iyi şekilde analiz ettiğini belirleyebilmek için model değerlendirme kriterlerine bakılmıştır. Tablo 9’da D3 değişkeni için ARMA-GARCH modellerine ilişkin katsayılar ve parametreler verilmektedir. GARCH model parametreleri arasında negatif değer almış olan modeller inceleme kapsamı dışında tutularak Tablo 9 kapsamına alınmamıştır. D3 verisinin periodogramına bakıldığında belirli aralıklı dalgalanmalar dikkat çekmektedir. Bu dalgalanmaların sabit aralıkta olması ve dalga frekansının zamana bağlı olarak değişmemesi değişkenin mevsimsellik etkisi içerdiğini göstermektedir. Dolayısıyla AR(1) Mevsimsellik(4) SMA(12) EGARCH (1,1) modelinde asimetrisinin varlığını gösteren Leverage (1) katsayısının %10 ve altındaki seviyelerde istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. AR(1) Mevsimsellik(12) SMA(4) EGARCH(1,1) modelinde standart hataların alt bandın dışına çıkması nedeniyle model sağlıklı olarak kurulamamıştır. Mevsimsellik etkisinin değişken içinde olduğu durumlarda mevsimselliği gösteren katsayının yanı sıra mevsimsel hareketli ortalama (Seasonal Moving Average-SMA) ve Mevsimsel Otoregresif (Seasonal Autoregressive-SAR) parametreleri de modele eklenebilmektedir. Dolayısıyla D3 değişkeni için önceki değişkenlere kıyasla daha fazla model oluşturulmuş, en uygun modelin bulunması amacıyla 8 adet farklı model denenmiştir. Maksimum Olabilirlik Dağılımı kullanılarak Tablo 9’da oluşturulan modeller arasında en büyük Logaritmik Olabilirlik katsayısına sahip, en küçük Akaike ve Bayes Bilgi kriterlerine sahip model olan AR(1) Mevsimsellik(12) SMA (4) GARCH (1,1) modeli olarak belirlenmiştir.

Tablo 10: D4 Modelleri

Değişken	AR(1) Mevs(8) GARCH (1,1)	AR(1) Mevs (8) GJR (1,1)	AR(1) Mevs (12) SMA (4) GARCH (1,1)	AR(1) Mevs (12) SMA (4) GJR(1,1)
Sabit	-0,000942 (0,00426)	-0,000887 (0,00659)	0,000653 (0,00187)	5,295e-05 (0,00256)
AR(1)	0,72032*** (0,03717)	0,71888*** (0,03753)	0,78461*** (0,02057)	0,79133*** (0,01977)
SAR(8)			-0,68311*** (0,01746)	-0,68183*** (0,01725)
Sabit	0,00256*** (0,00102)	0,00257*** (0,00103)	0,000373*** (0,000089)	0,00038*** (0,00094)
GARCH	0,87122*** (0,04747)	0,8702*** (0,04813)	0,88351*** (0,02576)	0,88334*** (0,02663)
ARCH	0,03932*** (0,01796)	0,04352*** (0,02178)	0,04880*** (0,01251)	0,03306*** (0,00931)
Leverage	-	-0,00715 (0,01265)	-	0,02634*** (0,01066)
AIC	-599,100	-597,300	-1,944,800	-1,946,700
BIC	-575,700	-569,200	-1,916,700	-1,913,900
Log L	304,5421	304,6494	978,3968	980,3332

Not: *** %1, **%5, *%10 seviyelerinde katsayılar istatistiki olarak anlamlıdır. İstatistiğe ilişkin standart hatalar parantez içerisinde verilmiştir.

Tablo 10’da tahmin sonuçları verilen ARCH ve GARCH modellerinden hangisinin D4 değişkeninin volatilitesi en iyi şekilde analiz ettiğini belirleyebilmek için model değerlendirme kriterlerine bakılmıştır. Tablo 10’da D4 değişkeni için ARMA-GARCH modellerine ilişkin katsayılar ve parametreler verilmektedir. GARCH model parametreleri arasında negatif değer almış olan modeller inceleme kapsamı dışında tutularak Tablo 10 kapsamına alınmamıştır. D4 verisinin periodogramına bakıldığında Kısmi Otoregresyon Grafiği (Partial Autoregression-PAC)’nde 8. gecikme değerinden itibaren belirli aralıklarda dalgalanmalar dikkat çekmektedir. Bu dalgalanmaların sabit aralıkta olması ve dalga frekansının zamana bağlı olarak değişmemesi değişkenin mevsimsellik etkisi içerdiğini göstermektedir. Mevsimsellik etkisinin değişken içinde olduğu durumlarda mevsimselliği gösteren katsayının yanı sıra mevsimsel hareketli ortalama ve Mevsimsel Otoregresif parametreleri de modele eklenebilmektedir.

D4 değişkenine EGARCH ve GJR modelleri uygulandığında asimetrisinin varlığını gösteren Leverage katsayısının %10 ve altındaki seviyelerde istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla bu modellere Tablo 10’da yer

verilmemiştir. Maksimum Olabilirlik Dağılımı kullanılarak Tablo 10’da oluşturulan modeller arasında en büyük Logaritmik Olabilirlik katsayısına sahip, en küçük Akaike Bilgi Kriterine sahip model AR(1) Mevs.(12) SMA (4) GJR(1,1) iken en düşük Bayes Bilgi kriterlerine sahip model ise AR(1) Mevs (12) SMA (4) GARCH(1,1) olarak görülmektedir. Bu durumda log Likelihood değerine bakılarak karar verilebilmektedir. Benzer bazı çalışmalarda GJR modelinin asimetrik etkiyi modele dâhil etmesi nedeniyle böyle bir durumda GJR içeren model seçilmektedir. Dolayısıyla AR(1) Mevs (12) SMA (4) GJR(1,1) modeli seçilmiştir.

Tablo 11: D5 Modelleri

Değişken	MA(1) SAR(16) GARCH (1,1)	MA(1) SMA(16) GARCH (1,1)	MA(1) SMA(16) EGARCH (1,1)	MA(1) SMA(16) GARCH (0,1)
Sabit AR	0,00137 (0,00234)	0,00044 (0,00021)	0,00092*** (0,00025)	-0,00044 (0,00020)
MA(1)	0,68191*** (0,05093)	0,62168*** (0,05233)	0,64139*** (0,05064)	0,56384*** (0,04611)
SMA(16)	-	-0,99999*** (0,02016)	-0,93491*** (0,00849)	-0,99999*** (0,01927)
SAR(16)	-0,63072*** (0,01683)	-	-	-
Sabit GARCH	0,00077*** (0,00032)	0,00075*** (0,00019)	-1,96182*** (0,38763)	0,00092*** (0,00021)
GARCH	0,36494 (0,26685)	0,19589*** (0,20312)	0,66487*** (0,06199)	-
ARCH	0,48594*** (0,24072)	0,53781*** (0,22699)	0,70236*** (0,10935)	0,72607*** (0,13470)
Leverage	-	-	-0,05716 (0,06731)	-
AIC	-2,262,700	-2,710,700	-2,604,400	-2,705,200
BIC	-2,234,600	-2,682,600	-2,571,600	-2,681,800

Not: *** %1, **%5, *%10 seviyelerinde katsayılar istatistiki olarak anlamlıdır. İstatistiğe ilişkin standart hatalar parantez içerisinde verilmiştir.

Tablo 11’de tahmin sonuçları verilen ARCH ve GARCH modellerinden hangisinin D5 değişkeninin volatilitesi en iyi şekilde analiz ettiğini belirleyebilmek için model değerlendirme kriterlerine bakılmıştır. Tablo 11’de D5 değişkeni için ARMA-GARCH modellerine ilişkin katsayılar ve parametreler verilmektedir. GARCH model parametreleri arasında negatif değer almış olan modeller inceleme kapsamı dışında tutularak Tablo 11 kapsamına alınmamıştır. D5 verisinin

periodogramına bakıldığında 16. gecikme (lag) değerinden itibaren belirli aralıklarda dalgalanmalar dikkat çekmektedir. Bu dalgalanmaların sabit aralıkta olması ve dalga frekansının zamana bağlı olarak değişmemesi değişkenin mevsimsellik etkisi içerdiğini göstermektedir. Mevsimsellik etkisinin değişken içinde olduğu durumlarda mevsimselliği gösteren katsayının yanı sıra mevsimsel hareketli ortalama (Seasonal Moving Average-SMA) ve Mevsimsel Otoregresif (Seasonal Autoregressive-SAR) parametreleri de modele eklenebilmektedir.

D5 değişkenine MA(1) SMA(16) EGARCH (1,1) modeli uygulandığında asimetrisinin varlığını gösteren Leverage katsayısının %10 ve altındaki seviyelerde istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Maksimum Olabilirlik Dağılımı (Maximum Likelihood Estimation) kullanılarak Tablo 11’de oluşturulan modeller arasında en büyük Logaritmik Olabilirlik (Log Likelihood) katsayısına sahip, en küçük Akaike Bilgi Kriterine (AIC) ve Bayes Bilgi kriterlerine (BIC) sahip model ise MA(1) SMA (16) GARCH (1,1) olarak görülmektedir.

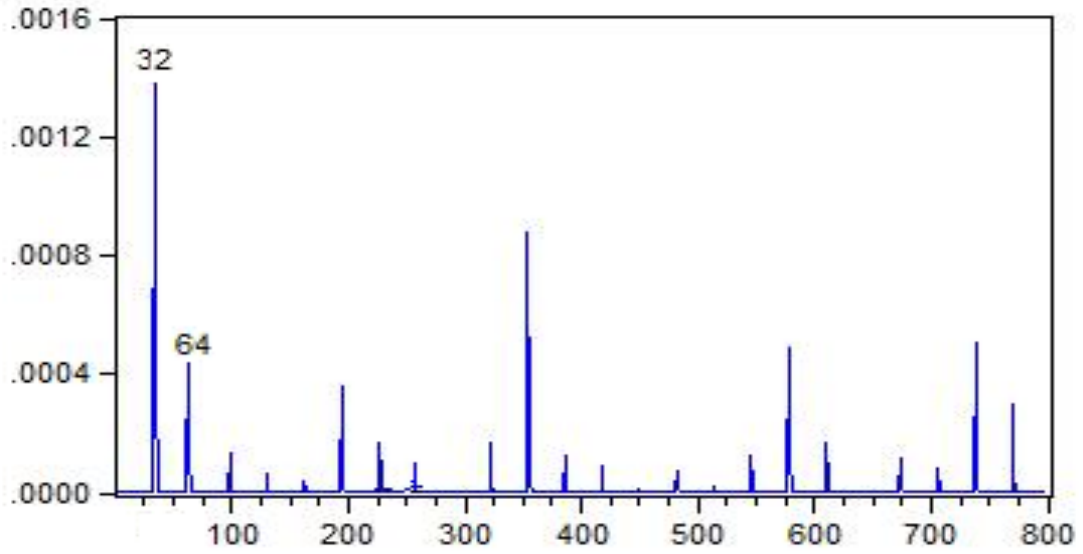
Tablo 12: A5 Modelleri

Değişken	SAR(32) GARCH (0,1)	MA(2) GARCH (1,1)	AR(1) EGARCH (1,1)	MA(2) EGARCH (1,1)
Sabit AR	-0,02416*** (0,00101)	0,02710*** (0,00154)	0,00174 (0,00131)	0,00145 (0,00167)
AR(1)			0,96604*** (0,00598)	
MA(1)	-	1,22786*** (0,03644)		1,24573*** (0,04038)
MA(2)	-	0,56075*** (0,03444)		0,59294*** (0,03622)
SAR(32)	-0,19882*** (0,01093)			
Sabit GARCH	0,00033*** (0,00010)	0,00017*** (0,00039)	-2,75634*** (0,34631)	-0,92015*** (0,19587)
GARCH	-	0,39072*** (0,13487)	0,63642*** (0,04630)	0,86111*** (0,02952)
ARCH	0,95187*** (0,16091)	0,60927*** (0,13411)	0,9815*** (0,03245)	0,51015*** (0,11271)
Leverage	-		-0,38673*** (0,05374)	-0,05036 (0,02717)
AIC	-2,023,100	-2,968,100	-3,630,400	-2,935,900
BIC	-2,004,400	-2,940,000	-3,602,200	-2,903,100
Log L	1015,5519	1490,0716	1821,1785	1474,9266

Not: *** %1, **%5, *%10 seviyelerinde katsayılar istatistiki olarak anlamlıdır. İstatistiği ilişkin standart hatalar parantez içerisinde verilmiştir.

Tablo 12’de tahmin sonuçları verilen ARCH ve GARCH modellerinden hangisinin A5 değişkeninin volatilitesi en iyi şekilde analiz ettiğini belirleyebilmek için model değerlendirme kriterlerine bakılmıştır. Tablo 12’de A5 değişkeni için ARMA-GARCH modellerine ilişkin katsayılar ve parametreler verilmektedir. GARCH model parametreleri arasında negatif değer almış olan modeller inceleme kapsamı dışında tutularak Tablo 12 kapsamına alınmamıştır.

Şekil 15: A5 Periodogramı



A5 verisinin periodogramına bakıldığında 32. gecikme (lag) değerinden itibaren belirli aralıklarda dalgalanmalar dikkat çekmektedir. Bu dalgalanmaların sabit aralıkta olması ve dalga frekansının zamana bağlı olarak değişmemesi değişkenin mevsimsellik etkisi içerdiğini göstermektedir. Fakat mevsimsellik etkisinin çok yüksek gecikmelerde görüldüğü durumlarda, etkinin sürekliliği ve gözlem sayısına bağlı olarak modellemede dikkate alınmayabilmektedir.

Tablo 12 asimetrinin varlığı ile birlikte negatif olayların pozitif olaylara kıyasla BIST 30 endeksi üzerinde 1,37 katı daha etkili olduğunu göstermektedir. Maksimum Olabilirlik Dağılımı kullanılarak Tablo 12’de oluşturulan modeller arasında en büyük Logaritmik Olabilirlik katsayısına sahip, en küçük Akaike Bilgi Kriterine ve Bayes Bilgi kriterlerine sahip model ise AR(1) EGARCH (1,1) olarak görülmektedir. SAR(32) GARCH (0,1) modelinin AIC ve BIC kriterleri daha düşük olduğu için bu

model her ne kadar mevsimsellik etkisini dikkate alsa da etkinin çok yüksek (32.) gecikmede olması nedeniyle A5 değişkenini AR(1) EGARCH (1,1) modeli kadar iyi açıklayamamaktadır.

Tablo 13: Dalgacık Dönüşümü Yapılmaksızın Veri Modelleri

Değişken	ARMA(1,1) GARCH (1,1)	ARMA(1,1) EGARCH (1,1)	ARMA(2,2) GARCH (1,1)	ARMA(2,2) EGARCH (1,1)
Sabit AR	0,00013 (0,00044)	-0,00014 (0,00030)	0,00022 (0,00046)	-0,00072 0,00064
AR(1)	-0,94172*** (0,07223)	-0,23669 (1,17046)	-0,04649*** (0,01380)	-1,68682*** 0,00178
AR(2)			-0,9763*** (0,0143671)	-0,99579*** 0,00158
MA(1)	0,934156*** (0,07486)	0,21039 (1,18216)	0,03739*** (0,01209)	1,68957*** 0,00366
MA(2)			0,98398*** (0,01202)	0,99999*** 0,00341
Sabit GARCH	0,3607e-06 (0,000000320)	-0,11899 *** 0,02369	4,607e-07 (3,47443e-07)	-0,11023*** 0,021167
GARCH	0,97501*** (0,00446)	0,98819*** 0,00243	0,96961*** (0,00532)	0,989004*** (0,00215)
ARCH	0,01615*** (0,00457)	-0,00296*** (0,00905)	0,01926*** (0,00537)	-0,00451*** (0,00869)
Leverage		-0,06885*** 0,00814		-0,06818*** (0,00756)
AIC	-5,688,000	-5,715,900	-5,688,400	-5,727,600
BIC	-5,659,900	-5,683,100	-5,655,600	-5,690,100
Log L	2850,0216	2864,9250	2851,2169	2871,7830

Not: *** %1, **%5, *%10 seviyelerinde katsayılar istatistiki olarak anlamlıdır. İstatistiğe ilişkin standart hatalar parantez içerisinde verilmiştir.

Tablo 13’de tahmin sonuçları verilen ARCH ve GARCH modellerinden hangisinin BIST 30 getiri volatilitesi en iyi şekilde analiz ettiğini belirleyebilmek için model değerlendirme kriterlerine bakılmıştır. Tablo 13’te dönüşüm yapılmamış durağan veri için ARMA-GARCH modellerine ilişkin katsayılar ve parametreler verilmektedir. GARCH model parametreleri arasında negatif değer almış olan modeller inceleme kapsamı dışında tutularak Tablo 13 kapsamına alınmamıştır. ARMA(1,1) EGARCH (1,1) modelinde AR ve MA değişken katsayıları %10 ve altındaki anlam seviyelerinde istatistiksel olarak anlamsız çıkmaktadır.

Maksimum Olabilirlik Dağılımı (Maximum Likelihood Estimation) kullanılarak Tablo 13’te oluşturulan modeller arasında en büyük Logaritmik

Olabilirlik katsayısına sahip, en küçük AIC ve BIC'e sahip model ise ARMA(2,2) EGARCH (1,1) olarak görülmektedir.

3.3.4 Dalgacık Dönüşümü ile Dönüşüm Yapılmaksızın Oluşturulan Modelin Karşılaştırılması ve Yorumlanması

Yukarıda 09.05.2013 - 15.07.2016 dönemine ilişkin BIST 30 endeks getirileri Dalgacık Dönüşümü ile yakınlık (A_i) ve detay (D_i) serilerine ayrıştırılmış, elde edilen her bir seri tek tek incelenerek veri yapısına uygun Otoregresif hareketli ortalama modelleri (ARMA (p,q)) ve Varyans Modellerinden (GARCH (P,Q) veya EGARCH (P,Q) veya GJR (P,Q)) belirlenmiştir. Bu modellerden yola çıkılarak 18.07.2016-26.09.2017 dönemine ilişkin 300 adet gözlem her bir detay ve yakınlık serisi için tahmin edilmiştir.

Ayrıştırılmış veri seti kullanılan filtrelemenin tersi alınmak suretiyle (ters dörtlü ayna filtrelemesi olarak metodolojide tanımlanmıştır.) tekrar birleştirilerek tek bir veri seti haline getirilmiştir. HAAR dalgacık dönüşümünün kesikli yapıda olması tahminlenen gözlem değerlerinin toplama işlemi yapılarak tek bir veri seti altında birleştirilmesine olanak vermektedir. Tahminen gözlemler aşağıdaki (4.3.1)fonksiyon kullanılarak birleştirilmiştir.

$$\widehat{Y}W_t = \widehat{D}1_t + \widehat{D}2_t + \widehat{D}3_t + \widehat{D}4_t + \widehat{D}5_t + \widehat{A}5_t \quad (4.3.1)$$

Dalgacık dönüşümünün veri tahmin gücüne etkisinin incelenmesi amacıyla Dalgacık Dönüşümü yapılmadan BIST 30 endeks getirisi incelenerek Tablo 13'de belirtildiği üzere ARMA(2,2) EGARCH (1,1) modelinden yararlanılarak 300 adet gözlem ($\hat{Y}_t$) dinamik simülasyon üzerinden tahmin edilmiştir.

18.07.2016-26.09.2017 dönemi için her iki yöntemle ayrı ayrı tahmin edilen $\widehat{Y}W_t$ ile $\hat{Y}_t$ serileri gerçek dönem BIST 30 gün sonu endeks getiri değerleri (I_i) ile karşılaştırılmak suretiyle HAAR dalgacık dönüşümünün tahmin gücü üzerindeki etkisi Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error-MAE) ve Hataların Ortalama Karekökü (Root Mean Square Error-RMSE) kullanılarak Tablo 14'de incelenmiştir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (I_i - \widehat{Y}W_i)^2} \quad (4.3.2)$$

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |I_i - \widehat{Y}W_i| \quad (4.3.3)$$

Tablo 14: Karşılaştırma

	HAAR Yöntemi ile Tahmin	ARMA (2,2) EGARCH(1,1) Modeli Tahmin
MAE	0,0035	0,0037
RMSE	0,0049	0,0052

Tablo 14’de görüldüğü üzere 18.07.2016-26.09.2017 döneminde RMSE ve MAE değerleri HAAR dönüşümü sonrasında ARMA-GARCH modellerinin uygulanması ile elde edilen tahmin serisi için daha küçük olmakla birlikte, HAAR dalgacık dönüşümü ile ARMA (2,2) EGARCH(1,1) modeline kıyasla gerçek veriye daha uyumlu ve yakın tahminler elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır.

SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, 2013 dönemindeki olayların Türkiye finans piyasalarında yarattığı etkiler ile piyasaların çalkantılı sürece verdiği tepkilerin BIST 30 endeks değerlerindeki değişimleri üzerinden ele almaktır. İşlem hacmi ve piyasa değeri en yüksek 30 hisseden oluşturulan BIST 30 endeksi anlık olarak piyasadaki değişimleri yansıtmayı, Borsa İstanbul VIOP piyasasında dayanak varlığı BIST 30 endeksi olan opsiyon ve vadeli işlem sözleşmelerinin yüksek işlem hacmi ile likid olarak işlem görmesi ve literatürde BIST 30 endeksi üzerine Dalgacık Dönüşümü ile araştırma bulunmaması nedenleriyle, çalışma BIST 30 endeksi gün sonu değerleri üzerine uygulanmıştır. Uygulamada MATLAB programından yararlanılmış yazılan kodlar Ekler altında sunulmuştur. Endeks değerine ilk olarak birim kök testleri uygulanmış ve seri durağanlaştırılmıştır. Endeks getirileri Dalgacık Dönüşümü ile ayrıştırılarak elde edilen her bir detay ve yakınlık verisi tekrar durağanlık ve otokorelasyon testlerine tabi tutulmuştur. Değişken serilerinin yapısına bağlı olarak ARMA modelleri tahmin edilmiş ve bu modellerin artıklarına bağımsızlık ve değişen varyans testleri uygulanmıştır. Değişkenlerin hata terimlerindeki değişen varyans, değişkenin yapısına bağlı olarak, genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans modelleri ile tahmin edilmiştir. Bu modeller üzerinden gelecek tahminlemesi yapılan tüm değişkenler ters Dalgacık Dönüşümü fonksiyonu kullanılarak tek bir veri seti haline getirilmiştir. Son olarak, tahminlere ilişkin RMSE ve MAE değerleri ile tahmin yöntemleri karşılaştırılmıştır.

Çalışmada, endeks değerlerindeki değişimler Dalgacık Dönüşümü kullanılarak ele alınmıştır. Dalgacık dönüşümleri farklı frekanslarda ve ölçeklerde veri içerisindeki şoklar, sıçramalar, fiyatlarda ani yükselmeler, işletme faaliyetlerinin en düşük düzeye inmesi ve iflasların artması ile oluşan dalgalanmalar kriz ortamında ortaya çıkan tipik fiyat hareketlerini ayrıştırarak ayrı ayrı analiz etmek ve incelemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntem ile değişken içerisindeki her bir hareket frekans ve ölçeklemeye bağlı olarak, zaman kavramı gözetilerek kümelenmektedir.

İlk olarak fizik, mühendislik kollarında ve matematiksel alanlarda kullanılmaya başlanan dalgacık teorisi, baz aldığı filtreleme yöntemi ile veriyi birçok farklı ölçekleme yöntemini ve zamanı dikkate alacak şekilde ayrıştırarak, frekansların

düşük ve yüksek olmalarına bağlı olarak, durağan olmayan kısmının saptaması ve sınırlandırılması açısından güçlü bir yöntem olmakla birlikte finansal zaman serileri üzerinde uygulanması açısından da literatüre yeni bir bakış açısı getiren yeni bir tekniktir. Birçok ekonometrik modelleme yönteminde, zaman serisinin birim kök içermediği varsayımının dalgacık dönüşümlerinde aranmaması ile diğer ekonometrik modellerin dalgacık dönüşümüne kolaylıkla uygulanabilmesi ve herhangi bir kısıt içermemesi nedeniyle diğer modellere kıyasla daha avantajlıdır.

Dalgacık dönüşümünün temelini sinusoid fonksiyonlar oluşturmaktadır. Sinusoid fonksiyonlar (sinus ve cosinus fonksiyonlarının genel adı) yumuşak geçişli ve kolay tahminlenebilen fonksiyonlardır. Dalgacık dönüşümünde dalgacıkların düzensiz ve asimetrik yapı sergilemesi özellikle finansal zaman serilere daha kolay uyum sağlamasına neden olmaktadır. Ana dalgacığın belirli ölçekte ve zamanda kaydırılmasıyla ifade edilen dalgacık dönüşümü ile karmaşık veri seti basit fonksiyonlara özelliklerini kaybetmeksizin dönüştürülebilmektedir. Orijinal veride bulunan özellikler daha ön plana çıkarak daha uygun modelleme ve tahminleme imkanı sağlanmaktadır. Dönüşüm süreci, farklı zaman periyotlarında ayrıştırılan serinin mevsimsellik, yapısal kırılmalar ve oynaklık kümeleri açısından incelenmesi ile birlikte özellikle yerel ve küresel dinamiklerin analizlerinde avantaj sağlamaktadır.

BIST 30 endeks getirirleir üzerine dalgacık dönüşümüne ek olarak ARMA ve GARCH modelleri kullanılarak yapılmış bir çalışmanın mevcut olmaması, kriz döneminde finansal verilerden yararlanarak kriz döneminin süresi, büyüklüğü ve gelişimine ilişkin elde edilen modelin ve amprik bulguların yorumlanmasına ilişkin çalışmaların bulunmaması bu çalışmayı diğerlerinden ayırmaktadır.

Zaman serilerinin analizinde ardışık gözlemler arasındaki dalgalanmaların yakalanmasında Haar dalgacık dönüşümü diğer dalgacık ailelerine kıyasla yapısı gereği daha avantajlıdır (Jothimani ve diğerleri: 2015: 37). Haar dalgacık dönüşümü yönteminin kullanıldığı çalışmada zaman serisi 5. dereceden ayrıştırılarak beş detay serisi ile bir yakınlık serisi elde edilmiştir. Elde edilen seriler ARMA ve GARCH modelleri kullanılarak analiz edildiğinde 4. ve 5. düzeylerde detay verilerinin dağılımının normallikten uzaklaştığı ve kalın kuyruklu bir dağılım sergilediği görülmüştür. Dalgacık dönüşümünde diğer modellerde olduğu gibi normal dağılım varsayımına uyum gerektirmemektedir. 5. Dereceden ayrıştırma daha düşük frekanslı

yapısal özellikleri ortaya çıkarmıştır. 3. Seviyeden itibaren ayrıştırılan verilerde asimetri ve mevsimsellik görülmüştür. Bu durum, negatif olayların pozitif olaylara kıyasla BIST 30 endeksi üzerinde 1,37 katı daha etkili olduğunu göstermektedir. Mevsimsellik etkisinin ortaya çıkmasının akabinde ölçek arttıkça sayısal ve frekans büyüklüğü ve çeşitliliği açısından azalması piyasaların krize verdiği tepkinin normalleşmesi ve krizin boyutsal olarak şiddetinin azalması olarak yorumlanmaktadır. Çalışmada, ölçek değerlerindeki artışa rağmen mevsimsellik etkisinin özellikle hareketli ortalamaya bağlı olarak devam ettiği ayrıca mevsimsel çeşitliliğin ve periyotların arttığı dalgacık dönüşümü analizi ile ortaya çıkmıştır. Bu durum, krize verilen tepkinin henüz en şiddetli noktaya ulaşmadığı diğer bir değişle artçı depremlerin olmaya devam edeceğini mevsimsellik ve asimetrinin etkisiyle krizin enerjisinin henüz azalma noktasına gelmediğini ve ölçek ve frekanslar arasında taşınmaya devam ettiğini göstermiştir.

Son olarak, krizlerin finansal piyasalar üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu, bu etkinin incelenen verinin yapısı ve periyoduna bağlı olarak değişim gösterebildiği ve farklı kırılımlara sahip olduğu yapılan çalışmada görülmüştür. Ekonomi, sadece maliye politikaları, para politikaları, hazinenin teşvik politikaları, bankaların kredi politikaları, hükümetin ihracat ve ithalat politikaları ya da istihdam politikaları ile kısıtlı bir alan olmamakla birlikte, özellikle Türkiye ekonomisi krizlere karşı çok kırılğan bir yapıya sahiptir. Yatırımcıların bu tarz kriz dönemlerinde doğru yatırım yapabilmesi ya da önceden yaptıkları yatırımlara ilişkin nasıl bir yol izlemeleri gerektiğini belirleyebilmesi ve gelecek fiyat tahminin kriz döneminde tahmin edilmesi için dalgacık dönüşümünün kullanılması tavsiye edilmektedir. Bununla birlikte, dalgacık dönüşümü kullanılarak elde edilen tahminlerin gerçek veriler ile korelasyonunu daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bu çalışma, risk ile getiri arasındaki doğrusal olmayan ilişkinin ölçek bazlı öngörü ile daha etkin tahmin edildiğini göstermiştir. Bununla birlikte, önerilen method hibrid bir yapıya sahip olması nedeniyle karmaşık tabanlı veri analizlerinde diğer yöntemlere kıyasla daha etkindir.

32. ve 64. günler arasında krizin şiddetinde değişimlerin yaşandığı dolayısıyla sağlıklı bir tahmin için periyodun 32 ile 64 gün aralığında belirlenmesi önerilmektedir.

Bu çalışmanın diğerk dalgacık dönüşümü ailelerinin modellemeye dahil edilmesi, uzun hafıza varlığının dalgacık dönüşümlerinde test ve modelleme tekniklerinin incelenmesi ve yüksek frekanslı verilerde ölçek belirleme yöntemlerinin araştırılması ile farklı varyans modellerinin uygulanması hususlarında geliştirilmesi mümkündür.



KAYNAKÇA

Acemoglu, D., Cantoni D., Johnson, S. ve Robinson, J.A. (2011). The Consequences of Radical Reform: The French Revolution. *American Economic Review*. 101(7): 3286-3307.

Akıncı, A. (2014). Türkiye'nin Darbe Geleneği: 1960 ve 1971 Müdahaleleri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*. Nisan 9(1): 55-72.

Ardıç, H. (2004). *1994 Ve 2001 Yılı Ekonomik Krizlerin, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Bilançosunda Yarattığı Hareketlerin İncelenmesi*. (Yayınlanmamış Uzmanlık Tezi) Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Muhasebe Genel Müdürlüğü.

Arı, T. (1998). *Basra Körfezi ve Ortadoğu'da Güç Dengesi*. İstanbul: Alfa Yayınları.

Arı, T. (2004). *Geçmişten Günümüze Orta Doğu Siyaset, Savaş ve Diplomasi*. İstanbul: Alfa Yayınları.

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 Bakış / Ege Academic Review*.13(1): 113-124.

Ay, H. ve Uçar, Ö. (2015). Analysis Of The Three Global Economic Crises. *Dokuz Eylul University Journal of Graduate School of Social Sciences*. 17(1):11-32.

Aydemir,Ş.S. (2000). *İhtilalin Mantığı ve 27 Mayıs İhtilali*. İstanbul: Remzi Kitapevi.

Bağlıoğlu, A. (2013). Suriye'de Mezhep Hareketlerinin Güncel Siyaset Üzerine Etkileri. *e-Makalat Mezhep Araştırmaları Dergisi*, 6(2): 508.

Bank, B. (2011). Rusya’da 1905-1920 Yılları Arasında Tarihsel Dönüşüm ve Siyasal Tartışmalar. *YDÜ Sosyal Bilimler Dergisi*. IV (1): 4.

Bekcan, U. (2017). Gönülsüz Muhabbetten Dostluğa: 1949 Çin Devrimiyle Birlikte Sovyetler Birliği-Çin Komünist Partisi/Çin Halk Cumhuriyeti İlişkilerinin Değişen Yüzü. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. Sayı: 26: 371-387.

Bjornson ,B., Kim, H.S. ve Lee,K. (1999). Low and High Frequency Macroeconomic Forces in Asset Pricing. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 39:77-100.

Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*. 31(3): 307-327.

Boratav, K. ve Akyüz, Y. (2002). Türkiye’de Finansal Krizin Oluşumu. *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, Ağustos 2002: 14-45.

Bordo, M. (1987). Financial Crisis: Lesson from History, 5. *Uluslararası Garden Finans Konferansında sunulan tebliğ*, Aktaran. Kindleberger, Charles P. (2000). *Cinnet, Panik ve Çöküş Mali Krizler Tarihi*. İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.

Bouri, E. (2015). Oil Volatility Shocks and The Stock Markets of Oil-Importing MENA Economies: A Tale from The Financial Crisis. *Energy Economics* 51: 590-598.

Box, G.E.P. and Jenkins, G.M. (1976) *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. San Francisco: Holden-Day,

Box, G.E.P., Jenkins,G.M., Reinsel, G.C. ve Ljung,G.M. (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Brinegar, G.K. (1958). Farm Prices, Myth and Reality, *American Journal of Agricultural Economics*, 40(3): 768–771.

Buriev, A.A. ve Masih, M. (2015). *Impact of Arab Uprising on Portfolio Diversification Benefits at Different Investment Horizons for the Turkish Investors in Relation to the Regional Stock Markets: Multivariate GARCH-DCC and Wavelet Coherence Approaches*, MPRA Paper, 65233: 1-38. (<http://mpra.ub.uni-muenchen.de/65233/>)

Carr, E.H. (2013). *Lenin’den Stalin’e Rus Devrimi, 1917-1929*. Çev. Levent Cinemre. İstanbul: Yordam Kitap.

Chen, M.P., Chen, P. F. ve Lee, C. C. (2014). Frontier Stock Market Integration and the Global Financial Crisis. *North American Journal of Economics and Finance*. 29: 84-103.

Correa, J.M., Neto, A.C., Teixeira Junior, L.A., Franco, E.M.C ve Faria Jr, A.E. (2016). Time Series Forecasting with the WARIMAX- GARCH Method. *Neurocomputing*, 216: 805–815.

Cromwell, J. B., Labys, W. C. ve Terraza, M. (1994). *Univariate Tests for Time Series Models*. Thousand Oaks: Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Sciences.

Çandar, C. (1981). *Dünden Yarına İran*. İstanbul: Yalçın Yayınları.

Çavdar, T. (2004). *Türkiye’nin Demokrasi Tarihi*. 3. Baskı, Ankara: İmge Kitabevi Yayınları.

Çelebi, A.K. (1998). *Türkiye’de Ekonomik İstikrarsızlığın Dışsal-Yapısal Nedenleri ve İstikrar Politikaları*. Manisa: Emek Matbaacılık.

Çelik, A.H. (2015). Buazizi'den Rabia'ya, Trablus'tan Şam'a Arap Baharının Sonuçları Üzerine Bir Değerlendirme. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 6(2): 34-53.

Dajcman, S., Festic, M. ve Kavkler, A. (2012). Comovement Dynamics Between Central and Eastern European and Developed European Stock Markets during European Integration and Amid Financial Crises – A Wavelet Analysis. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*. 23(1): 22-32.

Davidson, R., Labys, W. C. ve Lesourd, J.-B. (1997). Wavelet Analysis of Commodity Price Behaviour. *Computational Economics*, 11 (1-2), 103-108.

Davis, E. P. (1995). *Debt, Financial Fragility and Systemic Risk, Revised And Expanded Edition*. Newyork: Oxford Univ. Press. Aktaran; Gup, Benton. E. (1998). *Bank Failures in The Major Trading Countries Of The World: Causes and Remedies*. Greenwood Publishing Group.

Daubechies, I. (1992). Ten Lectures on Wavelets. *CBSM-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics*. SIAM, Philadelphia.

Dickey, D. A., ve Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427–431.

Dickey, B. Y. D., ve Fuller, W. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49(4), 1057–1072.

Duchesne, P. (2006a). On Testing for Serial Correlation with a Wavelet-Based Spectral Density Estimator in Multivariate Time Series. *Econometric Theory*, 22 (4): 633-676.

Duchesne, P. (2006b). Testing for Multivariate Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Using Wavelets. *Computational Statistics & Data Analysis*, 51 (4): 2142-2163.

Durbin, J. ve Watson, G. S. (1950). Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression: I. *Biometrika*. 37(3/4): 409-428.

Dursun, D. (2005). Türk Demokrasisinde Kurumsallaşma Sorunu ve Krizleri Çözme Yöntemi Olarak Askeri Darbeler. *Muhafazakâr Düşünce*, Yıl 1(3-Kış): 175-196.

Ekinci, N.K. (2002). Kriz: Nereden Nereye? *İktisat, İşletme ve Finans Dergisi*, Mayıs 2002: 75-78.

Engle, R.F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of the United Kingdom Inflation. *Econometrica*. 5: 987-1008.

Ergi, M. (2002). Dünyada Yaşanan Ekonomik Krizlere Genel Bakış. *Yaklaşım*, 111: 30-34.

Erginay, A. (1998). *Kamu Maliyesi*. Ankara: Savaş Yayınları.

Fan, Y. ve Whitcher, B. (2003). A wavelet solution to the spurious regression of fractionally differenced processes. *Appl. Stoch. Model. Bus. Ind.* 19 (3), 171–183.

Fan, Y. ve Gencay, R. (2010). Unit Root Tests with Wavelets. *Econometric Theory*, 26 (5): 1305-1331.

Gao, R.X. ve Yan, R. (2011). *Wavelets Theory and Applications for Manufacturing*. Springer Science Business Media

Gençay, R., Gradojevic, N., Selcuk, F. and Whitcher, B. (2010). Asymmetry of Information Flow Between Volatilities across Time Scales. *Quantitative Finance*, 10 (8): 895-915.

Gençay, R., Selçuk, F. ve Whitcher, B. (2001a). *An Introduction to Wavelets and Other Filtering Methods in Finance and Economics*. San Diego: Academic Press.

Gençay, R., Selçuk, F. ve Whitcher, B. (2001b). Differentiating intraday seasonalities through wavelet multiscaling. *Physica A*. 289: 543–556.

Gençay, R. Selçuk, F. ve Whitcher, B. (2001c). Scaling properties of foreign exchange volatility. *Physica A*. 289: 249–266.

Gençay, R., Selçuk, F. ve Whitcher, B. (2005). Multiscale systematic risk. *Journal of International Money and Finance*. 24: 55–70.

Glosten, L.R., Jagannathan, R. ve Runkle, D.E. (1993). Relationship between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks, *The Journal of Finance*, 48(5): 1779-1801.

Gençay, R. ve Signori, D. (2015). Multi-scale tests for serial correlation. *J. Econometrics*, 184: 62–80.

Göçer, İ. ve Çınar, S. (2015). Arap Baharı'nın Nedenleri, Uluslararası İlişkiler Boyutu ve Türkiye'nin Dış Ticaret ve Turizm Gelirlerine Etkileri. *KAÜ İİBF Dergisi*. 6(10): 51-68.

Günel, M. (2003). Krizler, IMF'nin Rolü ve Türkiye. *Yeni Türkiye Dergisi*, Ekonomik Kriz Özel Sayısı II: 1030- 1031.

Haar, A. (1910). *Zur Theorie der orthogonalen Funktionensysteme*. *Math. Ann.* Springer 69- 331.

Hamid, M.H. ve Shabri, A. (2017). Wavelet Regression Model in Forecasting Crude Oil Price. *The 3rd ISM International Statistical Conference 2016 (ISM-III) AIP Conf. Proc.* 1842; American Institute of Physics: 030019-1–030019-8.

Hiç, M. ve Erdoğan, M. (2009). *Küresel ekonomik kriz ve Türkiye: küresel finansal kriz, küresel resesyon, ileriki yıllarda muhtemel gelişmeler ve krizin Türkiye ekonomisine etkileri*. İstanbul: Beykent Üniversitesi Yayınevi.

Hong, Y., (1996). Consistent testing for serial correlation of unknown form. *Econometrica*, 64 (4): 837–864.

Hong, Y. and Kao, C. (2004). Wavelet-Based Testing for Serial Correlation of Unknown Form in Panel Models. *Econometrica*, 72 (5): 1519-1563.

Hong Y. ve Lee, J. (2001). One-Sided Testing for ARCH Effects Using Wavelets. *Econometric Theory*, 17 (6): 1051-1081.

Huang, S.C. (2011) Integrating spectral clustering with wavelet based kernel partial least square regressions for financial modeling and forecasting. *Applied Mathematics and Computation*, 217(15):6755-6764.

İnan, E. A. (2002). Finansal Krizler, Serbest Kur ve Ekonomik Büyüme. *Bankacılar Dergisi*, 41: 54. Jothimani, D., Shankar R. ve Surendras, Y. (2015). Discrete Wavelet Transform-Based Prediction of Stock Index: A Study on National Stock Exchange Fifty Index. *Journal of Financial Management and Analysis*. 28(2): 35-49.

Karagöl, E.T. (2016). 15 Temmuz Darbe Girişimi ve Türkiye Ekonomisi, *Adam Akademi*, 6(2): 37-50.

Karluk, S. R. (2005). Küresel Dünya’da Ekonomik Kriz. *Yeni Türkiye Dergisi*. Ekonomik Kriz Özel Sayısı II: 1009.

Kazgan, G. (1995). *Yeni Ekonomik Düzendeki Türkiye’nin Yeri*. İstanbul: Altın Kitaplar Yayınevi.

Kepenek, Y. ve Yentürk, N. (2000). *Türkiye Ekonomisi*. Ankara: Remzi Kitapevi.

Kılıç, E., Aktar, E., Erdoğan, Y., Ertosun, M., Akadır, K., Kaya, E. ve Hasar, H. (2012). Arap Dünyasında Entropi: Tunus, Mısır, Libya ve Suriye’de Halk Ayaklanmaları, *Türkiye Uluslararası İlişkiler Çalışmaları-Yakın Doğu Araştırmalar Merkezi (TUIÇ-YADAM)*, Rapor No: 1.

Kınacı, İ. ve Genç, A. (2002). Hataları Değişen Varyanslı ve Otokorelasyonlu Lineer Olmayan Regresyonda Parametre Tahmini. *S.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*. 20: 55-68.

Kwiatkowski, D., Phillips, P.C.B., Schmidt, P. ve Shin, Y. (1992). Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative How Sure Are We That Economic Time Series Have a Unit Root. *Journal of Econometrics*. 54: 159-178.

Lahmiri, S. (2014). Wavelet low- and high-frequency components as features for predicting stock prices with backpropagation neural networks. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 26(2): 218-227.

Li, M. ve Gençay, R. (2017). Tests For Serial Correlation of Unknown Form in Dynamic Least Squares Regression with Wavelets. *Economics Letters*, 155: 104-110.

Ljung, G. M., ve Box, G. E. (1978). On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika*, 65(2): 297-303.

Metescu, A.M., Borisov, D. ve Banica, R.M. (2013). Forecasting Rates Of Return Using Geometric Brownian Motion During The Global Financial Crisis Period. *Metalurgia International*. 18(4): 134-137.

Misiti, M., Misiti, Y., Oppenheim, G., ve Poggi, J. M. (2004). *User’s Guide on Wavelet Toolbox 4 for MATLAB*. Matworks Incooperation.

Orhan, O. (2011). Suriye'de Demokrasi mi İç Savaş mı? Toplumsal - Siyasal Yapı, Değişim Senaryoları ve Türkiye. *Ortadoğu Analiz*, 3(29): 9.

Oygur, T. ve Ünal, G. (2017). Evidence of Large Fluctuations of Stock Return and Financial Crises from Turkey: Using Wavelet Coherency and Varma Modeling to Forecast Stock Return. *Fluctuation and Noise Letters*. 16(2): 1750020 (28 sayfa)

Öksüz, S. (2001). Doğu Asya Mucizesi'nin Dünü ve Krizin Bugünü Türkiye İçin Bazı Çıkarsamalar. *Ege Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1): 47-48.

Öner, İ. V., Yeşilyurt, M.K. ve Yılmaz, E.Ç. (2017). Wavelet Analiz Tekniği ve Uygulama Alanları. *Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg.* 7 (1): 42-56.

Öniş, Z. ve Aysan, A.F. (2000). Neoliberal globalisation, the nation-state and financial crises in the semi-periphery: A comparative analysis. *Third World Quarterly*, 21(1):119-139.

Örki, A. (2015). Suriye İç Savaşı Üstüne. *Trakya Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*. 4 (1): 67-96.

Özatay F. (2000). 2000-2002 Yıllarında Türkiye Ekonomisi: Sorunlar, makroekonomik Politikalar ve Beklentiler. *İktisat, İşletme ve Finans Dergisi*, 17-23.

Özatay, F. ve Sak, G. (2002). Banking Sector Fragility and Turkey's 2000-2001 Financial Crisis. *Brookings Trade Forum 2002; Brooking Institution Press*: 25.

Öztürkler, H. (2012). Tunus Ekonomisinin Genel Özellikleri, *Ortadoğu Stratejik Araştırmalar Merkezi (ORSAM) Ortadoğu Analiz*. 4(37): 52-59.

Percival, D. B. ve Walden, A. T. (2002). *Wavelet Methods for Time Series Analysis*. Cambridge University Press, Second Edition.

Patterson, K. (2000). *An Introduction to Applied Econometrics: A Time Series Approach*. Newyork: Palgrave.

Phillips, P. C. B., ve Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*. 75(2): 335-346.

Pusti, M. (2013). *Krizlerin Anatomisi ve Türkiye’de 2001-2008 Finansal-Ekonomik Krizleri Üzerine Bir İnceleme*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ramsay, D. ve Cohen, L.H. (1990). *The History of the American Revolutio*. Indianapolis: Liberty Fund Inc. eBook: 41-88.

Ramsey, J.B., Usikov, D. ve Zaslavsky, G. M. (1995). An Analysis of U. S. Stock Price Behavior Using Wavelets. *Fractals*, 3 (2): 377-389.

Ramsey, J.B. ve Zhang, Z. (1997). The Analysis of Foreign Exchange Rates Using Waveform Dictionaries. *Journal of Empirical Finance*, 4 (4): 341-372.

Ramsey, J.B. ve Lampart, C. (1998a). Decomposition of Economic Relationships by Time Scale Using Wavelets: Money and Income. *Macroeconomic Dynamics*, 2 (1): 49-71.

Ramsey, J.B. ve Lampart, C. (1998b). The Decomposition of Economic Relationships by Time Scale Using Wavelets: Expenditure and Income. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 3 (1): 23-42.

Rastogi, S. (2013). Long-Term Association of Stock Markets of Different Nations: An Empirical Study. *Vision: The Journal of Business Perspective*.17(4): 303-313.

Rifai, D.A. ve Haddad, M. (22.03.2015). What's Left of Syria. *Aljazeera*.
<http://www.aljazeera.com/indepth/interactive/2015/03/leftsyria150317133753354.html>, (12.03.2018)

Rosengren, E.S. ve Jordan, J.S. (2000). Building An Infrastructure For Financial Stability: An Overview. *Federal Reserve Bank Of Boston Conference Series*, 44: 3-5.

Schwartz, A. (1995). Systemic Risk and the Macroeconomy. Aktaran. Gup, Benton E. (1998). *Bank Failures in The Major Trading Countries of The World: Causes And Remedies*, Greenwood Publishing Group.

Schwert G. (1989). Tests for Unit Roots: A Monte Carlo Investigation. *Journal of Business and Economic Statistics*. 7: 147-159.

Sönmez, A. (2003). Türkiye Ekonomisinde İstikrar: Bugünü ve Yarını. *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*. Nisan 2003: 10-17.

Sundararajan, V. ve Balino. T. J.T. (1991). *Banking Crises: Cases and Issues*. Washington DC: IMF. Aktaran Gup, Benton E. (1998). *Bank Failures in The Major Trading Countries Of The World: Causes And Remedies*. Greenwood Publishing Group.

Tan, Z., Zhang, J., Wang, J. ve Xu, J. (2010). Day-ahead electricity price forecasting using wavelet transform combined with ARIMA and GARCH models. *Applied Energy*, 87: 3606–3610.

Tan, P., Chin, W.C. ve Galagedera, D.U.A. (2014) A wavelet-based evaluation of time-varying long memory of equity markets: A paradigm in crisis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 410: 345–358.

Topal, A. (2007). *Latin Amerika'yı Anlamak*. İstanbul: Yordam Kitap.

Topal, A. (2014). Meksika’da Tarım Politikaları ve Kırsal Mücadele Dinamikleri. 1. *ODTÜ Gelişme Dergisi*. 41:1-26.

Torrence, C. and Compo, G. P. (1998). A Practical Guide to Wavelet Analysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 79 (1): 61-78.

Tsai, D.M. ve Chiang, C.H. (2003). Automatic band selection for wavelet reconstruction in the application of defect detection. *Image and Vision Computing*, Vol. 21(5): 413-431.

Ural, M. (2003). Finansal Krizler ve Türkiye. *D.E.Ü.İ.İ.B.F.Dergisi*. Cilt:18(1):11-28.

UYGUR, E. (2000). 25 Yıldır Süren Yüksek Kronik Enflasyon ve Enflasyonla Mücadele: Hedefler Tutturulabilecek mi? *İktisat, İşletme, Finans*, Şubat: 167–170.

Voline, B.M. (2000). *Rus Devrimleri*. Çev. Ramazan Macit. İstanbul: Babil Yayınları.

Yaşa, M. (1980). Cumhuriyet Dönemi Türkiye Ekonomisi 1923-1978. İstanbul: Akbank Kültür Yayını.

Yay, T., Yay Gürkan G. ve Yılmaz, E. (2001). Küreselleşme Sürecinde Finansal Krizler Ve Finansal Düzenlemeler. *İstanbul Ticaret Odası*. 47: 41.

Yılmaz, H. (2014). *Tarih Boyunca İhtilaller ve Darbeler*. İstanbul: Timaş Yayınları.

Zumbach, G.O., Dacorogna, M. M., Olsen, J.O. ve Olsen,R.B. (2000). Measuring Shock in Financial Markets, *International Journal of Theoretical and Applied Finance*. 3(3): 347-355.

Wadi, S.A., Ismail, M.T. ve Karim, S.A.A. (2010). A Comparison Between Haar Wavelet Transform and Fast Fourier Transform in Analyzing Financial Time Series Data. *Research Journal of Applied Sciences*. 5(5):352-360.

WHITE, L.H. (2003). Küresel Finansal Piyasalar Ve Uluslararası Para Fonu (Çev. Ekrem Erdem), İçinde Kapitalizm ve Küresel Refah: Kapitalizm Kendini Savunuyor (Ed.), Ian Vásquez, *Liberte Yayınları*, 243-259.

Xue, Y., Gencay, R. ve Fagan, S. (2014). Jump Detection with Wavelets for High-frequency Financial Time Series. *Quantitative Finance*, 14 (8): 1427-1444.

Zhang,K., Gençay, R. ve Yazgan, M.E. (2017). Application of wavelet decomposition in time-series forecasting. *Economics Letters*, 158: 41–46.



EKLER

EK 1: Model Kurma

```
A5=100*A5';
T_A5 = length(A5);
Mdl_A5 = arima('ARLags',1,'Variance',egarch(1,1))
EstMdl_A5 = estimate(Mdl_A5,A5);
[res_A5,v_A5,logL_A5] = infer(EstMdl_A5,A5);

figure
subplot(2,1,1)
plot(v_A5)
xlim([0,T_A5])
title('Conditional Variance')

subplot(2,1,2)
plot(res_A5./sqrt(v_A5))
xlim([0,T_A5])
title('Standardized Residuals')

%forecast

[E0_A5,V0_A5] = infer(EstMdl_A5,A5);
[Y_A5,YMSE_A5,V_A5] =
forecast(EstMdl_A5,1000,'Y0',A5,'E0',E0_A5,'V0',V0_A5);
upper = Y_A5 + 1.96*sqrt(YMSE_A5);
lower = Y_A5 - 1.96*sqrt(YMSE_A5);

figure
subplot(2,1,1)
plot(A5,'Color',[.75,.75,.75])
hold on
plot(T_A5+1:T_A5+1000,Y_A5,'r','LineWidth',2)
plot(T_A5+1:T_A5+1000,[upper,lower],'k--','LineWidth',1.5)
xlim([0,T_A5+1000])
title('Forecasted Returns')
hold off
subplot(2,1,2)
plot(V0_A5,'Color',[.75,.75,.75])
hold on
plot(T_A5+1:T_A5+1000,V_A5,'r','LineWidth',2);
xlim([0,T_A5+1000])
title('Forecasted Conditional Variances')
hold off
%detail model kurma
D5=D5';
figure
subplot(2,1,1)
autocorr(D5)
subplot(2,1,2)
parcorr(D5)

[h_D5,p_D5,Qstat_D5,crit_D5] = lbqtest(D5,'Lags',[3,5,10,15])

%degisen varyans icin grafik ve test
%grafik
figure
subplot(2,1,1)
```

```

autocorr(D5.^2)
subplot(2,1,2)
parcorr(D5.^2)
%test
e_D5 = D5 - mean(D5);
[h_D5,p_D5,fStat_D5,crit_D5] = archtest(e_D5, 'Lags',2)
%h=1 ve p=0 reject ho null hypothesis

D5=100*D5;
T_d5 = length(D5);
Mdl_d5 = arima('ARLags',2, 'Variance', egarch(1,1), 'distribution',t)
EstMdl_d5 = estimate(Mdl_d5,D5);
[res_d5,v_d5,logL_d5] = infer(EstMdl_d5,D5);

figure
subplot(2,1,1)
plot(v_d5)
xlim([0,T_d5])
title('Conditional Variance')

subplot(2,1,2)
plot(res_d5./sqrt(v_d5))
xlim([0,T_d5])
title('Standardized Residuals')

%forecast
[E0_d5,V0_d5] = infer(EstMdl_d5,D5);
[Y_d5,YMSE_d5,V_d5] =
forecast(EstMdl_d5,1000, 'Y0',D5, 'E0',E0_d5, 'V0',V0_d5);
upper = Y_d5 + 1.96*sqrt(YMSE_d5);
lower = Y_d5 - 1.96*sqrt(YMSE_d5);

figure
subplot(2,1,1)
plot(D5, 'Color', [.75, .75, .75])
hold on
plot(T_d5+1:T_d5+1000,Y_d5, 'r', 'LineWidth',2)
plot(T_d5+1:T_d5+1000,[upper, lower], 'k--', 'LineWidth',1.5)
xlim([0,T_d5+1000])
title('Forecasted Returns')
hold off
subplot(2,1,2)
plot(V0_d5, 'Color', [.75, .75, .75])
hold on
plot(T_d5+1:T_d5+1000,V_d5, 'r', 'LineWidth',2);
xlim([0,T_d5+1000])
title('Forecasted Conditional Variances')
hold off

```

EK 2: D1 Modellemesi

```
D1=100*D1';
T_D1 = length(D1);

Mdl_D1 = arima('ARLags',1,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D1 = estimate(Mdl_D1,D1);
[res_D1,v_D1,logL1] = infer(EstMdl_D1,D1);

Mdl_D12 = arima('ARLags',1:2,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D12 = estimate(Mdl_D12,D1);
[res_D12,v_D12,logL12] = infer(EstMdl_D12,D1);

Mdl_D13 = arima('ARLags',1,'Variance',egarch(1,1))
EstMdl_D13 = estimate(Mdl_D13,D1);
[res_D13,v_D13,logL13] = infer(EstMdl_D13,D1);

Mdl_D14 = arima('ARLags',1:2,'Variance',egarch(1,1))
EstMdl_D14 = estimate(Mdl_D14,D1);
[res_D14,v_D14,logL14] = infer(EstMdl_D14,D1);

[aic,bic] = aicbic([logL1,logL12,logL13,logL14],[5,6,6,7],T_D1)
```

EK 3: D2 Modellemesi

```
D2=100*D2';
T_D2 = length(D2);

%figure
%subplot(2,1,1)
%autocorr(D2)
%subplot(2,1,2)
%parcorr(D2)

Mdl_D21 = arima('ARLags',1,'Variance',egarch(1,1))
EstMdl_D21= estimate(Mdl_D21,D2);
[res_D21,v_D21,logL1_d21] = infer(EstMdl_D21,D2);

Mdl_D22 = arima('ARLags',1:2,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D22= estimate(Mdl_D22,D2);
[res_D22,v_D22,logL22] = infer(EstMdl_D22,D2);

Mdl_D23 = arima('ARLags',1:2,'Variance',egarch(1,1))
EstMdl_D23 = estimate(Mdl_D23,D2);
[res_D23,v_D23,logL23] = infer(EstMdl_D23,D2);

Mdl_D24 = arima('ARLags',1:3,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D24 = estimate(Mdl_D24,D2);
[res_D24,v_D24,logL24] = infer(EstMdl_D24,D2);

Mdl_D25 = arima('ARLags',1:3,'Variance',egarch(1,1))
EstMdl_D25 = estimate(Mdl_D25,D2);
[res_D25,v_D25,logL25] = infer(EstMdl_D25,D2);

Mdl_D26 = arima('ARLags',1,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D26 = estimate(Mdl_D26,D2);
[res_D26,v_D26,logL26] = infer(EstMdl_D26,D2);

[aic,bic] =
aicbic([logL1_d21,logL22,logL23,logL24,logL25,logL26],[6,6,7,7,8,5],
T_D2)
```

EK 4: D3 Modellemesi

```
load('C:\Users\acer\Desktop\doktora tez\matlab20ocak.mat')
D3=100*D3';
T_D3 = length(D3);

%figure
%subplot(2,1,1)
%autocorr(D3)
%subplot(2,1,2)
%parcorr(D3)

%[h_D3,p_D3,Qstat_D3,crit_D3] = lbqtest(D3,'Lags',[3,5,10,15])
Mdl_D31 =
arima('ARLags',1,'Seasonality',4,'SMALags',12,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D31= estimate(Mdl_D31,D3);
[res_D31,v_D31,logL1_d31] = infer(EstMdl_D31,D3);

Mdl_D32 =
arima('ARLags',1,'Seasonality',4,'SMALags',12,'Variance',egarch(1,1)
)
EstMdl_D32= estimate(Mdl_D32,D3);
[res_D32,v_D32,logL32] = infer(EstMdl_D32,D3);

Mdl_D33 =
arima('ARLags',1,'Seasonality',12,'SMALags',4,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D33 = estimate(Mdl_D33,D3);
[res_D33,v_D33,logL33] = infer(EstMdl_D33,D3);

Mdl_D34 =
arima('ARLags',1,'Seasonality',12,'SMALags',4,'Variance',egarch(1,1)
)
EstMdl_D34 = estimate(Mdl_D34,D3);
[res_D34,v_D34,logL34] = infer(EstMdl_D34,D3);

Mdl_D35 =
arima('ARLags',1,'Seasonality',12,'SARLags',4,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D35 = estimate(Mdl_D35,D3);
[res_D35,v_D35,logL35] = infer(EstMdl_D35,D3);

Mdl_D36 =
arima('MALags',1,'Seasonality',12,'SARLags',4,'Variance',egarch(1,1)
)
EstMdl_D36 = estimate(Mdl_D36,D3);
[res_D36,v_D36,logL36] = infer(EstMdl_D36,D3);

Mdl_D37 =
arima('ARLags',1,'Seasonality',4,'SARLags',12,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D37 = estimate(Mdl_D37,D3);
[res_D37,v_D37,logL37] = infer(EstMdl_D37,D3);

Mdl_D38 =
arima('ARLags',1,'Seasonality',4,'SARLags',12,'Variance',egarch(1,1)
)
EstMdl_D38 = estimate(Mdl_D38,D3);
```

```
[res_D38,v_D38,logL38] = infer(EstMdl_D38,D3);  
  
[aic,bic] =  
aicbic([logL1_d31,logL32,logL33,logL34,logL35,logL36,logL37,logL38],  
[6,7,6,7,6,7,6,7],T_D3)
```



EK 5: D4 Modellemesi

```
D4=100*D4';
T_D4 = length(D4);
%figure
%subplot(2,1,1)
%autocorr(D4)
%subplot(2,1,2)
%parcorr(D4)

Mdl_D41 = arima('ARLags',1,'Seasonality',8,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D41= estimate(Mdl_D41,D4);
[res_D41,v_D41,logL1_d41] = infer(EstMdl_D41,D4);

Mdl_D42 = arima('ARLags',1,'Seasonality',8,'Variance',gjr(1,1))
EstMdl_D42= estimate(Mdl_D42,D4);
[res_D42,v_D42,logL1_d42] = infer(EstMdl_D42,D4);

Mdl_D43 = arima('ARLags',1,'SARLags',8,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D43 = estimate(Mdl_D43,D4);
[res_D43,v_D43,logL43] = infer(EstMdl_D43,D4);

Mdl_D44 = arima('ARLags',1,'SARLags',8,'Variance',gjr(1,1))
EstMdl_D44 = estimate(Mdl_D44,D4);
[res_D44,v_D44,logL44] = infer(EstMdl_D44,D4);

[aic,bic] =
aicbic([logL1_d41,logL1_d42,logL43,logL44],[5,6,6,7],T_D4)
```

EK 6: D5 Modellemesi

```
D5=100*D5';
T_D5 = length(D5);

%figure
%subplot(2,1,1)
%autocorr(D5,50)
%subplot(2,1,2)
%parcorr(D5,50)

Mdl_D51 = arima('MALags',1,'SARLags',16,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D51= estimate(Mdl_D51,D5);
[res_D51,v_D51,logL1_d51] = infer(EstMdl_D51,D5);

Mdl_D52 = arima('MALags',1,'SMALags',16,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D52= estimate(Mdl_D52,D5);
[res_D52,v_D52,logL52] = infer(EstMdl_D52,D5);
%d52 garch katsay?s? anlams?z ç?k?yor
Mdl_D53 = arima('MALags',1,'SMALags',16,'Variance',egarch(1,1))
EstMdl_D53= estimate(Mdl_D53,D5);
[res_D53,v_D53,logL53] = infer(EstMdl_D53,D5);

%d53 de leverage anlams?z ç?k?yor.

Mdl_D54 = arima('MALags',1,'SMALags',16,'Variance',garch(0,1))
EstMdl_D54 = estimate(Mdl_D54,D5);
[res_D54,v_D54,logL54] = infer(EstMdl_D54,D5);

[aic,bic] = aicbic([logL1_d51,logL52,logL53,logL54],[6,6,7,5],T_D5)
```

EK 7: A5 Modellemesi

```
A5=100*A5';
T_A5 = length(A5);

%figure
%subplot(2,1,1)
%autocorr(A5,50)
%subplot(2,1,2)
%parcorr(A5,50)

Mdl_A51 = arima('SARLags',32,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_A51= estimate(Mdl_A51,A5);
[res_A51,v_A51,logL1_A51] = infer(EstMdl_A51,A5);

Mdl_A52 = arima('MALags',1:2,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_A52= estimate(Mdl_A52,A5);
[res_A52,v_A52,logL1_A52] = infer(EstMdl_A52,A5);

Mdl_A53 = arima('ARLags',1,'Variance',egarch(1,1))
EstMdl_A53 = estimate(Mdl_A53,A5);
[res_A53,v_A53,logL_A53] = infer(EstMdl_A53,A5);

Mdl_A54 = arima('ARLags',1:2,'Variance',egarch(1,1))
EstMdl_A54 = estimate(Mdl_A54,A5);
[res_A54,v_A54,logA54] = infer(EstMdl_A54,A5);

Mdl_A55 = arima('MALags',1:2,'Variance',egarch(1,1))
EstMdl_A55= estimate(Mdl_A55,A5);
[res_A55,v_A55,logA55] = infer(EstMdl_A55,A5);

Mdl_A56 = arima('ARLags',1,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_A56 = estimate(Mdl_A56,A5);
[res_A56,v_A56,logA56] = infer(EstMdl_A56,A5);

[aic,bic] =
aicbic([logL1_A51,logL1_A52,logL_A53,logA54,logA55,logA56],[4,6,6,7,
7,6],T_A5)
```

EK 8: ARMA GARCH Modellemesi

```
A5=100*A5';
T_A5 = length(A5);

D1=100*D1';
T_D1 = length(D1);
D2=100*D2';
T_D2 = length(D2);
D3=100*D3';
T_D3 = length(D3);
D4=100*D4';
T_D4 = length(D4);
D5=100*D5';
T_D5 = length(D5);

fp=300;
Mdl_A54 = arima('ARLags',1,'Variance',egarch(1,1))
EstMdl_A54 = estimate(Mdl_A54,A5);
[res_A54,v_A54,logA54] = infer(EstMdl_A54,A5);
[Y_A5,YMSE_A5,V_A5] = forecast(EstMdl_A54,fp,'Y0',A5);

Mdl_D1 = arima('ARLags',1:2,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D1 = estimate(Mdl_D1,D1);
[res_D1,v_D1,logL1] = infer(EstMdl_D1,D1);
[Y_D1,YMSE_D1,V_D1] = forecast(EstMdl_D1,fp,'Y0',D1);

Mdl_D24 = arima('ARLags',1:3,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D24 = estimate(Mdl_D24,D2);
[res_D24,v_D24,logL2] = infer(EstMdl_D24,D2);
[Y_D2,YMSE_D2,V_D2] = forecast(EstMdl_D24,fp,'Y0',D2);

Mdl_D33 =
arima('ARLags',1,'Seasonality',12,'SMALags',4,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D33 = estimate(Mdl_D33,D3);
[res_D33,v_D33,logL33] = infer(EstMdl_D33,D3);
[Y_D3,YMSE_D3,V_D3] = forecast(EstMdl_D33,fp,'Y0',D3);

Mdl_D44 = arima('ARLags',1,'SARLags',8,'Variance',gjr(1,1))
EstMdl_D44 = estimate(Mdl_D44,D4);
[res_D44,v_D44,logL44] = infer(EstMdl_D44,D4);
[Y_D4,YMSE_D4,V_D4] = forecast(EstMdl_D44,fp,'Y0',D4);

Mdl_D54 = arima('MALags',1,'SMALags',16,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_D54 = estimate(Mdl_D54,D5);
[res_D54,v_D54,logL54] = infer(EstMdl_D54,D5);
[Y_D5,YMSE_D5,V_D5] = forecast(EstMdl_D54,fp,'Y0',D5);

Forecast_new=(Y_A5+Y_D1+Y_D2+Y_D3+Y_D4+Y_D5)/100;
uiopen('C:\Users\acer\Desktop\doktora tez\doktora tez hazirlama
10072017\ham_asil.xlsx',1)
datafore=hamasil(801:end);
rmse_1=(Forecast_new-datafore).^2;
RMSE=sqrt((sum(rmse_1))/fp)
mae=sum(abs(Forecast_new-datafore))/fp
```

```

%[aic,bic] =
aicbic([logL1,logL2,logL33,logL44,logL54],[6,7,6,7,5],T_D1)
%tüm veri genel garch
hamasil=hamasil(1:800);
figure
subplot(2,1,1)
autocorr(hamasil)
subplot(2,1,2)
parcorr(hamasil)
[h_hamasil,p_hamasil,Qstat_hamasil,crit_hamasil] =
lbqtest(hamasil, 'Lags',[3,5,10,15])

%degisen varyans icin grafik ve test
%grafik
figure
subplot(2,1,1)
autocorr(hamasil.^2)
subplot(2,1,2)
parcorr(hamasil.^2)
%test
%e_ham = denemeasil - mean(denemeasil);
[h_ham2,p_ham2,fStat_ham2,crit_ham2] = archtest(hamasil, 'Lags',2)
%h=1 ve p=0 reject ho null hypothesis
%modelleme
Mdl_ham = arima('ARLags',1, 'MALags',1, 'Variance',garch(1,1))
EstMdl_ham = estimate(Mdl_ham,hamasil);
[res_ham,v_ham,logham] = infer(EstMdl_ham,hamasil);
[Y_hamasil,YMSE_hamasil,V_hamasil] =
forecast(EstMdl_ham,fp, 'Y0',hamasil);
rmse_2=(Y_hamasil-datafore).^2;
RMSE_2=sqrt((sum(rmse_2))/fp)
mae_2=sum(abs(Y_hamasil-datafore))/fp

```

EK 9: UYGULAMA VE TAHMİNLEME

```
%acf ve pacf grafikleri
%otokorelasyon için grafik ve test
A5=A5';
figure
subplot(2,1,1)
autocorr(A5)
subplot(2,1,2)
parcorr(A5)

[h_A5,p_A5,Qstat_A5,crit_A5] = lbqtest(A5, 'Lags', [3,5,10,15])

D1=D1';
figure
subplot(2,1,1)
autocorr(D1)
subplot(2,1,2)
parcorr(D1)

[h_D1,p_D1,Qstat_D1,crit_D1] = lbqtest(D1, 'Lags', [3,5,10,15])
D2=D2';
[h_D2,p_D2,Qstat_D2,crit_D2] = lbqtest(D2, 'Lags', [3,5,10,15])
D3=D3';
[h_D3,p_D3,Qstat_D3,crit_D3] = lbqtest(D3, 'Lags', [3,5,10,15])
D4=D4';
[h_D4,p_D4,Qstat_D4,crit_D2] = lbqtest(D4, 'Lags', [3,5,10,15])
D5=D5';
[h_D5,p_D5,Qstat_D5,crit_D5] = lbqtest(D5, 'Lags', [3,5,10,15])
%degisen varyans için grafik ve test
%grafik
figure
subplot(2,1,1)
autocorr(A5.^2)
subplot(2,1,2)
parcorr(A5.^2)
%test
e = A5 - mean(A5);
[h,p,fStat,crit] = archtest(e, 'Lags', 2)
%h=1 ve p=0 reject ho null hypothesis

%model kurma

%Mdl =
arima('Constant',0, 'ARLags',1, 'Variance',garch(1,1), 'Distribution', 't')
%EstMdl=estimate(Mdl,A5')
T = length(A5);
[res,v,logL] = infer(EstMdl,A5')
%figure
%subplot(2,1,1)
%plot(v)
%xlim([0,T])
%title('Conditional Variance')

%subplot(2,1,2)
%plot(res./sqrt(v))
```

```

%xlim([0,T])
%title('Standardized Residuals')
%t da??l?m?

Mdl_at = arima('ARLags',2,'Distribution','T')
EstMdl_at=estimate(Mdl_at,A5)
[res_at,v_at,logL_at] = infer(EstMdl_at,A5);

figure
subplot(2,1,1)
plot(v_g)
xlim([0,T])
title('Conditional Variance')

subplot(2,1,2)
plot(res_g./sqrt(v_g))
xlim([0,T])
title('Standardized Residuals')

%EGARCH
Mdl_eg = arima('Constant',0,'ARLags',1,'Variance',egarch(1,1))
EstMdl_eg=estimate(Mdl_eg,A5)
[res_eg,v_eg,logL_eg] = infer(EstMdl_eg,A5);

figure
subplot(2,1,1)
plot(v_eg)
xlim([0,T])
title('Conditional Variance')

subplot(2,1,2)
plot(res_eg./sqrt(v_eg))
xlim([0,T])
title('Standardized Residuals')

%GJR
Mdl_gjr =
arima('Constant',0,'ARLags',1,'Variance',gjr(1,1),'Distribution','t'
)
EstMdl_gjr=estimate(Mdl_gjr,A5)
[res_gjr,v_gjr,logL_gjr] = infer(EstMdl_gjr,A5);

figure
subplot(2,1,1)
plot(v_gjr)
xlim([0,T])
title('Conditional Variance')

subplot(2,1,2)
plot(res_gjr./sqrt(v_gjr))
xlim([0,T])
title('Standardized Residuals')

%MdlT = Mdl;
%MdlT.D
istribution = 't';

```

```
%EstMdlT = estimate(MdlT,A5', 'Variance0', {'Constant0',0.001});  
  
%compare model fit AIC&BIC  
  
[res_g,v_g,logL_g] = infer(EstMdl_g,A5);  
[res_eg,v_eg,logL_eg] = infer(EstMdl_eg,A5);  
[res_gjr,v_gjr,logL_gjr] = infer(EstMdl_gjr,A5);  
[aic,bic] = aicbic([logL_g,logL_eg,logL_gjr],[5,6,7],T)
```



EK 10: ORJİNAL VERİNİN MODELLENMESİ

```
hamasil=hamasil(1:800);

Mdl_ham1 = arima('ARLags',1,'MALags',1,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_ham1 = estimate(Mdl_ham1,hamasil);
[res_ham1,v_ham1,logham1] = infer(EstMdl_ham1,hamasil);

Mdl_ham2 = arima('ARLags',1,'MALags',1,'Variance',egarch(1,1))
EstMdl_ham2 = estimate(Mdl_ham2,hamasil);
[res_ham2,v_ham2,logham2] = infer(EstMdl_ham2,hamasil);

Mdl_ham3 = arima('ARLags',1:2,'MALags',1:2,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_ham3 = estimate(Mdl_ham3,hamasil);
[res_ham3,v_ham3,logham3] = infer(EstMdl_ham3,hamasil);

Mdl_ham4 = arima('ARLags',1:2,'MALags',1:2,'Variance',egarch(1,1))
EstMdl_ham4 = estimate(Mdl_ham4,hamasil);
[res_ham4,v_ham4,logham4] = infer(EstMdl_ham4,hamasil);

Mdl_ham5 = arima('ARLags',1,'MALags',1,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_ham5 = estimate(Mdl_ham5,hamasil);
[res_ham5,v_ham5,logham5] = infer(EstMdl_ham5,hamasil);

Mdl_ham6 = arima('ARLags',1,'MALags',1,'Variance',garch(1,1))
EstMdl_ham6 = estimate(Mdl_ham6,hamasil);
[res_ham6,v_ham6,logham6] = infer(EstMdl_ham6,hamasil);

[aic,bic] = aicbic([logham1,logham2,logham3,logham4],[6,7,7,8],800)
```

EK 11: TESTLER

```
d11_test=details(1,1:end);
d22_test=details(2,1:end);
d33_test=details(3,1:end);
d44_test=details(4,1:end);
d55_test=details(5,1:end);
a55_test=app(5,1:end);

[h_d1,pValue_d1,stat_d1,cValue_d1,reg_d1] = adfstest(d11_test);
[h_d2,pValue_d2,stat_d2,cValue_d2,reg_d2] = adfstest(d22_test);
[h_d3,pValue_d3,stat_d3,cValue_d3,reg_d3] = adfstest(d33_test);
[h_d4,pValue_d4,stat_d4,cValue_d4,reg_d4] = adfstest(d44_test);
[h_d5,pValue_d5,stat_d5,cValue_d5,reg_d5] = adfstest(d55_test);

[h_d1,pValue_d1,stat_d1,cValue_d1,reg_d1] = pptest(d11_test);
[h_d2,pValue_d2,stat_d2,cValue_d2,reg_d2] = pptest(d22_test);
[h_d3,pValue_d3,stat_d3,cValue_d3,reg_d3] = pptest(d33_test);
[h_d4,pValue_d4,stat_d4,cValue_d4,reg_d4] = pptest(d44_test);
[h_d5,pValue_d5,stat_d5,cValue_d5,reg_d5] = pptest(d55_test);

[h_d1,pValue_d1,stat_d1,cValue_d1,reg_d1] = kpsstest(d11_test)
[h_d2,pValue_d2,stat_d2,cValue_d2,reg_d2] = kpsstest(d22_test)
[h_d3,pValue_d3,stat_d3,cValue_d3,reg_d3] = kpsstest(d33_test)
[h_d4,pValue_d4,stat_d4,cValue_d4,reg_d4] = kpsstest(d44_test)
[h_d5,pValue_d5,stat_d5,cValue_d5,reg_d5] = kpsstest(d55_test)

[h_d1,pValue_d1,stat_d1,cValue_d1,reg_d1] = kpsstest(D1)
[h_d2,pValue_d2,stat_d2,cValue_d2,reg_d2] = kpsstest(D2)
[h_d3,pValue_d3,stat_d3,cValue_d3,reg_d3] = kpsstest(D3)
[h_d4,pValue_d4,stat_d4,cValue_d4,reg_d4] = kpsstest(D4)
[h_d5,pValue_d5,stat_d5,cValue_d5,reg_d5] = kpsstest(D5)
[h_d5,pValue_d5,stat_d5,cValue_d5,reg_d5] = kpsstest(A5)

[h_d1,pValue_d1,stat_d1,cValue_d1,reg_d1] = adfstest(D1)
[h_d2,pValue_d2,stat_d2,cValue_d2,reg_d2] = adfstest(D2)
[h_d3,pValue_d3,stat_d3,cValue_d3,reg_d3] = adfstest(D3)
[h_d4,pValue_d4,stat_d4,cValue_d4,reg_d4] = adfstest(D4)
[h_d5,pValue_d5,stat_d5,cValue_d5,reg_d5] = adfstest(D5)
[h_d5,pValue_d5,stat_d5,cValue_d5,reg_d5] = adfstest(A5)

[h,pValue,stat,cValue] = archtest(A5)
res=A5-mean(A5);
[h,pValue,stat,cValue] = archtest(res)
res=D5-mean(D5);
[h,pValue,stat,cValue] = archtest(res)
res=D1-mean(D1);
[h,pValue,stat,cValue] = archtest(res)
res=D2-mean(D2);
[h,pValue,stat,cValue] = archtest(res)
res=D3-mean(D3);
[h,pValue,stat,cValue] = archtest(res)
res=D4-mean(D4);
[h,pValue,stat,cValue] = archtest(res)

[p,d] = dwtest(A5,800)
[p,d] = dwtest(D5,800)
```

```

[p,d] = dwtest(D4,800)
[p,d] = dwtest(D3,800)
[p,d] = dwtest(D2,800)
[p,d] = dwtest(D1,800)

[h_hamasil,p_hamasil,Qstat_hamasil,crit_hamasil] =
lbqtest(hamasil, 'Lags', [3,5,10,15])
[h_D5,p_D5,Qstat_D5,crit_D5] = lbqtest(D5, 'Lags', [3,5,10,15])
[h_D4,p_D4,Qstat_D4,crit_D4] = lbqtest(D4, 'Lags', [3,5,10,15])
[h_D3,p_D3,Qstat_D3,crit_D3] = lbqtest(D3, 'Lags', [3,5,10,15])
[h_D2,p_D2,Qstat_D2,crit_D2] = lbqtest(D2, 'Lags', [3,5,10,15])
[h_D1,p_D1,Qstat_D1,crit_D1] = lbqtest(D1, 'Lags', [3,5,10,15])
[h_A5,p_A5,Qstat_A5,crit_A5] = lbqtest(A5, 'Lags', [3,5,10,15])

```

