T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ



FİNANSAL PİYASALAR ARASI OYNAKLIK YAYILIMININ ANALİZİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

İREM KESKİN

TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. AYŞEGÜL İŞCANOĞLU ÇEKİÇ

EDİRNE, 2023

Tezin Adı: Finansal Piyasalar Arası Oynaklık Yayılımının Analizi: Türkiye Örneği

Hazırlayan: İrem Keskin

ÖZET

Oynaklık, finansal varlık fiyatlarında meydana gelen fiyat değişimleridir. Oynaklık yayılımı ise, bir piyasada oluşan bir şokun diğer piyasalardaki oynaklığa olan etkisi olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda tezin konusunu, Türkiye için, finansal piyasalar arasındaki oynaklık yayılımının analizi oluşturmaktadır. Tez kapsamında, hisse senedi, döviz, ham petrol, değerli madenler piyasaları arasındaki oynaklık yayılımının varlığı araştırılmıştır. 01 Ocak 2013- 01 Ocak 2023 dönemini kapsayan günlük veriler Diebold ve Yılmaz Bağlantılılık Analizi yardımı ile analiz edilmiştir. Tezde, BIST100 endeksi, USD/TL ve EUR/TL kuru, Brent ham petrol fiyatı, dolar cinsinden spot altın ve spot gümüş fiyatı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, finansal piyasalar arasında çeşitli derecelerde oynaklık yayılımları tespit edilmiş ve raporlanmıştır. Tezin içeriğinde, oynaklık modellerinin karşılaştırmalı analizi yoluyla her seri için uygun model belirlenmiş ve oynaklık yayılımlarını tanımlamaya yönelik daha kesin bir yaklaşım sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Oynaklık, Oynaklık Yayılımı, Diebold ve Yılmaz

Thesis Name: Volatility Spillovers Between Financial Markets: The Case Of Türkiye

Prepared By: İrem Keskin

ABSTRACT

Volatility is the price changes that occur in financial asset prices. On the other hand, volatility spillover is defined as the effect of a shock in one market to the volatility in other markets. The subject of the thesis is the analysis of volatility spread among financial markets for Türkiye. Within the scope of the thesis, the existence of volatility spillovers among stock, foreign exchange, crude oil and precious metals markets are investigated. Daily data covering the period 01 January 2013 - 01 January 2023 are analyzed by using Diebold and Yılmaz Connectivity Analysis. In the thesis, BIST100 index, USD/TL and EUR/TL exchange rate, Brent crude oil price, spot gold and spot silver prices in dollar terms are used. As a result of the study, various degrees of volatility spillovers among financial markets are detected and reported. In the content of the thesis, the appropriate model for each series is determined through comparative analysis of volatility models and a more precise approach to defining volatility spreads is presented.

Keywords: Volatility, Volatility Spillovers, Diebold ve Yılmaz

ÖNSÖZ

Tezde, finansal piyasalar arasındaki oynaklık yayılımı Türkiye örneği dahilinde araştırılmıştır.

Çalışma süresi boyunca bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım ve tez süreci boyunca yol gösteren, büyük destek gördüğüm değerli danışman hocam Doç.Dr Ayşegül İŞCANOĞLU ÇEKİÇ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez boyunca, 2023/84 numaralı proje kapsamında destek sunan TÜBAP birimine ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca desteğini ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Adil OĞUZHAN'a, Dr. Öğretim Üyesi Yasemin KOLDERE AKIN'a, Dr. Öğretim Üyesi Havva GÜLTEKİN'e, Araş. Gör. Kübra KARADAĞ'a ve ayrıca jüri üyesi olarak değerli önerileri için Prof. Dr. Selçuk KOÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Her kararımda yanımda olan aileme sonsuz teşekkürler ve sevgiler…

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**

ABSTRACT ..... **ii**

ÖNSÖZ ..... **iii**

İÇİNDEKİLER ..... **iv**

KISALTMALAR LİSTESİ ..... **vi**

ŞEKİLLER TABLOSU ..... **ix**

TABLOLAR LİSTESİ ..... **xii**

GİRİŞ **1**

I. BÖLÜM **4**

1. OYNAKLIK KAVRAMI VE MODELLERİ **4**

1.1. Oynaklık *4*

1.2. Oynaklık Modelleri *7*

1.2.1. Tarihsel Oynaklık 8

1.2.2. Ranj- Tabanlı Oynaklık 9

1.2.2.1. Parkinson (PK, 1980) Oynaklık Modeli 10

1.2.2.2. Garman-Klass (GK, 1980) Oynaklık Modeli 11

1.2.2.3. Roger ve Satchell (RS, 1991) Oynaklık Modeli 11

1.2.2.4. Yang ve Zang (YZ, 2000) Oynaklık Modeli 12

1.2.3. Zımni Oynaklık 13

1.2.4. Üstel Ağırlıklı Hareketli Ortalama (EWMA) Modeli 14

1.2.5. Tek Değişkenli Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri 15

1.2.5.1. Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) Modeli 16

1.2.5.2. Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) Modeli 17

1.2.5.3. Üstel GARCH (EGARCH) Modeli 18

1.2.5.4. GJR-GARCH Modeli 19

1.2.5.5. Eşik Değerli GARCH (TGARCH) Modeli 20

1.2.5.6. Asimetrik Üslü ARCH (APARCH) Modeli 20

II. BÖLÜM 22

2. FİNANSAL PİYASALAR ARASI OYNAKLIK YAYILIMI 22

2.1. Döviz ve Hisse Senedi Piyasaları Arası Oynaklık Yayılımı 23

2.2. Ham Petrol ve Hisse Senedi Piyasaları Arası Oynaklık Yayılımı 33

2.3. Değerli Metaller ve Hisse Senedi Piyasaları Arası Oynaklık Yayılımı 43

III. BÖLÜM 49

3. DIEBOLD VE YILMAZ BAĞLANTILILIK ANALİZİ 49

3.1. Vektör Otoregresif Modeller (VAR) 49

3.1.1. Etki-Tepki Analizi 54

3.1.2. Tahmin Hatası Varyans Ayrıştırması 56

3.1.3. Granger Nedensellik Analizi 58

3.2. Diebold ve Yılmaz (2012) Bağlantılılık Analizi 59

3.2.1. Toplam Bağlantılılık Endeksi (Total Spillover Index, TCI) 61

3.2.2. Yönsel Yayılım (Directional Spillovers) 61

3.2.3. Net Yayılım (Net Spillovers) 62

3.2.4. Net Çift Yönlü Yayılım (Net Pairwise Spillovers) 62

3.2.5. Bağlantılılık Tablosu 63

IV. BÖLÜM 65

4. FİNANSAL PİYASALAR ARASI OYNAKLIK YAYILIMININ ANALİZİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ 65

4.1. Tanımlayıcı İstatistikler ve Testler 68

4.1.1. Fiyat Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler ve Testler 68

4.1.2. Getiri Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler ve Testler 78

4.2. Ranj Tabanlı Oynaklık Modelleri 85

4.2.1. Diebold- Yılmaz Koşulsuz Bağlantılılık Analizi 94

4.2.2. Diebold- Yılmaz Dinamik Bağlantılılık Analizi 98

4.3. GARCH Oynaklık Modelleri 114

4.3.1. Diebold- Yılmaz Koşulsuz Bağlantılılık Analizi 122

4.3.2. Diebold- Yılmaz Dinamik Bağlantılılık Analizi 125

SONUÇ 141

KAYNAKÇA 147

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	:	Amerika Birleşik Devleti
ADF	:	Genişletilmiş Dickey Fuller
AIC	:	Akaike Bilgi Kriteri (Akaike Information Criterion)
AOI	:	Avusturya Tüm Olağanlar Endeksi
APARCH	:	Asimetrik Güç ARCH
AR	:	Otoregresif
ARCH	:	Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
ASEAN-5 Ülkeleri	:	Malezya, Singapur, Filipinler, Endonezya, Tayland
Asya Ülkeleri	:	Hindistan, Sri Lanka, Çin, Hong Kong, Japonya
AUD	:	Avusturya Doları
BEKK	:	Baba, Engle, Kraft, Kroner (Parametrization) Çok Değişkenli Oynaklık Modeli
BEKK- GARCH	:	Baba, Engle, Kaft ve Kroner Çok Değişkenli Genelleştirilmiş Otoregresif Değişen Varyans Modeli
BIST100	:	Borsa İstanbul Pay Piyasası Endeksi
BSE	:	Bombay Menkul Kıymetler Borsası
BRICS Ülkeleri	:	Brezilya, Rusya, Çin,Güney Afrika, Hindistan
C- GARCH	:	Bileşik GARCH (Component GARCH)
DCC	:	Dinamik Koşullu Korelasyonlar
DCC-GARCH	:	Dinamik Koşullu Korelasyonlu Genelleştirilmiş Otoregresif Değişen Varyans Modeli
DİBS	:	Devlet İç Borçlanma Senetleri
DOW JONES	:	Dow Jones Industrials
ECM	:	Hata Düzeltme Modeli
EGARCH	:	Üssel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
EGARCH-X	:	X'e Bağlı İki Değişkenli Üstel Genelleştirilmiş Otoregresif Değişen Varyans Modeli
EURO	:	Avrupa Para Birimi
EURO Ülkeleri	:	Almanya, Avusturya, Belçika, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İrlanda, İspanya, İtalya, Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Portekiz, Slovakya, Slovenya ve Yunanistan
EWMA	:	Üstel Ağırlıklı Hareketli Ortalama Modeli
FIGARCH	:	Kesirli Bütünleşik GARCH

FTSE	:	Financial Times Stock Exchange 100 Index
G7 Ülkeleri	:	Amerika, Japonya, İngiltere, Almanya, Fransa, Kanada, İtalya'ya Ait Hisse Senedi Piyasa Endeksi
GARCH	:	Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
GARCH-M	:	Genelleştirilmiş Ortalamada Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
GED	:	Genelleştirilmiş Hata Dağılım (Generalized Error Distribution)
GHYP	:	Genelleştirilmiş Hiperbolik Dağılım (Generalized Hyperbolic Distribution)
GJR-GARCH	:	Glosten, Jagannathan Ve Runkle Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
GK	:	Garman- Klass Oynaklık Modeli
HQ	:	Hannan- Quinn
İMKB	:	İstanbul Menkul Kıymet Borsası
KOSPİ	:	Korea Composite Hisse Senedi Endeksi
Körfez Ülkeleri	:	Suudi Arabistan, Bahreyn, Katar, Irak, Kuveyt, Birleşik Arap Emirlikleri, İran ve Umman
KRW	:	Korean Won/US Dollar
MAE	:	Ortalama Mutlak Hatalar
MGARCH	:	Çok Değişkenli GARCH
MİST Ülkeleri	:	Endonezya, Güney Kore, Meksika, Türkiye
MSCI	:	Morgan Stanley Capital Index
MSE	:	Ortalama Hata Kareler
MSLE	:	Ortalama Logaritmik Hata Kareler
NIG		Normal Ters Gauss Dağılımı (Normal Inverse Gaussian)
PK	:	Parkinson Oynaklık Modeli
PP	:	Phillips Perron
RMSE	:	Ortalama Hata Kareler Kökü
RS	:	Roger ve Satchell Oynaklık Modeli
S&P 500	:	Amerika Piyasa Endeksi
S&P CNX NIFTY	:	Hindistan S&P CNX Nifty Endeksi
STD		Student-t Dağılımı
SVAR	:	Yapısal Vektör Otoregresif
TCI	:	Toplam Bağlantılılık Endeksi
TGARCH	:	Eşik Değerli Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans

TVP-VAR	:	Zamana Bağlı Değişen VAR
USD	:	Avrupa Para Birimi
VAR	:	Vektör Otoregresif Model
VAR-EGARCH	:	Vektör Otoregresif EGARCH
VAR-GARCH	:	Vektör Otoregresif GARCH
VECM	:	Vektör Hata Düzeltme Modeli
WTI	:	Ham Petrol Endeksi

ŞEKİLLER TABLOSU

Şekil 1. VAR Analizinin Aşamaları **52**
Şekil 2. BIST100 Kapanış Fiyat Serisine Ait Zaman Serisi Grafiği **68**
Şekil 3. USD Kapanış Fiyat Serisine Ait Zaman Serisi Grafiği **69**
Şekil 4. EUR Kapanış Fiyat Serisine Ait Zaman Serisi Grafiği **70**
Şekil 5. Brent Kapanış Fiyat Serisine Ait Zaman Serisi Grafiği **71**
Şekil 6. Altın Kapanış Fiyat Serisine Ait Zaman Serisi Grafiği **72**
Şekil 7. Gümüş Kapanış Fiyat Serisine Ait Zaman Serisi Grafiği..... **73**
Şekil 8. BIST100 Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Zaman Serisi Grafiği **78**
Şekil 9. USD Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Zaman Serisi Grafiği **79**
Şekil 10. EUR Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Zaman Serisi Grafiği **79**
Şekil 11. Brent Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Zaman Serisi Grafiği **80**
Şekil 12. Altın Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Zaman Serisi Grafiği..... **80**
Şekil 13. Gümüş Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Zaman Serisi Grafiği..... **81**
Şekil 14. BIST100 için Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği **88**
Şekil 15. USD için Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği..... **89**
Şekil 16. EUR için Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği..... **89**
Şekil 17. Brent için Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği..... **90**
Şekil 18. Altın için Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği..... **90**
Şekil 19. Gümüş Değişkeni için Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği **91**
Şekil 20. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Toplam Oynaklık Yayılım Grafiği **99**
Şekil 21. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan BIST100'e Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği **100**
Şekil 22. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan USD'ye Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği..... **101**
Şekil 23. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan EUR'ye Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği..... **101**
Şekil 24. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan Brent'e Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği..... **102**
Şekil 25. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan Altın'a Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği..... **102**
Şekil 26. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan Gümüş'e Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği **103**

Şekil 27. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş BIST100'den Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği **105**
Şekil 28. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş USD'den Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği .. **105**
Şekil 29. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş EUR'den Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği .. **106**
Şekil 30. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Brent'ten Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği .. **106**
Şekil 31. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Altın'dan Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği .. **107**
Şekil 32. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Gümüş'ten Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği **107**
Şekil 33. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş BIST100'den Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği **109**
Şekil 34. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş USD'den Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği **110**
Şekil 35. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş EUR'den Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği **110**
Şekil 36. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Brent'ten Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği **111**
Şekil 37. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Altın'dan Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği **111**
Şekil 38. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Gümüş'ten Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği **112**
Şekil 39. BIST100 için GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği **116**
Şekil 40. USD için GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği **116**
Şekil 41. EUR için GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği **117**
Şekil 42. Brent için GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği **117**
Şekil 43. Altın için GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği **118**
Şekil 44. Gümüş için GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği **118**
Şekil 45. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Toplam Oynaklık Yayılım Grafiği **126**
Şekil 46. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan BIST100'e Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği **127**
Şekil 47. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan USD'ye Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği **127**

Şekil 48. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan EUR'ye Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği **128**
Şekil 49. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan Brent'e Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği **128**
Şekil 50. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan Altın'a Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği **129**
Şekil 51. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan Gümüş'e Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği..... **129**
Şekil 52. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş BIST100'den Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği..... **131**
Şekil 53. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş USD'den Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği **132**
Şekil 54. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş EUR'den Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği **132**
Şekil 55. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Brent'ten Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği **133**
Şekil 56. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Altın'dan Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği **133**
Şekil 57. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Gümüş'ten Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği..... **134**
Şekil 58. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş BIST100'den Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği **136**
Şekil 59. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş USD'den Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği **136**
Şekil 60. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş EUR'den Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği **137**
Şekil 61. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Brent'ten Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği **137**
Şekil 62. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Altın'dan Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği **138**
Şekil 63. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Gümüş'ten Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği **138**

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Ranj Tabanlı Modeller İçin Semboller Ve Tanımları **9**
Tablo 2: Bağlantılılık Tablosu **64**
Tablo 3: Değişkenlere İlişkin Tanımlar **66**
Tablo 4: Kapanış Fiyat Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler **73**
Tablo 5: Kapanış Fiyat Serilerine Ait Normallik Testi Sonuçları **76**
Tablo 6: Kapanış Fiyat Serilerine Ait Birim Kök Testi Sonuçları **77**
Tablo 7: Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler **82**
Tablo 8: Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Normallik Testi Sonuçları **84**
Tablo 9: Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Birim Kök Testi Sonuçları **85**
Tablo 10: Ranj- Tabanlı Oynaklık Modelleri Karşılaştırılması **87**
Tablo 11: Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler **93**
Tablo 12: Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Bağlantılılık Tablosu **95**
Tablo 13: ARMA Model Seçimi **114**
Tablo 14: Oynaklık Model Seçimi **115**
Tablo 15: GARCH Oynaklık Modelleri Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler **120**
Tablo 16: GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Bağlantılılık Tablosu **122**

GİRİŞ

Günümüzde küreselleşme olgusunun yaygınlaşmasıyla birlikte ülkeler arası ilişkiler ve etkileşimler hızla gelişmektedir. Küreselleşme, ekonomik sistemleri ve ilişkileri kapsayan bir süreç olarak tanımlansada etkilediği alanların başında finansal piyasalar gelmektedir. Bunun temel nedeni finansal piyasaların entegrasyonudur. Diğer bir deyişle, küreselleşme ile birlikte, birçok finansal piyasa birbirlerine bağlı ve karşılıklı etkileşim içinde hareket etmeye başlamıştır. Bunun sonucunda ise bir ülkedeki finansal hareketlerin, şokların ve krizlerin artık sadece o ülkeyi değil, diğer ülkelerin ekonomik ve finansal sistemlerini de etkilediği gözlemlenmiştir (Değirmenci ve Abdioğlu, 2017).

Son yirmi yılda, finansal piyasalarda entegrasyon sonucunda birçok önemli kriz, ülkeler arasında yayılarak dünya çapında etkili olmuştur. Bu durum, finansal risklerin ölçülmesi ve tanımlanmasının önemini arttırmıştır (Tokat, 2013). Oynaklık, piyasalardaki yatırımcılar ve karar vericilerin karar alma süreçlerini etkileyen riskleri ölçmek için kullanılan en temel kavramdır. Genel olarak, oynaklık kavramı bir finansal varlığın ortalama etrafındaki değişkenliğini ve/ veya dağılımını ifade etmektedir. Başka bir deyişle, oynaklık bir finansal varlığın fiyatlarındaki yukarı veya aşağı yönlü hareketleri olarak da tanımlanabilmektedir. Oynaklık yayılımı ise piyasaların entegrasyonu sonucunda, bir piyasada yaşanan şokların ve krizlerin diğer finansal piyasaları etkilemesi ile ilgili bir tanımlamadır.

Finansal piyasalarda meydana gelen oynaklığın hangi durumlardan kaynaklandığına ilişkin açıklama yapmak ve oynaklığın ölçülmesi oldukça karmaşık bir süreçtir. Çünkü oynaklıklar, birçok faktörden ve her faktörden farklı derecelerde etkilenmektedir. Bu bağlamda, oynaklığın belirlenmesi ve oynaklığın yayılımı, finansal varlıkların performansını tahmin etmek isteyen yatırımcıların, araştırmacıların ve karar vericilerin büyük ilgisini çekmektedir. Tezin konusu da finansal piyasalar arası oynaklık yayılımının araştırılması oluşturmaktadır.

Tezin amacı, Türkiye örneği dahilinde finansal piyasalar arası oynaklık yayılımını araştırmaktır. Çalışmada, hisse senedi piyasası, döviz piyasaları, ham petrol piyasası ve değerli madenler piyasaları arasındaki oynaklık yayılımının varlığının araştırılması hedeflenmektedir. Bu amaçla, Türkiye için, hisse senetleri piyasasının bir göstergesi olarak BIST100 endeksi, döviz piyasalarının göstergeleri olarak USD/TL kuru ile EUR/TL kuru, ham petrol piyasasının bir göstergesi olarak Brent petrol fiyatları ve değerli madenler piyasalarının göstergeleri olarak spot altın fiyatları ile spot gümüş fiyatları 01 Ocak 2013 - 01 Ocak 2023 dönemi için ele alınmıştır. Tezde öncelikle, Ranj- Tabanlı oynaklık modelleri ve GARCH oynaklık modelleri kullanılarak her seri için uygun oynaklık modeli belirlenecektir. Daha sonra belirlenen modeller yardımı ile tahmin edilmiş oynaklık serileri kullanılarak, piyasalar arası oynaklık yayılımı Diebold ve Yılmaz Koşulsuz ve Dinamik Bağlantılılık Analizi yardımıyla araştırılacaktır.

Tez, literatüre çeşitli katkılar sunmaktadır. Öncelikle, Türkiye için kullanılan veri ve yöntemler açısından güncel ve özgün bir çalışmadır. Diğer taraftan, oynaklık modellerinin karşılaştırmalı analizi ile her seriye uygun modelin belirlenmesi ve bu modeller yardımıyla oynaklık yayılımının tanımlanması açısından daha doğru bir yaklaşım sunmayı hedeflemektedir.

Bölüm 1'de oynaklık kavramından bahsedilecek ve oynaklık modelleri tanıtılacaktır. Bu bölümde, oynaklık modelleriden, Tarihsel Oynaklık, Ranj- Tabanlı Oynaklık, Zımni Oynaklık, Üstel Ağırlıklı Hareketli Ortalama ve Tek Değişkenli Otoregresif Koşullu Değişen Varyans modelleri olmak üzere 5 alt başlıkta sunulacaktır. Ayrıca, Ranj- Tabanlı oynaklık modelleri ise kendi içinde sırasıyla, Parkinson (1980), Garman ve Klass (1980), Roger ve Satchell (1991), Yang ve Zang (2000) modelleri olmak üzere 4 bölüme ayrılarak sunulacaktır. Benzer şekilde, tek değişkenli otoregresif koşullu değişen varyans modelleri ise kendi içinde sırasıyla, Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH), Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH), Üstel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (EGARCH), Glosten, Jagannathan ve Runkle Genelleştirilmiş Otoregresif

Koşullu Değişen Varyans (GJR-GARCH), Eşik Değerli Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (TGARCH), Asimetrik Üslü ARCH (APARCH) şeklinde 6 bölüm halinde sunulacaktır.

Bölüm 2'de finansal piyasalar arası oynaklık yayılımı ve bu konuda mevcut güncel literatür özetine yer verilecektir. Bu bölümde, döviz ve hisse senedi piyasaları arası oynaklık yayılımı, ham petrol ve hisse senedi piyasaları arası oynaklık yayılımı, değerli metaller (altın ve gümüş) ve hisse senedi piyasaları arası oynaklık yayılımı olmak üzere üç başlık halinde sunulacaktır.

Bölüm 3'de çalışma yöntemi olarak kullanılan Diebold ve Yılmaz (2012) tarafından geliştirilen Bağlantılılık Analizi ve özellikleri tanıtılacaktır. Bu yöntem, Vektör Otoregresif (VAR) modellerine ve tanımlarına dayanmaktadır. Bu nedenle, bu bölümde ilk olarak, VAR Modelleri, Etki-Tepki Analizi, Tahmin Hatası Varyans Ayrıştırması ve Granger Nedensellik Analizi olmak üzere üç alt başlık halinde tanıtılacaktır.

Bölüm 4'te çalışmada kullanılan değişkenler ve bunların temel özellikleri incelenecektir. Bu bölümde öncelikle, fiyat ve getiri serilerinin tanımlayıcı istatistikleri ve testleri sunulacaktır. Daha sonra, Ranj- Tabanlı oynaklık modelleri tahmin edilecek ve en uygun oynaklık modeli MAE, MSE, RMSE ve MSLE kriterleri yardımı ile belirlenecektir. Tahmin edilen oynaklık serisi kullanılarak, Diebold-Yılmaz Koşulsuz ve Dinamik Bağlantılılık Analizi gerçekleştirilecektir. Son olarak, GARCH oynaklık modelleri kullanılarak Ranj- Tabanlı Oynaklık modellerinde uygulanan analiz aynı şekilde tekrar gerçekleştirilecektir.

I. BÖLÜM

1. OYNAKLIK KAVRAMI VE MODELLERİ

Oynaklık, finans alanındaki önemli kavramlardan biridir. Oynaklık, finansal riske ilişkin bir kavramdır ve piyasalarda meydana gelen dalgalanmalar oynaklıkta değişimlere sebep olmaktadır. Bu nedenle, oynaklık kavramını ve oynaklık modellerini anlamak önemlidir. Bu bölümde, öncelikle, oynaklık kavramı tanıtılacak ve daha sonra oynaklık modellerinden, sırasıyla, Tarihsel Oynaklık, Ranj- Tabanlı Oynaklık, Zımni Oynaklık, Üstel Ağırlıklı Hareketli Ortalama ve Tek Değişkenli Koşullu Değişen Varyans modelleri hakkında bilgi verilecektir.

1.1. Oynaklık

Oynaklık, finansal piyasalarda bir varlığın fiyatı hakkında belirsizlik yaratan, ani değişimlerden kaynaklanan yükselmeler ve düşüşler olarak tanımlanmaktadır (Poon ve Granger, 2003). Diğer bir ifadeyle oynaklık, finansal ürünlerin fiyatlarında gerçekleşen dalgalanmaları ölçmek ve açıklamak için kullanılan temel bir risk ve belirsizlik ölçüsüdür. Bu yüzden oynaklık ve risk kavramları birbiri ile ilişkilidir. Bu bağlamda, finansal varlığın fiyatındaki oynaklık ne kadar yüksekse, riskinin de o kadar büyük olacağı söylenebilmektedir (Mwuambuli vd. 2016).

Finansal piyasalardaki oynaklık kavramının yapısı, türü ve şoklar karşısındaki tepkisinin tanımlanması, yatırımcılar ve karar vericilerin hem yatırım ve risk yönetimi stratejilerini belirleyebilmeleri hem de geleceğe yönelik tahminlerde bulunabilmeleri açısından önemlidir (Baek vd. 2020). Bu yüzden oynaklığın doğru tahmin edilip modellenmesi ile riski minimuma indirmek önem arz etmektedir (Mwuambuli vd. 2016).

Oynaklık genellikle, (1)'de verildiği şekilde tanımlanan örneklem standart hatası ile ölçülmektedir (Poon ve Granger, 2003).

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{T-1}\sum_{i=1}^{T}(r_t - \mu)^2} \qquad (1)$$

Burada, r_t, t günündeki getiriyi göstermekte, μ ise T gözlem için ortalama getiriyi göstermektedir.

Bu risk ölçüsü, ilk defa 1952 yılında Harry Markowitz tarafından portföy optimizasyonunda kullanılmıştır (Markowitz, 1952). Bu çalışma ile temelleri atılan Modern Portföy Teorisi, finansal piyasalarda oynaklık kavramının önemine dikkat çekmiş ve oynaklığın öngörülmesi ile modellenmesi alanında zaman içinde birçok çalışma yapılmıştır. Özellikle de finansal piyasalarda yaşanan krizler ile birlikte oynaklığın önemi artarak çalışmalara konu olmaya devam etmektedir. Genel olarak literatürde oynaklığın tek tip bir tanımı ve modeli bulunmamaktadır. Shiller (1988) bunun nedenini finansal piyasa hareketlerine dair genel kabul görmüş bir teorinin olmamasına bağlamaktadır. Örneğin, Shiller (1988) oynaklığı yatırımcı psikolojisine bağlarken Etkin Piyasa Hipotezi piyasada bilgi akışı ile fiyat dalgalanmaları arasındaki pozitif ilişkinin oynaklık değişimine neden olduğuna dikkat çekmektedir. Diğer bir deyişle, Etkin Piyasa Hipotezine göre piyasada bilgi akışı hızlanırsa fiyat hareketlerinin sıklığı ve değişkenliği artacaktır. Ross (1989) ise arbitrajsız piyasa durumu için fiyatlardaki değişimin varyansının bilgi akış hızına eşit olacağını ispatlamıştır.

Oynaklıktaki değişimler yatırımcılar ve karar vericiler açısından önem arz etmektedir. Çünkü oynaklık değişimlerinde yatırımcılar yatırım stratejilerini değiştirmek zorunda kalabilmekte, özellikle kriz sonrasında riskli yatırımlardan kaçınabilmektedirler. Diğer taraftan, politika yapıcıları ise oynaklığı doğrudan azaltabilmek için çeşitli reformlar uygulamak zorunda kalabilmektedirler. Bu

nedenle modellerin geliştirilmesinde oynaklığın sebeplerinin araştırılması fayda sağlamaktadır. Oynaklıktaki değişimlerin birçok nedeni vardır. Bu nedenler Hasouna (2020) çalışmasında aşağıda verildiği gibi listelenmektedir.

Haber Duyuruları: Beklenmedik haberler, örneğin yatırım yapılan şirketin karının beklenilenden çok daha düşük olması, vb. durumlar, yatırımcıların yatırım stratejilerini değiştirmesine veya varlık portföyünün ağırlığını değiştirmesine neden olmaktadır. Bu da oynaklığın artmasına neden olur. Fakat bunun gibi haberlerden kaynaklanan yüksek oynaklık dönemleri genellikle kısadır. (Hasouna, 2020)

***Kaldıraç*:** Şirketlerin karşılamak zorunda oldukları toplam yükümlülüklerinin, toplam varlıklarına oranı kaldıraç oranı olarak adlandırılmaktadır. Eğer bir şirket hem borç hem de öz sermaye kullanılarak finanse ediliyorsa yalnızca öz sermaye, şirketin nakit akışlarındaki oynaklığı yansıtmaktadır. Bununla birlikte, şirketin öz sermayesi düştüğünde şirketin nakit akışlarındaki aynı oynaklığı daha düşük bir öz sermaye yansıtmak zorunda kalmaktadır (Hasouna, 2020).

***Oynaklık Geri Bildirimi*:** Bir varlığın fiyatı düştüğünde, bu varlığın fiyatının gelecekte artması beklenmektedir. Bu beklentiyi karşılamak için ise oynaklığın artması gerekmektedir. Diğer taraftan yatırımcı tarafından oynaklığı artan bir varlığın ilgi çekici olması için ise getirisinin yüksek yani fiyatının düşük olması beklenmektedir (Hasouna, 2020).

***Likidite azlığı*:** Piyasa doygun bir piyasa ise piyasada yaşanabilecek küçük bir negatif şok, talepte küçük bir düşüşe neden olabilmektedir. Ancak bu küçük talep düşüşü bile piyasa doygun olduğu için fiyatlar üzerinde büyük bir etki yaratmaktadır. Bu da oynaklığı arttırmaktadır (Hasouna, 2020).

***Durum Belirsizliği*:** Durum, savaş, kriz, salgın vb. koşullar altında belirsiz olmaktadır. Bu belirsizlik de yatırımcıların kararlarını ve stratejilerine neden olarak oynaklığı arttırmaktadır (Hasouna, 2020).

Finansal piyasalarda oynaklık ve risk birbiri ile ilişkili iki önemli kavramdır. Bu durum finansal piyasalar için de önemli hale gelmiştir. Bir varlığın oynaklığı yüksek olduğu kadar riskli olduğu kabul edilmektedir. Bu nedenle, yatırımcılar ve karar vericiler, yüksek oynaklık nedeniyle yatırım yapmaktan çekinmektedir. Bu bağlamda, yatırımcıların etkin yatırımlar yapabilmesi ve riski en aza indirebilmesi için oynaklığı tahmin edebilmesi, ölçebilmesi ve modellenmesi önemlidir. Bu amaçla bir alt bölümde oynaklık modelleri sunulacaktır.

1.2. Oynaklık Modelleri

Piyasada ve akademik araştırmalarda, oynaklık, getirilerin standart sapması ile tanımlanmakta ve finansal ürünlerin toplam riskinin bir ölçüsü olarak kabul edilmektedir. Oynaklık modellemesi için oynaklığın taşıdığı özellikleri tanımlamak önemlidir.

Oynaklık modelleri, finansal piyasalarda herhangi bir varlığın, belirli bir zaman aralığındaki riskini ölçmek için geliştirilmiş matematiksel fonksiyonlardır. (Jonkman vd. 2003)

Finansal piyasalardaki oynaklığın nedenlerinin belirlenerek modellenmesi zaman içinde çok sayıda modelin gelişmesine yol açmıştır. Bu bölümde, oynaklık analizinde kullanılmış modellerin matematiksel ifadeleri ele alınarak; her modelin avantajları ve dezavantajları, diğer modellere karşı güçlü ve zayıf yönleri ele açıklanmaya çalışılacaktır.

1.2.1. Tarihsel Oynaklık

Tarihsel oynaklık, finansal bir varlığın önceki dönemlerde ve belli bir zaman aralığında ortalamadan ne kadar saptığının, gözleme dayanan bir şekilde tahmin etmesini sağlayan en basit oynaklık türü olarak bilinir. Diğer bir deyişle tarihsel oynaklık, finansal varlıkların geçmiş dönem getirilerinin standart sapması ya da varyansı olarak bilinmektedir. Bu bağlamda tarihsel oynaklık, finansal varlıkların fiyatlarındaki geçmiş dönemin gelecek döneme gösterge olabileceği varsayımına dayanmaktadır. Tarihsel oynaklık modeli, her bir gözlem için aynı ağırlık ve homojenlik varsayımına dayanır ve (2)'de verildiği şekilde tanımlanmaktadır (Alexander, 2008).

$$\hat{\sigma}_t^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{r_{t-i}^2}{n} \tag{2}$$

Burada, $\hat{\sigma}_t^2$ tarihsel varyans tahmini, r_t t zamanındaki getiriyi, n dikkate alınan geçmiş dönem gözlem sayısını göstermektedir.

Yukarıdaki (2) numaralı denklemde sunulan varyansın karekökü alınarak tarihsel oynaklık modeli (3)'te verildiği şekilde elde edilmiştir.

$$\hat{\sigma}_t = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{r_{t-i}^2}{n}} \tag{3}$$

Tarihsel oynaklığın bazı dezanavatajları da bulunmaktadır. Getiri serilerinin kalın kuyruklu ve çarpık dağılım göstermesi tarihsel oynaklık modeli ile yapılan tahminlerin doğruluğunu olumsuz etkilemektedir. Diğer bir dezanavantajı ise, tarihsel oynaklığın zaman içinde sabit varsayılmasıdır (Soytaş ve Ünal, 2010).

1.2.2. Ranj- Tabanlı Oynaklık

Oynaklık modelleri genellikle, kapanış fiyatları kullanılarak hesaplanan günlük getirileri kullanmaktadır. Fakat sadece kapanış fiyatlarını kullanıldığında gün içi hareketlerin önemi ve etkisi göz ardı edilmiş olmaktadır. Gün içi verileri kullanmak bu eksikliği giderebilmekle birlikte maliyeti yüksek ve gün içi verilere erişim her zaman kolay olmayabilir. Gün içi değişimi modellemek için daha basit bir yaklaşım olarak, Ranj- Tabanlı Oynaklık modelleri geliştirilmiştir. Ranj (Aralık), günlük veya haftalık bir örnekleme aralığında en yüksek ve en düşük fiyatlar arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Ranj- Tabanlı Oynaklık modellerinde, gün içi Açılış (O), En Yüksek (H), En Düşük (L) ve Kapanış (C) fiyatları oynaklık hesaplamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. (Vinte vd. 2021).

Bu bölümde, sırasıyla, Parkinson (1980), Garman ve Klass (1980), Roger ve Satchell (1991), Yang ve Zang (2000) modelleri sunulacaktır. Modellere ait genel semboller ve tanımları Tablo 1'de listelenmektedir.

Tablo 1: Ranj Tabanlı Modeller İçin Semboller ve Tanımları[1]

Sembol	Tanımı
n	Oynaklık tahmininde kullanılan dönem sayısı
N	1 yıldaki toplam kapanış gün sayısı
μ	Kayma parametresi
C_t	t. günün kapanış fiyatı
O_t	t. günün açılış fiyatı
H_t	t. gün içi en yüksek fiyat
L_t	t. gün içi en düşük fiyat
$c_t = \ln C_t - \ln O_t$	t. gün için normalleştirilmiş kapanış fiyatı
$o_t = \ln O_t - \ln C_{t-1}$	t. gün için normalleştirilmiş açılış fiyatı
$u_t = \ln H_t - \ln O_t$	t. gün için normalleştirilmiş en yüksek fiyatı

[1] Garman, M. B., & Klass, M. J. (1980). On the Estimation of Security Price Volatilities from Historical Data. *The Journal of Business*, *53*(1), 67–78.

$d_t = \ln L_t - \ln O_t$	t. gün için normalleştirilmiş en düşük fiyatı

Bu modellerde T, iki kapanış arasında geçen işlem aralığını, diğer bir deyişle, bir önceki günün kapanış saati ile bugünün kapanışı arasında geçen süreyi göstermektedir. Her dönem iki bölüme ayrılır. Birinci bölümün oranı f ile gösterilir ve $(t-1)$. günün kapanış fiyatı ile t. günün açılışı arasındaki geçen sürenin toplam işlem aralığına oranını kapsamaktadır. İkinci bölümün oranı ise bu durumda $(1-f)$ ile gösterilir. Piyasa işlemleri, fT uzunluğundaki ilk bölümde sonlandırılır ve bu nedenle, bu aralıktaki (açılış öncesi) fiyat hareketi gözlemlenemez. Bir veri setindeki en yüksek ve en düşük fiyatlar, $(1-f)T$ uzunluğundaki ikinci bölümden elde edilmektedir (Garman ve Klass, 1980).

Piyasalarda açılış fiyatlarında sıçramalar görülebilmektedir. Bu sıçramaların sebebi, piyasaların gece ve bazı resmi tatillerde kapalı olmasından kaynaklanmaktadır. Piyasaların kapalı olduğu dönemlerde, kapalı olmayan diğer piyasalarda yaşanan ticari faaliyetler piyasaları etkileyebilmekte ve bu nedenle, önceki günün ya da tatil öncesi günün kapanış fiyatları ile bugünün açılış fiyatları arasında büyük farklılıklar olabilmektedir. Bu farklılıklar sıçrama olarak adlandırılmaktadır. Ranj- Tabanlı modellerde fT'nin gözlemlenemeyen açılış sıçramasına neden olabilecek, bir zaman dilimi olduğu dikkate alındığında, f açılış sıçramasının büyüklüğünün bir göstergesidir. Diğer bir deyişle; $f = 0$ durumu açılış sıçraması olmadığı, $f \to 1$ durumu ise açılış sıçramasının olduğunu belirtmektedir (Yang ve Wang, 2000).

1.2.2.1. Parkinson (PK, 1980) Oynaklık Modeli

Gelişmiş oynaklık modellerinin ilki, Parkinson (1980) tarafından geliştirmiştir. Bu model kapanış fiyatını dikkate almazken gün içi gözlemlenen en yüksek ve gün içi gözlemlenen en düşük fiyatları dikkate alarak oynaklık için bir

tahminci önermektedir. Bu tahminci, σ_{PK}^2 ile gösterilmekte ve (4)'te verildiği şekilde tanımlanmaktadır.

$$\sigma_{PK}^2 = \frac{N}{n}\sum_{t=1}^{n}\frac{1}{4\ln 2}(u_t - d_t)^2 \qquad (4)$$

Bu model başlangıç sıçramalarını ve kaymayı $(\mu = 0)$ dikkate almamaktadır.

1.2.2.2. Garman-Klass (GK, 1980) Oynaklık Modeli

Parkinson modelinde sadece açılış ve kapanış fiyatları dikkate alınmaktadır. Bu durum ise bu modelin en temel sorunudur. Garman ve Klass (1980), gün içi hareketleri de dikkate alarak bir model geliştirmiştir. Bu model, (5)'de verildiği şekilde tanımlanmaktadır.

$$\sigma_{GK}^2 = \frac{N}{n}\sum_{t=1}^{n}\left(\frac{1}{2}(\ln H_t - \ln L_t)^2 - (2\ln 2 - 1)c_t^2\right) \qquad (5)$$

Bu model Parkinson modeline benzer şekilde başlangıç sıçramalarını ve kaymayı $(\mu = 0)$ dikkate almamaktadır.

1.2.2.3. Roger ve Satchell (RS, 1991) Oynaklık Modeli

Roger ve Satchell (1991) modelinde sıfır olmayan kaymaya sahip finansal varlıklar için en yüksek, en düşük ve kapanış fiyatlarını dikkate alarak bir oynaklık modeli geliştirmiştir. Bu model (6)'da verildiği şekilde tanımlanmaktadır.

$$\sigma_{RS}^2 = \frac{N}{n}\sum_{t=1}^{n}\left(u_t(u_t - c_t) + d_t(d_t - c_t)\right) \quad (6)$$

Bu model Parkinson ve Garman-Klass modeline benzer şekilde başlangıç sıçramalarını dikkate almamaktadır.

1.2.2.4. Yang ve Zang (YZ, 2000) Oynaklık Modeli

Yang ve Zang (2000) çalışmasında hem Garman-Klass modelini açılış sıçramalarına izin vererek genişletmişler hem de birden çok döneme dayanan yeni bir oynaklık tahmincisi önermişlerdir. Bu tahminci limitte sapmasız, kaymadan bağımsız ve açılış sıçramalarında tutarlıdır. Ek olarak, Yang ve Zang (2000) bu tahmincinin benzer oynaklık tahmincileri arasında en küçük varyanslı olduğunu da göstermişlerdir.

Yang ve Zang'ın Garman-Klass genişletmesi (YZGK) (7)'te verilmiştir.

$$\sigma_{YZGK}^2 = \frac{N}{n}\sum_{t=1}^{n}\left(o_t^2 + \frac{1}{2}(u_t - d_t)^2 - (2\ln 2 - 1)c_t^2\right) \quad (7)$$

Yang ve Zang (YZ, 2000) oynaklık modeli, Kapanış-Açılış Oynaklık modeli ve Açılış-Kapanış Oynaklık modellerinin ağırlıklı ortalaması alınarak (8)'de verildiği şekilde tanımlanmıştır.

$$\sigma_{YZ}^2 = \sigma_0^2 + k\,\sigma_C^2 + (1-k)\sigma_{RS}^2 \quad (8)$$

Burada σ_0^2 ve σ_C^2'ye ait tanımlar, sırasıyla, (9)'da verilmiştir.

$$\sigma_o^2 = \frac{N}{n-1}\sum_{t=1}^{n}(o_t^2 - \mu_0)^2\,, \qquad \mu_0 = \frac{\sum_{t=1}^{n} o_t}{n}$$
$$\sigma_c^2 = \frac{N}{n-1}\sum_{t=1}^{n}(c_t^2 - \mu_c)^2\,, \qquad \mu_c = \frac{\sum_{t=1}^{n} c_t}{n} \tag{9}$$

Ayrıca, Yang ve Zang (2000), k sabitini, σ_{YZ}^2'yi minimum yapacak şekilde $k = \frac{0,34}{1,34+\frac{n+1}{n-1}}$ olarak seçmişlerdir.

1.2.3. Zımni Oynaklık

Zımni oynaklık modeli, tarihsel oynaklık modeli ile karşılaştırıldığında daha kompleks bir yapıya sahiptir ve daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Zımni oynaklık modelinde farklı olarak, oynaklığı tahmin etmek için geleceğe yönelik piyasa beklentileri kullanılmaktadır. Bu nedenle, yatırımcılara ve politika yapıcılara faydalar sunmaktadır (Brooks, 2014).

Zımni oynaklık modeli, Fisher Black ve Myron Scholes (1973) tarafından geliştirilen opsiyon fiyatlandırma modeline dayanmaktadır. Dolayısıyla, model yalnızca, üzerine opsiyon yazılmış olan finansal varlıkların oynaklığını açıklamak için kullanılabilmektedir .

Black- Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli (10)-(12)'de verildiği şekilde tanımlanmaktadır (Black ve Scholes, 1973).

$$C(S,T) = S\,N(d_1) - Ke^{-rT}\,N(d_2) \tag{10}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (11)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (12)$$

Burada, C, hisse senedi üzerine yazılı opsiyon ürününün bugünkü değerini, S, hisse senedinin bugünkü değerini, σ, hisse senedinin oynaklığını, T, opsiyonun vade tarihini ve K, opsiyonun kullanım fiyatını göstermektedir. Ayrıca, N, normal dağılımın olasılık dağılım fonksiyonunu ve e, doğal logaritmayı ifade etmektedir.

Zımnı oynaklık, piyasada ele alınan hisse üzerine yazılı mevcut opsiyonun bugünkü fiyatını, hisse senedinin bugünkü değerini, opsiyonun vade tarihini ve opsiyonun kullanım fiyatını dikkate alarak, opsiyonun vadesi boyunca, Black-Scholes denklemini, σ için numerik olarak çözmekte ve bu sayede oynaklığı piyasa koşullarında tahmin etmiş olmaktadır.

1.2.4. Üstel Ağırlıklı Hareketli Ortalama (EWMA) Modeli

Üstel ağırlıklı hareketli ortalama (EWMA) modeli, J.P. Morgan (1996) tarafından geliştirilmiştir. Tarihsel oynaklık modeli, ele alınan dönemden önceki her bir gözlemin aynı ağırlığa sahip olduğunu varsaymaktadır. Bu varsayım, oynaklık modellemesinde bir sınırlama getirmektedir. EWMA modeli, bu bağlamda, son gözleme daha fazla ağırlık vermesi açısından bu sınırlamayı aşarak kullanışlı bir oynaklık modeli olmuştur (Morgan, 1996)

EWMA modeli, oynaklığı modellerken kullandığı üstel azalan ağırlıklar sayesinde şokun gözlemler üzerindeki etkisinin zaman içinde kademeli olarak kaybolmasını sağlamaktadır.

EWMA modelinden elde edilen tahmin, en son ağırlıklı ortalama tahminidir ve (13)'te sunulmuştur.

$$\sigma_t^2 = (1-\lambda)\sum_{j=1}^{\infty} \lambda^{j-1} r_{t-j}^2 \tag{13}$$

Burada, σ_t^2 , dönem için varyansın tahminini, r_t, t dönemine ait getiriyi ve λ, $(0,1)$ arasında değer alan ağırlık katsayısını göstermektedir. Piyasa olaylarına verilen tepki, $1-\lambda$ ile belirlenirken, şokların kalıcılığı da λ ile belirlenir. λ'nın 1'e yakın değerleri için geçmiş şokların ağırlığı fazla iken λ'nın 0'a yakın değerleri için geçmiş şokların ağırlıkları neredeyse 0'a yakındır (Alexander, 2008).

EWMA modelinin yaygın kullanıma sahip tanımı (14)'te verildiği gibidir.

$$\sigma_t^2 = (1-\lambda) r_{t-1}^2 + \lambda \sigma_{t-1}^2 \tag{14}$$

1.2.5. Tek Değişkenli Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri

Finansal ürünlerin getiri serilerinde, oynaklık kümelenmesi ve kaldıraç etkisi gibi özelliklerin varlığı genel kabul görmektedir.

Oynaklık kümelenmesi, oynaklığın yönünü ve büyüklüğünü belirlemek için ilk olarak Mandelbrot (1963) tarafından ortaya atılan önemli bir kavramdır. Fiyatlarda ki yüksek değişimlerin birbirlerini izleme eğilimleridir. Yüksek değişimler, yüksek değişimleri ve düşük değişimler ise düşük değişimleri takip ettiğini ifade eden önemli bir kavramdır. Diğer bir ifadeyle, istatistiksel açıdan

oynaklıkların kendi geçmişine bağımlı yani serisel korelasyon göstermesi olarak tanımlanmaktadır (Mandelbrot, 1963).

Kaldıraç etkisi, ilk olarak Black (1976) tarafından ortaya atılan bir kavramdır. Tanım olarak, negatif fiyat hareketinin oynaklığı, pozitif bir fiyat hareketinden daha fazla yükseltme eğiliminde olduğunu belirten bir kavramdır. Bir başka değişle, olumsuz haberlerin olumlu haberlere göre oynaklık üzerinde daha belirgin bir etkiye sahip olması olarak da tanımlanabilir. İstatistiksel açıdan oynaklıklar ile getiriler arasında negatif korelasyon olması, diğer bir deyişle, oynaklıklar ile getiriler arasındaki asimetrik ilişkiyi ifade etmektedir (Black, 1976).

Koşullu değişen varyans modelleri de bu özellikleri dikkate almaları açısından, oynaklık tahminlerinde kullanımı oldukça yaygındır. Bu bölümde, alt başlıklar halinde koşıullu değişen varyans modelleri sunulacaktır.

1.2.5.1. Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) Modeli

Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) modeli, 1982 yılında Robert Engle tarafından geliştirilmiştir. ARCH model, hata terimlerinin varyansının sabit olduğu varsayımını reddetmekte ve hata teriminin varyansını, önceki birkaç döneme ait hata terimlerinin karesiyle açıklamaktadır (Engle, 1982). Bu model, sabit varyans varsayımını red etmesi ve aynı zamanda oynaklık kümelenmesinin modellenmesi açısından önem arz etmektedir.

Engle (1982) tarafından, ε_t, ortalaması, 0 ve değişken bir varyansı olan bir hata terimidir ve (15)'te verildiği gibi tanımlanmaktadır.

$$\varepsilon_t = z_t\sigma_t \ , z_t \sim (0,1) \tag{15}$$

Genel olarak, ARCH (q) modeli (16)'da verildiği gibi tanımlanmaktadır.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \cdots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \, \varepsilon_{t-i}^2 \qquad (16)$$

Burada, α_0 ortalamayı, σ_t^2 koşullu değişen varyansı, ε_t ise hata terimini ifade etmektedir. Burada σ_t^2'nin pozitifliğinin sağlanması için $\alpha_0 > 0$, $i = 1,2, \ldots, q$ ile $\alpha_i > 0$, $\sum_{i=1}^{q} \alpha_i < 1$ kısıtları sağlanmalıdır (Engle, 1982).

ARCH modelinin bazı dezavantajları mevcuttur. İlk olarak, bu modelde, finansal piyasaları etkileyen negatif ve pozitif şokların oynaklık üzerinde aynı etkiyi yaratması beklenmektedir. Diğer bir deyişle, simetrik bir modeldir ve kaldıraç etkisini dikkate almamaktadır. İkinci olarak, ARCH modeli oynaklık kümelenmesini ancak çok uzun gecikmeler kullanıldığı durumda yakalayabilmektedir. Bu da modelin tutarlılık özelliğini zayıflatmaktadır. Üçüncü olarak, ARCH modeli büyük şoklara yavaş tepki vermesi açısından oynaklığı aşırı tahmin edebilmektedir. Dördüncü olarak, koşullu varyansın nedenini araştırmamaktadır. Son olarak, kısıtların sağlanmadığı durumlarda oynaklığı negatif olarak tahmin edebilmektedir (Tsay, 2013).

1.2.5.2. Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) Modeli

Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modeli, 1986 yılında Bollerslev tarafından geliştirilmiştir. GARCH modeli, ARCH modelinin eksikliklerini gidermek amacıyla onun bir uzantısı olarak geliştirilmiştir. Ampirik uygulamalar genellikle GARCH(1,1) modelinin oynaklık kümelenmesini yakalamak için yeterli olduğunu göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, ARCH modeline göre çok daha az gecikme kullanarak oynaklık kümelenmesini yakalayabilmektedir (Bollerslev, 1986).

Bu modelde ARCH modelinden farklı olarak, koşullu varyans, yalnızca hata teriminin karelerinin gecikmeli değerlerine değil, aynı zamanda koşullu varyansın gecikmeli değerlerine de bağlı olarak tanımlanmaktadır.

GARCH (p, q) modeli (17)' de verildiği gibi tanımlanmaktadır.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \, \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \, \sigma_{t-j}^2 \qquad (17)$$

Burada, α_0 ortalamayı, σ_t^2 koşullu değişen varyansı, ε_t ise hata terimini ifade etmektedir. Burada σ_t^2'nin pozitifliğinin sağlanması için, $p, q, \alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0, (i = 1,2, \dots, q)$ ve $\beta_j \geq 0, j = 1,2, \dots, p$ koşulları sağlanmalıdır. Durağanlık koşulu ise $\sum_{i=1}^{q} \alpha_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j < 1$ olarak sağlanmaktadır.

GARCH modelinin de bazı kısıtlamaları vardır. ARCH modeline benzer şekilde GARCH modeli de simetrik bir modeldir ve negatif ve pozitif şokların mutlak değerce oynaklık üzerinde aynı etkiye sahip olduğu varsayımına dayanmaktadır. Bu bağlamda, model asimetri etkisi veya kaldıraç etkisini göz ardı etmektedir. Ayrıca, yine benzer şekilde, koşullu varyansın nedenini araştırmamaktadır ve kısıtların sağlanmadığı durumlarda oynaklığı negatif olarak tahmin edebilmektedir (Tsay, 2013).

1.2.5.3. Üstel GARCH (EGARCH) Modeli

Nelson (1991), sadece simetrik etkiyi dikkate alan ARCH ve GARCH modelinden farklı olarak asimetrik yapıyı (kaldıraç etkisi) dikkate alarak Üstel GARCH (EGARCH) modelini geliştirmiştir. Bu model, koşullu değişen varyansı, gecikmeli hata terimlerinin hem büyüklüğüne hem de işaretine bağlı olarak açıklayan bir modeldir. Ayrıca, EGARCH modelinde varyansın logaritması modellendiği için varyansın pozitiflik koşulu da otomatik sağlanmaktadır (Nelson,1991).

Asimetrik etkiyi dikkate alan EGARCH (p, q) modeli, (18)'de verildiği şekilde tanımlanmaktadır (Nelson, 1991).

$$\log \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \left| \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right| + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \log(\sigma_{t-j}^2) + \sum_{i=1}^{q} \gamma_i \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \quad (18)$$

Burada, α_0 ortalamayı, σ_t^2 koşullu değişen varyansı, ε_t ise hata terimini ifade etmektedir. Modelde, büyüklük etkisi, α_i parametresi ve asimetri etkisi ise γ_i parametresi tarafından belirlenmektedir.

EGARCH modeli için $\gamma_i = 0$ olduğu durumda, pozitif ve negatif şokların aynı etkiye sahip olduğu söylenebilmekte iken $\gamma_i < 0$ olduğu durumda ise modelde asimetrik etkinin (kaldıraç etkisi) olduğu söylenmektedir (Brooks, 2014).

1.2.5.4. GJR-GARCH Modeli

GJR-GARCH modeli, 1993 yılında, Glosten, Jagannathan ve Runkle tarafından geliştirilmiştir. Oynaklığın, negatif ve pozitif şoklara tepkisini dikkate alarak asimetriyi (kaldıraç etkisi) açıklamaktadır (Glosten vd., 1993).

GJR- GARCH (p, q) modeli, (19)'da verildiği şekilde tanımlanmaktadır (Glosten vd., 1993).

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \, \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \, \sigma_{t-\mathrm{j}}^2 + \sum_{i=1}^{q} \gamma_i \, I_{t-i} \varepsilon_{t-i}^2 \quad (19)$$

Burada, α_0 ortalamayı, σ_t^2 koşullu değişen varyansı, ε_t ise hata terimini ifade etmektedir. Modelde, I_{t-i} kukla değişkeni, olumlu haberde 0 (pozitif şok), olumsuz haberde ise 1 (negatif şok) değerini almaktadır. α_i olumlu haberlerin

etkisini, $(\alpha_i + \gamma_i)$ ise olumsuz haberlerin etkisini göstermektedir. $\gamma_i > 0$ ise olumsuz haberlerin koşullu varyans üzerinde, olumlu haberlerden daha etkili olduğu yani kaldıraç etkisinin varlığı söylenmektedir (Brooks, 2014).

1.2.5.5. Eşik Değerli GARCH (TGARCH) Modeli

Zakoian tarafından 1994 yılında geliştirilen Eşik Değerli GARCH (TGARCH) modeli asimetrik etkiyi dikkate alan ve kaldıraç etkisini ortaya koyan bir modeldir. Aynı zamanda pozitif ve negatif şokların varyansı nasıl etkilediğini de modele dahil etmektedir. GJR-GARCH modelinin benzeridir fakat hata terimlerinin normal dağılmadığı durumda mutlak hataların varyansı daha etkin bir şekilde tahmin ettiğini dikkate alarak negatif ve pozitif hata terimlerini ayrı ayrı modele dahil etmiştir. Ayrıca, varyans yerine oynaklığı modellemiştir (Zokaian, 1994).

TGARCH (p, q) modeli (20)'de verildiği gibi tanımlanmaktadır (Zokaian, 1994).

$$\sigma_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} (\alpha_i^+ \varepsilon_{t-i}^+ - \alpha_i^- \varepsilon_{t-i}^-) + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \, \sigma_{t-j} \tag{20}$$

Burada, α_0 ortalamayı, σ_t koşullu değişen oynaklığı, $\varepsilon_t^+ = \max(\varepsilon_t, 0)$ pozitif hata terimini ve $\varepsilon_t^- = \min(\varepsilon_t, 0)$ negatif hata terimini ifade etmektedir.

1.2.5.6. Asimetrik Üslü ARCH (APARCH) Modeli

Asimetrik Üslü ARCH (APARCH) modeli, 1993 yılında Dink, Granger ve Engle tarafından geliştirilmiştir. Asimetri etkiyi modellemekte kullanılan yaygın bir model olması ile birlikte aşırı basıklık, kalın kuyrukluk ve kaldıraç etkisini dikkate alması gibi bazı avantajları da bulunmaktadır (Dink vd. 1993).

APARCH(p,q) modeli (21)'de verildiği gibi ifade edilmektedir (Dink vd. 1993).

$$\sigma_t^{\delta} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \left(|\varepsilon_{t-i}| - \gamma_i \varepsilon_{t-i}\right)^{\delta} + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \, \sigma_{t-j}^{\delta} \qquad (21)$$

Burada, α_0 ortalamayı, σ_t koşullu değişen oynaklığı, ε_t ise hata terimini ifade etmektedir. Modelde, γ_i, kaldıraç etkisini, δ, ise Üslü GARCH terimini ifade etmektedir.

APARCH (p,q) modelinin $\alpha_0 > 0,\ \alpha_i > 0,\ i = 1,2,\dots,q,\ \beta_j \geq 0,\ j = 1,2,\dots,p$ ve $-1 < \gamma_i < 1,\ i = 1,2,\dots,q$ şeklinde bazı kısıtları mevcuttur.

Dink, Granger ve Engle (1993) makalesinde APARCH modelinin aşağıda listelenmiş modellerin genişletilmiş bir halinin olduğu ayrıca belirtilmiştir.

- $\delta = 2, \quad \gamma_i = 0, \quad i = 1,2,\dots,q$ ve $\beta_j = 0, \quad j = 1,2,\dots,p$ için ARCH (q)
- $\delta = 2$ ve $\gamma_i = 0, i = 1,2,\dots,q$ için GARCH (p,q)
- $\delta = 2$ ve $0 \leq \gamma_i < 1, i = 1,2,\dots,q$ için GJR- GARCH (p,q)
- $\delta = 1$ için TGARCH (p,q)

II. BÖLÜM

2. FİNANSAL PİYASALAR ARASI OYNAKLIK YAYILIMI

Oynaklık yayılımları finansal piyasalar arasındaki karşılıklı bağımlılıktan doğmaktadır. Diğer bir deyişle, ülkelerin finansal piyasaları arasındaki korelasyonlar nedeniyle, oynaklık piyasalar arasında yayılmaktadır. Ulusal veya uluslararası piyasalar arası etkileşimlerle oynaklık, tek yönlü veya çift yönlü olarak piyasalar arasında yayılım gösterebilmektedir. Ayrıca, oynaklık yayılımlarının finansal piyasa krizleri sırasında daha da belirgin hale geldiği söylenebilmektedir.

Oynaklığın piyasalar arası yayılımını bilmek, yatırım kararları alma, çeşitlendirme yoluyla risk azaltma, portföy yönetimi, fiyat keşfi ve uluslararası sermaye hareketleri için önemlidir. Piyasalardaki oynaklığın ve oynaklık yayılımının nelerden kaynaklandığını tahmin edebilmek ve öngörebilmek piyasalarda finansal başarının gerekli koşullarından birisi haline gelmiştir. Ayrıca, oynaklık tahminleri merkezi otoriteler için büyük önem taşımaktadır. Diğer bir deyişle, ülke politikalarının belirlenmesinde ve yönünün tayin edilmesinde oynaklık yayılımlarının modellenmesinin yardımcı olabileceği düşünülmektedir (Değirmenci ve Abdioğlu).

Tüm bu nedenler dikkate alındığında oynaklık yayılımı oldukça ilgi çeken bir konu haline gelmiş ve literatürde, piyasalardaki oynaklık yayılımının nedenlerini tahmin edilmesini ve öngörülmesini hedefleyen birçok önemli araştırma yapılmıştır. Bu bölümle, döviz ve hisse senedi piyasaları, ham petrol ve hisse senedi piyasaları, değerli metaller ve hisse senedi piyasalar arasındaki ilişkiler üç başlık altında tanıtılmakta ve ilgili piyasalar arasındaki oynaklık yayılımlarına dair literatür özetleri sunulmaktadır.

2.1. Döviz ve Hisse Senedi Piyasaları Arası Oynaklık Yayılımı

Döviz kuru, bir ülkenin para biriminin diğer ülke para birimleri karşısındaki değerini ifade eden bir kavramdır (Seyidoğlu, 1998). Döviz piyasaları ise, yerli para biriminin, yabancı para birimi karşısında değerinin belirlendiği piyasalar olarak tanımlanmaktadır (Eğilmez, 2011). Döviz kuru piyasasında döviz fiyatları, yerel ya da yabancı para biriminin arz ve talebine göre belirlenmektedir. Döviz talebi, talep edilen toplam yabancı para miktarı olarak tanımlanmakta ve döviz kuru ile ters yönlü hareket etmektedir. Diğer bir ifadeyle, döviz kurları yükseldiğinde, ülkenin ulusal para birimi diğer ülke para birimleri karşısında değer kaybetmekte ve bu nedenle, döviz talebi azalmaktadır (Karluk, 1998).

Döviz kuru oynaklığı beklenmeyen duruma bağlı oluşan risk olarak tanımlanabilmektedir (McKenzie, 1999). Özellikle dışa bağımlı yani ithalata bağlı gelişmekte olan ekonomilerde döviz kurunda meydana gelen oynaklıklar, beklenmeyen ve ani değişimler istenmeyen bir durumdur. Örneğin, döviz kuru yükseldiğinde ulusal para birimi değer kaybeder ve ithal malların fiyatları yükselir. Bu durumda, yabancı mallara olan ve dolayısıyla yabancı para birimine olan talep düşer. Diğer taraftan, yabancı para birimi değer kaybettiğinde ise, ulusal para birimi değer kazanacak ve ithal mallar daha ucuz hale gelerek döviz talebini artıracaktır.

Tüm bu nedenler göz önüne alındığında, döviz kurunda meydana gelen oynaklıkların bir piyasada mevcut tüm ekonomik faaliyetler üzerinde etkin olduğu gözlemlenebilmektedir. Özellikle, finansal istikrarı sağlamak adına döviz kurlarındaki meydana gelen dalgalanmaların etkisinin kontrol altına alınması önem arz etmektedir. Literatürde de bu konuya dikkate çekilmiş ve birçok çalışma yapılmıştır.

Bu bölümün devamında, döviz kuru ve hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklık yayılımına ait literatür özeti sunulacakır.

Kanas (2000) çalışmasında, İngiltere, Almanya, Kanada, Fransa, Japonya ve ABD ülkelerinde döviz kurundaki değişikliklerin, hisse senedi getirilerine karşı oynaklık yayılımı gösterip göstermediğini EGARCH modeli ile araştırmıştır. Çalışma sonucunda, İngiltere Kanada, Fransa, Japonya ve ABD için oynaklık yayılımının hisse senedi getirilerinden döviz kuruna doğru olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, yıllar geçtikçe oynaklık yayılımının arttığı bulgusu da sunulmuştur.

Bodart ve Reding, 2001 yılında yaptıkları çalışmada döviz kuru oynaklığının hisse senedi getirilerini nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Beş Avrupa ülkesi ve yedi endüstri için, 1990- 1998 dönemini kapsayan haftalık verilere GARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, döviz kuru ile hisse senedi arasında küçük ama anlamlı bir etkiye sahip olan tek yönlü bir oynaklık yayılımı görülmektedir. Ayrıca, döviz kurunda meydana gelen şokların büyüklüğü ve yönünün, oynaklık yayılımını etkilediği görülmektedir (Bodart ve Reding, 2001).

Fang ve Miller, 2002'deki çalışmasında döviz ve hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklığı incelemişlerdir. Çalışmada, Kore için 3 Ocak 1997- 21 Aralık 2000 dönemini kapsayan günlük veriler kullanılarak GARCH-M modeli uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, döviz kurundan para birimine doğru oynaklık yayılımının para birimindeki değer kaybını önemli derecede değiştirdiği, döviz kurundaki değer kaybının hisse senedi getirilerini olumsuz etkilediği ve döviz kurundaki amortisman oynaklığının ise hisse senedi getirilerini olumlu etkilediği bulguları elde edilmiştir (Fang ve Miller, 2002).

Yang ve Doong (2004) çalışmalarında, G7 (Almanya, Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık, İtalya, Fransa, Japonya ve Kanada) ülkeleri için hisse senetleri ve döviz piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını incelemişlerdir. 1 Mayıs 1979- 1 Ocak 1999 dönemini kapsayan verilere çok değişkenli EGARCH modeli uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, hisse senedi fiyatlarındaki değişimlerin döviz kurlarının gelecekteki hareketlerini etkilediğini, ancak bunun tam tersi bir durumun

yani döviz kurlarındaki değişimlerin hisse senedi fiyatlarında gelecekte meydana gelecek değişimleri doğrudan etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada özellikle, Fransa, İtalya, Japonya ve ABD için hisse senedi piyasalarından döviz kurlarına doğru asimetrik oynaklık yayılımı tespit edilmiştir.

Erdem vd. (2005) çalışmasında, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) endeksleri ile makroekonomik değişkenler (döviz kuru, enflasyon, faiz oranı, para arzı ve sanayi üretim endeksi) arasında oynaklık yayılımının olup olmadığını araştırmışlardır. Ocak 1991- Ocak 2004 dönemini kapsayan aylık verilere EGARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucuna göre, enflasyon ve faiz oranından diğer tüm İMKB endekslerine doğru güçlü ve tek yönlü oynaklık yayılımı tespit edilimiştir. Sanayi üretim endeksi ile bu çalışmada incelenen diğer makroekonomik değişkenler arasında herhangi bir oynaklık yayılımına rastlanılmamıştır.

Wu (2005) çalışmasında, Asya finansal krizin finansal piyasalara olan etkisini dikkate alarak, Japonya, Güney Kore, Endonezya, Filipinler, Singapur, Tayland ve Tayvan için hisse senedi ve döviz piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını araştırmıştır. Çalışma soucunda, Asya mali krizinin, ilgili piyasaları etkilediği ve hisse senedi ile döviz piyasaları arasında çift yönlü oynaklık yayılımının olduğu sonucuna varılmıştır. Özellikle, Endonezya, Japonya, Filipinler ve Tayland ülkeleri üzerinde krizin daha fazla etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Akay ve Nargeleçekenler (2006) çalışmalarında, hisse senedi kapanış fiyatı ile döviz kurunun günlük kapanış değerleri arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. 1986-2007 dönemini kapsayan veriler kullanılarak, GARCH modeli ile oynaklık yayılımı analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, ilgili değişkenler arasında oynaklık yayılımının varlığı tespit edilmiştir.

Quayyum ve Kemal, 2006 yılında yaptıkları çalışmada, Temmuz 1998- 31 Mayıs 2006 dönemini kapsayan haftalık verileri dikkate alarak Pakistan'a ait hisse senedi ve döviz piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını GARCH modeli yardımıyla

araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, hisse senedi ve döviz piyasasının birbirine bağlı olduğu ve aralarında güçlü bir oynaklık yayılımı olduğu sonucuna varılmıştır (Quayyum ve Kemal, 2006).

Aloui (2007) çalışmasında, Euro öncesi ve sonrası dönemler için, Hong Kong, Singapur, Malezya, Meksika için döviz ve hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını araştırmıştır. 1991-2005 dönemini kapsayan verilere çok değişkenli bir EGARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, asimetrik, uzun ve kalıcı bir oynaklık yayılım etkisi gözlemlenmiştir.

Mishra vd. (2007) çalışmalarında, Hindistan'a ait hisse senedi ile döviz kuru arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. Çalışmada, BSE Ulusal endeksi, S&P CNX NIFTY ve ABD doları değişkenleri incelenmiş ve GARCH ve EGARCH modelleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, S&P CNX NIFTY ve S&P CNX 500 hariç, ilgili piyasalar arasında çift yönlü oynaklık yayılımı tespit edilmiştir. Ayrıca, uzun dönem de ilgili piyasalar arasında ilişki tespit edilmiştir.

Beer ve Hebein (2008) çalışmalarında, gelişmiş ve gelişmekte olan (ABD, Kanada, İngiltere, Japonya, Hong Kong, Singapur, Güney Kore, Hindistan ve Filipinler) ülkeleri için, hisse senedi ve döviz piyasaları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırma yöntemi olarak EGARCH modelinden yararlanılmış ve 1997- 2004 dönemini kapsayan haftalık veriler kullanılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, gelişmekte olan ülkelerde ilgili piyasalardaki şokların kalıcı olduğu tespit edilirken, gelişmiş ülkelerde ise ilgili piyasalardaki şokların kalıcı olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, Japonya, ABD, Hindistan ve Kanada için, ilgili piyasalar arasında oynaklık yayılımının pozitif ve anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Morales (2008) çalışmasında, Arjantin, Brezilya, Şili, Kolombiya Meksika, Venezuela ve İspanya ülkelerinde hisse senedi ile döviz kuru arasındaki oynaklık yayılımını araştırmıştır. 1 Ocak 1998- 31 Aralık 2006 dönemini kapsayan günlük veriler kullanılarak EGARCH modeli yardımıyla analizler gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonucunda, hisse senedi oynaklığının döviz kurları oynaklığına etkisi tespit edilirken, tam tersi yönde oynaklık yayılımının varlığı tespit edilmiştir.

Raghavan ve Dark (2008) çalışmalarında, Avusturya Tüm Olağanlar endeksi (AOI) ile döviz kuru (USD/AUD) arasındaki getiri ve oynaklık yayılımı (VAR-GARCH) modeli ile araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, döviz kurlarından hisse senedine tek yönlü getiri ve oynaklık yayılımına rastlanılmıştır.

Fedorova ve Saleem (2009) çalışmalarında, Doğu Avrupa (Polonya, Macaristan, Çek Cumhuriyeti) ve Rusya hisse senedi ve döviz piyasaları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Ocak 1995- Aralık 2008 dönemini kapsayan haftalık veriler kullanılarak GARCH-BEKK modeli ile analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, Çek Cumhuriyeti hariç diğer tüm ülkelerde döviz piyasasından hisse senedine doğru tek yönlü oynaklık yayılımları tespit edilmiştir.

O'Donnell ve Morales (2009) çalışmalarında, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Polonya, Slovakya'da hisse senedi piyasası ile döviz kurları arasındaki oynaklık yayılımını incelemişlerdir. Çalışmada, Ocak 1999 - 11 Temmuz 2006 dönemini kapsayan verilere EGARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, döviz kurları ile hisse senedi piyasası arasında oynaklık yayılımının bulunmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, ilgili tüm ülkelerde asimetrik yayılma etkisinin hisse senedinden döviz kuruna doğru olduğu tespit edilmiştir.

Çiçek (2010) çalışmasında, Türkiye için devlet iç borçlanma senetleri (DİBS), hisse senetleri ve döviz piyasaları arasındaki fiyat ve oynaklık yayılma etkilerini incelemiştir. 2 Ocak 2004-30 Nisan 2008 dönemini kapsayan verilere EGACRH modeli uygulanmıştır. Uzun dönemde piyasaların nasıl etkileşim gösterdiğini anlamak için ise Johansen Eş Bütünleşme testi uygulanmıştır. Johansen Eş bütünleşme testinin sonuçlarına göre, bu üç piyasa arasında uzun dönemde birbiriyle ilişkisiz olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma sonucunda, fiyat yayılma etkisinin DİBS ve hisse senedi piyasaları arasında çift yönlü, DİBS ve hisse senedi

piyasalarından döviz piyasasına doğru ise tek yönlü olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, oynaklık şoklarının hisse senedi ve döviz piyasalarında kalıcı iken devlet iç borçlanma senetleri piyasasında ise kalıcı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Zhao (2010) çalışmasında, Çin'de Ocak 1991-Haziran 2009 aylık dönemini kapsayan hisse senedi ve döviz piyasaları arasındaki MGARCH modeli uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, döviz ve hisse senedi piyasaları arasında oynaklık yayılımının karşılıklı olduğu sonucuna varılmıştır.

Kabigting ve Hapitan (2011) çalışmalarında, Filipinler, Endonezya, Tayland, Malezya ve Singapur ülkeleri için hisse senedi ve döviz piyasaları arasındaki oynaklık yayılımı GARCH modeli ile tahmin etmişlerdir. Çalışma sonucunda, ilgili piyasalar arasında önemli oynaklık yayılımının olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Okpara ve Odionye (2012) çalışmalarında, Nijerya'ya ait döviz kuru ve hisse senedi fiyatları arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. 1990-Q1 ile 2009-Q4 dönemi için üç aylık verilere EGARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, döviz kurundan hisse senedine doğru tek yönlü bir oynaklık yayılımına rastlanılırken, ilgili piyasalar arasında uzun dönemde bir ilişkiye rastlanılmamıştır.

Palakkod (2012) çalışmasında, Hindistan sermaye piyasası, döviz piyasası ve emtia piyasası arasındaki oynaklık yayılımını GARCH modeli ile araştırmıştır. 6 Haziran 2005- 31 Mart 2010 tarihleri arasıdaki günlük veriler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, döviz piyasaları ve emtia piyasalarından sermaye piyasalarına doğru oynaklık yayılımı gözlemlenirken, sermaye piyasalarından döviz piyasasına doğru oynaklık yayılımı gözlemlenmiştir. Diğer taraftan, oynaklığın emtia piyasalarından diğer piyasalara doğru yayılmadığı gözlemlenmiştir.

Kang ve Yoon (2013) çalışmalarında, Kore'ye ait borsa endeksi olan KOSPI ile döviz kurunun bir göstergesi olan KRW'nin arasındaki oynaklık yayılımını

araştırmışlardır. Çalışmada, 8 Ocak 1990'dan 28 Aralık 2009'a kadar olan veriler kriz öncesi ve kriz sonrasına bölünmüş ve eşbütünleşme ve GJR-GARCH yöntemleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, kriz öncesi ilgili piyasalarda oynaklık yayılım etkisi gözlemlenmezken, kriz sonrası ise döviz piyasasından hisse senedi piyasasına tek yönlü oynaklık yayılımı gözlemlenmiştir. Ayrıca, ilgili piyasalar arasında uzun vadeli bir ilişki bulunamamıştır.

Andrikopoulos vd. (2014) çalışmalarında, Yunanistan, İtalya, İrlanda Portekiz, İspanya'nın döviz kurları ile hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. Çalışmada, 9 Ağustos 2007- 28 Temmuz 2011 dönemini kapsayan verilere EGARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, döviz ile hisse senedi piyasaları arasında çift yönlü oynaklık yayılma etkisi gözlemlenmiştir. Ayrıca, döviz ve hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklık şoklarının birbirini etkilediği ve kalıcı olduğu sonucuna da varılmıştır.

Mouna ve Anis (2015) çalışmalarında, ABD, Almanya, Yunanistan, İspanya, İtalya, Fransa, İngiltere, Çin gibi ülkelerin, üç finansal sektörde (finansal hizmet, bankacılık, sigorta) hisse senedi getirilerinin piyasaya, faiz oranına ve döviz kuru riskine karşı duyarlılığını incelemişlerdir. Ocak 2006- Nisan 2009 dönemini kapsayan verilere, VAR-GARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, ülkelerin çoğunda, döviz ile faiz oranı ve hisse senedi getirileri arasında oynaklık yayılımının olduğu sonucuna varılmıştır.

Akkaş ve Sayılgan, 2016 yılındaki çalışmalarında Türkiye örneğini kullanarak döviz ve hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklık yayılımının varlığını araştırmışlardır. Veriler 2 Ocak 2002 ile 31 Aralık 2015 arasındaki dönemi kapsamaktadır ve VAR-GARCH-BEKK modeli kriz öncesi ve kriz sonrası olmak üzere iki farklı şekilde uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, hisse senedi ve döviz piyasasında kriz dönemi harici çift yönlü oynaklık yayılımı tespit edilirken, kriz dönemlerinde ise tek yönlü oynaklık yayılımı tespit edilmiştir (Akkaş ve Sayılgan, 2016).

Jebran ve Iqbal (2016) çalışmalarında, Asya (Pakistan, Hindistan, Sri Lanka, Çin, Hong Kong, Japonya) ülkelerinin hisse senedi piyasaları ile döviz piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını incelemektedir. Çalışmada, 4 Ocak 1999- 1 Ocak 2014 dönemini kapsayan günlük verilere EGARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, Hindistan ve Çin haricinde hisse senedi ve döviz piyasası arasında çift yönlü oynaklık yayılımı tespit edilmiştir. Hindistan da hisse senedi piyasasından döviz piyasasına doğru tek yönlü bir oynaklık yayılımı tespit edilirken, Japonya da ise oynaklık yayılımının olmadığı tespit edilmiştir.

Mwambuli vd. (2016) çalışmalarında, gelişmiş (İrlanda, Hollanda, İspanya) ülkeler ile gelişmekte olan (Brezilya, Güney Afrika, Türkiye) ülkeler için hisse senedi ve döviz kurları arasındaki oynaklık yayılımını incelemişlerdir. 3 Ocak 2005 – 25 Aralık 2015 dönemi kapsayan verileri; son mali kriz öncesi, kriz dönemi ve kriz sonrası dönem olmak üzere üç farklı gruba ayırarak EGARCH modeli uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, Brezilya hariç tüm ülkelerde hisse senetleri ile döviz kurları arasında tek yönlü simetrik oynaklık yayılımı tespit edilirken, Brezilya'da ise anlamlı, asimetrik ve çift yönlü bir oynaklık yayılımı tespit edilmiştir.

Sui ve Sun (2016) çalışmalarında, döviz kurları ile ABD ve BRICS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika) ülkelerinin hisse senedi getirileri arasındaki oynaklık yayılımını incelemişlerdir. Mayıs 1995- Ağustos 2014 dönemini kapsayan verilere VAR ve VECM modelleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, döviz kurları, hisse senedi getirilerini önemli ölçüde etkilediği gözlemlenirlen, finansal krizlerin de ilgili piyasalar arasındaki oynaklık yayılımını etkilediği gözlemlenmiştir. 2008- 2009 dönemini kapsayan Mali krizin de hisse senedi ve döviz piyasaları arasındaki oynaklık yayılım etkilerini artırdığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca, kısa dönemde ilgili piyasalar arasında oynaklık yayılımı tespit edilmiştir.

Leung vd. (2017) çalışmalarında, New York, Londra ve Tokyo borsaları ile ABD Doları, Euro, Sterlin ve Japon Yeni döviz kurları arasındaki saatlik oynaklık yayılımı araştırmışlardır. 1 Ocak 2001- 26 Nisan 2013 dönemini kapsayan verilere

GARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, döviz kurlarından hisse senedi piyasalarına doğru önemli oynaklık yayılımı tespit edilmiştir.

Mikhaylov (2018) çalışmasında, 2009- 2017 dönemini kapsayan günlük verileri kullanarak Rusya ve Brezilya ülkeleri için hisse senedi ve döviz piyasası arasındaki oynaklık yayılımını FIGARCH modeli kullanarak analiz etmiştir. Çalışma sonucunda, oynaklık yayılımının tek yönlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yayılımının yönünün, döviz piyasasından hisse senedi piyasasına doğru olduğunu açıklamıştır.

Sikhosana ve Aye, 2018 yılında yaptıkları çalışmada Güney Afrika için döviz kuru ve hisse senedi piyasası arasındaki oynaklık yayılımını GRJ-GARCH, APARCH ve EGARCH modelleri yardımıyla araştırmışlardır. Ocak 1996 - Nisan 2016 dönemini kapsayan aylık veriler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, döviz kuru ve hisse senedi piyasaları arasında kısa dönem için asimetrik ve çift yönlü oynaklık yayılımı tespit edilmiştir (Sikhosana ve Aye, 2018).

Tule, 2018 yılında yaptığı çalışmasında Nijerya için hisse senedi ile döviz piyasası arasındaki oynaklık yayılımını çok değişkenli VARMA-AGARCH modeli yardımıyla araştırmıştır. Çalışmada, yapısal kırılma ayrıca dikkate alınmıştır. Çalışmanın sonucunda, yapısal kırılmayı dikkate almayan test sonuçlarına göre; hisse senedinden döviz piyasasına doğru tek yönlü oynaklık yayılımı tespit edilmiştir. Yapısal kırılmayı dikkate alan test sonuçlarına göre ise, oynaklık yayılımının hisse senedi ve döviz piyasası arasında çift yönlü oynaklık yayılımı tespit edilmiştir (Tule, 2018).

Zumaqueroa ve Rivero (2018) çalışmalarında, 6 ülke (ABD, İngiltere, Avustralya, İsviçre, Kanada ve Japonya) ve EURO için döviz ve hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını incelemişlerdir. 1 Ocak 1990'dan 31 Aralık 2015'e kadar olan günlük veriler küresel mali kriz öncesi ve sonrası olmak üzere iki ayrı döneme ayrılmıştır. Verilere, C-GARCH ve SVAR oynaklık modelleri ve

Granger Nedensellik Testi uygulanmıştır. Çalışmada, uzun dönemde oynaklığın daha güçlü olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, hisse senedi piyasalarının hem uzun hem kısa dönem oynaklığın yayılımında etkili olduğu tespit edilmiştir.

Kılıç ve Polat (2020) çalışmalarında, MIST (Endonezya, Güney Kore, Meksika, Türkiye) ülkelerinin hisse senedi ve döviz piyasaları arasında getiri ve oynaklık yayılımının varlığını araştırmışlardır. Çalışmada, 4 Ocak 2004- 29 Aralık 2019 dönemini kapsayan haftalık verilere VAR-EGARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, her bir ülke için hisse senedi ve döviz piyasaları arasında getiri ve oynaklık yayılımının varlığı tespit edilmiştir. Ek olarak, hisse senedi piyasalarının da kendi aralarında oynaklık yayılımı olduğu tespit edilmiştir.

Malik (2021) çalışmasında, ABD için borsa ve dolar kuru arasındaki oynaklık yayılımını araştırmıştır. 2 Ocak 2003- 31 Mayıs 2018 dönemini kapsayan günlük verilere ikili GARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, borsadan dolar kuruna doğru tek yönlü oynaklık yayılımı tespit edilmiştir.

Rai ve Garg (2021) çalışmalarında, Covid-19 salgının BRICS ülkelerinde (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika) hisse senedi ve döviz kurları arasındaki oynaklık yayılımını ve korelasyonları nasıl etkilediğini araştırmışlardır. 2 Ocak 2020 - 15 Eylül 2020 dönemini kapsayan verilere DCC-GARCH yöntemi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ülkelerinin döviz kurları ve hisse senedi arasında oynaklık yayılımların olduğu sonucuna varılmıştır. Brezilya ülkesinde ise, ilgili piyasalar arasında herhangi bir oynaklık yayılımına rastlanılmamıştır.

Mozumder vd. (2022) çalışmalarında, İrlanda, Hollanda, İspanya, Brezilya, Güney Afrika, Türkiye için hisse senedi fiyatları ve döviz kuru arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. 3 Ocak 2001- 26 Aralık 2012 dönemini kapsayan verilere EGARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucuna, İrlanda, Hollanda ve İspanya' da hisse senedi fiyatlarından döviz kuruna doğru tek yönlü oynaklık yayılımı tespit

edilirken, Brezilya ve Türkiye'de ise döviz kurundan hisse senedine doğru tek yönlü oynaklık yayılımı tespit edilmiştir.

Polat ve Kılıç (2022) çalışmalarında, BRICS ülkelerine ait döviz kuru ile borsa arasındaki getiri ve oynaklık yayılımını araştırmışlardır. 4 Ocak 2004 – 29 Aralık 2019 dönemini kapsayan haftalık verilere VAR-EGARCH modeli uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, tüm ülkelere ait ilgili piyasalarda getiri ve oynaklık yayılımına rastlanılmıştır. Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika'da oynaklık yayılımının döviz kurları ve hisse senedi piyasaları arasında karşılıklı olduğu gözlemlenmiştir. Brezilya'da döviz kuru ve borsa arasında çift yönlü getiri ve oynaklık yayılımı gözlemlenirken, Hindistan ve Çin'de ise ilgili piyasalar arasında tek yönlü getiri yayılımı gözlemlenmiştir.

2.2. Ham Petrol ve Hisse Senedi Piyasaları Arası Oynaklık Yayılımı

Ham petrol, günümüzün en önemli enerji kaynaklarından biridir. Ulaşım, ısıtma vb. hizmet odaklı alanların yanı sıra kimya ve ağır sanayi vb. alanlarda da ham madde olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda, ham petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar, ekonomik faaliyetlerin önemli bileşeni olarak ele alınmakta ve ekonomi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaktadır.

Finansal piyasanın önemli girdilerinden biri olan ham petrol, dünyadaki her ekonomi için önemli bir yere sahiptir. Günümüzde üretim ve hizmet sektörlerindeki büyüme, nüfus artışı ve gelir artışı nedeniyle dünya genelinde enerji talebinde önemli bir artış gözlenmektedir. Enerji talebindeki bu artış ise petrol fiyatlarını arttırmakta ve bu bağlamda, ham petrol fiyatları dünyadaki her ekonomiyi dolaylı ya da doğrudan etkilemektedir. Bu etki birkaç farklı kanal ile gerçekleşebilmektedir. Birincisi, yükselen petrol fiyatlarının, üretim girdi maliyetlerini artırmasıdır. Artan maliyetler, üretim verimliliğini azalmakta, enflasyonda artışa neden olurken, ekonomik çıktıyı olumsuz yönde etkilemektedir. İkincisi, artan petrol fiyatlarının para talebini artırmasıdır. Bu para talebindeki artış, para arzı ile karşılanmazsa, faiz

oranları yükselmekte ve ekonomik büyüme yavaşlamaktadır. Ayrıca petrol fiyatındaki değişimler; hisse senedi ve tahvil değerlerinde düşüşe, işsizlik ve enflasyonda artışa, yatırımlarda düşüş vb. birçok duruma sebep olmaktadır (Lardic ve Vignon, 2006).

Diğer taraftan, ham petrolün birçok sanayi kuruluşunun ham maddesi olması, petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların hisse senedi piyasasını da etkilemesine neden olmaktadır. Çünkü ham madde olarak petrol fiyatlarındaki artış, şirketlerin üretim maliyetlerini artırmakta ve bu nedenle şirketlerin karlılığını ve dolayısıyla da hisse senedi fiyatlarını düşürmektedir (Chang vd. 2009). Bu bağlamda, petrol fiyatlarındaki oynaklığın hisse senedi getirileri üzerindeki etkisi literatür çalışmalarında giderek daha fazla ilgi ve önem kazanmıştır.

Petrolün, ekonomi üzerindeki bir diğer etkisi de yatırımcı ve portföy yöneticileri için yatırım aracı olarak değerlendirilmesidir. Petrol fiyatlarındaki oynaklık ve dalgalanmalar riskleri arttırarak belirsizlik ile birlikte hisse senedi piyasalarını doğrudan etkilediğinde yatırımcılar için endişe ve güvensizlik artışına neden olmaktadır. Bu tür durumları engellemek ve öngörüde bulunabilmek için oynaklığın belirlenmesi ve oynaklık riskinin azaltılması yatırımcılar ve portföy yöneticileri için önem arz etmektedir (Sarwar, 2019).

Petrol fiyatlarındaki ani şoklar, riskler ve öngörülemeyen dalgalanmalar küresel çapta hisse senedi piyasalarını da büyük ölçüde etkilemektedir. Petrol fiyatındaki bir şokun hisse senedi piyasalarına yayılıp yayılmadığının belirlenmesi, yaşanan krizlerin artmasıyla birlikte piyasalar arası oynaklığın analiz edilmesi ve krizlerin oynaklık yayılımı ve bulaşma etkilerine yol açıp açmadığı literatürde merak konusu olmuştur. Bu bağlamda, bu alanda yapılan araştırmalarda artmaktadır (Gomez-Puig ve Sosvilla-Rivero, 2014).

Bu bölümde petrol piyasaları ile hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklık yayılımına ait literatür özeti sunulacaktır.

Ågren (2006) çalışmasında, Japonya, Norveç, İsviçre, ABD, İngiltere için ham petrol ve hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını araştırmıştır. 1989-2005 dönemini kapsayan haftalık verilere BEKK modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, ham petrol piyasasından hisse senedi piyasalarına doğru tek yönlü oynaklık yayılımı tespit edilmiştir.

Malik ve Hammoudeh, 2007 yılında yaptıkları çalışmalarında ABD ve Körfez (Bahreyn, Kuveyt, Suudi Arabistan) ülkeleri'ne ait hisse senedi ve petrol piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. Çalışmada, 14 Şubat 1994'den 25 Aralık 2001'e kadar olan günlük veriler BEKK- GARCH modeli yardımıyla analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, Suudi Arabistan hariç diğer tüm ülkelerde, oynaklık yayılımının petrol piyasasından hisse senedi piyasasına tek yönlü olduğu tespit edilmiştir (Malik ve Hammoudeh, 2007).

Malik ve Ewing (2009) çalışmalarında, petrol fiyatları ile finans, sanayi, tüketici hizmetleri, sağlık hizmetleri ve teknoloji gibi beş tane hisse senedi sektörü getirilerin arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. Çalışmada, 1 Ocak 1992-30 Nisan 2018 dönemini kapsayan haftalık verilere BEKK-GARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, ilgili petrol fiyatlarının hisse senedi getirileri üzerinde etkisi olduğu sonucuna varılmıştır ve petrol fiyatları ile bazı hisse senedi getirleri arasında oynaklık yayılımı tespit edilmiştir.

Sadorsky, 2012 yılında yaptığı çalışmasında temiz enerji ve teknoloji şirketlerinin hisse senedi ile petrol fiyatları arasındaki korelasyonları ve oynaklık yayılımını araştırmıştır. Ocak 2001- 31 Aralık 2010 dönemini kapsayan günlük verileri kullanarak, CCC, DCC'nin de bulunduğu bazı MGARCH modelleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, temiz enerji şirketlerine ait hisse senedi fiyatları, petrol fiyatlarından çok teknoloji şirketlerine ait hisse senedi ile daha güçlü bir ilişki içinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca en iyi modelin DCC olduğu belirlenmiştir (Sadorsky, 2012).

Awartani ve Maghyereh, 2013 yılında yaptıkları çalışmada Suudi Arabistan, Bahreyn, Umman, Kuveyt, Katar, Birleşik Arap Emirlikleri (BAE/Dubai, Abu Dabi) ülkelerine ait hisse senedi ve petrol piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. 2 Ocak 2004- 30 Mart 2012 dönemini kapsayan verilere Diebold ve Yılmaz (2009, 2012) tarafından önerilen yayılma ölçüsünü uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, petrol ile hisse senedi piyasaları arasında asimetrik ve çift yönlü oynaklık yayılımı tespit edilmiştir (Awartani ve Maghyereh 2013).

Chang vd. (2013) çalışmalarında, ham petrol ve finansal piyasalar arasındaki oynaklık yayılımlarını ve koşullu korelasyonları araştırmışlardır. 2 Ocak 1998- 4 Kasım 2009 dönemini kapsayan günlük getiriler kullanılmıştır. Ham petrol ile FTSE100, NYSE, DOW JONES, S&P500 hisse senedi getirileri çalışmada değişken olarak kullanmışlardır. Araştırma yöntemi olarak VARMA-GARCH, VARMA-AGARCH ve DCC modelleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, ilgili piyasalardaki değişkenlerin arasındaki bağın zayıf olduğu sonucuna ulaşılmıştır. VARMA-GARCH ve VARMA-AGARCH modeleri tahmin sonuçlarına göre, ilgili piyasalar arasında oynaklık yayılımının düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Jouini, 2013 yılında yaptığı çalışmada Suudi Arabistan'a ait 10 Ocak 2007 ile 28 Eylül 2011 arasındaki haftalık verileri kullanarak petrol fiyatları borsalar arasındaki getiri ve oynaklık yayılımını VAR-GARCH modeli yardımıyla araştırmıştır. Araştırma sonucuna göre, ilgili piyasalar arasındaki oynaklık yayılımının karşılıklı olduğu sonucuna varılmıştır (Jouini, 2013).

Naifar ve Dohaiman (2013) çalışmalarında, petrol fiyatlarının, Körfez (Suudi Arabistan, Bahreyn, Katar, Irak, Kuveyt, Birleşik Arap Emirlikleri, İran ve Umman) ülkelerine ait hisse senetleri piyasasına olan etkisini incelemişlerdir. 7 Temmuz 2004- 30 Kasım 2011 dönemini kapsayan günlük veriler kullanılarak Markov Rejim Değiştirme modeli yardımıyla analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, borsa getirileri ile petrol fiyatları arasındaki oynaklık yayılımının rejim bağımlılığına dayalı olduğu tespit edilmiştir.

Souček ve Todorova, 2013 yılında yaptıkları çalışmada ham petrol göstergesi WTI ile borsa göstergeleri S&P 500, Nikkei 225, FTSE 100 endeksleri arasındaki oynaklık yayılımını HAR ve GARCH modelleri yardımıyla analiz etmişlerdir. Çalışmada, 2002- 2012 dönemini kapsayan veriler; günlük, haftalık ve aylık olarak üç ayrı şekilde incelenmiştir. Çalışma sonucunda, 2008 krizi öncesi günlük, haftalık ve aylık olarak ayrılan verilerde oynaklık yayılımı gözlemlenmemiştir. 2008 krizi sonrası dönem için ise, aylık verilerde oynaklık yayılımının kaybolduğu gözlemlenirken, günlük ve haftalık verilerde ise oynaklık yayılımını arttığı gözlemlenmiştir (Souček ve Todorova, 2013).

Anand vd. (2014) çalışmalarında, Hindistan'da ham petrol ile S&P CNX ve NIFTY hisse senedi endeksleri arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. 2000-2012 dönemini kapsayan aylık veriler BEKK-GARCH modeli yardımıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, oynaklık yayılımının petrol piyasasından hisse senedi piyasasına doğru tek yönlü olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, finansal kriz sonrasında ise ilgili piyasalarda oynaklık yayılımında artış olduğu saptanmıştır.

Demiralay ve Gencer, 2014 yılında yaptıkları çalışmada, MSCI gelişen piyasa sektörü endeksleri ve Brent ham petrol fiyatları aralarındaki oynaklık yayılımlarını araştırmışlardır. Çalışmada, 6 Ocak 1995- 27 Aralık 2013 dönemini kapsayan haftalık veriler kullanılarak VAR-AGARCH modeli yardımıyla analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, MSCI gelişen piyasa sektörü endeksleri ve Brent ham petrol fiyatları aralarında şok ve oynaklık yayılımlarının olduğu tespit edilmiştir (Demiralay ve Gencer, 2014).

Gomes ve Chaibi (2014) çalışmalarında, yirmi bir ülke için petrol fiyatları ile hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını ve şokların etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, 8 Şubat 2008- 1 Şubat 2013 dönemini kapsayan haftalık verilere BEKK-GARCH modeli uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, hisse senedi piyasaları ve petrol fiyatları arasındaki oynaklık yayılımının çift yönlü olduğu ve

ilgili değişkenler arasında şok ve oynaklık yayılımının önemli derecede etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Jouini ve Harrathi, 2014 yılında yaptıkları çalışmada Bahreyn, Kuveyt, Umman, Katar, Suudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri'ne ait hisse senedi piyasaları ile petrol fiyatları arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. Çalışmada, 24 Haziran 2015- 25 Mart 2011 dönemini kapsayan haftalık veriler BEKK-GARCH modeli yardımıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, ülkelere ait hisse senedi fiyatı ile petrol fiyatları arasında şok ve oynaklık yayılımının varlığına rastlanılmıştır (Jouini ve Harrathi, 2014).

Lin vd. (2014) çalışmalarında, 7 Ocak 2000- 31 Aralık 2010 dönemini kapsayan veriler ile petrol piyasası ve Gana hisse senedi piyasası arasındaki oynaklık yayılımını incelemişlerdir. Çalışmaya daha sonra Nijerya borsası da dahil edilerek VAR-GARCH, VAR-AGARCH, DCC-GARCH modelleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, iki borsa getirisi ve petrol piyasası arasında anlamlı ve önemli derecede oynaklık yayılımının olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sattary vd. (2014) çalışmalarında, Dünya petrol piyasası ile BIST100'de etkinlik gösteren enerji, ulaşım, metal olmayan mineral ürünler gibi çeşitli sektör endeksleri arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. Çalışmada, 2 Ocak 2002 ile 31 Aralık 2013 tarihleri arasındaki verilere bakılmış ve araştırma yöntemi olarak iki değişkenli GARCH modeli kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, metal olmayan mineral ürünler sektörü dışındaki diğer tüm hisse senedi endeksi ile petrol piyasası arasında oynaklık yayılımının olduğu gözlemlenmiştir.

Khalfaoui vd. (2015) çalışmalarında, ham petrol piyasası ile G7 ülkeleri borsa endeksleri arasındaki oynaklık yayılımı araştırmışlardır. 2003-2012 dönemini kapsayan verilere Dalgacık (Wavelet) GARCH-BEKK modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, petrol piyasası ile hisse senedi piyasası arasında zamana bağlı olarak değişen oynaklık yayılımının olduğu tespit edilmiştir.

Uwubanmwen ve Omorokunwa (2015) çalışmalarında, Nijerya'da hisse senedi ile petrol piyasası arasındaki oynaklık yayılımını Hata Düzeltme Mekanizması (ECM) ve iki değişkenli GARCH modeli yardımıyla tespit etmeye çalışmışlardır. 1990- 2012 dönemini kapsayan üçer aylık veriler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, oynaklık yayılımının petrol piyasasından hisse senedine doğru tek yönlü olduğu sonucuna varılmıştır.

Singhal ve Ghosh, 2016 yılında yaptıkları çalışmada Hindistan'a ait hisse senedi piyasaları ile ham petrol piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını VAR-DCC-GARCH modeli yardımıyla araştırmışlardır. Veri olarak Brent ham petrol, BSE-Sensex ve Bombay Menkul Kıymetler Borsası'nın Otomotiv, Enerji, Finans, Sanayi, Metal, Petrol ve Gaz ve Güç olmak üzere yedi sektör endeksi için 1 Ocak 2006- 28 Şubat 2015 dönemini kapsayan haftalık kapanış fiyatları kullanılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, petrol piyasasından ana endekse doğru oynaklık yayılımı bulunamamıştır ancak otomotiv, enerji ve finans sektörüne doğru önemli derecede oynaklık yayılımının olduğu tespit edilmiştir (Singhal ve Ghosh, 2016).

Boubaker ve Raza, 2017 yılında yaptıkları çalışmada BRICS (Brezilya, Rusya, Çin, Hindistan, Güney Afrika) ülkelerine ait borsa piyasaları ile petrol fiyatları arasındaki şokların etkisini ve oynaklık yayılımını araştırmışlardır. Çalışmada, 4 Ocak 2000- 25 Mart 2015 dönemini kapsayan günlük verileri çok değişkenli yaklaşım ve Dalgacık analizini kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda, şokların etkisinin olduğu ve petrol fiyatları ile ülkelere ait borsa piyasaları arasında oynaklık yayılımının olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Boubaker ve Raza, 2017).

Liu vd. 2017 yılında yaptıkları çalışmada ABD ve Çin'e ait hisse senedi piyasaları ile ham petrol piyasası arasındaki oynaklık yayılımını incelemişlerdir. Çalışmada, 2 Ocak 2003 - 23 Aralık 2016 dönemini kapsayan günlük verilere VAR-GARCH-BEKK modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, ABD hisse senedi ile ham petrol piyasaları arasında oynaklık yayılımı gözlemlenirken, Çin hisse senedi

piyasaları ile ham petrol piyasaları arasında oynaklık yayılımı gözlemlenmemiştir (Liu vd. 2017).

Özer (2017) çalışmasında, ABD, İngiltere, Japonya, Almanya, Türkiye, Meksika, Hindistan, Brezilya ülkeleri için petrol fiyatları ile hisse senedi getirileri arasındaki oynaklık yayılımını araştırmıştır. 2006-2016 dönemini kapsayan günlük veriler kullanılarak VAR-GARCH modeli yardımıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucuna göre, ABD ülkesi için getiri yayılımının yönü hisse senedi getirilerinden petrol fiyatlarına doğru tespit edilmiştir. Meksika dışında diğer tüm ülkeler için getiri yayılımının yönü petrol fiyatlarından hisse senedi getirilerine doğtu tespit edilirken, ABD ve İngiltere için pozitif getiri yayılımı gözlemlenirken, diğer ülkeler için negatif getiri yayılımı testit edilmiştir. ABD ve Almanya ülkeleri için şokun yönü hisse senedi getirilerinden petrol fiyatlarına doğru tespit edilirken, ABD, İngiltere, Japonya, Almanya, Türkiye, Meksika için ise şokun yönünün petrol fiyatlarından hisse senedi getirilerine doğru olduğu tespit edilmiştir. Son olarak ise, Türkiye ve Brezilya ülkeleri için oynaklığın yönü petrol fiyatlarından hisse senedi getirilerine doğru olduğu tespit edilmiştir.

Antonakakis vd. (2018) çalışmalarında, petrol ve gaz şirketlerini dikkate alarak petrol fiyatı ile hisse senedi arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. Çalışmada, 18 Haziran 2001- 1 Şubat 2016 dönemini kapsayan verilere Diebold-Yılmaz bağlantılılık analizi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, petrol ve gaz şirketi hisse senedi ile petrol fiyatları arasında oynaklık yayılımının tek yönlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Wang ve Wu (2018) çalışmalarında, petrol ve uluslarası hisse senetleri arasındaki asimetrik oynaklık yayılımını incelemişlerdir. S&P 500 Endeksi, Euro Stoxx 50 ve Nikkei 22 endeksleri Yönlendirilmiş Döngüsüz Grafik (DAG) teknikli VAR asimetrik oynaklık yayılım endeksi ile analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, 2006- 2009 ortalarına kadar petrol piyasasında pozitif oynaklık yayılımı tespit edilmişken, 2009'un sonlarından itibaren petrol piyasasında negatif oynaklık

yayılımı tespit edilmiştir. Ayrıca, petrol piyasasındaki pozitif oynaklık yayılımının hisse senetlerini, negatif oynaklık yayılımına göre daha fazla etkilediği tespit edilmiştir.

Ashfaq vd. (2019) çalışmalarında, Çin, Japonya, Güney Kore, Hindistan ülkelerinde ham petrol getirileri ile hisse senedi endeksi arasındaki oynaklık yayılımı araştırmışlardır. 1 Eylül 2009 -31 Ağustos 2018 dönemini kapsayan günlük verilere BEKK-GARCH ve DDC-GARCH modelleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, Güney Kore hisse senedi ile ham petrol getirisi arasında çift yönlü oynaklık yayılımı tespit edilmiştir. Ayrıca 2014-2016 arasında ilgili değişkenler arasında büyük şok ve oynaklık yayılımı tespit edilmiştir.

Aromi ve Clements 2019 yılında yaptıkları çalışmada, hisse senedi piyasaları ile petrol piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını 2007-2016 dönemini kapsayan günlük verileri kullanarak volatilite bağlantılık yöntemi yardımıyla araştırmışlardır. ABD ham petrol borsa yatırım fonu ve S&P 500 endeksi çalışmada kullanılmıştır. Çalışma sonucuna göre, ilgili piyasalar arasındaki oynaklık yayılımının karşılıklı olduğu sonucuna varılmıştır (Aromi ve Clements, 2019).

Gençyürek ve Demireli, 2019 yılında yaptıkları çalışmada MSCI gelişmekte olan ülkelerin hisse senedi piyasaları ve WTI ham petrol fiyatları arasındaki getiri ve oynaklık yayılımı araştırmışlardır. Çalışma sonucuna göre, MSCI gelişmekte olan ülkelerin hisse senedi piyasalarından WTI ham petrol piyasalarına doğru oynaklık yayılımı tespit edimiştir. WTI ham petrol piyasasından MSCI gelişmekte olan ülkelerin hisse senedi piyasalarına doğru ise getiri yayılımının olduğu tespit edilmiştir (Gençyürek ve Demireli, 2019).

Hassan vd. (2019) çalışmalarında, Hindistan, Çin, Brezilya, Rusya için ham petrol ve hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. 2002 2017 dönemini kapsayan günlük verleri DDC ve Diebold-Yılmaz Bağlantılılık Analizi yöntemleri yardımıyla analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda, ham petrol ve

hisse senedi piyasaları arasında çok düşük seviyede oynaklık yayılımı tespit edilmiştir.

Husain vd., 2019 yılında yaptıkları çalışmada, ABD için, ham petrol fiyatları, hisse senedi endeksleri ve değerli metaller (Altın, Paladyum, Platin, Gümüş, Çelik, Titanyum) arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, ham petrol fiyatları, hisse senedi endeksleri ve değerli metaller arasında oynaklık yayılımının varlığı tespit edilmiştir (Husain vd. 2019).

Sarwar vd. (2019) çalışmalarında, Pakistan için, 107 şirketin hisse senetleri ile petrol piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. Ocak 2000-Ağustos 2017 dönemini kapsayan günlük verilere BEKK-GARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, Pakistan'a ait 107 şirketin hisse senetleri ile petrol piyasası arasında çift yönlü oynaklık yayılımının varlığı tespit edilmiştir.

Şenol 2020, yılında yaptığı çalışmada hisse senetleri piyasasının bir göstergesi olan BIST100 endeksi, döviz piyasasının göstergeleri olarak ABD Doları ve Türk Lirası ve ham petrol piyasasının bir göstergesi olan Brent petrol fiyatları arasındaki oynaklık yayılımlarını araştırmıştır. 4 Ocak 2010- 15 Mart 2019 dönemini kapsayan verilere DCC-GARCH analizi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, BIST100 ile döviz kuru (ABD doları) arasında karşılıklı oynaklık yayılımı tespit edilirken, petrolden ise BIST100 ve döviz kuruna tek yönlü oynaklık yayılımı tespit edilmiştir (Şenol, 2020).

Wang 2020, yılında yaptığı çalışmada ham petrol ve hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını ve faiz oranının piyasalara etkisini araştırmıştır. Çalışmada, Mayıs 2007- Mart 2019 dönemini kapsayan verilere Diebold ve Yılmaz (2012) bağlantılılık analizi ve Krehlik ve Barunik (2017) yöntemleri uygulanmıştır. Çalışma sonucuna göre, kısa dönemde ham petrol ve hisse senedi piyasaları arasında oynaklık yayılımı tespit edilmiştir. Ayrıca, Küresel Kriz ve Avupa Borç Krizi ve faiz oranlarının oynaklık yayılımını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Wang, 2020).

Amar vd. 2021 yılında yaptıkları çalışmada petrol ve hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını COVİD-19 dönemi için incelemişlerdir. Çalışmada, 4 Ocak 2010- 6 Mayıs 2020 dönemini kapsayan günlük verilere Dalgacık Analizi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, COVİD-19 dönemi için petrol ve hisse senedi piyasaları arasında oynaklık yayılımının çift yönlü olduğu sonucuna varılmıştır (Amar vd. 2021).

Zhang ve Hamori (2021) çalışmalarında, ABD, Japonya ve Almanya için, COVİD-19 salgınının hisse senedi ve petrol piyasaları arasındaki getiri ve oynaklık yayılımına etkisini incelemişlerdir. 4 Ocak 2006– 31 Ağustos 2020 dönemini kapsayan günlük verilere Diebold ve Yılmaz (2012) bağlantılılık analizi ve Barunik ve Krehlik (2018) tarafından önerilen frekans dinamiklerine bağlı yayılım analizi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, COVİD-19 salgınının piyasalarda oynaklık yayılımını arttırdığı gözlemlenmiştir. Özellikle, salgının ham petroldeki oynaklık yayılımına etkisinin, hisse senetlerindeki oynaklık yayılımına etkisine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, frekans dinamiklerine bağlı yayılım analizine göre getiri yayılımının kısa dönemde, oynaklık yayılımının ise uzun dönemde daha etkin olduğu gözlemlenmiştir.

2.3. Değerli Metaller ve Hisse Senedi Piyasaları Arası Oynaklık Yayılımı

Günlük yaşamda dekorasyon, mücevherat, imalat ve elektronik gibi pek çok alanın yanı sıra altın ve gümüş gibi metaller nadir bulunması nedeniyle, geleneksel yatırım araçları olarak da kullanılmaktadır. Bu bağlamda, bahsi geçen bu metaller, değerli metaller olarak adlandırılmaktadır.

Altın, diğer finansal varlıklar ile karşılaştırıldığında daha basit ve anlaşılır bir yatırım aracıdır. Altın, enflasyon ve kur risklerine karşı koruma sağlaması, yüksek getiri ve düşük risk sunması, likitidesi yüksek menkul kıymetlerden biri olması gibi birçok özelliği, nedeniyle yatırımcılar açısından güvenli liman olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca, altın, ülkelerin ekonomik durumlarının bir göstergesi

olarak kabul edilmekte ve ülkelerin rezervlerinde yer almaktadır. Bu bağlamda, altının değeri, yaşanan finansal krizler, sosyal ve politik olaylar, savaşlar, döviz kuru dalgalanmaları, jeopolitik durum, ekonomik büyüme ve altın üretimi gibi birçok faktörden kolaylıkla etkilenebilmektedir (Tomak, 2013).

Gümüş, altından sonra en çok tercih edilen bir diğer değerli metal ve altına benzer özelliklere sahiptir. Altın gibi geleneksel bir yatırım aracı olmasının yanı sıra dekorasyon, mücevher, imalat ve elektronik gibi birçok alanda da kullanılmaktadır. Ancak, altına olan güvenin fazla olması nedeniyle, gümüş altına göre daha az likittir ve bu bağlamda altına göre dezavantajlıdır (Aghalarova, 2022).

Literatür incelendiğinde, altının finansal piyasalarda bir güvenli liman olup olmadığı, riskten korunma özelliğinin olup olmadığı, enflasyon ve döviz kuru riskine nasıl tepki vereceği birçok yatırımcı ve araştırmacının dikkatini çekmekte ve bu konu üzerinde yapılan araştırmaların önemi her geçen gün daha da artmaktadır. Çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, altın ile hisse senetleri arasında negatif bir ilişkinin varlığından söz edilebilmektedir. Diğer bir deyişle, altın fiyatlarındaki artış hisse senedi getirilerini olumsuz etkilemektedir. Diğer taraftan, gümüş metalinin hisse senetleri üzerindeki etkisine ilişkin literatür oldukça kısıtlıdır.

Bu bölümde değerli metallerden altın ve gümüş ile hisse senedi piyasası arasındaki oynaklık yayılımına ait literatür özeti sunulacaktır.

Sumner vd. (2010) çalışmalarında, ABD'de altın, borsa ve tahvil piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. Çalışmada, 9 Ocak 1970- 24 Nisan 2009 dönemini kapsayan verilere Diebold ve Yılmaz (2009) Bağlantılılık Analizi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, altın, borsa ve tahvil piyasaları arasında oynaklık yayılımı tespit edilmiştir. Ayrıca finansal krizlerin piyasalar arası oynaklık yayılımını artırdığı da tespit edilmiştir.

Hossenidoust vd. (2013) çalışmalarında, petrol ve altın fiyatlarındaki oynaklığın ASEAN-5 (Malezya, Singapur, Filipinler, Endonezya ve Tayland) ülkelerine ait hisse senedi getirileri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Ocak 2000-Ocak 2013 dönemini kapsayan aylık verilere EGARCH ve MGARCH modellerini uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, Altın fiyatlarındaki oynaklığın ASEAN-5 hisse senedi getirileri üzerindeki yayılma etkisinin Malezya ve Singapur'da etkili olduğu, ancak diğer tüm ülkelerde etkili olmadığı sonucuna varılmıştır. Endonezya, Filipinler ve Tayland için altının iyi bir yatırım ve hisse senedi fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı korunma aracı olabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca, petrolün tüm ASEAN-5 ülkelerinin borsaları üzerinde olumlu bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Mensi vd. (2013) çalışmalarında, hisse senedi ve enerji, gıda, içecek ve altın endeksleri arasındaki getiri ve oynaklık yayılımlarını araştırmışlardır. VAR-GARCH modelinin kullanıldığı çalışmada, 3 Ocak 2000- 31 Aralık 2011 dönemini kapsayan günlük verilerini kullanarak oynaklık yayılımını incelemişlerdir. Çalışma sonucuna göre, hisse senedi ve emtia piyasaları arasında oynaklık yayılımının olduğu sonucuna varılmıştır.

Tokat (2013) çalışmasında, altın, döviz ve hisse senedi piyasalarında oynaklık yayılımını araştırmıştır. Ocak 2000- Haziran 2006 dönemini kapsayan günlük verilere MGARCH modeli yardımıyla oynaklık yayılımının varlığı incelenmiştir. Çalışmada, iki farklı model kurulmuştur. Birinci modelde, TL cinsinden gram altın, ABD Doları ve IMKB100 endeksi getirileri kullanılırken ikinci modelde, dolar cinsinden altının ons fiyatı, dolar endeksi ve IMKB100 serileri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, tüm değişkenlerin kendi geçmiş şoklarından etkilendiği gözlemlenmiş ve ayrıca USD/TL piyasasındaki şoklar ve oynaklığın gram altın piyasası üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Gencer ve Musaoğlu (2014) çalışmalarında, Türkiye'de altın, hisse senedi ve 10 yıllık devlet tahvili arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. Çalışmada,

6 Haziran 2006- Kasım 2013 dönemini kapsayan verilere iki değişkenli BEKK-GARCH modeli uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, altın ile hisse senedi piyasaları arasında çift yönlü oynaklık yayılımı gözlemlenirken, altın ile devlet tahvil piyasaları arasında ise tek yönlü oynaklık yayılımı gözlemlenmiştir.

Kumar, 2014 yılında yaptığı çalışmada Hindistan'a ait hisse senedi endeksleri ve altın arasındaki getiri ve oynaklık yayılımını VAR-ADCC-BVGARCH modeli yardımıyla araştırmıştır. Çalışmada, altın ile otomotiv, finans, enerji, hizmet, ilaç ve emtia sektörleri baz alınmıştır. Çalışma sonucunda, altın endeksi ile diğer makroekonomik değişkenler arasında getiri yayılımı tespit edilirken, oynaklık yayılımı tespit edilememiştir (Kumar, 2014).

Arouri vd. 2015 yılında yaptıkları çalışmada Çin'e ait hisse senedi piyasası ile dünya altın fiyatları arasındaki getiri ve oynaklık yayılımını araştırmışlardır. Çalışmada, 22 Mart 2004- 31 Mart 2011 dönemini kapsayan verilere VAR-GARCH ve GARCH modelleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, Çin'de altın fiyatları ve hisse senedi fiyatları arasında getiri ve oynaklığın çapraz etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, altının varlığının Çin Borsalarındaki hisse senetleri için güvenli bir liman olduğu sonucuna da ulaşılmıştır (Arouri vd. 2015).

Çelik vd. (2018) çalışmalarında, değerli madenler (altın ve petrol) ile gelişmekte olan ülkelerin hisse senedi piyasaları arasında getiri ve oynaklık yayılımını araştırmışlardır. Çalışmada, 1 Şubat 2006- 30 Temmuz 2015 dönemini kapsayan gün sonu verilerine çok değişkenli VAR-EGARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, altın'dan Endonezya, Hindistan, Brezilya ve Tükiye hisse senedi piyasalarına doğru pozitif bir getiri yayılımı gözlemlenirken, Brent'ten Hindistan, Brezilya ve Türkiye hisse senedi piyasalarına doğru negatif bir getiri yayılımı gözlemlenmiştir. Diğer taraftan, değerli madenlerden Türkiye hisse senedi piyasalarına doğru herhangi bir oynaklık yayılımı tespit edilememiş ve bu bağlamda, Türkiye piyasasının, diğer hisse senedi piyasalarına göre daha güçlü ve güvenli bir liman olduğu sonucuna varılmıştır.

Pandey ve Vipul (2018) çalışmalarında, ham petrol, altın ve BRICS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika) ülkelerinin hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. Çalışmada, Ocak 2000- Aralık 2015 dönemini kapsayan haftalık veriler GARCH, EGARCH ve BEKK-GARCH modelleri kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, ham petrol ve altın piyasalarından Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ülkelerine ait hisse senedi piyasalarına doğru oynaklık yayılımı tespit edilmiştir. Ayrıca, 2008 küresel kriz sonrasında oynaklık yayılımının arttığı tespit edilmiştir.

Kakinuma (2021) çalışmasında, Güneydoğu Asya (Singapur, Taylan) borsaları, Bitcoin ve altın arasındaki getiri ve oynaklık yayılımını araştırmıştır. Çalışmada, Ekim 2013- Mayıs 2021 dönemini kapsayan veriler kullanılarak, BEKK-GARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, COVİD-19 döneminde, borsa, bitcoin ve altın piyasalarında getiri ve oynaklık yayılımının arttığı tespit edilmiştir.

Golitsis vd. (2022) çalışmalarında, altın, ham petrol, S&P 500 endeksi, dolar döviz kuru, Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE), Enflasyon (CPI), Faiz oranı (üç aylık hazine bonosu) ve Ekonomi politikaları belirsizlik endeksini dikkate alarak oynaklık yayılımını araştırmışlardır. 02 Ocak 1986- 31 Aralık 2019 dönemini kapsayan verilere VAR ve Diebold ve Yılmaz (2012, 2014) bağlantılılık analizi uygulanmıştır. Çalışma sonucuna göre, döviz kuru ve altın getirilerinin arasında oynaklık yayılımı tespit edilmiştir. Ayrıca, finansal krizlerin piyasalar arasındaki oynaklık yayılımını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kılıç ve Baydaş (2022) çalışmalarında, BIST 100 endeksi ile değerli madenler (altın, bakır, gümüş ve platin) arasındaki oynaklık yayılımını araştırmışlardır. 4 Ocak 2010- 25 Ağustos 2021 dönemini kapsayan günlük verilere çok değişkenli DCC-GARCH modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, BIST100 ile değerli madenler arasındaki oynaklığın kalıcı olduğu sonucuna varılmıştır. BIST100 endeksinden Altına doğru ve Bakır metalinden BIST100 endeksine doğru tek yönlü oynaklık yayılımı tespit edilmiştir. BIST100 ile değerli madenler

piyasasının göstergeleri olan gümüş ve platin arasında ise çift yönlü oynaklık yayılımı olduğu tespit edilmiştir.

III. BÖLÜM

3. DIEBOLD VE YILMAZ BAĞLANTILILIK ANALİZİ

Tezin bu bölümünde, çalışmanın yöntemini oluşturan Diebold ve Yılmaz (2012) Bağlantılılık Analizinden bahsedilecektir. Diebold ve Yılmaz (2009) tarafından geliştirilen ve Diebold ve Yılmaz (2012) tarafından değişiklik yapılan Bağlantılılık Analizi, Vektör Otoregresif (VAR) Modellere dayanmaktadır. Bu nedenle bu bölümde ilk olarak VAR modellerinden bahsedilecek daha sonra Diebold ve Yılmaz (2012) Bağlantılılık Analizi tanıtılacaktır.

3.1. Vektör Otoregresif Modeller (VAR)

Bir analiz yapılırken, tek değişkenli modellerin yeterli olmadığı durumlarda çok değişkenli analize ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda en yaygın yöntem Christopher Sims (1980) tarafından geliştirilen ve "Makroekonomi ve Gerçeklik" makalesinde tanıtılan vektör otoregresif modellerdir (VAR). Sims (1980) makalesinde, VAR modelinin kurulumunda iktisadi bir teorinin dikkate alınmasına gerek olmadığını savunmaktadır.

VAR modellerinin amacı, karşılıklı bağımlılığı dikkate alarak değişkenler arasındaki etkileşimi ortaya çıkarmak ve aynı zamanda geleceğe yönelik tahminler sunmaktır. Başka bir deyişle, VAR analizi, ilişkili değişkenlerin birlikte nasıl hareket ettiğini gösteren bir modeldir. VAR modeli aynı zamanda her değişkenin kendi gecikmeli değerlerinden ve diğer değişkenlerin gecikmeli değerlerinden nasıl etkilendiğini de açıklamaya yardımcı olmaktadır.

VAR modellerinin tanımında her bir zaman serisinin içsel bir değişken olarak analize dahil edildiği belirtilse de aynı zamanda dışsal bir değişken olarak da analize dahil edilmektedir. Bu bağlamda, VAR modellerinde içsel ve dışsal değişken

ayrımı yapılmamakla birlikte kurulum açısından eşanlı denklem sistemlerine bir alternatiftir. VAR modeli kurulumunda tüm değişkenler öncelikle içsel değişkenler olarak kabul edilmekte ve değişkenlere yönelik kısıtlamalar, iktisadi teoriye dayanan eşanlı modellerin aksine, istatistiksel testler yardımıyla uygulanmaktadır. Fakat iktisadi teoriye dayalı yapısal hipotezlerin araştırılması, genellikle istatistiksel yöntemlerle test edilemeyebilecek önsel varsayımlar gerektirebilmektedir. Bu nedenle, yapısal vektör otoregresif (SVAR) modelleri, bu tür kısıtlamaları dahil etmek için ayrıca Sims (1980) tarafından geliştirilmiştir (Lütkepohl, 2005).

VAR modelinde, değişkenler arasındaki ilişkileri analiz etmek için etki-tepki fonksiyonları ve/veya tahmin hatası varyans ayrıştırması kullanılmaktadır.

Literatürde VAR modellerinin diğer modellere göre birçok avantajı olmasına rağmen birçok dezavantajının da olduğu bilinmektedir. VAR modelinin sahip olduğu bazı avantajlar aşağıda listelendiği şekilde sıralanabilmektedir (Brooks, 2014).

- VAR modelini oluşturması ve tahmin etmesi kolaydır.
- VAR modelinde gecikme sayıları farklı değer alabilmektedir.
- VAR modeli oluşturulurlurken dikkate alınması gereken bir teori yoktur.
- VAR modeli oluşturulurken hem endojen (içsel) hem de ekzojen (dışsal) değişkenker kullanılabilir. Başka bir deyişle, değişkenin hangi türden olduğuna bakılmamaktadır. Tüm değişkenlerin önsel olarak endojen değişken olduğu kabul edilmektedir.

VAR modelinin bazı dezavantajları ise aşağıda verildiği şekilde listelenebilmektedir (Brooks, 2014).

- VAR modellerinin eleştirilen en önemli eksikliklerinden biri teoriden bağımsız olmasıdır.

- Gecikme uzunluğu (p) önceden bilinmemektedir.

- Gecikme uzunluğunun yüksek değer çıkması durumunda modellerde serbestlik derecesi sorunu ortaya çıkabilmektedir.

p gecikmeli indirgenmiş formda k değişkenli VAR (Standart VAR) modeli, VAR (p) olarak gösterilir ve (22)'de verildiği şekilde tanımlanmaktadır (Sims, 1980).

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \cdots + A_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

ya da (22)

$$A(L) Y_t = A_0 + \varepsilon_t$$

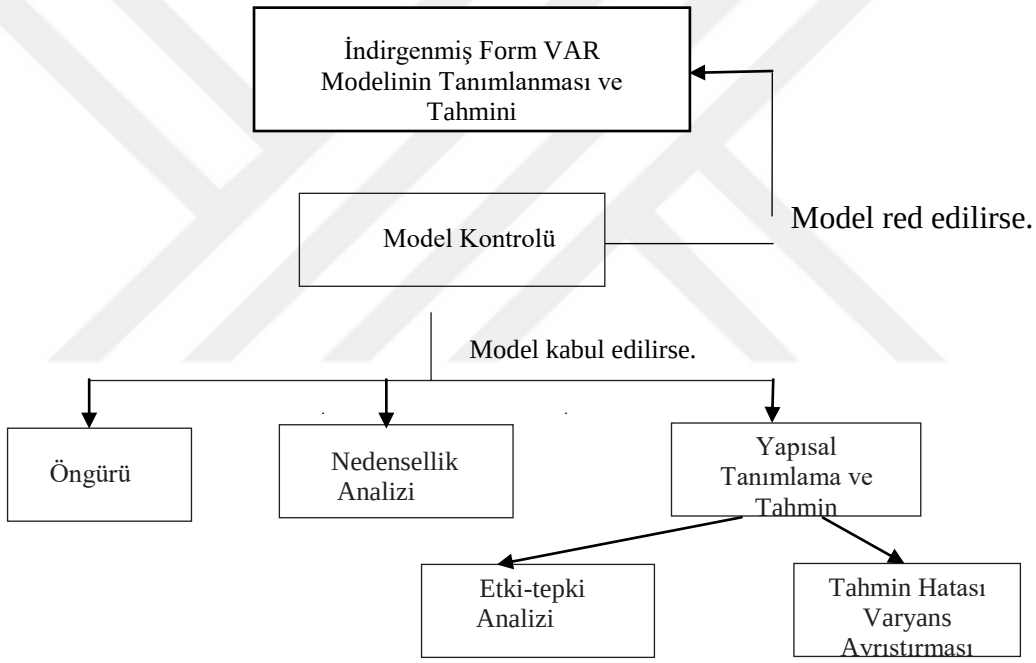
Burada, Y_t, $k \times 1$ boyutlu değişkenler vektörünü, A_0, $k \times 1$ boyutlu sabit katsayılar vektörünü, A_i, $i = 1,2, \ldots, p$ olmak üzere i. gecikmeye ait $k \times k$ boyutlu katsayılar matrisini ve ε_t, $k \times 1$ boyutlu sıfır ortalamalı, $E(\varepsilon_t' \varepsilon_t) = \Sigma_\varepsilon$ varyans kovaryans matrisine sahip ak gürültü sürecini göstermektedir. Ayrıca, L gecikme operatörünü göstermek üzere, $A(L) = I_k - A_1 L - A_2 L^2 - \cdots - A_p L^p$ karakteristik polinomu göstermektedir.

Kolay anlaşılması açısından, p gecikmeli indirgenmiş formda 2 değişkenli bir VAR modeli ele alındığında, (23)-(24)'te verildiği şekilde tanımlanmaktadır.

$$Y_{1t} = \delta_{1t} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{1i} Y_{1t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{1i} Y_{2t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (23)$$

$$Y_{2t} = \delta_{2t} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{2i} Y_{1t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{2i} Y_{2t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (24)$$

Lutkepohl (2006 ve 2009) çalışmalarında VAR analizinin aşamaları Şekil 1'de verildiği gibi tanımlanmaktadır.



Şekil 1. VAR Analizinin Aşamaları[2]

Şekil 1'de verilen aşamalar aşağıda ayrıntılı şekilde açıklanmıştır.

[2] Lutkepohl (2006), Vector autoregressive models, İçinde: Palgrave Handbook of Econometrics; Lutkepohl (2009), Econometric Analysis with Vector Autoregressive Models.

İndirgenmiş form VAR modelinin tanımlanması ve tahmini aşamasında ilk olarak uygun gecikme sayısının doğru bir şekilde seçilmesi gerekmektedir. Bu aşama, VAR modeli için büyük bir öneme sahiptir. Gecikme sayısının olması gerekenden küçük alındığı durumda tahmin ediciler tutarsız olmaktadır. Diğer taraftan, gecikme sayısı olması gerekenden büyükse tahmin edilen varyans değerleri olması gerekenden daha büyük olmaktadır. Gecikme uzunluğunu belirlemede Akaike Bilgi Kriteri (AIC, Akaike, 1973; 1974), Schwarz Bilgi Kriteri (BIC, Schwarz, 1978) ve Hannan-Quinn Bilgi Kriteri (HQ, Hannan ve Quinn, 1979) kullanılmaktadır. Bilgi kriterleri arasında karşılaştırma yapılır ve analiz sonucunda kriter değeri en küçük olan model tercih edilmektedir (Lutkepohl, 2006; Lutkepohl, 2009) .

Bir VAR modeli tahmin edilirken gecikme uzunluğunun belirtilmesi ve en küçük değere sahip bilgi kriterinin kullanılması en iyi modelin seçilmesi anlamına gelmemektedir. İyi bir model seçimi için ayrıca, bazı kontrollerin yapılması gerekmektedir. Model kontrolleri aşağıda listelendiği şekilde verilebilmektedir (Brooks, 2014).

- İstikrar Koşulunun Sağlanması: VAR modeli için uygun model seçilirken istikrar koşulunun sağlanması dikkat edilmesi gereken bir husustur. Bir VAR modelinin karakteristik polinom denkleminin kökleri birim çember dışında ise istikrar koşulu sağlanmaktadır. Diğer bir deyişle, (22)'de verilen VAR (p) modelinin istikrar koşulu (25)'te verildiği şekilde tanımlanmaktadır.

$$\det\left(I_k - A_1 z - A_2 z^2 - \cdots - A_p z^p\right) \neq 0 \;\; \forall |z| \leq 1 \tag{25}$$

- Normallik Varsayımı: Bu varsayım genel olarak önemsenmemesine rağmen, örneklem büyüklüğünün yetersiz, değişken sayısının ise büyük olduğu durumlarda önemli bir varsayım haline gelmektedir. Bu varsayımın test edilmesinde, Jarque- Bera Normallik Testi (Jarque ve Bera, 1987) yaygın kullanıma sahiptir.

- Serisel Korelasyonun Olmaması Koşulu: Uygun VAR modeli seçilirken dikkat edilmesi gereken diğer bir varsayım serisel korelasyon olmaması koşuludur. Serisel korelasyon olmaması koşulunu sağlamak için Breusch-Godfrey Lagrange Çarpanları testi (Breusch, 1978; Godfrey, 1978), Box-Pierce (Box ve Pierce, 1970) ya da Ljung-Box (Ljung ve Box, 1978) Portmanteau testleri kullanılmaktadır.

- Sabit Varyans Koşulunun Sağlanıp/ Sağlanmadığı: Uygun VAR modeli seçilirken dikkat edilmesi gereken diğer bir varsayım sabit varyans koşulunun sağlayıp sağlanmadığının test edilmesidir. Bu koşulun sağlanması için White Değişen Varyans Testi (White, 1980) ile yapılabilmektedir.

Model kontrollerinden geçen bir VAR modeli ile çeşitli analizler yapılabilmektedir. Bunlar, Etki-Tepki Analizi, Tahmin Hatası Varyans Ayrıştırması, Granger Nedensellik Analizi olarak sıralanabilmektedir.

3.1.1. Etki-Tepki Analizi

VAR modelinde, uygun ve güvenilir bir model seçildikten sonra etki-tepki analizi uygulanmaktadır. Bu analiz, modeldeki ilgili değişkenlerden herhangi birine şok uygulandığı durumda hem kendisinin hem de diğer ilgili değişkenlerin verdiği tepkiyi ölçebilmek amacıyla kullanılmaktadır. Etki-tepki Analizi, aynı zamanda uygulanan şokların ilgili değişkeni hangi yönde etkilediğini gözlemlemek amacıyla da kullanılmaktadır (Lütkepohl, 2005).

Etki-tepki fonksiyonları, VAR modelinin, sonsuz gecikmeli hareketli ortalama, MA (∞) gösteriminden elde edilmektedir. (22)'de verilen VAR (p) modeli eğer istikrar koşulunu sağlıyor ise MA(∞) gösterimine sahiptir. Bu gösterim, (22)'de verilen VAR (p) modelinin iki tarafında $A(L)$ karakteristik polinomunun tersi ile

çarpılmasıyla elde edilmektedir ve (26)'da verildiği şekilde tanımlanmaktadır (Lütkepohl, 2005).

$$Y_t = \mu_0 + \Phi(L)\varepsilon_t,\ \Phi(L) = A(L)^{-1} = \sum_{i=0}^{\infty} \phi_i L^i \tag{26}$$

Burada, $\mu_0 = A(L)^{-1}A_0$ eşitliği sağlanmakta ve $\Phi(L)$ polinomu, $\Phi(L)A(L) = I$ eşitliğinden elde edilmektedir.

MA(∞) gösteriminde, ϕ_i katsayıları, etki-tepki fonksiyonlarını göstermektedir ve (27)'de verildiği şekilde tanımlanmaktadır (Lütkepohl, 2005).

$$\phi_0 = I$$

$$\phi_i = \sum_{j=1}^{i} \phi_{i-j}\, A_j \tag{27}$$

Etki tepki analizinde, değişkenlerden herhangi birine şok uygulandığı durumda her bir değişkenin verdiği tepkinin diğer değişkenlerden bağımsız olarak ölçülmesi istenmektedir. Fakat (26)-(27) gösterimlerinde, sadece hata terimleri birbirinden bağımsız olduğu durumda bu koşul sağlanmaktadır. Diğer durumda, bir değişkene uygulanan şok, o değişkenin korelasyonlu olduğu diğer değişkenlerde de şok yaratacağından, diğer değişkenin verdiği tepkinin kaynağı tam bilinememektedir. Bu nedenle, hata terimlerine ortogonal bir dönüşüm uygulanır ve birbirinden bağımsız olması sağlanarak, etki-tepki analizi gerçekleştirilir. Buna ortogonal etki-tepki analizi denmektedir (Lütkepohl, 2005).

VAR (p) modelinin hata terimleri, ε_t'nin varyans kovaryans matrisi, Σ_ε pozitif tanımlı bir matristir ve (28)'de verilen gösterime sahiptir (Lütkepohl, 2005).

$$\Sigma_{\varepsilon} = PP' \tag{28}$$

Burada P, alt üçgensel bir matristir. Bu gösterim sayesinde, (26)'da verilen eşitlik (29)'da verildiği şekilde yazılabilmektedir (Lütkepohl, 2005).

$$Y_t = \mu_0 + \sum_{i=0}^{\infty} \phi_i P P^{-1} \varepsilon_{t-i} = \mu_0 + \sum_{i=0}^{\infty} \theta_i \omega_{t-i} = \mu_0 + \Theta(L)\omega_t \tag{29}$$

Burada, $\omega_t = P^{-1}\varepsilon_t$, $\theta_i = \phi_i P$ ve $\Theta(L) = \sum_{i=0}^{\infty} \theta_i L^i$ olmak üzere ω_t birbirinden bağımsız hata terimlerini tanımlamaktadır. Diğer bir deyişle, $\Sigma_{\omega} = I$'dır.

Hareketli ortalama gösterimi, bağımsız hata terimleri ile birlikte (29)'da verildiği gibi tanımlanmaktadır. Burada, θ_i katsayıları, ortogonal etki-tepki fonksiyonlarını göstermektedir (Lütkepohl, 2005).

3.1.2. Tahmin Hatası Varyans Ayrıştırması

Tahmin Hatası Varyans Ayrıştırması, bir VAR modelinde kullanılan ilgili değişkenler arasındaki dinamik ilişkiyi belirlemeye yönelik bir yöntemdir. Tahmin hatası varyans ayrıştırması, ilgili değişkenlerin varyansındaki değişimin yüzde kaçının kendisinden, yüzde kaçının diğer ilgili değişkenlerden kaynaklandığını belirlemeye yardımcı olmaktadır (Lütkepohl, 2005).

Tahmin Hatası Varyans Ayrıştırması, (30)'da verildiği gibi gösterilmektedir (Lütkepohl, 2005).

$$Y_{t+h} - \hat{Y}_t(h) = \sum_{i=0}^{h-1} \phi_i \, \varepsilon_{t+h-i} = \sum_{i=0}^{h-1} \phi_i P P^{-1} \, \varepsilon_{t+h-i} = \sum_{i=0}^{h-1} \theta_i \, \omega_{t+h-i} \tag{30}$$

Burada, $\hat{Y}_t(h)$, h dönemlik tahmin değerini göstermektedir. Daha ayrıntılı bir ifade ile $j.$ değişkenin h dönemlik tahmin hatası (31)'de verildiği gibi tanımlanmaktadır (Lütkepohl, 2005).

$$\begin{aligned} Y_{j,t+h} - \hat{Y}_{j,t}(h) &= \sum_{i=0}^{h-1} (\theta_{j1,} \, \omega_{1,t+h-i} + \theta_{j2,} \omega_{2,t+h-i} + \cdots + \theta_{jk,i,} \omega_{k,t+h-i}) \\ &= \sum_{m=0}^{k} (\theta_{jm,0} \, \omega_{m,t+h} + \theta_{jm,1} \omega_{m,t+h-1} + \cdots + \theta_{jm,h-1} \omega_{m,t+1}) \end{aligned} \tag{31}$$

(31)'de verilen eşitliğe göre, j'inci bileşenin tahmin hatası, tüm değişkenlerin ortogonal hata terimlerinin, $\omega_{1,t}, \omega_{2,t}, \ldots, \omega_{k,t}$ bir bileşiminden oluşmaktadır. $j.$ değişkenin h dönemlik tahmin hatasına ait ortalama hata kareler toplamı (MSE), (32)'de verildiği şekilde hesaplanabilmektedir (Lütkepohl, 2005).

$$\begin{aligned} MSE\left(\hat{Y}_{j,t}(h)\right) &= E\left[\left(Y_{j,t+h} - \hat{Y}_{j,t}(h)\right)^2\right] \\ &= \sum_{i=0}^{h-1} \sum_{m=1}^{k} \theta_{jm,i}^2 \end{aligned} \tag{32}$$

$j.$ değişkenin h dönemlik tahmin hatasına k değişkeninin katkısı (33)'te verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\frac{\sum_{i=0}^{h-1}\left(e_j'\theta_i e_k\right)^2}{MSE\left(\hat{Y}_{j,t}(h)\right)} \tag{33}$$

Burada, $\sum_{i=0}^{h-1}\left(e_j'\theta_i e_k\right)^2 = \theta_{jk,0}^2 + \theta_{jk,1}^2 + \cdots + \theta_{jk,h-1}^2$ ve e_k, $I_k$matrisinin k. sütununu ifade etmektedir.

3.1.3. Granger Nedensellik Analizi

Nedensellik kavramı Granger'in (1969) çalışmasıyla literatüre kazandırılmıştır. Bu analiz, bir değişkenin ilgili dönemdeki değerinin diğer değişkenlerin gecikmeli değerleri tarafından açıklanıp açıklanamadığının istatistiksel olarak test edilmesine dayanmaktadır. Granger nedensellik testinin uygulanabilmesi için öncelikle VAR analizi gerçekleştirilmektedir.

Örneğin, (23)-(24)'te verilen p gecikmeli indirgenmiş formda 2 değişkenli bir VAR modeli ele alındığında, Y_{2t} değişkeninin, Y_{1t} değişkeninin Granger nedeni olup olmadığının araştırılması için (34)'te verilen hipotez test edilmektedir.

$$\begin{aligned} &H_0: \beta_{11} = \beta_{12} = \beta_{13} = \cdots = \beta_{1p} = 0 \\ &H_1: En\ az\ 1\ tanesi\ 0'dan farklıdır. \end{aligned} \tag{34}$$

Benzer şekilde, Y_{1t} değişkeninin, Y_{2t} değişkeninin Granger nedeni olup olmadığının araştırılması için ise (35)'te verilen hipotez test edilmektedir.

$$H_0: \alpha_{21} = \alpha_{22} = \alpha_{23} = \cdots = \alpha_{2p} = 0$$

$$H_1: En\ az\ 1\ tanesi\ 0'dan farklıdır. \tag{35}$$

Bu hipotezlerin testi Wald testi ile gerçekleştirilmektedir ve testin dört farklı sonucu mevcuttur. Bu sonuçlar, aşağıda listelendiği şekilde ifade edilmektedir (Brooks, 2014).

1. Eğer (34)'te verilen hipotez red edilir ve (35)'te verilen hipotez red edilemez ise Y_{2t} değişkeninin, Y_{1t} değişkeninin Granger nedeni olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

2. Eğer (34)'te verilen hipotez red edilemezken, (35)'te verilen hipotez red edilir ise Y_{1t} değişkeninin, Y_{2t} değişkeninin Granger nedeni olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

3. Eğer hem (34)'te verilen hipotez hemde (35)'te verilen hipotez red edilir ise Y_{1t} değişkeni ile Y_{2t} değişkenleri arasında çift yönlü Granger nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

4. Eğer hem (34)'te verilen hipotez hemde (35)'te verilen hipotez red edilemez ise Y_{1t} değişkeni ile Y_{2t} değişkenleri arasında herhangi bir Granger nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

3.2. Diebold ve Yılmaz (2012) Bağlantılılık Analizi

Diebold ve Yılmaz (2009, 2012), finansal piyasalar arası oynaklık yayılımını tanımlamak amacıyla, VAR modeli ve tahmin hatası varyans ayrıştırmasını temel alan bir oynaklık yayılım ölçüsü geliştirmişlerdir. Bu analiz

Bağlantılılık Analizi olarak tanımlanır ve oynaklık yayılımı ile birlikte yayılma eğilimlerini sunmaktadır (Diebold ve Yılmaz, 2012).

Diebold ve Yılmaz Bağlantılılık Analizi, k zayıf durağan değişken ile oluşturulmuş, indirgenmiş formda bir VAR (p) modeli kabul etmektedir. Fakat VAR analizi için formüle edilen ve değişkenlerin sıralamasına bağlı olan ortogonal tahmin hatası varyans ayrıştırmasını kullanmamaktadır. Bunun yerine, Koop vd. (1996) ve Pesaran ve Shin (1998), tarafından geliştirilmiş, genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırmasını kullanmaktadır.

Genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırması, ortogonal hataları kullanmak yerine hataların tarihsel dağılımını kullanarak bu ilişkileri dikkate almaktadır. Bu ayrıştırmada, ortogonallik sağlanmadığı için değişkenlerin tahmin hatasına olan katkıları toplamı bire eşit olmak zorunda değildir (Koop vd., 1996; Pesaran ve Shin, 1998).

$j.$ değişkenin şoklarının, $i.$ değişkenin h dönemlik tahmin hatasına olan katkısına ait genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırması, (36)'da verildiği şekilde tanımlanmaktadır (Koop vd., 1996; Pesaran ve Shin, 1998).

$$\theta_{ij}^{g}(h) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{m=0}^{h-1} (e_i' \, \phi_m \Sigma_\varepsilon e_j)^2}{\sum_{m=0}^{h-1} (e_i' \phi_m \Sigma_\varepsilon \phi_m' e_i)} \tag{36}$$

Burada, σ_{jj}, $j.$ denkleme ait hatanın standart sapmasını ve e_k, $I_k$matrisinin $k.$ sütununu ifade etmektedir. Ayrıca, değişkenlerin katkıları toplamı bire eşit olmak zorunda olmadığından dolayı, $\sum_{j=1}^{k} \theta_{ij}^{g}(h) \neq 1$'dir. Bu nedenle, Diebold ve Yılmaz (2012), yayılma endeksinin hesaplanmasında satır toplamına göre varyans katkılarını normalleştirilmiştir. Normalleştirilmiş genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırması (37)'de verildiği şekilde tanımlanmaktadır.

$$\tilde{\theta}_{ij}^{g}(h) = \frac{\theta_{ij}^{g}(h)}{\sum_{j=1}^{k} \theta_{ij}^{g}(h)} \tag{37}$$

Burada, $\sum_{j=1}^{k} \tilde{\theta}_{ij}^{g}(h) = 1$ ve $\sum_{i,j=1}^{k} \tilde{\theta}_{ij}^{g}(h) = k$ koşulları sağlanmaktadır.

Diebold ve Yılmaz (2012) çalışmasında, toplam bağlantılılık, yönsel yayılım, net yayılım, net çift yönlü yayılım tanımlamalarını yapmıştır. Bu tanımlara ait açıklamalar ve formüller sırasıyla, aşağıda alt başlıklar şeklinde sunulmaktadır.

3.2.1. Toplam Bağlantılılık Endeksi (Total Spillover Index, TCI)

Bu endeks, tüm değişkenlerde gerçekleşen şoklara ait oynaklık yayılımlarının, toplam tahmin hata varyansına katkısını ölçmektedir. Diğer bir deyişle, bu endeks, ele alınan değişkenlerde mevcut oynaklık şoklarının ne kadarının yayıldığını gösteren bir ölçüdür ve (38)'de verildiği şekilde tanımlanmaktadır.

$$C(h) = \frac{\sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^{k} \tilde{\theta}_{ij}^{g}(h)}{\sum_{i,j=1}^{k} \tilde{\theta}_{ij}^{g}(h)} \times 100 = \frac{\sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^{k} \tilde{\theta}_{ij}^{g}(h)}{k} \times 100 \tag{38}$$

3.2.2. Yönsel Yayılım (Directional Spillovers)

Bir değişkenden diğer bir değişkene doğru olan oynaklık yayılımları uygulamalarda önemli bir konudur. Fakat Bağlantılılık Analizinde kullanılan genelleştirilmiş etki tepki fonksiyonları ve tahmin hata varyans ayrıştırması değişkenlerin sıralamasına bağlı değildir. Bu nedenle, yönsel yayılımlar, genelleştirilmiş tahmin hata varyans ayrıştırması normalleştirilerek elde edilmektedir.

Tüm diğer değişkenlerden i değişkenine doğru oynaklık yayılımı (39)'da verildiği şekilde tanımlanmaktadır.

$$C_{i\leftarrow\cdot}(h) = \frac{\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{k} \tilde{\theta}_{ij}^{g}(h)}{\sum_{i,j=1}^{k} \tilde{\theta}_{ij}^{g}(h)} \times 100 = \frac{\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{k} \tilde{\theta}_{ij}^{g}(h)}{k} \times 100 \tag{39}$$

Diğer taraftan, i değişkeninden, tüm diğer değişkenlere oynaklık yayılımı (40)'da verildiği gibi tanımlanmaktadır.

$$C_{\cdot\leftarrow i}(h) = \frac{\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{k} \tilde{\theta}_{ji}^{g}(h)}{\sum_{i,j=1}^{k} \tilde{\theta}_{ji}^{g}(h)} \times 100 = \frac{\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{k} \tilde{\theta}_{ji}^{g}(h)}{k} \times 100 \tag{40}$$

3.2.3. Net Yayılım (Net Spillovers)

Net yayılım, herhangi bir değişkenden, tüm diğer değişkenlere doğru olan yayılım ile tüm diğer değişkenlerden ilgili değişkene doğru olan yayılımlar arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır.

i değişkeninden, tüm diğer değişkenlere net oynaklık yayılımı (41)'de verildiği gibi tanımlanmaktadır.

$$C_i(h) = C_{\cdot\leftarrow i}(h) - C_{i\leftarrow\cdot}(h) \tag{41}$$

3.2.4. Net Çift Yönlü Yayılım (Net Pairwise Spillovers)

Net çift yönlü yayılım, herhangi bir değişkenin diğer değişkenlerin oynaklığına olan net katkısı hakkında bilgi veren bir ölçüdür. Daha basit bir ifade ile i değişkeni ve j değişkeni arasındaki net çift yönlü oynaklık yayılımı i değişkeninden j değişkenine olan oynaklık yayılımı ile j değişkeninden i değişkenine olan oynaklık yayılımı arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır ve (42)'de verildiği şekilde ifade edilmektedir.

$$C_{ij}(h) = \left(\frac{\tilde{\theta}_{ji}^{g}(h)}{\sum_{i,m=1}^{k} \tilde{\theta}_{im}^{g}(h)} - \frac{\tilde{\theta}_{ij}^{g}(h)}{\sum_{j,m=1}^{k} \tilde{\theta}_{jm}^{g}(h)} \right) \times 100 = \frac{\left(\tilde{\theta}_{ji}^{g}(h) - \tilde{\theta}_{ij}^{g}(h) \right)}{k} \times 100 \quad (42)$$

3.2.5. Bağlantılılık Tablosu

Diebold ve Yılmaz (2015) çalışmasında, Bağlantılılık Analizine dair tüm bilgilerin aynı anda sunulmasını hedefleyen bir bağlantılılık tablosu oluşturmaktadırlar. Bağlantılılık tablosu, yukarıda alt başlıklar halinde sunulan çeşitli bağlantılılık ölçülerini ve bu ölçülerin aralarındaki ilişkileri ortaya koymaktadır. Bağlantılılık tablosu Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2: Bağlantılılık Tablosu[3]

	Y_1	Y_2	⋯	Y_j	⋯	Y_k	Satır Toplamı
Y_1	$\frac{\tilde{\theta}_{11}^{g}(h)}{k}$	$\frac{\tilde{\theta}_{12}^{g}(h)}{k}$	...	$\frac{\tilde{\theta}_{1j}^{g}(h)}{k}$	...	$\frac{\tilde{\theta}_{1k}^{g}(h)}{k}$	$C_{1\leftarrow\cdot}(h)$
Y_2	$\frac{\tilde{\theta}_{21}^{g}(h)}{k}$	$\frac{\tilde{\theta}_{22}^{g}(h)}{k}$	⋯	$\frac{\tilde{\theta}_{2j}^{g}(h)}{k}$	⋯	$\frac{\tilde{\theta}_{2k}^{g}(h)}{k}$	$C_{2\leftarrow\cdot}(h)$
⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	⋮
Y_i	$\frac{\tilde{\theta}_{i1}^{g}(h)}{k}$	$\frac{\tilde{\theta}_{i2}^{g}(h)}{k}$	⋯	$\frac{\tilde{\theta}_{ij}^{g}(h)}{k}$	⋯	$\frac{\tilde{\theta}_{ik}^{g}(h)}{k}$	$C_{i\leftarrow\cdot}(h)$
⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	⋮
Y_k	$\frac{\tilde{\theta}_{k1}^{g}(h)}{k}$	$\frac{\tilde{\theta}_{k2}^{g}(h)}{k}$	⋯	$\frac{\tilde{\theta}_{kj}^{g}(h)}{k}$	⋯	$\frac{\tilde{\theta}_{kk}^{g}(h)}{k}$	$C_{k\leftarrow\cdot}(h)$
Sütun Toplamı	$C_{\cdot\leftarrow 1}(h)$	$C_{\cdot\leftarrow 2}(h)$	⋯	$C_{\cdot\leftarrow j}(h)$	⋯	$C_{\cdot\leftarrow k}(h)$	$C(h)$

[3] Francis X. Diebold & Kamil Yilmaz, *Financial and Macroeconomic Connectedness: A Network Approach to Measurement and Monitoring*, Oxford University Press, 2015.

IV. BÖLÜM

4. FİNANSAL PİYASALAR ARASI OYNAKLIK YAYILIMININ ANALİZİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Çalışmanın bu bölümünde, Türkiye için finansal piyasalar arası ilişkiler Diebold ve Yılmaz (2012) Bağlantılılık Analizi yardımı ile araştırılacaktır. Çalışmada, finansal piyasalardan hisse senedi piyasası, döviz piyasaları, ham petrol piyasası, değerli madenler piyasaları ele alınmaktadır. Bu amaçla, hisse senedi piyasasının bir göstergesi olarak BIST100 endeksi, döviz piyasalarının göstergeleri olarak USD/TL kuru ile EUR/TL kuru, ham petrol piyasasının bir göstergesi olarak Brent petrol fiyatları ve değerli madenler piyasalarının göstergeleri olarak spot altın fiyatları ile spot gümüş fiyatları dikkate alınacaktır. Ek olarak, kur etkisini indirgemek amacıyla Brent petrol fiyatı, spot altın fiyatı ve spot gümüş fiyat serileri USD cinsinden ele alınacaktır.

Çalışmada kullanılan veriler investing.com[4] internet adresine ait veri tabanından elde edilmiştir. Çalışma, 01 Ocak 2013- 01 Ocak 2023 dönemini kapsamakta ve günlük seriler dikkate alınmaktadır. Analizler "RStudio"[5] programında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılacak değişkenler, kısaltmaları ve veri erişim kaynağına ait adresler Tablo 3'te sunulmaktadır.

[4] https://www.investing.com Erişim Tarihi: 23 Haziran 2023.
[5] RStudio Team, RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL http://www.rstudio.com/,2020.

Tablo 3: Değişkenlere İlişkin Tanımlar

Değişkenler	**Kısaltma**	**Kaynak Adresi**
Borsa İstanbul 100 Endeksi Kapanış Değeri	BIST100	*https://tr.investing.com/indices/ise-100*
Dolar/TL Döviz Kuru	USD	*https://www.investing.com/currencies/usd-try*
EUR/TL Döviz Kuru	EUR	*https://www.investing.com/currencies/eur-try*
Bloomberg Brent Ham Petrol Fiyatı (USD)	Brent	*https://www.investing.com/indices/bbg-brent-crude*
Spot Altın Fiyatı (USD)	Altın	*https://www.investing.com/currencies/xau-usd*
Spot Gümüş Fiyatı (USD)	Gümüş	*https://www.investing.com/currencies/xag-usd*

Analiz sonuçları 3 alt başlık altında değerlendirilecektir. Bölüm 4.1'de fiyat ve yüzde getiri serilerine ait zaman serisi grafikleri, tanımlayıcı istatistikler, normallik testi ve durağanlık testleri sırasıyla, sunulacaktır.

Bölüm 4.2'de ele alınan her bir seri için uygun Ranj- Tabanlı oynaklık modeli belirlenecek ve seçilen model kullanılarak Koşulsuz ve Dinamik Diebold-Yılmaz Bağlantılılık Analizi yardımı ile piyasalar arası ilişkiler belirlenecektir. Bu bölümde Ranj- Tabanlı oynaklık modeli seçiminde, yaygın kullanıma sahip Ortalama Mutlak Hatalar (MAE, Mean Absolute Error), Ortalama Hata Kareler (MSE, Mean Squared Error), Ortalama Hata Kareler Kökü (RMSE, Root Mean Squared Error) ve Ortalama Logaritmik Hata Kareler (MSLE, Mean Squared Logarithmic Error) kriterleri kullanılacaktır. Bu kriterler sırasıyla, (43)-(46)'te verildiği şekilde tanımlanmaktadır.

$$MAE = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}|\sigma_t^2 - \hat{\sigma}_t^2| \tag{43}$$

$$MSE = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(\sigma_t^2 - \hat{\sigma}_t^2)^2 \tag{44}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(\sigma_t^2 - \hat{\sigma}_t^2)^2} \tag{45}$$

$$MSLE = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(\ln\sigma_t^2 - \ln\hat{\sigma}_t^2)^2 \tag{46}$$

Bölüm 4.3'te ele alınan her bir seri için uygun GARCH oynaklık modeli belirlenecek ve seçilen model kullanılarak Koşulsuz ve Dinamik Diebold- Yılmaz Bağlantılılık analizi yardımı ile piyasalar arası ilişkiler belirlenecektir. Bu bölümde GARCH oynaklık modeli seçimde, yaygın kullanıma sahip AIC ve BIC kriterleri kullanılacaktır. Bu kriterler sırasıyla, (47) ve (48)'de verildiği şekilde tanımlanmaktadır.

$$AIC = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}|\sigma_t^2 - \hat{\sigma}_t^2| \tag{47}$$

$$BIC = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(\sigma_t^2 - \hat{\sigma}_t^2)^2 \tag{48}$$

4.1. Tanımlayıcı İstatistikler ve Testler

4.1.1. Fiyat Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler ve Testler

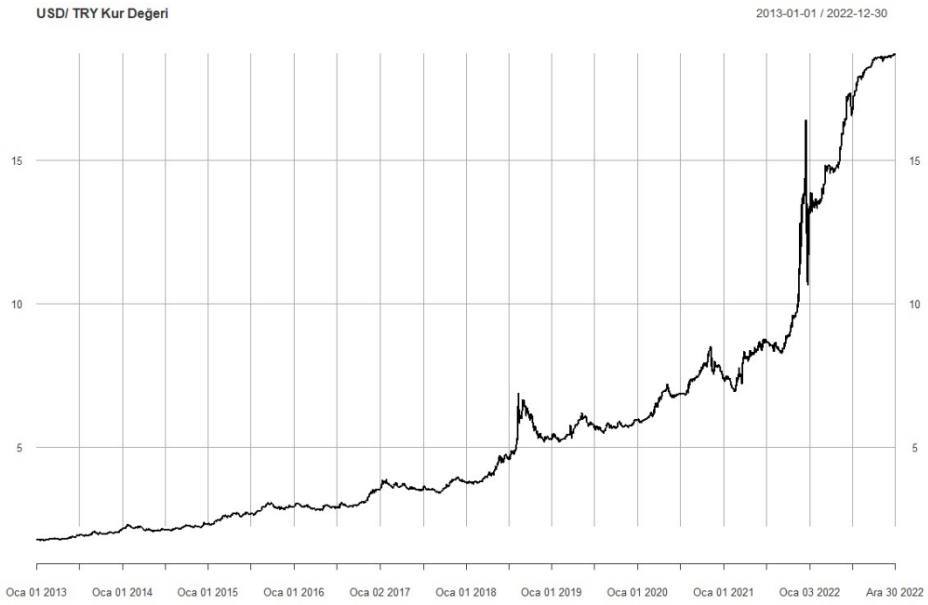
Bu bölümde, fiyat serilerine ait zaman serisi grafikleri, temel istatistikler, normallik testi ve durağanlık testleri sırasıyla, sunulmuştur.

Şekil 2- Şekil 7'de BIST100, USD, EUR, Brent, Altın, Gümüş değişkenlerinin kapanış fiyat serisine ait zaman serisi grafikleri sırasıyla, sunulmuştur.



Şekil 2. BIST100 Kapanış Fiyat Serisine Ait Zaman Serisi Grafiği

Şekil 2'de sunulan BIST100 değişkeninin kapanış fiyat serisine ait grafik incelendiğinde, 2013-2021 döneminde dönem dönem artış ve azalışlar gözlemlenmekle birlikte yukarı yönlü düşük eğimli bir trend gözlemlenmektedir. 2022 yılından itibaren BIST100 endeksinde hızlı bir yükseliş gözlemlenmektedir.



Şekil 3. USD Kapanış Fiyat Serisine Ait Zaman Serisi Grafiği

Şekil 3'te sunulan, USD değişkeninin kapanış fiyat serisine ait grafik incelendiğinde, 2013 yılından 2021 ortalarına kadar dönem dönem hafif artış ve azalışlar gözlemlenmekle birlikte genel olarak yukarı yönlü düşük eğimli bir trend gözlemlenmektedir. 2021 yılının ortalarından itibaren ise, kurun oldukça yüksek bir artış trendi sergilediği gözlemlenmektedir.



Şekil 4. EUR Kapanış Fiyat Serisine Ait Zaman Serisi Grafiği

Şekil 4'te sunulan, EUR değişkeninin kapanış fiyat serisine ait grafik incelendiğinde, USD serisine benzer şekilde, 2013 yılından 2021 yılının ortalarına kadar dönem dönem hafif artış ve azalışlar gözlemlenmekle birlikte genel olarak yukarı yönlü düşük eğimli bir trend gözlemlenmektedir. 2021 yılının ortalarından itibaren ise kurun oldukça yüksek bir artış trendi sergilediği gözlemlenmektedir.



Şekil 5. Brent Kapanış Fiyat Serisine Ait Zaman Serisi Grafiği

Şekil 5'te sunulan, Brent değişkeninin kapanış fiyat serisine ait grafik incelendiğinde, serinin ele alınan dönem içinde ani artış ve azalışlar sergilediği gözlemlenmektedir. Brent serisi, 2013- 2015 dönemine kadar yukarı yönlü düşük bir trend sergilerken, 2015 yılının ilk ayları itibariyle ani bir düşüş sergilemektedir. 2015-2020 döneminde ise dönem dönem artış ve azalışlar gözlemlenmekte ve seri daha durağan hareket etmektedir. 2020 yılının ortaları itibariyle de yukarı yönlü hızlı bir yükseliş sergilemektedir.



Şekil 6. Altın Kapanış Fiyat Serisine Ait Zaman Serisi Grafiği

Şekil 6'da sunulan, Altın değişkeninin kapanış fiyat serisine ait grafik incelendiğinde, 2013-2020 dönemi arasında hafif artış ve azalışlar gözlemlenmektedir. 2013-2016 yılları arasında düşüş trendi gözlemlenirken, 2016-2020 yılları arasında ise bir artış trendi gözlemlenmektedir. Bu bağlamda, bu dönemde ortalamada bir U grafiği sergilediği söylenebilmektedir. 2020 yılı itibariyle de yukarı yönlü hızlı bir yükseliş sergilemektedir.



Şekil 7. Gümüş Kapanış Fiyat Serisine Ait Zaman Serisi Grafiği

Şekil 7'de sunulan, Gümüş değişkeninin kapanış fiyat serisine ait grafik incelendiğinde, 2013-2016 yılları arasında düşüş trendi gözlemlenirken, 2016-2020 yılları arasında ise seri hafif artış ve azalışlar sergilemekle birlikte daha durağan hareket etmektedir. 2020 yılı itibariyle de yukarı yönlü hızlı bir yükseliş sergiledikten sonra yine düşüş eğilimi göstermektedir.

Tablo 4'te kapanış fiyat serisine ait tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur.

Tablo 4: Kapanış Fiyat Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Min.	Maks.	Ortalama	S.Sapma	Çarpıklık	Artık Basıklık
BIST100	611,890	5509,160	1175,991	726,570	3,270	12,307
USD	1,747	18,691	5,652	4,327	1,691	2,145
EUR	2,312	20,000	6,382	4,486	1,498	1,368
Brent	103,930	738,310	363,126	168,742	0,870	-0,625
Altın	1051,740	2063,810	1437,223	256,241	0,652	-1,035
Gümüş	11,980	32,270	19,210	4,017	0,902	0,013

Tablo 4'te verilen BIST100 değişkeninin kapanış fiyat serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönemde endeksin ortalama 1175,991 seviyesinde olduğu ve standart sapmasının ise 726,570 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, BIST100 değişkeninin, ilgili dönemde en yüksek değeri 5509,160 iken, en düşük değeri 611,890 olduğu söylenebilmektedir. Çarpıklık değerine göre, BIST100 serisinin dağılımının sağa çarpık (Çarpıklık = 3,270 > 0) olduğu, artık basıklık değerine göre ise dağılım normal dağılıma göre oldukça kalın kuyruklu (Artık Basıklık = 12,307 > 0) olduğu gözlemlenmektedir.

USD değişkeninin kapanış fiyat serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için günlük ortalama Dolar/TL kurunun 5,652 ve standart sapmasının ise 4,327 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Dolar/TL kurunun, ilgili dönemde en yüksek değerinin 18,691 ve en düşük değerinin ise 1,747 olduğu söylenebilmektedir. Çarpıklık değerine göre, Dolar/TL kurunun dağılımının sağa çarpık (Çarpıklık = 1,691 > 0) ve artık basıklık değerine göre ise dağılımın normal dağılıma göre daha kalın kuyruklu (Artık Basıklık = 2,145 > 0) olduğu görülebilmektedir.

EUR değişkeninin kapanış fiyat serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için günlük ortalama EUR/ TL kurunun 6,382 ve standart sapmasının ise 4,486 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, EUR/ TL kurunun, ilgili dönemde en yüksek değerinin 20,000 ve en düşük değerinin ise 2,312 olduğu söylenebilmektedir. Çarpıklık değerine göre, EUR/TL kurunun dağılımının sağa çarpık (Çarpıklık = 1,498 > 0) ve artık basıklık değerine göre ise dağılımın normal dağılıma göre daha kalın kuyruklu (Artık Basıklık = 1,368 > 0) olduğu görülebilmektedir.

Brent değişkeninin kapanış fiyat serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için ortalama 363,126 dolar seviyesinde olduğu ve standart sapmasının ise 168,742 dolar olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Brent ham petrol fiyatlarının, ilgili dönemde en yüksek değerinin 738,310 dolar iken, en

düşük değerinin ise 103,930 dolar olduğu söylenebilmektedir. Çarpıklık değerine göre, dağılımın sağa çarpık (Çarpıklık = 0,870 > 0) iken artık basıklık değerine göre ise dağılımın normal dağılıma göre ince kuyruklu (Artık Basıklık = -0,625 < 0) olduğu gözlemlenmektedir.

Altın değişkeninin kapanış fiyat serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için ortalama 1437,223 dolar seviyesinde olduğu ve standart sapmasının ise 256,241 dolar olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Altın değişkeninin, ilgili dönemde en yüksek değeri 2063,810 dolar iken, en düşük değerinin 1051,740 dolar olduğu söylenebilmektedir. Çarpıklık değerine göre, dağılımın hafif sağa çarpık (Çarpıklık = 0,652 > 0) ve artık basıklık değerine göre ise dağılım normal dağılıma göre daha ince kuyruklu (Artık Basıklık = -1,035 < 0) olduğu gözlemlenmektedir.

Gümüş değişkeninin kapanış fiyat serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için ortalama 19,210 dolar seviyesinde olduğu ve standart sapmasının ise 4,017 dolar olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Gümüş değişkeninin, ilgili dönemde en yüksek değeri 32,270 dolar iken, en düşük değerinin 11,980 dolar olduğu söylenebilmektedir Çarpıklık değerine göre, dağılımın sağa çarpık (Çarpıklık = 0,902 > 0) iken artık basıklık değerine göre dağılım normal dağılıma göre kalın kuyruklu (Artık Basıklık = 0,013 > 0) olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 5'te ele alınan değişkenlerin kapanış fiyat serilerine ilişkin Jarque-Bera Normallik testi (Jarque ve Bera, 1987) sonuçları sunulmuştur.

Tablo 5: Kapanış Fiyat Serilerine Ait Normallik Testi Sonuçları

	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
BIST100	20467,179***	0,000
USD	930,527***	0,000
EUR	1176,364***	0,000
Brent	355,982***	0,000
Altın	299,745***	0,000
Gümüş	349,189***	0,000

***, $\alpha = 0{,}01$; **, $\alpha = 0{,}05$ ve *, $\alpha = 0{,}01$ anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Jarque-Bera Normallik testine ait hipotezler aşağıda sunulmuştur.

H_0: Seri normal dağılım izlemektedir.

H_1: Seri normal dağılım izlememektedir.

Tablo 5'te yer alan olasılık değerlerinin, $\alpha = 0{,}01$ değerinden küçük olduğu gözlemlenmektedir. Bu nedenle, tüm fiyat serilerinin $\alpha = 0{,}01$ anlamlılık düzeyinde normal dağılım izlemediği söylenebilmektedir.

Ele alınan değişkenlerin kapanış fiyat serilerine, uygulanmış olan Genişletilmiş Dickey Fuller Birim Kök Testi (ADF, Dickey ve Fuller, 1979) ve Philips ve Perron Birim Kök Testi (PP, Philips ve Perron, 1988) sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6: Kapanış Fiyat Serilerine Ait Birim Kök Testi Sonuçları

	ADF		PP	
	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
BIST100	7,556	0,990	18,487	0,990
USD	-0,368	0,988	-2,217	0,962
EUR	0,307	0,990	0,659	0,990
Brent	-0,922	0,951	-1,951	0,970
Altın	-3,344	0,063	-12,563	0,409
Gümüş	-3,757**	0,021	-14,207	0,317
ΔBIST100	-10,966***	0,000	-2640,1***	0,000
ΔUSD	-17,047***	0,000	-5933,7***	0,000
ΔEUR	-14,782***	0,000	-1954,0***	0,000
ΔBrent	-12,840***	0,000	-2543,5***	0,000
ΔAltın	-13,572***	0,000	-2456,4***	0,000
ΔGümüş	-	-	-2597,8***	0,000

***, $\alpha = 0{,}01$; **, $\alpha = 0{,}05$ ve *, $\alpha = 0{,}10$ anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Augmented Dickey Fuller ve Philips Perron testine ait hipotezler aşağıda verildiği gibidir.

H_0: Seri birim köke sahiptir. (Durağan değildir.)

H_1: Seri birim köke sahip değildir. (Durağandır.)

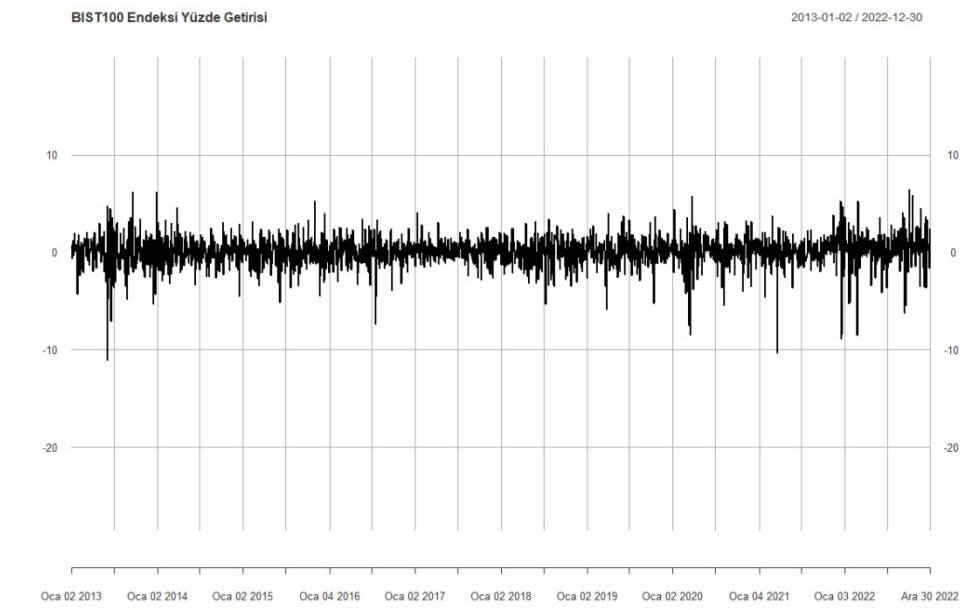
Tablo 6'ya göre, BIST100, USD, EUR, Brent ve Altın fiyat serileri için hesaplanan ADF ve PP testlerine ait olasılık değerleri $\alpha = 0{,}05$ değerinden büyük olarak elde edildiği için bu fiyat serilerinin birim kök içerdiği söylenebilmektedir. Diğer taraftan, Gümüş fiyat serisine için hesaplanan ADF testine ait olasılık değerleri $\alpha = 0{,}05$ değerinden küçük iken, PP testine ait olasılık değerleri $\alpha = 0{,}05$ değerinden büyüktür. Bu nedenle, ADF testine göre Gümüş fiyatları durağan iken PP

test sonuçlarına göre birim kök içermektedir. Tüm serilerin birinci farkı alındığında ise durağan olduğu ADF ve PP testleri yardımı ile ayrıca tespit edilmiştir.

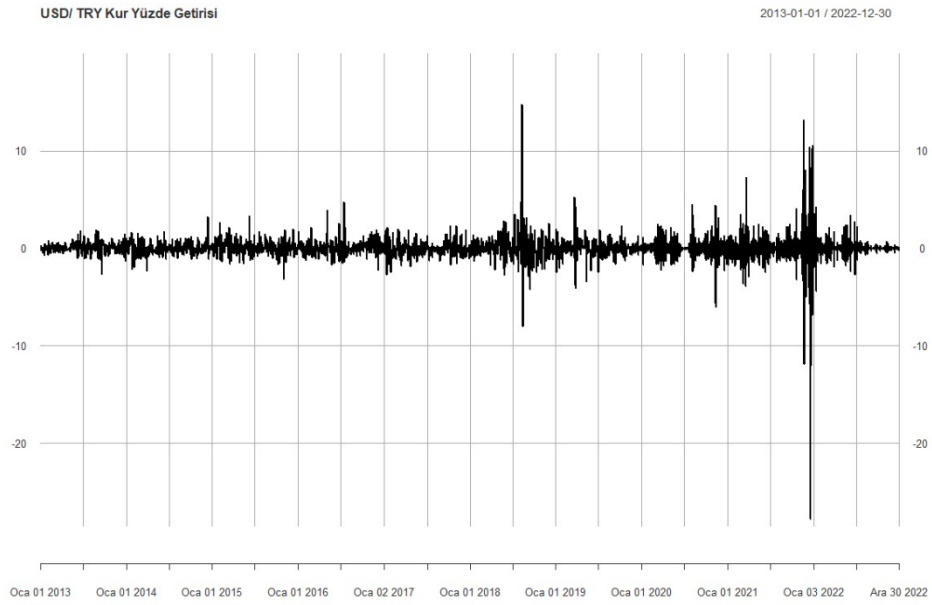
4.1.2. Getiri Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler ve Testler

Bu bölümde ilk olarak kapanış fiyatları kullanılarak değişkenlerin yüzde logaritmik getiri serileri $r_t = \log(P_t/P_{t-1}) \times 100$ formülü yardımı ile elde edilmiş ve getiri serilerine ait zaman serisi grafikleri, temel istatistikler, normallik testi ve durağanlık testleri sırasıyla, sunulmuştur.

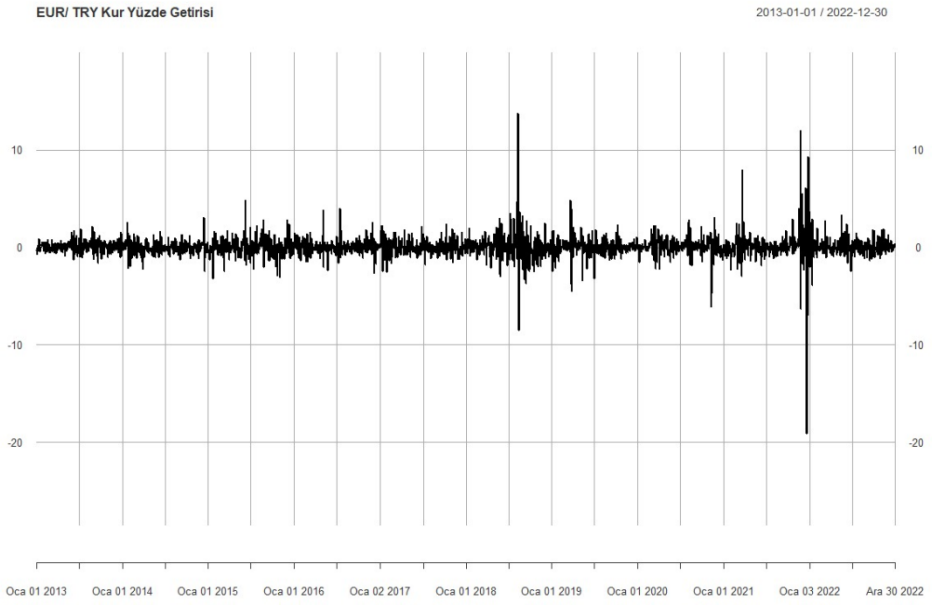
Şekil 8 - Şekil 13'te BIST100, USD, EUR, Brent, Altın, Gümüş değişkenlerinin yüzde logaritmik getiri serisine ait zaman serisi grafikleri sırasıyla, sunulmuştur.



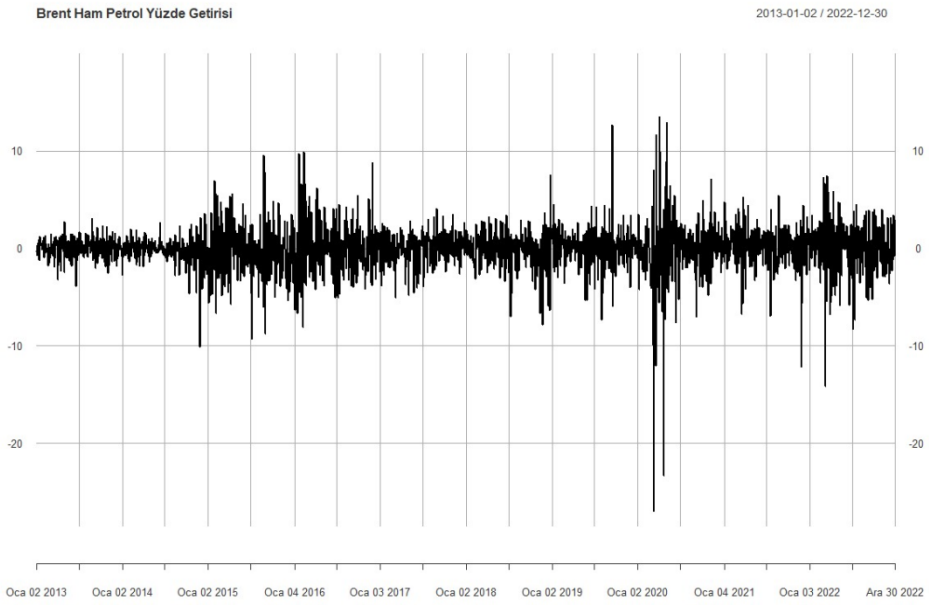
Şekil 8. BIST100 Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Zaman Serisi Grafiği



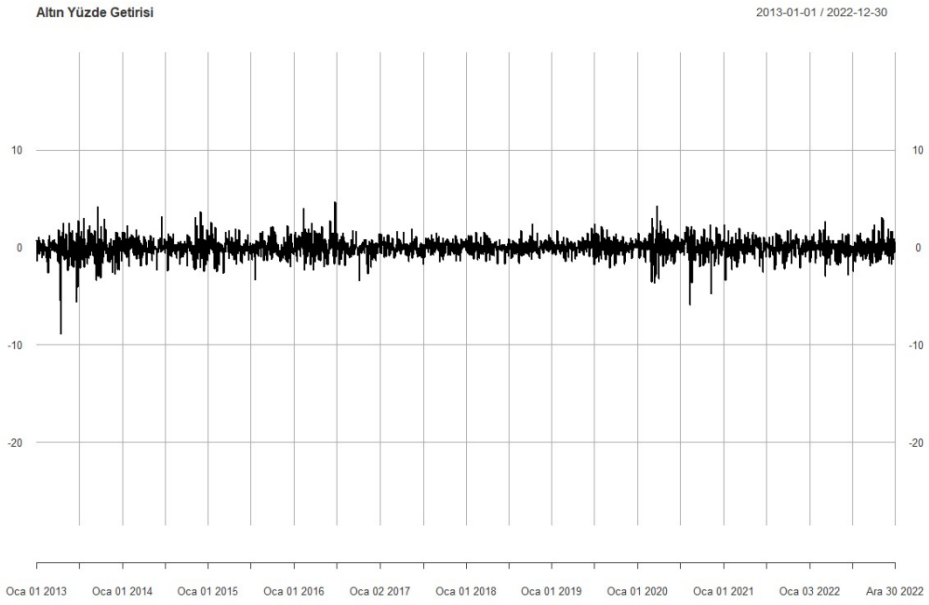
Şekil 9. USD Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Zaman Serisi Grafiği



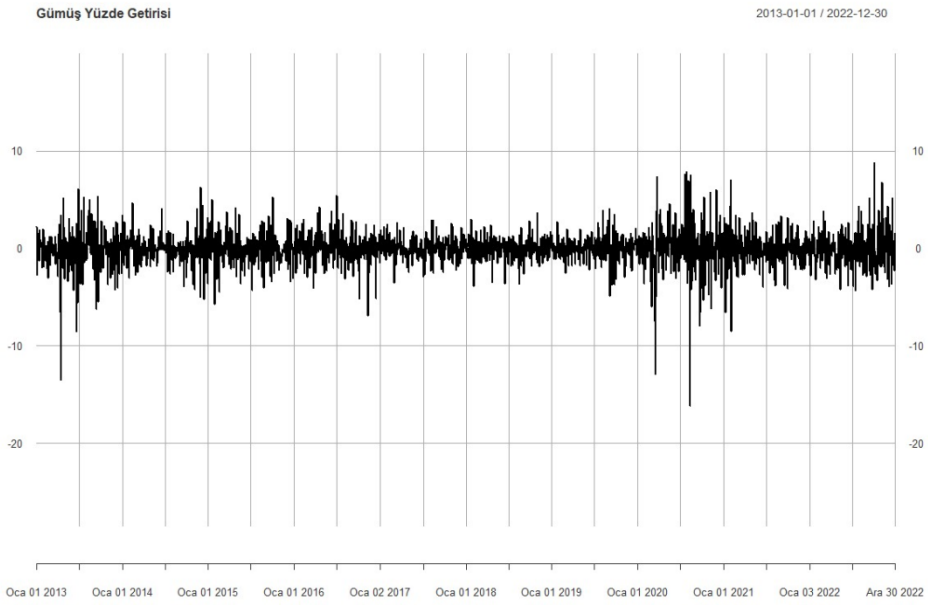
Şekil 10. EUR Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Zaman Serisi Grafiği



Şekil 11. Brent Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Zaman Serisi Grafiği



Şekil 12. Altın Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Zaman Serisi Grafiği



Şekil 13. Gümüş Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Zaman Serisi Grafiği

Şekil 8 - Şekil 13'te sunulan yüzde logaritmik getiri serilerine ait zaman serisi grafikleri incelendiğinde, tüm seriler için oynaklığın bazı dönemlerde arttığı, bazı dönemlerde ise azaldığı gözlemlenmektedir. Grafiklere göre, uç değerler dışında[6] genel olarak BIST100 getirilerinin [-4,50, +4] aralığında, USD/TL kur getirilerinin [-3, +4] aralığında, EUR/TL kur getirilerinin [-2,50, +3] aralığında, Brent getirilerinin [-7, +6] aralığında, Altın getirilerinin [-2,5, +2,5] aralığında ve Gümüş getirilerinin [-4,5, +4,5] aralığında dalgalandığını gözlemlenmektedir. Grafiğe göre, en fazla oynaklık Brent'te gözlemlenirken, en az oynaklık ise Altın'da gözlemlenmektedir.

[6] Getiri serilerine %1'lik kırpma (truncate) uygulandıktan sonra elde edilen aralıklardır.

Tablo 7'de ele alınan değişkenlerin yüzde logaritmik getiri serilerine ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları sunulmuştur.

Tablo 7: Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Min.	Maks.	Ortalama	S.Sapma	Çarpıklık	Artık Basıklık
BIST100	-11,063	6,458	0,069	1,506	-0,870	5,466
USD	-27,838	14,756	0,112	1,367	-2,394	92,254
EUR	-19,176	13,745	0,087	1,156	-0,534	51,766
Brent	-26,987	13,519	-0,008	2,328	-1,097	15,202
Altın	-8,876	4,693	0,004	0,946	-0,650	6,263
Gümüş	-16,201	8,835	-0,009	1,714	-0,658	8,831

Tablo 7'de verilen BIST100 değişkeninin yüzde logaritmik getirilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için günlük ortalama getirisinin %0,069 ve standart sapmasının ise %1,506 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, BIST100 endeksinin, 1 günde en fazla %6,458 kazandırırken, en çok %11,063 kaybettirdiği söylenebilmektedir. Çarpıklık değerine göre, BIST100 endeks getiri serisinin dağılımının hafif sola çarpık (Çarpıklık = -0,870 < 0), artık basıklık değerine göre ise dağılımın normal dağılıma göre kalın kuyruklu olduğu (Artık Basıklık = 5,466 > 0) olduğu gözlemlenmektedir.

USD değişkeninin yüzde logaritmik getirilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için günlük ortalama getirisinin %0,112 ve standart sapmasının ise %1,367 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Doların, 1 günde en fazla %14,756 kazandırırken, en çok %27,838 kaybettirdiği söylenebilmektedir. Çarpıklık değerine göre, USD getiri serisinin dağılımının sola çarpık (Çarpıklık = -2,394< 0) iken artık basıklık değerine göre dağılım normal dağılıma göre oldukça kalın kuyruklu (Artık Basıklık = 92,254 > 0) olduğu gözlenmektedir.

EUR değişkeninin yüzde logaritmik getirilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için günlük ortalama getirisinin % 0,087 ve standart sapmasının ise %1,156 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Euro'nun, 1 günde en fazla %13,745 kazandırırken, en çok %19,176 kaybettirdiği söylenebilmektedir. Çarpıklık değerine göre, EUR getiri serisinin dağılımının hafif sola çarpık (Çarpıklık = -0,534 < 0) ve artık basıklık değerine göre dağılımın normal dağılıma göre oldukça kalın kuyruklu (Artık Basıklık = 51,766 > 0) olduğu gözlenmektedir.

Brent değişkeninin yüzde logaritmik getirilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için günlük ortalama getirisinin negatif ve -%0,008 olduğu, standart sapmasının ise %2,328 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Brent petrol fiyatının, 1 günde en fazla %13,519 artarken, en çok %26,987 düştüğü söylenebilmektedir. Çarpıklık değerine göre, Brent getiri serisinin dağılımının sola çarpık (Çarpıklık = -1,097 < 0) ve artık basıklık değerine göre dağılımın normal dağılıma göre kalın kuyruklu (Artık Basıklık = 15,202 > 0) olduğu gözlenmektedir.

Altın değişkeninin yüzde logaritmik getirilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için günlük ortalama getirisinin % 0,004 ve standart sapmasının ise %0,946 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Altın'ın, 1 günde en fazla %4,693 kazandırırken, en çok %8,876 kaybettirdiği söylenebilmektedir. Çarpıklık değerine göre, Altın getiri serisinin dağılımının sola çarpık (Çarpıklık = -0,650 < 0) iken artık basıklık değerine göre dağılımın normal dağılıma göre kalın kuyruklu (Artık Basıklık = 6,263 > 0) olduğu gözlenmektedir.

Gümüş değişkeninin yüzde logaritmik getirilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için günlük ortalama getirisinin negatif ve -%0,009 olduğu, standart sapmasının ise %1,714 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Gümüş'ün, 1 günde en fazla %8,835 kazandırırken, en çok %16,201 kaybettirdiği söylenebilmektedir. Çarpıklık değerine göre, Gümüş getiri serisinin dağılımının hafif sola çarpık (Çarpıklık = -0,658 < 0) iken artık basıklık değerine göre dağılım normal dağılıma göre kalın kuyruklu (Artık Basıklık = 8,831 > 0) olduğu gözlenmektedir.

Tablo 8'de ele alınan değişkenlerin yüzde logaritmik getiri serilerine ilişkin Jarque-Bera Normallik testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 8: Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Normallik Testi Sonuçları

	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
BIST100	3406,862***	0,000
USD	982042,358***	0,000
EUR	292280,304***	0,000
Brent	23708,904***	0,000
Altın	4609,075***	0,000
Gümüş	8885,561***	0,000

***, $\alpha = 0{,}01$; **, $\alpha = 0{,}05$ ve *, $\alpha = 0{,}01$ anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Jarque-Bera Normallik testine ait hipotezler aşağıda sunulmuştur.

H_0: Seri normal dağılım izlemektedir.

H_1: Seri normal dağılım izlememektedir.

Tablo 8'de yer alan olasılık değerlerinin, $\alpha = 0{,}01$ değerinden küçük olduğu gözlemlenmektedir. Bu nedenle, tüm değişkenlere ait logaritmik yüzde getiri serilerinin $\alpha = 0{,}01$ anlamlılık düzeyinde normal dağılım izlemediği söylenebilmektedir.

Ele alınan değişkenlerin yüzde logaritmik getiri serilerine, uygulanmış olan ADF ve PP sonuçları Tablo 9'de sunulmuştur.

Tablo 9: Yüzde Logaritmik Getiri Serilerine Ait Birim Kök Testi Sonuçları

	ADF		PP	
	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
BIST100	-13,270***	<0,01	-2683,700***	<0,01
USD	-15,218***	<0,01	-5215,700***	<0,01
EUR	-13,456***	<0,01	-2146,500***	<0,01
Brent	-13,090***	<0,01	-2696,500***	<0,01
Altın	-13,524***	<0,01	-2534,300***	<0,01
Gümüş	-13,160***	<0,01	-2548,400***	<0,01

***, $\alpha = 0{,}01$; **, $\alpha = 0{,}05$ ve *, $\alpha = 0{,}10$ anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Augmented Dickey Fuller ve Philips Perron testine ait hipotezler aşağıda verildiği gibidir.

H_0: Seri birim köke sahiptir. (Durağan değildir.)

H_1: Seri birim köke sahip değildir. (Durağandır.)

Tablo 9'da sunulan ADF ve PP testlerine ait olasılık değerleri $\alpha = 0{,}01$ değerinden küçük elde edildiği için tüm getiri serilerinin $\alpha = 0{,}01$ anlamlılık düzeyinde durağan oldukları söylenebilmektedir.

4.2. Ranj Tabanlı Oynaklık Modelleri

Ranj Tabanlı oynaklık modelleri serilerin kapanış fiyatları üzerinden getirilerini hesaplayıp kullanmak yerine fiyat değişim aralığını kullanmaktadır. Bu bağlamda, gün içi hareketlerin önemi ve etkisini dikkate alarak üstünlük göstermektedir. Bu bölümde ele alınan seriler kullanılarak her seri için sırasıyla, Bölüm 1.2.2'de alt başlıklar halinde sunulan Parkinson (1980), Garman ve Klass

(1980), Roger ve Satchell (1991), Yang ve Zang (2000) Garman-Klass genişletmesi ve Yang ve Zang (2000) Ranj- Tabanlı oynaklık modelleri tahmin edilecek ve en uygun oynaklık modeli MAE, MSE, RMSE ve MSLE kriterleri yardımı ile belirlenecektir.

Modeller tahmin edilirken, oynaklık hesaplama gün sayısı $n = 20$ gün (1 ay)[7] ve 1 yıldaki gün sayısı ise $N = 260$ gün olarak kabul edilmiştir. MAE, MSE, RMSE ve MSLE kriterleri hesaplanırken gerçek oynaklığın temsili olarak getiri kareleri serisi kullanılmıştır.

[7] Model seçiminin sağlamlığının (Robustness) test edilmesi açısından modeller, n=60 (3 ay) ve n=120 (6 ay) dikkate alınarak tekrar tahmin edilerek karşılaştırılmıştır ve en uygun modelin Parkinson oynaklık modeli olduğu tespit edilmiştir.

Tahmin edilen Ranj- Tabanlı oynaklık modellerine ait kriter değerleri Tablo 10'da sunulmuştur.

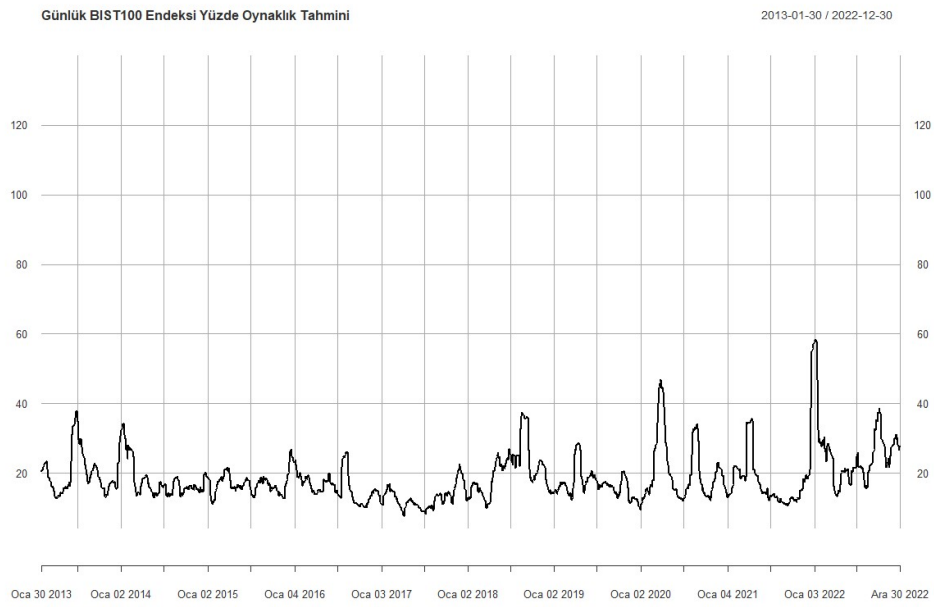
Tablo 10: Ranj- Tabanlı Oynaklık Modelleri Karşılaştırılması

		PK	GK	RS	YZGK	YZ
BIST100	MAE	0,1184	0,1174*	0,1176	0,1257	0,1257
	MSE	0,0278*	0,0281	0,0285	0,0294	0,0296
	RMSE	0,1668*	0,1677	0,1689	0,1715	0,1719
	MSLE	0,0161*	0,0162	0,0164	0,0174	0,0175
USD	MAE	0,0991*	0,1047	0,1080	0,1236	0,1242
	MSE	0,0274*	0,0291	0,0303	0,0431	0,0439
	RMSE	0,1654*	0,1705	0,1740	0,2076	0,2096
	MSLE	0,0128*	0,0139	0,0146	0,0190	0,0193
EUR	MAE	0,1059*	0,1126	0,1142	0,1139	0,1116
	MSE	0,0255*	0,0280	0,0287	0,0282	0,0276
	RMSE	0,1597*	0,1672	0,1695	0,1680	0,1661
	MSLE	0,0141*	0,0155	0,0160	0,0157	0,0153
Brent	MAE	0,1721*	0,1722	0,1724	0,1828	0,1826
	MSE	0,0653*	0,0659	0,0666	0,0699	0,0699
	RMSE	0,2556*	0,2567	0,2581	0,2643	0,2644
	MSLE	0,0284*	0,0285	0,0288	0,0313	0,0312
Altın	MAE	0,0843*	0,0853	0,0853	0,0857	0,0852
	MSE	0,0117*	0,0120	0,0120	0,0120	0,0119
	RMSE	0,1081*	0,1093	0,1097	0,1097	0,1093
	MSLE	0,0083*	0,0085	0,0085	0,0085	0,0085
Gümüş	MAE	0,1668*	0,1735	0,1744	0,1750	0,1721
	MSE	0,0453*	0,0479	0,0484	0,0484	0,0473
	RMSE	0,2128*	0,2188	0,2199	0,2201	0,2176
	MSLE	0,0262*	0,0279	0,0281	0,0282	0,0275

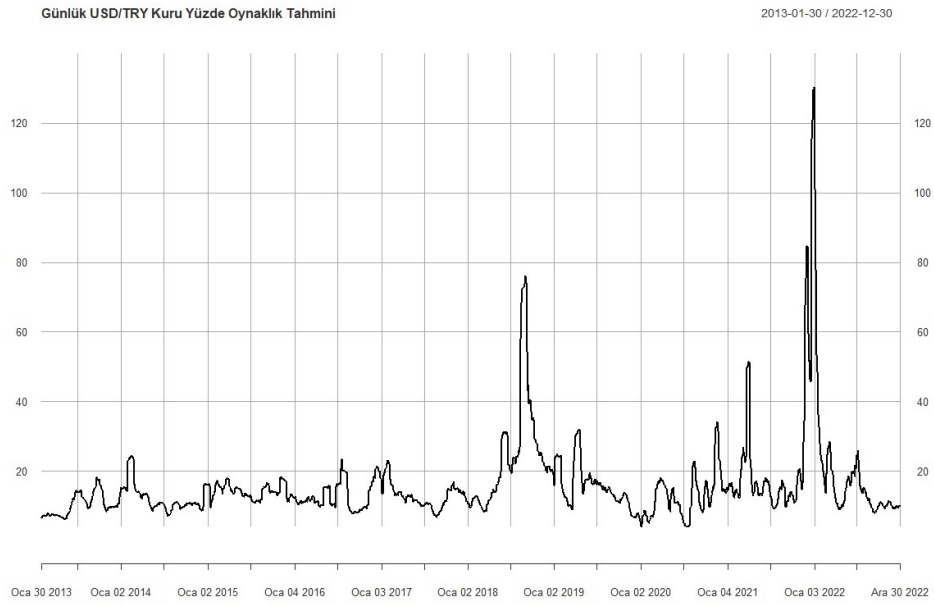
*, kriter değeri en düşük modeli göstermektedir.

Tablo 10 incelendiğinde, gerçek oynaklığın temsili olarak getiri kareleri serisi kullanıldığı takdirde tüm seriler için en uygun modelin Parkinson oynaklık modeli olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu nedenle, Diebold- Yılmaz Bağlantılılık Analizinde, Parkinson oynaklık modeli ile tahmin edilmiş oynaklık serileri kullanılacaktır.

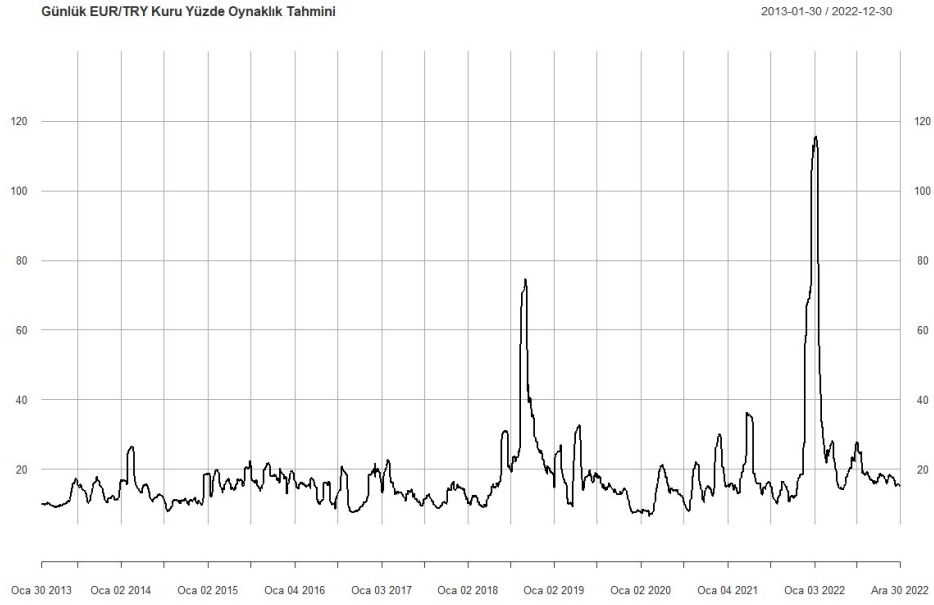
BIST100, USD, EUR, Brent, Altın ve Gümüş değişkenlerinin Parkinson oynaklık modeliyle tahmin edilen yıllık yüzde oynaklık serilerine ait zaman serisi grafikleri sırasıyla, Şekil 14 – Şekil 19'da sunulmuştur.



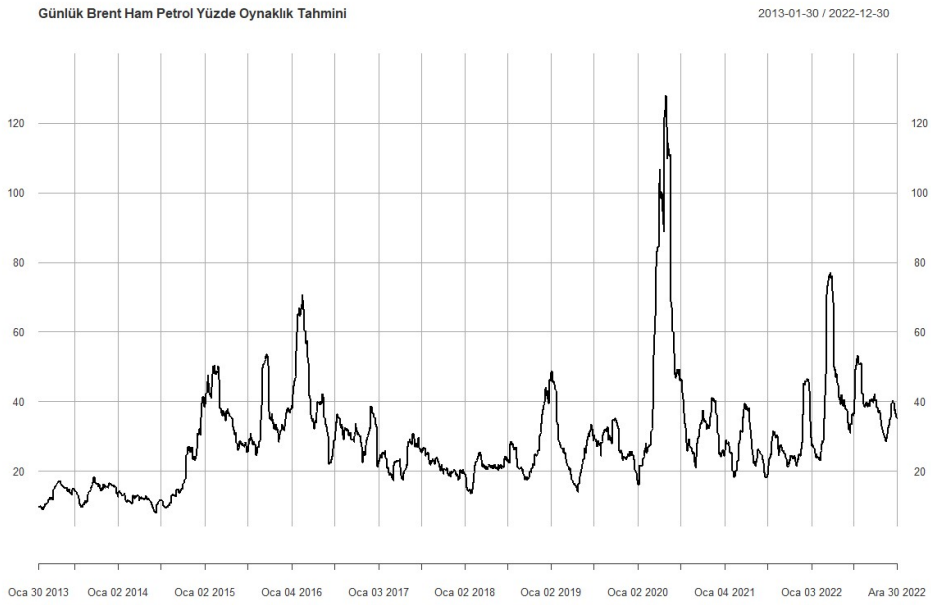
Şekil 14. BIST100 için Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği



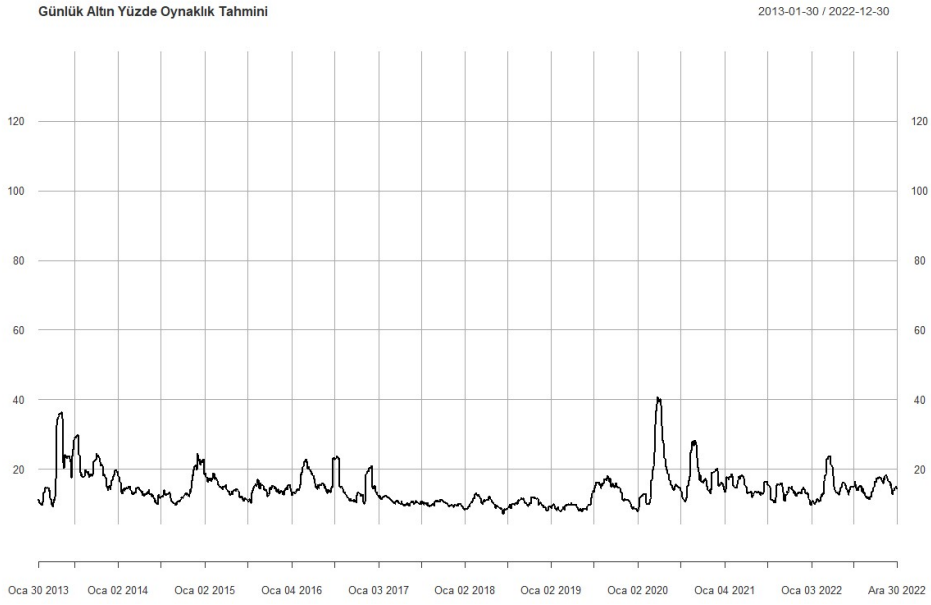
Şekil 15. USD için Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği



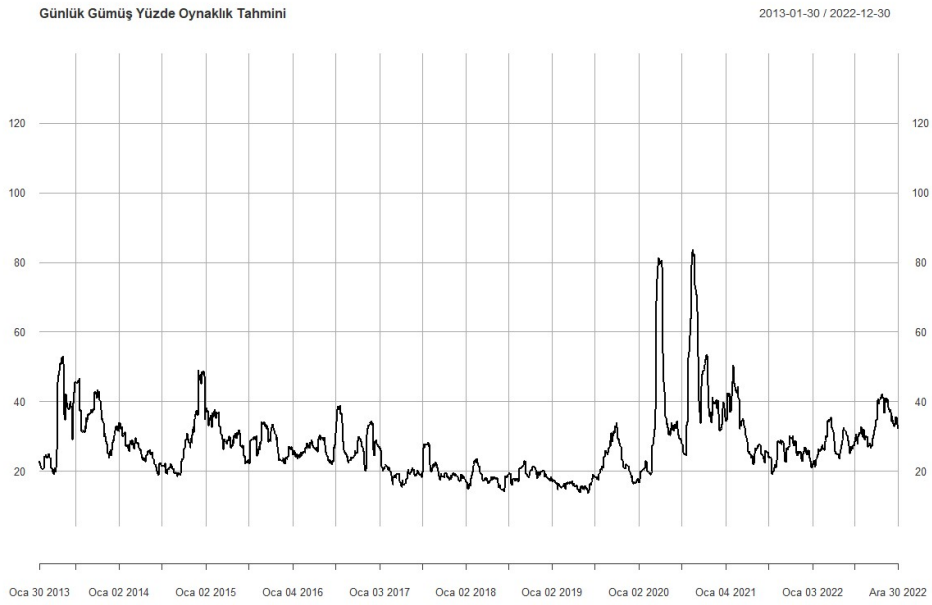
Şekil 16. EUR için Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği



Şekil 17. Brent için Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği



Şekil 18. Altın için Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği



Şekil 19. Gümüş Değişkeni için Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği

Şekil 14-Şekil 19'da sunulan yıllık yüzde oynaklık serilerine ait zaman serisi grafikleri incelendiğinde aşağıda sunulan bulgular elde edilmiştir.

BIST100 değişkeninin oynaklığının uç değerler dışında, genel olarak %15 ile %40 aralığında yayıldığı gözlemlenmektedir. Diğer taraftan, oynaklığın, 2020 yılının Mart ayı sonlarından, Nisan ayı ortalarına kadar %45 değerlerinde seyrettiği ve 2021 yılı Aralık ayı sonlarından 2022 yılının Ocak ayının ortalarına kadar ise oynaklığın %60 sınırına kadar yükseldiği gözlemlenmektedir.

USD değişkeninin oynaklığının uç değerler dışında, genel olarak %4 ile %40 aralığında yayıldığı gözlemlenmektedir. Diğer taraftan, oynaklığın, 2018 yılının Ağustos ayının başlarından, Eylül ayı ortalarına kadar %80 sınırına kadar yükseldiği, 2021 yılının Mart ayı sonlarında %50 sınırına kadar yükseldiği ve 2021 yılının Kasım ayının sonlarından 2022 yılı Ocak ayının ortalarına kadar ise %130 sınırına kadar yükseldiği gözlemlenmektedir.

EUR değişkeninin oynaklığının uç değerler dışında, genel olarak %6 ile %40 aralığında yayıldığı gözlemlenmektedir. Diğer taraftan, oynaklığın, 2018 yılının Ağustos ayının başlarından Eylül ayının ortalarına kadar %80 sınırına kadar yükseldiği, 2021 yılının Kasım ayının sonlarından 2022 yılı Ocak ayının sonlarına kadar ise %120 sınırına kadar yükseldiği gözlemlenmektedir.

Brent değişkeninin oynaklığının uç değerler dışında, genel olarak %8 ile %60 aralığında yayıldığı gözlemlenmektedir. Diğer taraftan, oynaklığın, 2016 yılının Ocak ayının sonlarından Şubat ayının sonlarına kadar %70 sınırına kadar yükseldiği, 2020 yılının Mart ayının ortalarından Mayıs ayının sonlarına kadar %130 sınırına kadar yükseldiği ve 2022 yılının Mart ayının başlarından Nisan ayının başına kadar ise %80 sınırına kadar yükseldiği gözlemlenmektedir.

Altın değişkeninin oynaklığının, oldukça durağan olduğu ve genel olarak %7 ile %40 aralığında yayıldığı gözlemlenmektedir.

Gümüş değişkeninin oynaklığının uç değerler dışında, genel olarak %14 ile %60 aralığında yayıldığı gözlemlenmektedir. Diğer taraftan, oynaklığın, 2020 yılının Mart ayının ortalarından, Nisan ayının ortalarına kadar %80 sınırına kadar yükseldiği ve yine 2020 yılının Ağustos ayının başlarından Eylül ayının başına kadar ise yine %80 sınırına kadar yükseldiği gözlemlenmektedir.

Tablo 11'de Parkinson oynaklık modeli ile tahmin edilmiş yüzde oynaklık serilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur.

Tablo 11: Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Min.	Maks.	Ortalama	S.Sapma
BIST100	7,608	58,251	18,574	7,119
USD	3,923	130,478	15,685	11,720
EUR	6,428	115,810	17,406	12,023
Brent	8,070	128,018	29,148	15,338
Altın	7,058	40,799	14,340	4,950
Gümüş	13,664	83,671	27,595	10,250

Tablo 11'de verilen BIST100 değişkeninin yüzde oynaklık serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için tahmin edilen yıllık ortalama oynaklığın %18,574 ve standart sapmasının ise %7,119 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, yıllık oynaklığın en yüksek %58,251 olarak gözlemlenirken, en düşük ise %7,608 olarak tahmin edildiği söylenebilmektedir.

USD değişkeninin yüzde oynaklık serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için tahmin edilen yıllık ortalama oynaklığın %15,685 ve standart sapmasının ise %11,720 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, yıllık oynaklığın en yüksek %130,478 olarak gözlemlenirken, en düşük ise %3,923 olarak tahmin edildiği söylenebilmektedir.

EUR değişkeninin yüzde oynaklık serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için tahmin edilen yıllık ortalama oynaklığın %17,406 ve standart sapmasının ise %12,023 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, yıllık oynaklığın en yüksek %115,810 olarak gözlemlenirken, en düşük ise %6,428 olarak tahmin edildiği söylenebilmektedir.

Brent değişkeninin yüzde oynaklık serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için tahmin edilen yıllık ortalama oynaklığın %29,148 ve standart sapmasının ise %15,338 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, yıllık oynaklığın en yüksek %128,018 olarak gözlemlenirken, en düşük ise %8,070 olarak tahmin edildiği söylenebilmektedir.

Altın değişkeninin yüzde oynaklık serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için tahmin edilen yıllık ortalama oynaklığın %14,340 ve standart sapmasının ise %4,950 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, yıllık oynaklığın en yüksek %40,799 olarak gözlemlenirken, en düşük ise %7,058 olarak tahmin edildiği söylenebilmektedir.

Gümüş değişkeninin yüzde oynaklık serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için tahmin edilen yıllık ortalama oynaklığın %27,595 ve standart sapmasının ise %10,250 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, yıllık oynaklığın en yüksek %83,671 olarak gözlemlenirken, en düşük ise %13,664 olarak tahmin edildiği söylenebilmektedir.

4.2.1. Diebold- Yılmaz Koşulsuz Bağlantılılık Analizi

Bu bölümde Parkinson oynaklık modeli ile tahmin edilmiş yüzde oynaklık serileri tüm örneklem için dikkate alınmış ve oynaklık serilerinin logaritması alınarak öncelikle VAR analizi gerçekleştirilmiştir. VAR analizi için gecikme uzunluğu kriterler yardımı ile 4 olarak belirlenmiştir. Daha sonra, Diebold-Yılmaz Bağlantılılık Analizi *R* programı "Spillover"[8] paketi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Diebold ve Yılmaz (2012) çalışmasına göre, toplam yayılma endeksi VAR model derecesi ve ileriye yönelik tahmin uzunluğuna göre duyarlı değildir. Bu

[8] Urbina, J. (2023), Spillover/Connectedness Index Based on VAR Modelling, https://cran.r-project.org/web/packages/Spillover/Spillover.pdf

nedenle, bağlantılılık tablosu 10 günlük ileriye yönelik tahmin penceresi seçilerek oluşturulmuş ve Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12: Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Bağlantılılık Tablosu

	BIST100	USD	EUR	Brent	Altın	Gümüş	Satır Toplamı
BIST100	65,1477	13,1499	17,6432	0,1225	1,8564	2,0803	34,8523
USD	7,0023	64,3726	26,4356	0,3944	1,1187	0,6763	35,6274
EUR	8,2133	39,4916	49,9925	0,2602	1,3241	0,7183	50,0075
Brent	0,3961	1,2052	0,5071	89,9623	3,6851	4,2442	10,0377
Altın	2,0855	3,4088	1,8280	1,5352	58,6691	32,4734	41,3309
Gümüş	2,1840	2,2741	0,9860	1,4102	31,3989	61,7468	38,2532
Sütun Toplamı	19,8813	59,5296	47,3998	3,7225	39,3833	40,1925	**35,0182**
Kendi dahil Toplam	85,0290	123,9022	97,3923	93,6848	98,0525	101,9392	600

Tablo 12'de sunulan Diebold-Yılmaz Bağlantılılık Analizine ait bulgulardan öncelikle, yönsel yayılımlar sırasıyla, aşağıda açıklanacaktır.

Tablo 12'ye göre tüm diğer piyasalardan BIST100'e doğru oynaklık yayılımı %34,8523, USD'ye doğru oynaklık yayılımı %35,6274, EUR'ye doğru oynaklık yayılımı %50,0075, Brent'e doğru oynaklık yayılımı %10,0377, Altın'a doğru oynaklık yayılımı %41,3309 ve Gümüş'e doğru oynaklık yayılımı ise

%38,2532 olduğu söylenebilmektedir. Bu bulgu, BIST100'deki oynaklığın %34,8523'ünün, USD'deki oynaklığın %35,6274'ünün, EUR'daki oynaklığın %50,0075'inin, Brent'teki oynaklığın %10,0377'sinin, Altın'daki oynaklığın %41,3309'unun ve Gümüş'teki oynaklığın ise %38,2532'sinin diğer piyasalardaki oynaklıkların yayılmasından kaynaklandığını göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde diğer piyasalardan en az etkilenen değişkenin Brent olduğu, en fazla etkilenen değişkenin ise EUR olduğu söylenebilmektedir.

BIST100'den tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %19,8813, USD'den tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %59,5296, EUR'dan tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %47,3998, Brent'ten tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %3,7225, Altın'dan tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %39,3833 ve Gümüş'ten tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %40,1925 olarak elde edilmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, diğer piyasalar üzerinde en az oynaklık yayan değişkenin Brent olduğu, oynaklık yayılımı en yüksek olan değişkenin ise USD olduğu söylenebilmektedir.

BIST100'de meydana gelen oynaklığın, %65,1477'sinin kendisi tarafından, %34,8523'ünün ise diğer değişkenler tarafından açıklandığı görülmektedir. BIST100 değişkeni üzerinde en yüksek oynaklık yayılımına sahip olan değişken %17,6432 ile EUR'dur. BIST100 değişkeni üzerinde en düşük açıklama gücüne sahip olan değişken ise %0,1225 değeri ile Brent değişkenidir.

USD'de meydana gelen oynaklığın, %64,3726'sının kendisi tarafından, %35,6272'sinin ise diğer değişkenler tarafından açıklandığı görülmektedir. USD değişkeni üzerinde en yüksek oynaklık yayılımına sahip değişken %26,4356 ile EUR'dur. USD değişkeni üzerinde en düşük açıklama gücüne sahip değişken ise %0,3944 ile Brent değişkenidir.

EUR'de meydana gelen oynaklığın, %49,9925'inin kendisi tarafından, %50,0075'inin ise diğer değişkenler tarafından açıklandığı görülmektedir. EUR

değişkeni üzerinde en yüksek oynaklık yayılımına sahip değişken %39,4916 ile USD'dir. EUR değişkeni üzerinde en düşük açıklama gücüne sahip değişken ise %0,2602 ile Brent değişkenidir.

Brent'te meydana gelen oynaklığın, %89,9623'ünün kendisi tarafından, %10,0377'sinin ise diğer değişkenler tarafından açıklandığı görülmektedir. Brent değişkeni üzerinde en yüksek oynaklık yayılımına sahip olan değişken %4,2442 ile Gümüş'tür. Brent değişkeni üzerinde en düşük açıklama gücüne sahip değiken ise %0,3961 ile BIST100 değişkenidir.

Altın'da meydana gelen oynaklığın, %58,6691'inin kendisi tarafından, %41,3309'unun ise diğer değişkenler tarafından açıklandığı görülmektedir. Altın değişkeni üzerinde en yüksek oynaklık yayılımına sahip olan değişken %32,4734 ile Gümüş'tür. Altın değişkeni üzerinde en düşük açıklama gücüne sahip değişken ise %1,532 ile Brent değişkenidir.

Gümüş'te meydana gelen oynaklığın, %61,7468'inin kendisi tarafından, %38,2532'sinin ise diğer değişkenler tarafından açıklandığı görülmektedir. Gümüş değişkeni üzerinde en yüksek oynaklık yayılımına sahip olan değişken %31,3989 ile Altın'dır. Gümüş değişkeni üzerinde en düşük açıklama gücüne sahip değişken ise %0,9860 ile EUR değişkenidir.

İkinci olarak net yayılımlar, ($C_i(h) = C_{.\leftarrow i}(h) - C_{i\leftarrow .}(h)$) hesaplanmış ve aşağıda sunulmuştur.

BIST100'den, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı, −%14,9710, USD'den, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı, %23,9022, EUR'dan, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı, −%2,6077, Brent'ten, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı, −%6,3152, Altın'dan, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı,

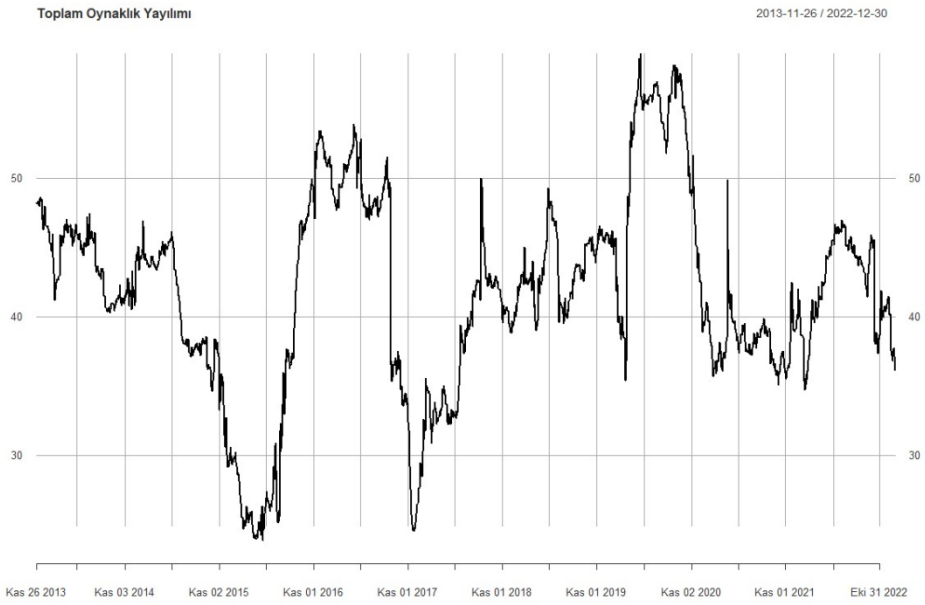
$-$%1,9476 ve Gümüş'ten, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı, %1,9393 olarak elde edilmiştir.

Üçüncü olarak toplam bağlantılılık endeksi, $C(h) = 35{,}0182$ olarak tabloda satır toplamı ve sütun toplamının keşistiği noktada sunulmuştur. Buna göre, ortalama olarak oynaklık tahminine ait hata varyansının %35,0182'sinin tüm değişkenler arasındaki oynaklık yayılımlarından kaynaklandığı söylenebilmektedir.

4.2.2. Diebold- Yılmaz Dinamik Bağlantılılık Analizi

Bu bölümde ele alınan seriler için 200 günlük kayan pencere uzunluğu kullanılarak dinamik Diebold-Yılmaz Bağlantılılık Analizi gerçekleştirilmiştir. Analizde, 10 günlük ileriye yönelik tahmin penceresi seçilerek oynaklık yayılımlarının zaman içinde değişimi gözlenmiştir. Diğer taraftan, Ranj tabanlı oynaklık modellerinden uygun model olarak belirlenen Parkinson oynaklık modeli dikkate alınmış ve bu model ile tahmin edilmiş yüzde oynaklık serilerinin logaritması alınarak kayan pencere yöntemi ile Dinamik Bağlantılılık Analizi gerçekleştirilmiştir.

Şekil 20'de toplam oynaklık yayılımının zaman içinde değişimine ait grafik sunulmuştur.



Şekil 20. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Toplam Oynaklık Yayılım Grafiği

Şekil 20'de sunulan piyasalar arası toplam oynaklık yayılımı grafiği incelendiğinde aşağıda sunulan bulgular elde edilmektedir.

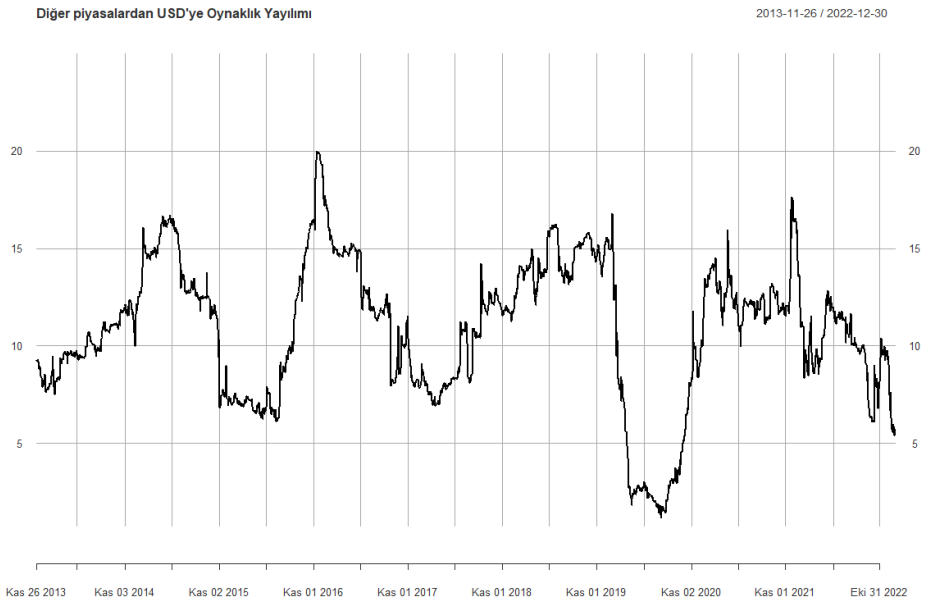
İlgili dönemin başlarında %50'nin biraz altında seyreden toplam oynaklık yayılımının, genellikle %30 ile %50 arasında seyrettiği gözlemlenmiştir. Toplam oynaklık yayılımı incelendiğinde, bazı istisnalar dikkat çekmiştir. Bunlardan ilki, 2016 yılının sonlarından 2017 yılının ortalarına kadar devam eden ve yayılmaların %50 sınırını aştığı dönemdir. Bu dönem, ABD'de gerçekleşen başkanlık seçimlerine rastlamaktadır. Ayrıca, yine bu dönem içinde 15 Temmuz 2016'da Türkiye'de kalkışma gerçekleşmiş ve bunun sonucunda Türkiye için zorlu bir dönem başlamıştır. Bu dönemde, kredi derecelendirme kuruluşlarından S&P, Temmuz 2016'da, Moody's ise Eylül 2016'da Türkiye'nin kredi notunu yatırım yapılabilir seviyenin altına indirmiştir. Diğer bir istisnai dönem ise, 2019 yılının son ayları ile 2020 yılının ortalarına doğru yayılımın %50 sınırını aştığı dönemdir. Bu dönem için oynaklık yayılımındaki artışın, 2019 Aralık'ta Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan ve kısa

zamanda tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 pandemisinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

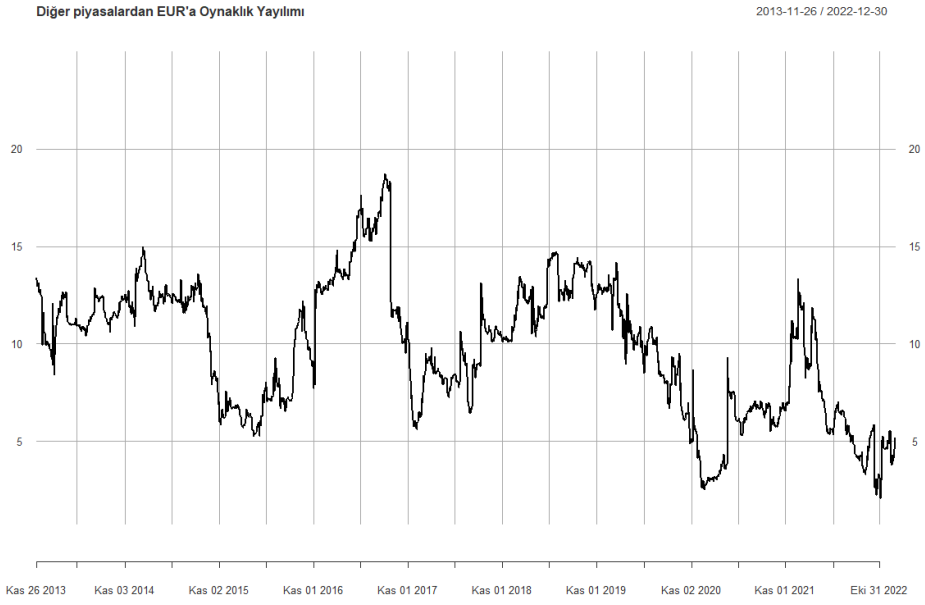
Şekil 21 – Şekil 26'da tüm diğer piyasalardan, sırasıyla, BIST100, USD, EUR, Brent, Altın ve Gümüş'e doğru yayılan oynaklığın zaman içindeki değişimine ait grafikler sunulmuştur.



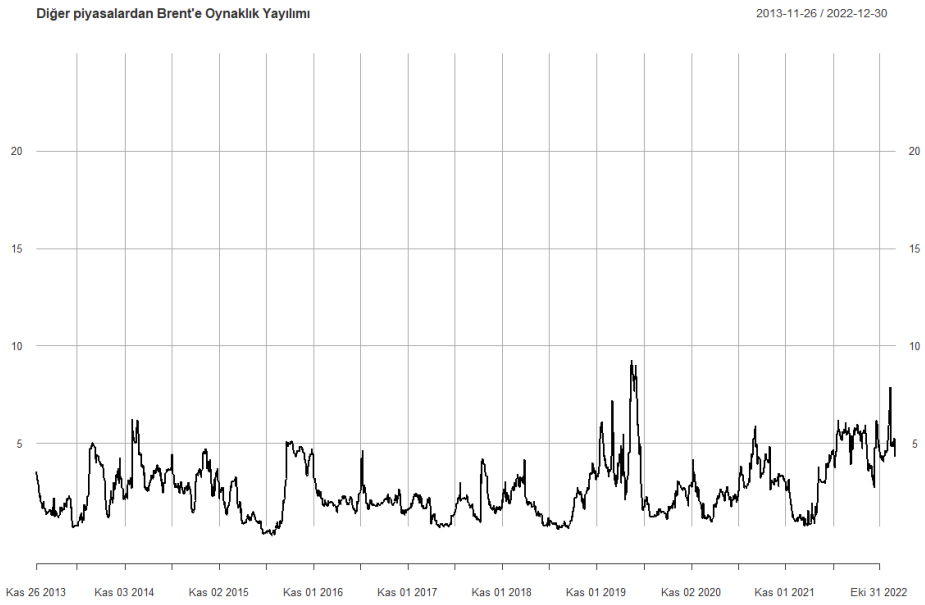
Şekil 21. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan BIST100'e Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



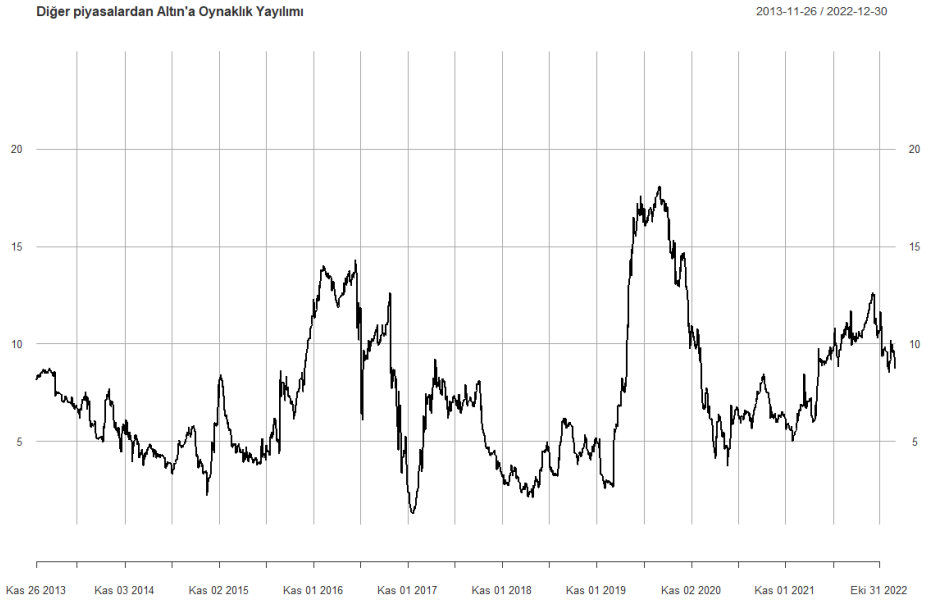
Şekil 22. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan USD'ye Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



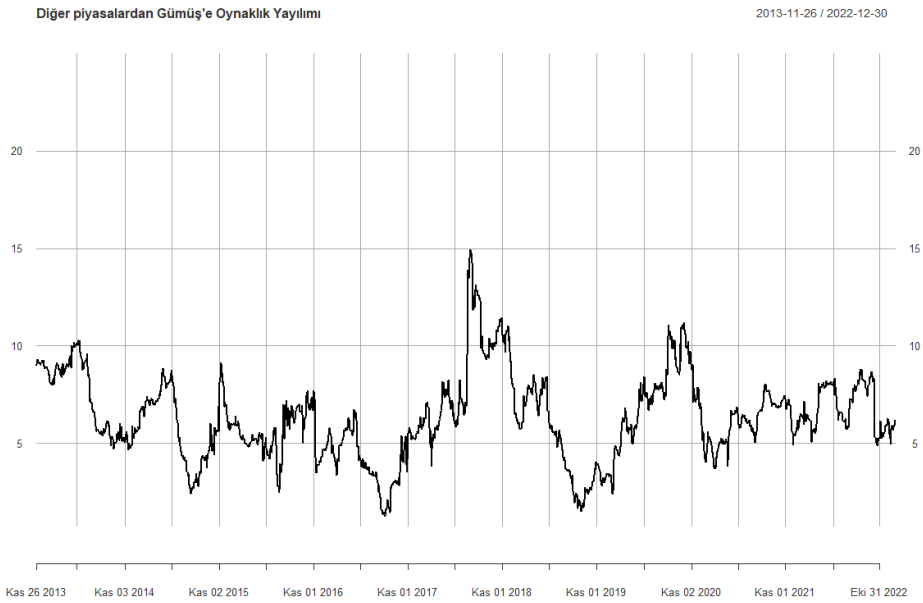
Şekil 23. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan EUR'e Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 24. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan Brent'e Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 25. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan Altın'a Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 26. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan Gümüş'e Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği

Şekil 21 - Şekil 26 genel olarak değerlendirildiğinde piyasalar arası oynaklık yayılımının zaman içinde önemli değişiklikler gösterdiği görülmektedir.

Diğer piyasalardan BIST100'e doğru oynaklık yayılımı, ilgili dönemin başlarına %10 seviyelerindeyken 2014 yılının Ağustos ayına kadar düşüş sergilemiş ve bu tarihten 2019 yılının Nisan ayının başlarına kadar genel olarak %5 seviyesinin altında seyretmiştir. Covid-19 kriz dönemi yani Şubat ayının sonlarında ise yükselmeye başlamış ve %20'lerin üzerine kadar ulaşmıştır. Daha sonra, yayılım tekrar düşerek 2021 yılının Ocak ayından itibaren genel olarak %10 sınırının altında seyretmiştir.

Diğer piyasalardan USD'ye doğru oynaklık yayılımı, ilgili dönemde oldukça fazla değişkenlik göstermiş olmasına rağmen birkaç istisnai dönem dışında %5-%15 sınırları arasında seyretmiştir. Bu dönemlerden en önemli yükseliş dönemi, 2016 yılının Ekim ayının başından Aralık ayının sonuna kadar olan ve USD'ye doğru

yayılımın %20 sınırına dayandığı dönemdir. Diğer önemli dönem ise, yayılımın %5'in altına düştüğü Covid-19 kriz dönemidir.

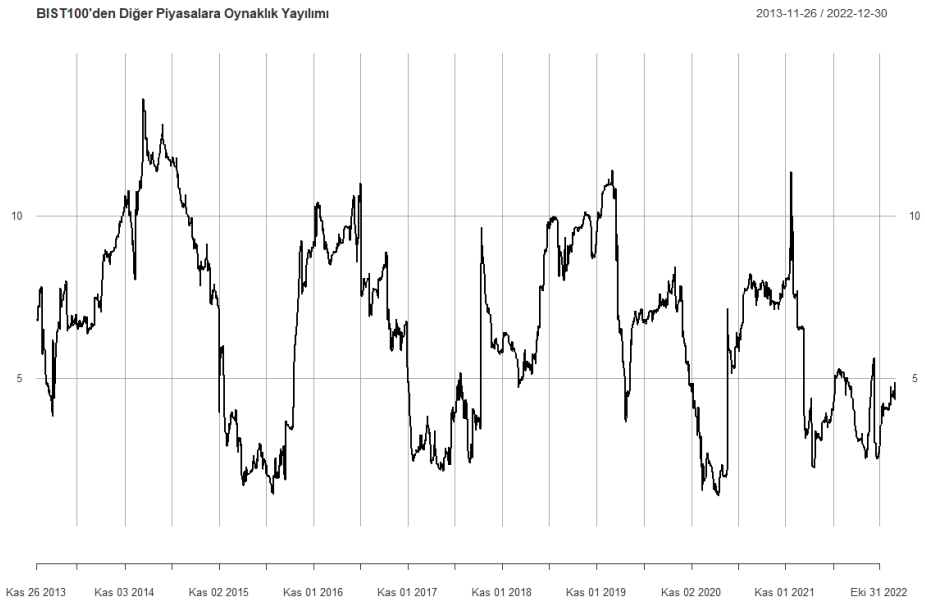
Diğer piyasalardan EUR'e doğru oynaklık yayılımı, ilgili dönemde oldukça fazla değişkenlik göstermesine rağmen %5-%15 sınırları arasında istikrarlı bir şekilde seyretmiştir. EUR'e doğru yayılımın en fazla olduğu dönem, 2017 yılının Nisan ayının başından Ağustos ayının sonuna kadar olan ve EUR'e doğru yayılımın %15 sınırını aştığı dönemdir. Diğer önemli dönem ise, yayılımın %5'in altına düştüğü Covid-19 kriz dönemidir.

Diğer piyasalardan Brent'e doğru oynaklık yayılımı, %5 seviyesinin altında istikrarlı bir şekilde seyretmiştir. İlgili dönemde Brent'e doğru yayılımın en fazla olduğu dönem, 2020 yılının Mart ayının başından Nisan ayının ortalarına kadar süren Covid-19 kriz dönemidir.

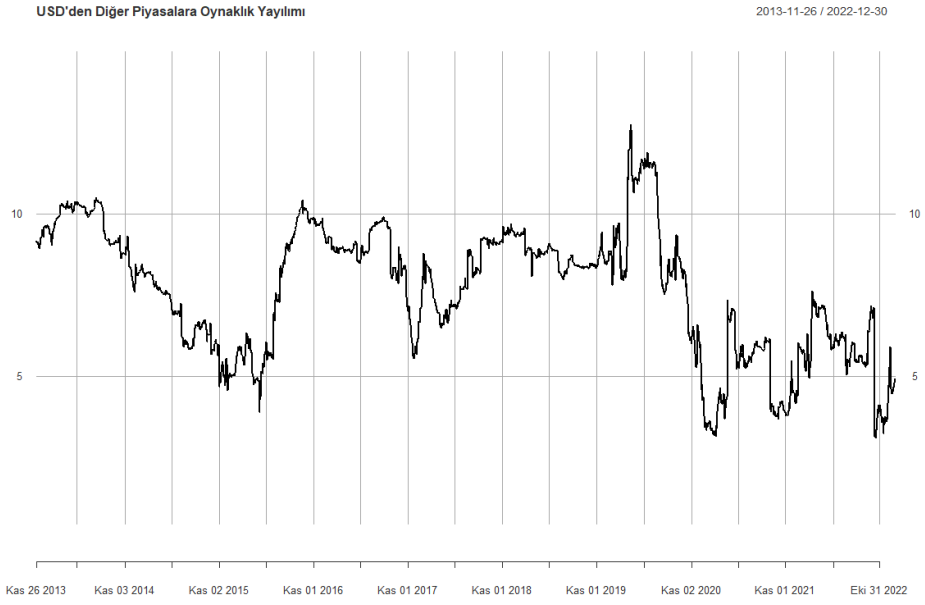
Diğer piyasalardan Altın'a doğru oynaklık yayılımı, ilgili dönemde oldukça fazla değişkenlik göstermesine rağmen genel olarak %10'unun altında seyretmiştir. Altın'a doğru yayılımın en fazla olduğu dönem, 2020 yılının Mart ayı sonundan Eylül ayının başına kadar süren süren Covid-19 kriz dönemidir.

Diğer piyasalardan Gümüş'e doğru oynaklık yayılımı, ilgili dönemde %10'un altında seyrettiği gözlemlenmiştir. Gümüş'e doğru yayılımın en fazla olduğu dönem, 2018 yılının Haziran ayı sonundan Ağustos ayının ortasına kadar olan ve Gümüş'e doğru yayılımın %10 sınırını aştığı dönemdir.

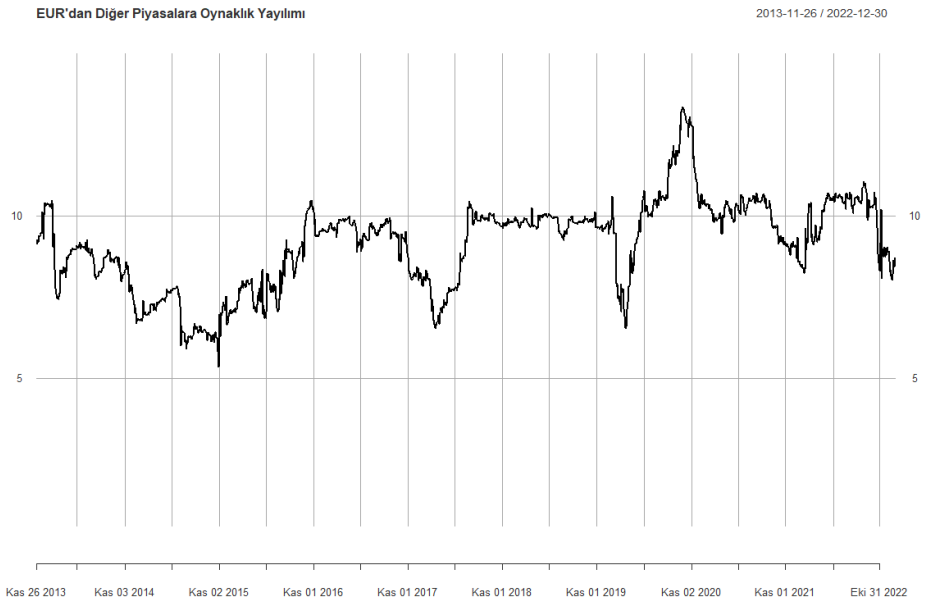
Şekil 27 – Şekil 32'de sırasıyla, BIST100, USD, EUR, Brent, Altın ve Gümüş'ten diğer tüm piyasalara doğru yayılan oynaklığın zaman içindeki değişimine ait grafikler sunulmuştur.



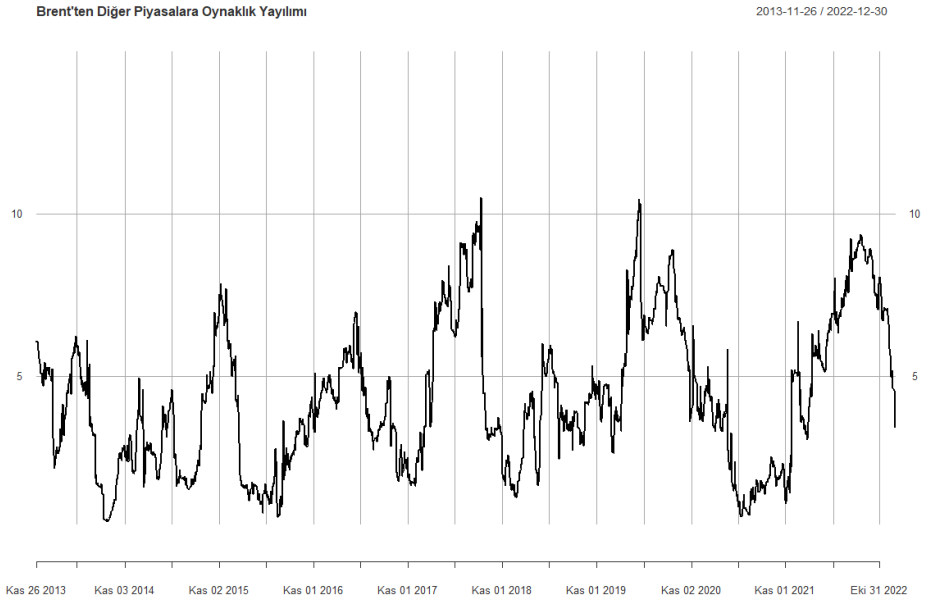
Şekil 27. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş BIST100'den Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



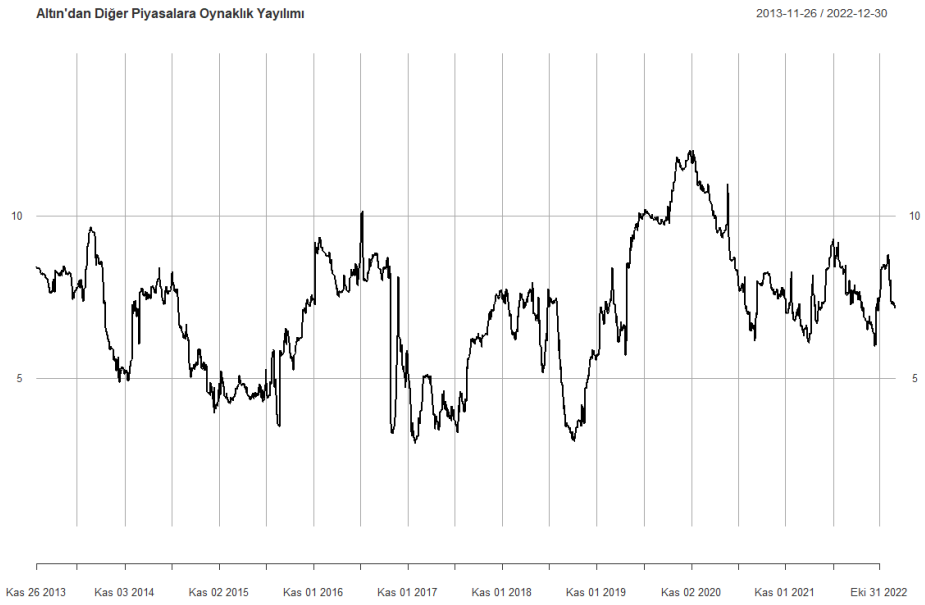
Şekil 28. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş USD'den Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



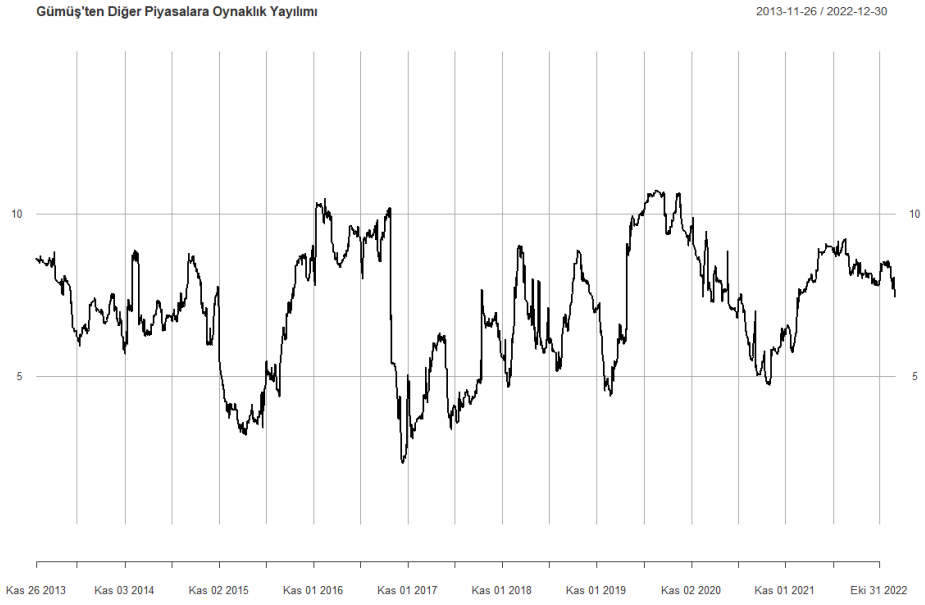
Şekil 29. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş EUR'den Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 30. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Brent'ten Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 31. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Altın'dan Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 32. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Gümüş'ten Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği

Şekil 27– Şekil 32 genel olarak değerlendirildiğinde aşağıdaki gözlemler elde edilmektedir.

BIST100'den diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı, ilgili dönemde oldukça fazla değişkenlik göstermiş olmasına rağmen birkaç istisnai dönem dışında %1-%10 sınırları arasında seyretmiştir. En önemli istisnai dönem, 2014 yılının Aralık ayının sonundan 2015 yılının Haziran ayının başına kadar olan dönemdir ve bu dönemde BIST100'den diğer tüm piyasalara doğru yayılımın %14 sınırına dayandığı görülmektedir.

USD'den diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı, ilgili dönemde genel olarak istikrarını korumuştur. Birkaç istisnai dönem dışında %5-%10 sınırları arasında seyretmiştir. En önemli istisnai dönem, 2020 yılının Mart ayının başından Haziran sonuna kadar olan ve USD'den diğer tüm piyasalara doğru yayılımın %10 sınırını aştığı dönemdir.

EUR'den diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı, ilgili dönemin başlarında genel olarak %5-%10 sınırları arasında seyrederken, 2018 yılının Haziran ayının ortalarından itibaren %10 sınırına dayanmış ve birkaç istisnai dönem dışında yaklaşık olarak %10 sınırında seyretmiştir. En önemli istisnai dönem, 2020 yılının Ağustos ayının başından, Kasım ayının sonuna kadar olan EUR'dan diğer tüm piyasalara doğru yayılımın %10 sınırını aştığı dönemdir.

Brent'ten diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı, ilgili dönemde oldukça fazla değişkenlik göstermiş olmasına rağmen genel olarak %10 sınırının altında seyretme eğilimi göstermiştir. Brent'ten diğer tüm piyasalara doğru yayılımın en fazla olduğu dönem 2020 yılının Mart ayının başından Nisan ayının ortalarına kadar süren Covid-19 kriz dönemidir.

Altın'dan diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı, ilgili dönemde oldukça fazla değişkenlik göstermiş olmasına rağmen birkaç istisnai dönem dışında %3-%10

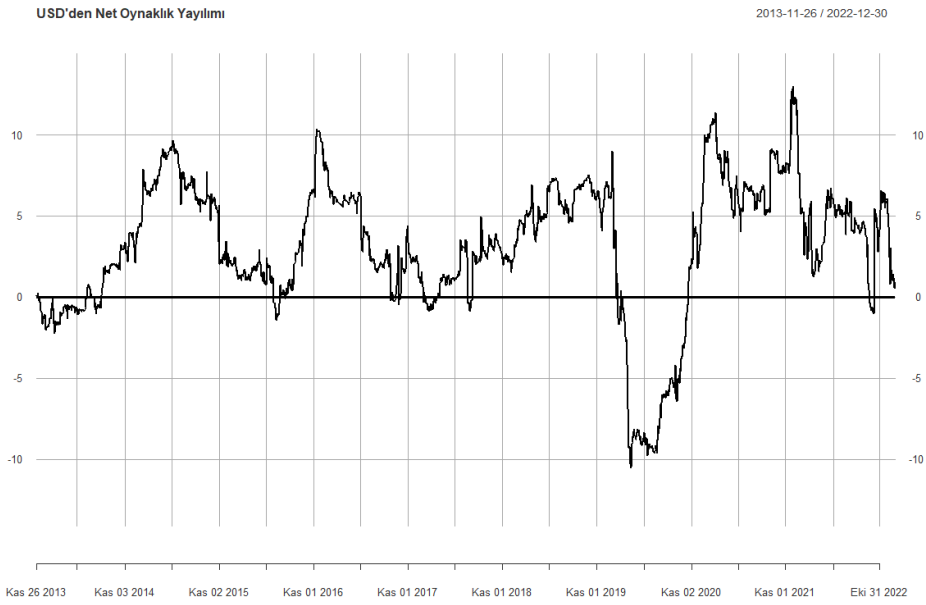
sınırları arasında seyretmiştir. En önemli istisnai dönem, 2020 yılının Ağustos ayının sonundan Aralık ayının başına kadar olan Altın'dan diğer tüm piyasalara doğru yayılımın %10 sınırını aştığı dönemdir.

Gümüş'ten diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı, Altına benzer bir eğilim göstermiştir. İlgili dönemde oldukça fazla değişkenlik göstermiş olmasına rağmen genel olarak %5-%10 sınırları arasında seyretmiştir.

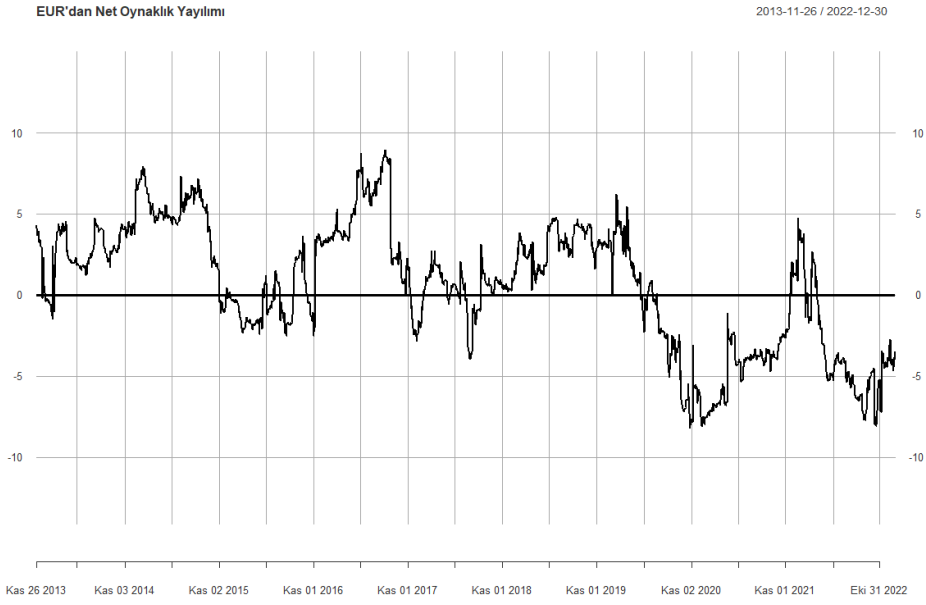
Şekil 33 – Şekil 38'de sırasıyla, BIST100, USD, EUR, Brent, Altın ve Gümüş için net oynaklık yayılımının zaman içindeki değişimine ait grafikler sunulmuştur.



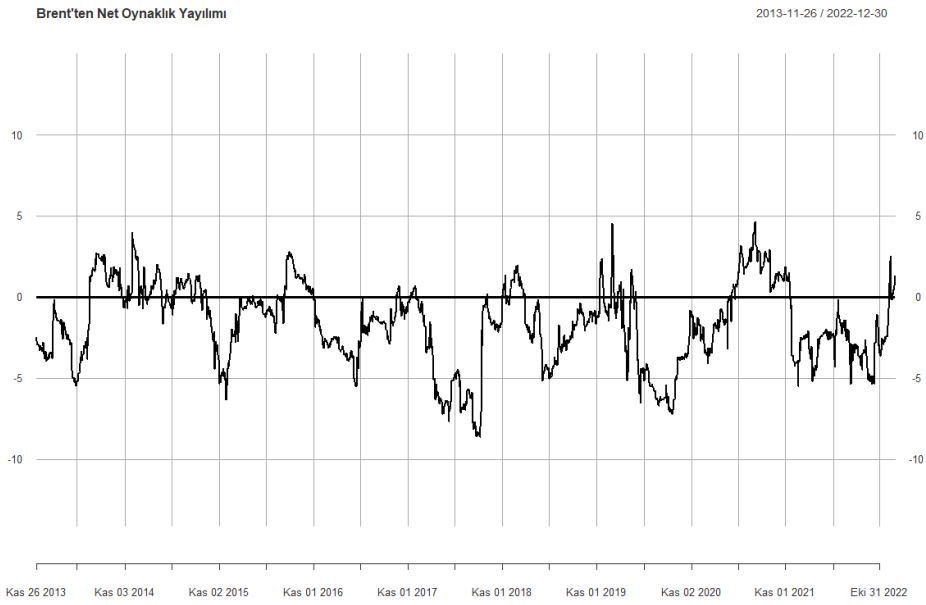
Şekil 33. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş BIST100'den Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği



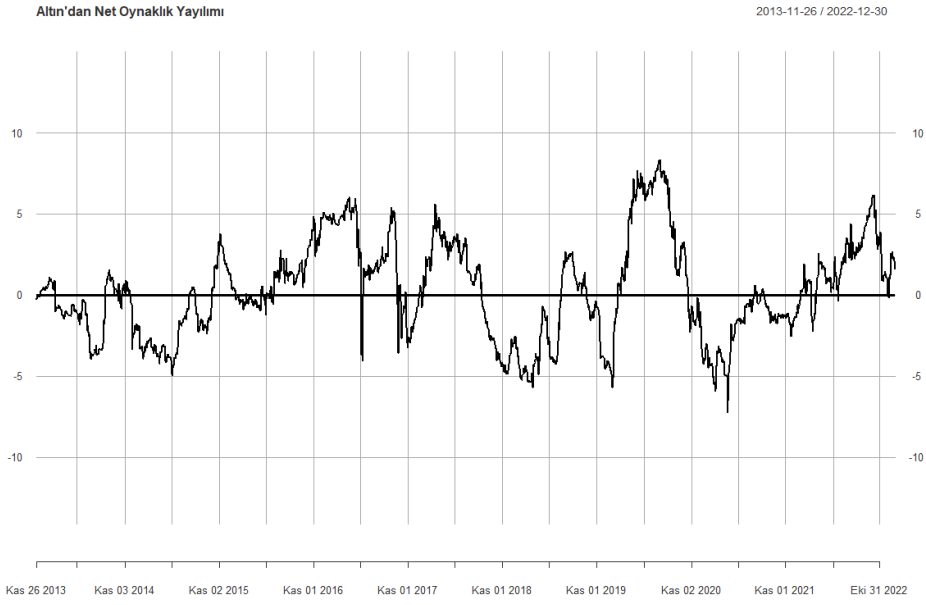
Şekil 34. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş USD'den Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği



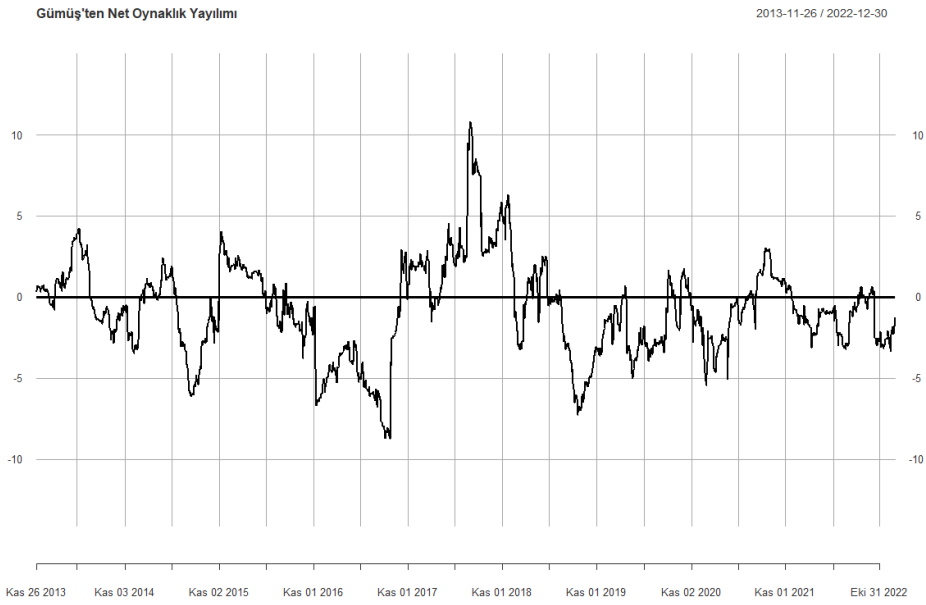
Şekil 35. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş EUR'den Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 36. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Brent'ten Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 37. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Altın'dan Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 38. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Gümüş'ten Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği

Şekil 33 – Şekil 38 genel olarak değerlendirildiğinde aşağıdaki gözlemler elde edilmektedir.

Net oynaklık yayılımı, piyasaya dışarıdan gelen net dış şokları göstermektedir. Net oynaklık yayılım grafiklerinde, net oynaklık yayılımlarının x-ekseninin üzerinde olduğu yani net yayılımların pozitif olduğu dönemler, değişkenin oynaklık yayıcısı olduğu dönemleri göstermekte iken, net oynaklık yayılımlarının x-ekseninin altında olduğu yani net yayılımların negatif olduğu dönemler ise değişkenin oynaklık alıcısı olduğu dönemleri göstermektedir.

BIST100'ün net oynaklık yayılımı grafiğine bakıldığında, bazı dönemlerde BIST100'ün oynaklık alıcısı, bazı dönemlerde ise oynaklık yayıcısı konumunda olduğu gözlemlenmiştir. İlgili dönemin başlarında, genel olarak oynaklık yayılımlarının x-ekseninin altında seyrettiği ve bu nedenle, BIST100'ün oynaklık alıcısı konumunda olduğu gözlemlenmiştir. Değişimin en belirgin gözlemlendiği dönem, 2020 yılının Şubat ayının sonundan 2021 yılının Nisan ayının başına kadar

net yayılımın pozitif olduğu ve BIST100'ün oynaklık yayıcısı konumuna geçtiği dönemdir.

USD'nin net oynaklık yayılımı grafiğine bakıldığında genel olarak USD'nin oynaklık yayıcısı konumunda olduğu gözlemlenmiştir. En önemli istisnai dönem, 2020 yılının Ocak ayı sonlarından Ekim ayının sonlarına kadar olan dönemdir ve USD oynaklık alıcısı konumuna geçmiştir.

EUR'nin net oynaklık yayılımı grafiğine bakıldığında, 2020 yılının Nisan ayı sonlarına kadar EUR'nin genel olarak oynaklık yayıcısı olduğu fakat ara ara oynaklık alıcısı konumuna kısa süreliğine geçtiği gözlemlenmektedir. Fakat 2020 yılının Nisan ayı sonlarından 2021 yılının Kasım ayının ortalarına kadar olan dönemde yayılımın negatif olduğu ve EUR'nin oynaklık alıcısı konumuna geçtiği söylenebilmektedir.

Brent'in net oynaklık yayılımı grafiğine bakıldığında, genel olarak net oynaklığın negatif seyrettiği yani alıcı konumunda olduğu söylenebilmektedir. Ara ara bazı dönemlerde kısa süreli oynaklık yayıcısı konumuna da geçtiği gözlemlenmektedir.

Altın'ın net oynaklık yayılımı grafiğine bakıldığında, bazı dönemlerde oynaklık alıcısı, bazı dönemlerde ise oynaklık yayıcısı konumunda olduğu gözlemlenmiştir. Net oynaklık yayılımının oldukça değişken olmasından dolayı Altın için genel bir yargıya varılamamaktadır.

Gümüş'te Altın'a benzer şekilde bazı dönemlerde oynaklık alıcısı, bazı dönemlerde ise oynaklık yayıcısı konumunda olduğu gözlemlenmiştir. Net oynaklık yayılımının oldukça değişken olmakla beraber yaygın olarak negatif olduğu dönemlerin daha fazla olduğu bu nedenle genel olarak oynaklık alıcısı konumunda olduğu gözlemlenmektedir.

4.3. GARCH Oynaklık Modelleri

GARCH oynaklık modelleri, günlük frekanslı serilere uygulanırken serilerin sadece kapanış fiyatları üzerinden getirileri dikkate alınarak oynaklık model tahmini gerçekleştirilmektedir. Fakat öncelikle, getiri serilerindeki doğrusal bağımlılık yapısı Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA) modelleri yardımı ile modellenmektedir. Bu nedenle, bu bölümde birinci aşamada, ele alınan her seri için ARMA(0,0) ile ARMA(5,5) modeli dahil toplam 36 model sabit katsayılı ve sabit katsayısız olmak üzere tahmin edilmiştir[9]. Daha sonra AIC ve BIC kriterleri yardımı ile en uygun ortalama modeli belirlenmiştir. İlgili serilere ait uygun modeller Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 13: ARMA Model Seçimi

	AIC	BIC
BIST100	Sabit Katsayılı - ARMA(0,3)	Sabit Katsayısız - ARMA(0,0)
USD	Sabit Katsayılı - ARMA(5,2)	Sabit Katsayılı - ARMA(2,1)
EUR	Sabit Katsayılı - ARMA(3,0)	Sabit Katsayılı - ARMA(0,1)
Brent	Sabit Katsayısız - ARMA(0,0)	Sabit Katsayısız - ARMA(0,0)
Altın	Sabit Katsayısız - ARMA(0,0)	Sabit Katsayısız - ARMA(0,0)
Gümüş	Sabit Katsayısız - ARMA(0,0)	Sabit Katsayısız - ARMA(0,0)

Oynaklık model tahmininde BIC kriteri tarafından önerilen ortalama modelleri dikkate alınarak analizlere devam edilmiştir.

Analizin ikinci aşamasında, oynaklık model tahmini için kullanılacak uygun hata dağılımı Normal Dağılım (norm), Student t-Dağılımı (std), Genelleştirilmiş Hata Dağılımı (ged), Çarpık Normal Dağılım (snorm), Çarpık Student t-Dağılımı (sstd), Çarpık Genelleştirilmiş Hata Dağılımı (sged), Genelleştirilmiş Hiperbolik Dağılım

[9] Analizde *R* programı içindeki "forecast paketinde bulunan "auto.arima()" fonksiyonu kullanılmıştır (Hyndman & Khandakar, 2008; Hymdman vd., 2023).

(ghyp), Normal Ters Gauss Dağılımı (nig) olmak üzere sekiz hata dağılımı arasından Uyarlanmış Pearson Uyum İyiliği Testi (Adjusted Pearson Goodness-of-Fit Test) yardımı ile belirlenmiştir. Buna göre, BIST100, USD, EUR, Brent, Altın, Gümüş serileri için seçilen hata dağılımları sırasıyla, sstd, std, std, sstd, nig ve nig olarak belirlenmiştir.

Analizin üçüncü aşamasında, belirlenen ARMA modeli ve hata dağılım varsayımı altında uygun oynaklık modeli GARCH(1,1), EGARCH(1,1), GJR-GARCH(1,1) ve APARCH(1,1) arasından seçilmiştir[10]. İlgili serilere ve kriterlere ait uygun modeller Tablo 14'te sunulmuştur.

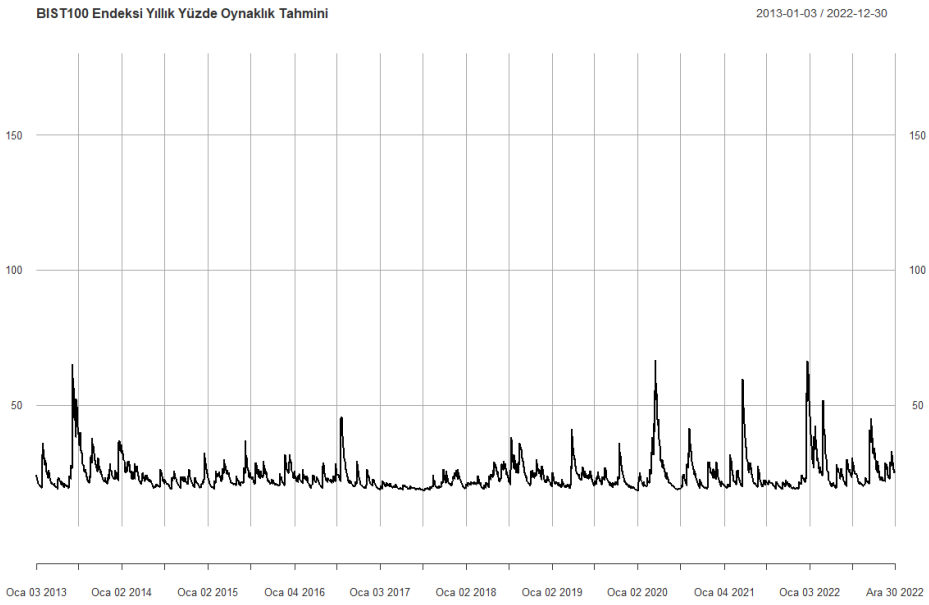
Tablo 14: Oynaklık Model Seçimi

	AIC	BIC
BIST100	APARCH	GJR-GARCH
USD	EGARCH	EGARCH
EUR	EGARCH	EGARCH
Brent	APARCH	APARCH
Altın	EGARCH	GARCH
Gümüş	GARCH	GARCH

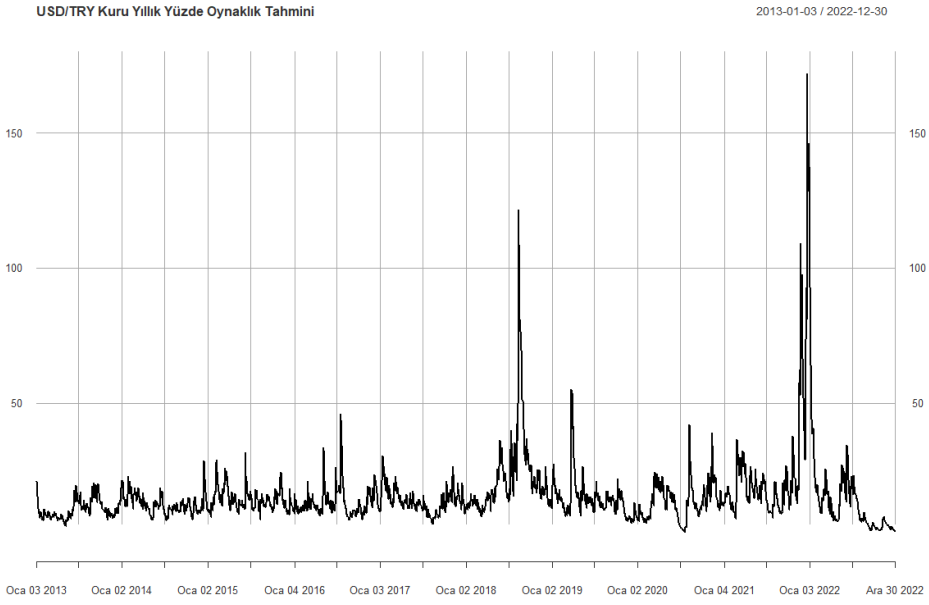
Tablo 14'te verilen oynaklık modellerinden BIC kriteri tarafından önerilen oynaklık modelleri dikkate alınarak Diebold- Yılmaz Bağlantılılık Analizinde, bu modeller yardımıyla tahmin edilmiş oynaklık serileri kullanılacaktır.

BIST100, USD, EUR, Brent, Altın ve Gümüş değişkenlerinin uygun GARCH oynaklık modeliyle tahmin edilen yıllık yüzde oynaklık serilerine ait zaman serisi grafikleri sırasıyla, Şekil 39 – Şekil 44'te sunulmuştur.

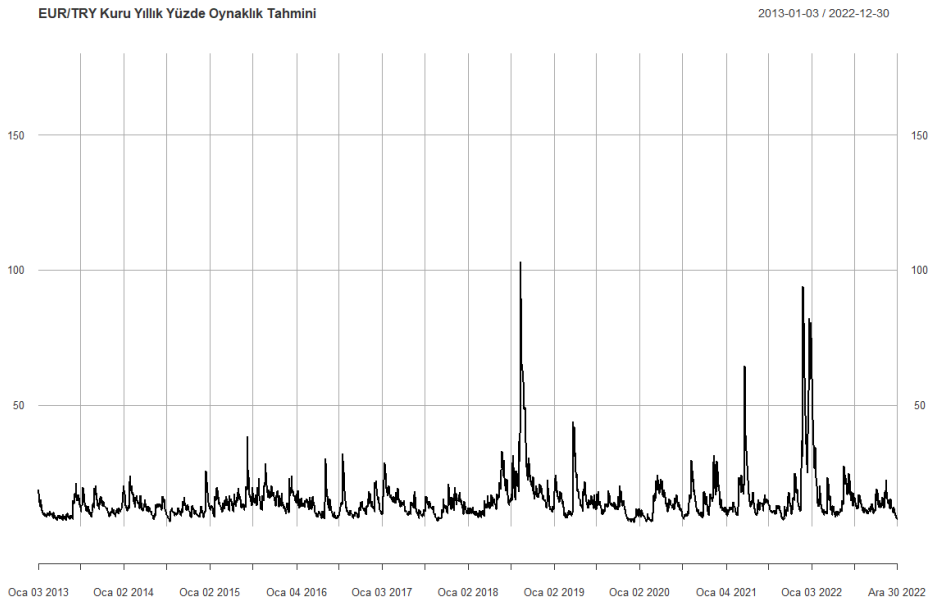
[10] Analizde *R* programı içindeki "rugarch paketi kullanılmıştır (Galanos, 2023).



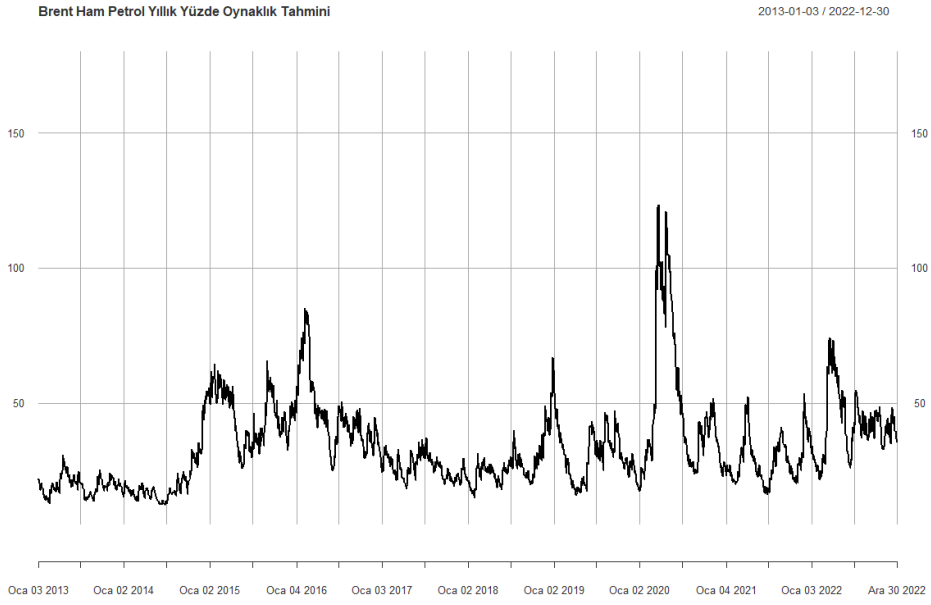
Şekil 39. BIST100 için GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği



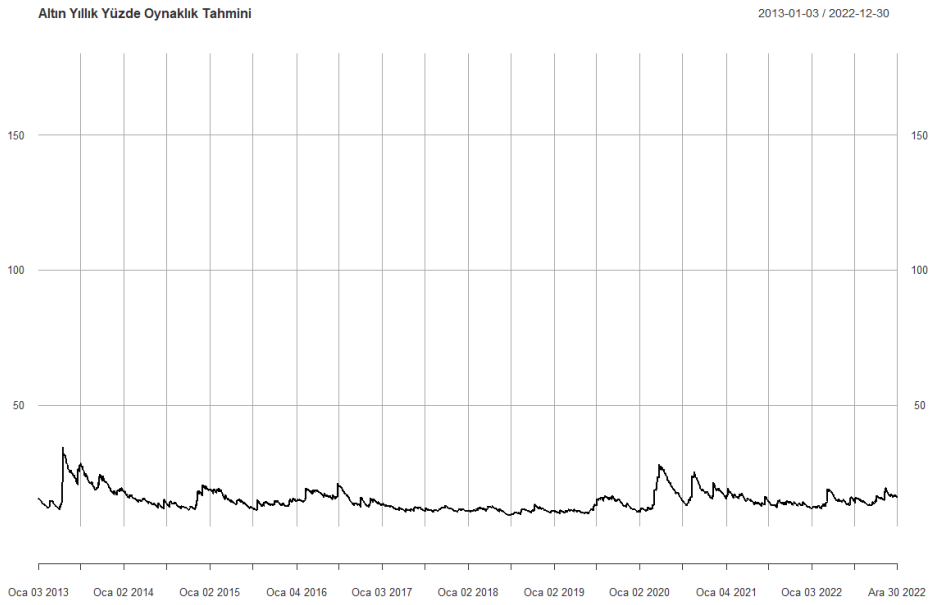
Şekil 40. USD için GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği



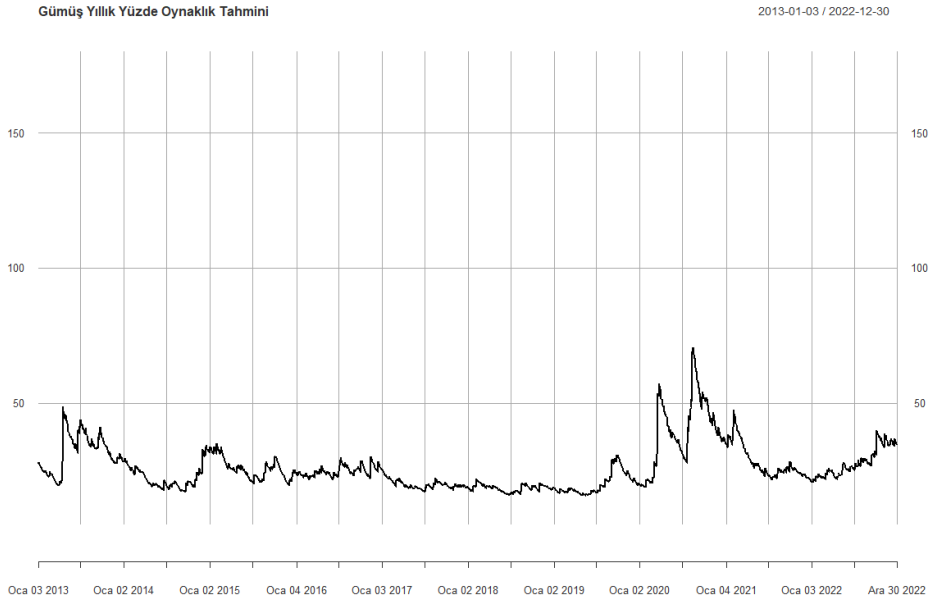
Şekil 41. EUR için GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği



Şekil 42. Brent için GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği



Şekil 43. Altın için GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği



Şekil 44. Gümüş için GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Grafiği

Şekil 39 – Şekil 44'te sunulan yıllık yüzde oynaklık serilerine ait zaman serisi grafikleri incelendiğinde aşağıda sunulan bulgular elde edilmektedir.

BIST100 değişkeninin oynaklığının uç değerleri dışında, genel olarak %18 ile %50 aralığında yayıldığı gözlemlenmektedir. Diğer taraftan oynaklığın, 2013 yılının Haziran ayının başından sonuna kadar ve 2020 yılının Mart ayının ortasından sonuna kadar ve ayrıca 2021 yılının Aralık ayının ortasından sonuna kadar olan dönemlerde oynaklığın %50'nin üzerinde seyrettiği gözlemlenmektedir.

USD değişkeninin oynaklığının uç değerleri dışında, genel olarak %2 ile %50 aralığında yayıldığı gözlemlenmektedir. Diğer taraftan oynaklığın, 2018 yılının Ağustos ayının ortasından sonuna kadar, 2021 yılının Kasım ayının ortasından Aralık ayının başına kadar ve 2021 yılının Aralık ayının ortasından 2022 yılının Ocak ayının başına kadar olan dönemlerde oynaklığın %50'nin üzerinde seyrettiği gözlemlenmektedir.

EUR değişkeninin oynaklığının uç değerleri dışında, genel olarak %6 ile %50 aralığında yayıldığı gözlemlenmektedir. Diğer taraftan oynaklığın, 2018 yılının Ağustos ayının ortasından sonuna kadar, 2021 yılının Kasım ayının sonundan Aralık ayının başına kadar ve ayrıca 2021 yılının Aralık ayının sonundan 2022 yılının Ocak ayının başına kadar olan dönemlerde %50'nin üzerinde seyrettiği gözlemlenmektedir.

Brent değişkeninin oynaklığının uç değerleri dışında, genel olarak %12 ile %50 aralığında yayıldığı gözlemlenmektedir. Diğer taraftan oynaklığın, 2015 yılının Ocak ayının başından Mart ayının sonuna kadar, 2016 yılının Ocak ayının başından Mart ayının sonuna kadar olan dönemlerde %50'nin üzerinde seyrettiği, 2020 yılının Mart ayının başından Haziran ayının sonuna kadar ve 2022 yılının Mart ayının başından Nisan ayının sonuna kadar olan dönemlerde ise %100'ün üzerinde seyrettiği gözlemlenmektedir.

Altın değişkeninin oynaklığının oldukça durağan olduğu ve genel olarak %9 ile %34 aralığında istikrarlı seyrettiği gözlemlenmektedir.

Gümüş değişkeninin oynaklığının uç değerler dışında, genel olarak %15 ile %50 aralığında oldukça istikrarlı seyrettiği gözlemlenmektedir. Diğer taraftan oynaklığın, 2020 yılının Mart ayının ortasından Nisan ayının başına kadar, 2020 yılının Ağustos ayının başından Eylül ayının ortasına kadar ve 2020 yılının Eylül ayının sonundan Ekim ayının ortasına kadar olan dönemde oynaklığın %50'nin üzerinde seyrettiği gözlemlenmektedir.

Tablo 15'te uygun GARCH oynaklık modeli ile tahmin edilmiş yüzde oynaklık serilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur.

Tablo 15: GARCH Oynaklık Modelleri Yardımı ile Tahmin Edilen Yıllık Yüzde Oynaklık Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Min.	Maks.	Ortalama	S.Sapma
BIST100	18,527	66,720	24,116	5,930
USD	2,437	172,013	15,748	12,346
EUR	6,806	103,110	14,824	8,175
Brent	12,510	123,368	33,890	16,015
Altın	9,308	34,419	14,779	3,712
Gümüş	15,770	70,493	26,146	8,447

Tablo 15'te verilen BIST100 değişkeninin yüzde oynaklık serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için tahmin edilen yıllık ortalama oynaklığın %24,116 ve standart sapmasının ise %5,930 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, yıllık oynaklığın en yüksek %66,720 olarak gözlemlenirken, en düşük ise %18,527 olarak tahmin edildiği söylenebilmektedir.

USD değişkeninin yüzde oynaklık serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için tahmin edilen yıllık ortalama oynaklığın

%15,748 ve standart sapmasının ise %12,346 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, yıllık oynaklığın en yüksek %172,013 olarak gözlemlenirken, en düşük ise %2,437 olarak tahmin edildiği söylenebilmektedir.

EUR değişkeninin yüzde oynaklık serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için tahmin edilen yıllık ortalama oynaklığın %14,824 ve standart sapmasının ise %8,175 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, yıllık oynaklığın en yüksek %103,110 olarak gözlemlenirken, en düşük ise %6,806 olarak tahmin edildiği söylenebilmektedir.

Brent değişkeninin yüzde oynaklık serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için tahmin edilen yıllık ortalama oynaklığın %33,890 ve standart sapmasının ise %16,015 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, yıllık oynaklığın en yüksek %123,368 olarak gözlemlenirken, en düşük ise %12,510 olarak tahmin edildiği söylenebilmektedir.

Altın değişkeninin yüzde oynaklık serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için tahmin edilen yıllık ortalama oynaklığın %14,779 ve standart sapmasının ise %3,712 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, yıllık oynaklığın en yüksek %34,419 olarak gözlemlenirken, en düşük ise %9,308 olarak tahmin edildiği söylenebilmektedir.

Gümüş değişkeninin, yüzde oynaklık serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ele alınan dönem için tahmin edilen yıllık ortalama oynaklığın %26,146 ve standart sapmasının ise %8,447 olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, yıllık oynaklığın en yüksek %70,493 olarak gözlemlenirken, en düşük ise %15,770 olarak tahmin edildiği söylenebilmektedir.

4.3.1. Diebold- Yılmaz Koşulsuz Bağlantılılık Analizi

Bu bölümde, Ranj Tabanlı modeller ile yapılmış olan uygulamaya benzer şekilde GARCH oynaklık modeli ile tahmin edilmiş yüzde oynaklık serileri tüm örneklem için dikkate alınmış ve oynaklık serilerinin logaritması alınarak öncelikle VAR analizi gerçekleştirilmiştir. VAR analizi için gecikme uzunluğu kriterler yardımı ile 2 olarak belirlenmiştir. Daha sonra, Diebold-Yılmaz bağlantılılık analizi gerçekleştirilmiştir.

Diebold ve Yılmaz (2012) çalışması dikkate alınarak bağlantılılık tablosu 10 günlük ileriye yönelik tahmin penceresi seçilerek oluşturulmuş ve Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16: GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Bağlantılılık Tablosu

	BIST100	USD	EUR	BRENT	ALTIN	GÜMÜŞ	Satır Toplamı
BIST100	75,6146	7,9430	13,6638	0,8954	0,7169	1,1663	24,3854
USD	4,4168	72,7001	22,2076	0,0409	0,5085	0,1261	27,2999
EUR	7,6322	33,2161	58,4695	0,2468	0,2111	0,2243	41,5305
BRENT	2,6691	0,4125	0,1744	93,1987	2,0193	1,5259	6,8013
ALTIN	2,0544	1,0936	0,0562	1,4237	64,9452	30,4270	35,0548
GÜMÜŞ	1,9548	0,0927	0,0277	1,3714	29,8527	66,7007	33,2993
Sütun toplamı	18,7272	42,7579	36,1297	3,9782	33,3086	33,4696	28,0619
Kendi dahil Toplam	94,3419	115,4580	94,5992	97,1769	98,2537	100,1702	600

Tablo 16'da sunulan Diebold-Yılmaz Bağlantılılık Analizine ait bulgulardan öncelikle, yönsel yayılımlar sırasıyla, aşağıda açıklanacaktır.

Tablo 16'ya göre tüm diğer piyasalardan BIST100'e doğru oynaklık yayılımı %24,3854, USD'ye doğru oynaklık yayılımı %27,2999, EUR'ye doğru oynaklık yayılımı %41,5305, Brent'e doğru oynaklık yayılımı %6,8013, Altın'a doğru oynaklık yayılımı %35,0548 ve Gümüş'e doğru oynaklık yayılımı ise %33,2993 olduğu söylenebilmektedir. Bu bulgu, BIST100'deki oynaklığın %24,3854'ünün, USD'deki oynaklığın %35,6274'ünün, EUR'daki oynaklığın %41,5305'inin, Brent'teki oynaklığın %6,8013'sinin, Altın'daki oynaklığın %35,0548'unun ve Gümüş'teki oynaklığın ise %33,2993'sinin diğer piyasalardaki oynaklıkların yayılmasından kaynaklandığını göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, diğer piyasalardan en az etkilenen değişkenin Brent olduğu, en fazla etkilenen değişkenin ise EUR olduğu söylenebilmektedir.

BIST100'den tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %18,7272, USD'den tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %42,7579, EUR'dan tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %36,1297, Brent'ten diğer tüm piyasalara oynaklık yayılımı %3,9782, Altın'dan tüm diğer piyasalara oynaklık yayılımı %33,3086 ve Gümüş'ten tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %33,4696 olarak elde edilmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, diğer piyasalar üzerinde en az oynaklık yayan değişkenin Brent olduğu, oynaklık yayılımı en yüksek olan değişkenin ise USD olduğu söylenebilmektedir.

BIST100'de meydana gelen oynaklığın %75,6146'sının kendisi tarafından, %24,3854'ünün ise diğer değişkenler tarafından açıklandığı görülmektedir. BIST100 değişkeni üzerinde en yüksek oynaklık yayılımına sahip olan değişken %13,6638 ile EUR'dur. BIST100 değişkeni üzerinde en düşük açıklama gücüne sahip olan değişken ise %0,7169 değeri ile Altın değişkenidir.

USD'de meydana gelen oynaklığın %72,7001'inin kendisi tarafından, %27,2999'unun ise diğer değişkenler tarafından açıklandığı görülmektedir. USD değişkeni üzerinde en yüksek oynaklık yayılımınına sahip olan değişken %22,2076 ile EUR'dur. USD değişkeni üzerinde en düşük açıklama gücüne sahip olan değişken ise %0,0409 değeri ile Brent değişkenidir.

EUR'da meydana gelen oynaklığın %58,4695'inin kendisi tarafından, %41,5305'inin ise diğer değişkenler tarafından açıklandığı görülmektedir. EUR değişkeni üzerinde en yüksek oynaklık yayılımınına sahip olan değişken %33,2161 ile USD'dir. EUR değişkeni üzerinde en düşük açıklama gücüne sahip olan değişken ise %0,2111 değeri ile Altın değişkenidir.

Brent'te meydana gelen oynaklığın %93,1987'sinin kendisi tarafından, %6,8013'ünün ise diğer değişkenler tarafından açıklandığı görülmektedir. Brent değişkeni üzerinde en yüksek oynaklık yayılımınına sahip olan değişken %2,6691 ile BIST100'dür. Brent değişkeni üzerinde en düşük açıklama gücüne sahip plan değişken ise %0,1744 değeri ile EUR değişkenidir.

Altın'da meydana gelen oynaklığın %64,9452'sinin kendisi tarafından, %35,0548'inin ise diğer değişkenler tarafından açıklandığı görülmektedir. Altın değişkeni üzerimde en yüksek oynaklık yayılımına sahip değişken %30,4270 ile Gümüş'tür. Altın değişkeni üzerinde en düşük açıklama gücüne sahip değişken ise %0,0562 ile EUR değişkenidir.

Gümüş'te meydana gelen oynaklığın %66,7007'sinin kendisi tarafından, %33,2993'ünün ise diğer değişkenler tarafından açıklandığı görülmektedir. Gümüş değişeni üzerinde en yüksek oynaklık yayılımına sahip olan değişken %29,8527 ile Altın'dır. Gümüş değişkeni üzerinde en düşük açıklama gücüne sahip değişken ise %0,0277 ile EUR değişkenidir.

İkinci olarak net yayılımlar, ($C_i(h) = C_{.\leftarrow i}(h) - C_{i\leftarrow .}(h)$) hesaplanmış ve aşağıda sunulmuştur.

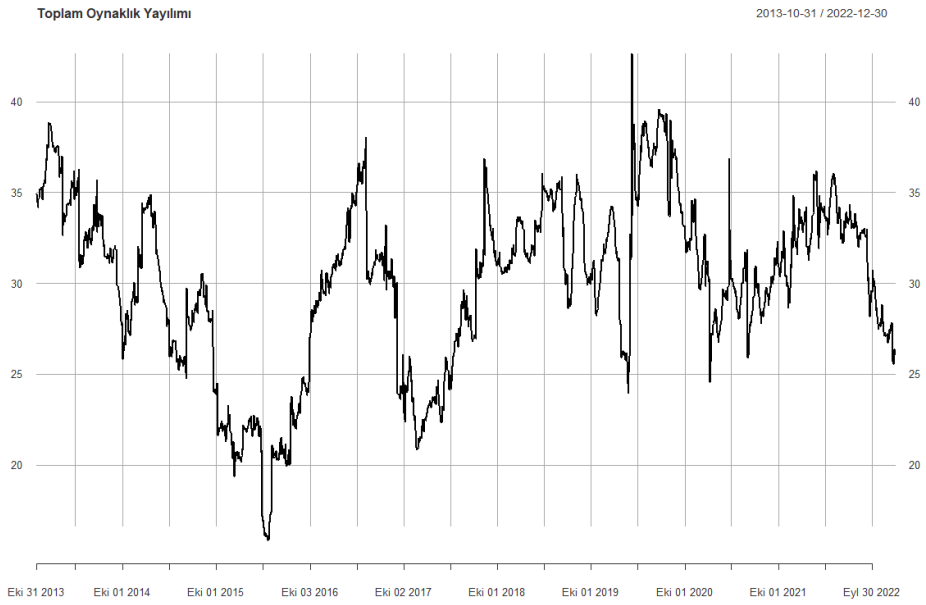
BIST100'den tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı, −%5,6582, USD'den, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı, %15,4580, EUR'dan, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı, −%5,4008, Brent'ten, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı, −%2,8231, Altın'dan, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı, −%1,7462 ve Gümüş'ten, diğer tüm değişkenlere net oynaklık yayılımı, %0,1703 olarak elde edilmiştir.

Üçüncü olarak toplam bağlantılılık endeksi, $C(h)$ =28,0619 olarak tabloda satır toplamı ve sütun toplamının kesiştiği noktada sunulmuştur. Buna göre, ortalama olarak oynaklık tahminine ait hata varyansının %28,0619'unun tüm değişkenler arasındaki oynaklık yayılımlarından kaynaklandığı söylenebilmektedir.

4.3.2. Diebold- Yılmaz Dinamik Bağlantılılık Analizi

Bu bölümde Dinamik Diebold-Yılmaz Bağlantılılık Analizi gerçekleştirilmiştir. Analizlerde, 200 günlük kayan pencere uzunluğu ve 10 günlük ileriye yönelik tahmin penceresi seçilerek oynaklık yayılımlarının zaman içinde değişiminin gözlenmesi amaçlanmıştır. Oynaklık serileri uygun GARCH modeli dikkate alınarak tahmin edilmiş ve yüzde oynaklık serilerinin logaritması alınarak kayan pencere yöntemi ile Dinamik Bağlantılılık Analizi gerçekleştirilmiştir.

Şekil 45'te toplam oynaklık yayılımının zaman içinde değişimine ait grafik sunulmuştur.



Şekil 45. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Toplam Oynaklık Yayılım Grafiği

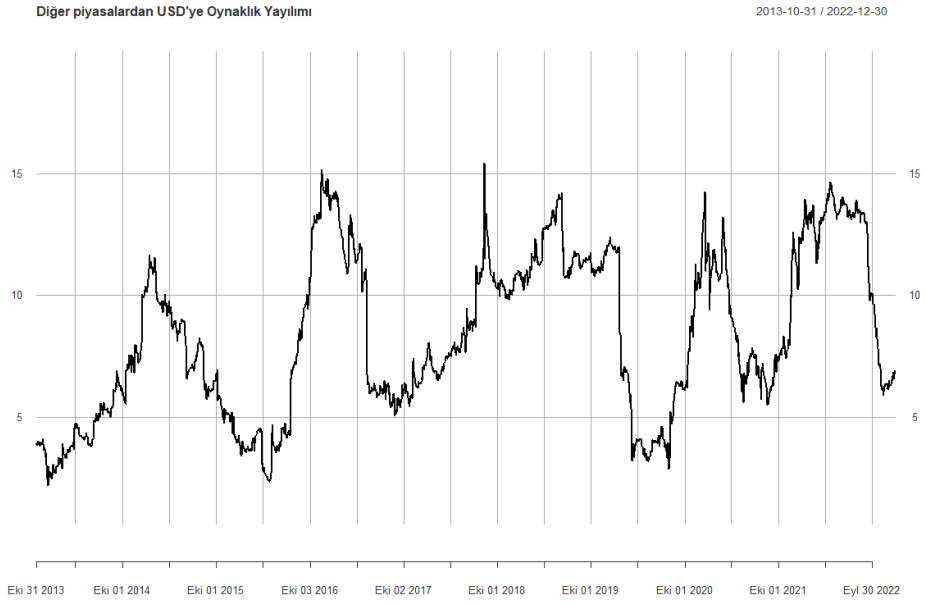
Şekil 45'te sunulan piyasalar arası toplam oynaklık yayılımı grafiği incelendiğinde aşağıda sunulan bulgular elde edilmektedir.

İlgili dönemin başlarında %34'lerde seyreden toplam yayılımın, genellikle %15 ile %38 arasında seyrettiği gözlemlenmiştir. Toplam oynaklık yayılımı incelendiğinde bir istisna dikkat çekmiştir. Oynaklık yayılımının en yüksek değere ulaştığı dönem %42 değeri ile 10 Mart 2020 tarihinde gözlemlenmiştir. Bu dönem Covid-19 pandemisinin yaşandığı dönem ile örtüşmektedir.

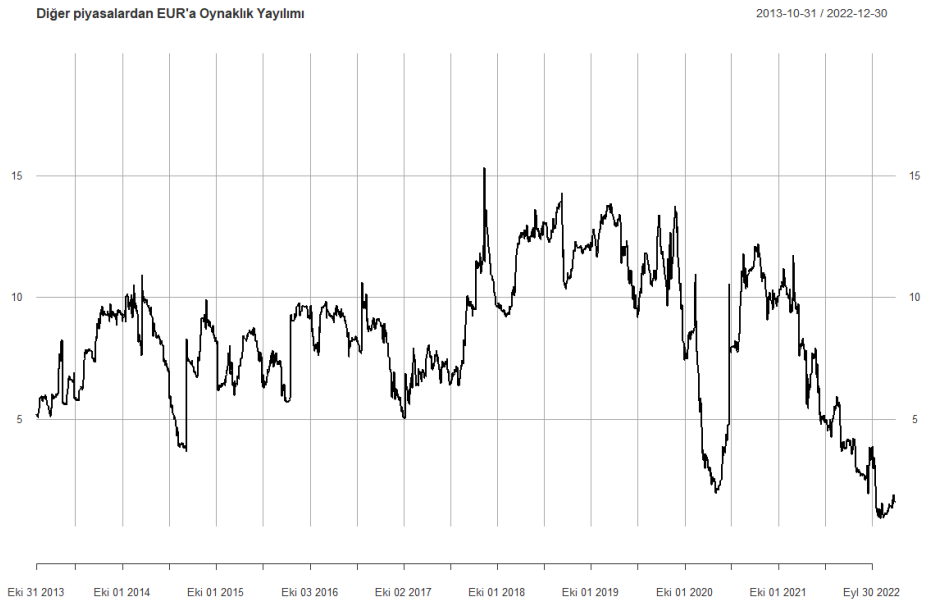
Şekil 46 – Şekil 51'de tüm diğer piyasalardan, sırasıyla, BIST100, USD, EUR, Brent, Altın ve Gümüş'e doğru yayılan oynaklığın zaman içindeki değişimine ait grafikler sunulmuştur.



Şekil 46. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan BIST100'e Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



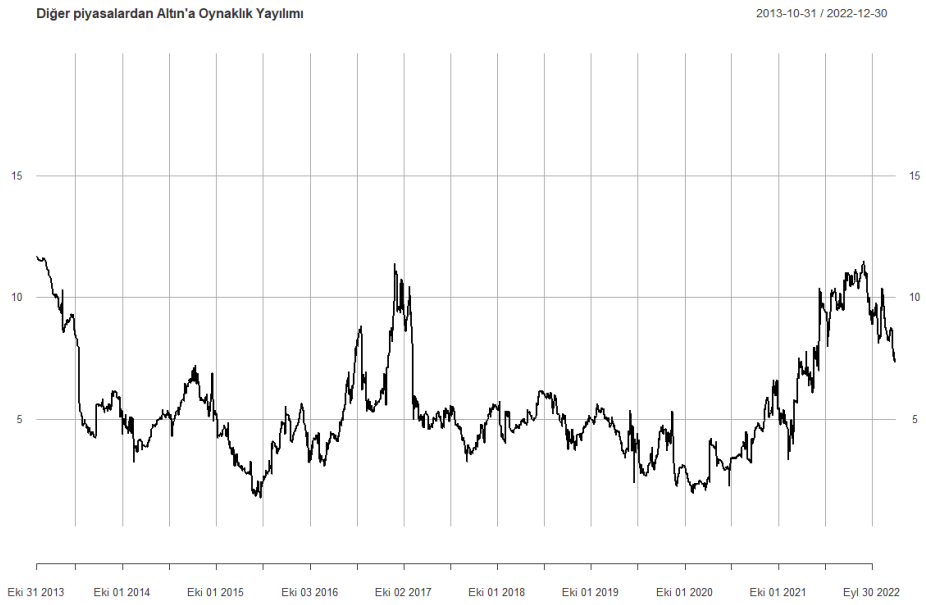
Şekil 47. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan USD'ye Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



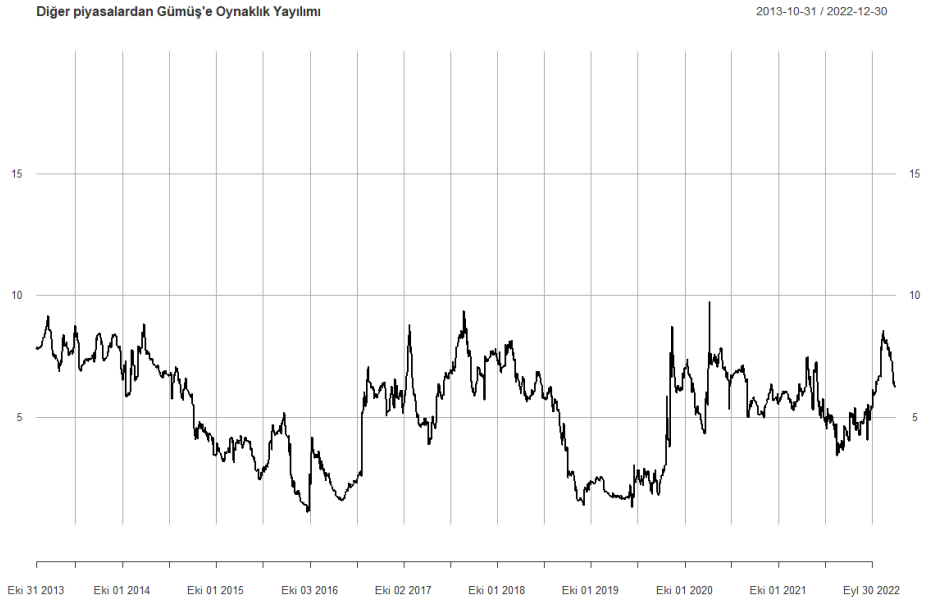
Şekil 48. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan EUR'e Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 49. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan Brent'e Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 50. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan Altın'a Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 51. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Tüm Diğer Piyasalardan Gümüş'e Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği

Şekil 46 – Şekil 51 genel olarak değerlendirildiğinde aşağıdaki gözlemler elde edilmektedir.

Diğer piyasalardan BIST100'e doğru oynaklık yayılımı, ilgili dönemin başında %7 seviyelerinde iken, 2013 yılının Aralık ayının ortasından 2014 yılının Ocak sonuna kadar %10 seviyesinin üzerinde seyrettiği gözlemlenmiştir. Covid-19 kriz dönemi yani, 2020 yılının Mart ayının ortasından Haziran ayının ortasına kadar ise %10 seviyesinin üzerinde seyrettiği gözlemlenmiştir. 2021 yılının Ocak ayının başından itibaren ise %6 seviyesinin altında kaldığı gözlemlenmiştir.

Diğer piyasalardan USD'ye doğru oynaklık yayılımı, ilgili dönem dışında %2 ile %15 sınırları arasında oldukça fazla değişkenlik göstermiştir. %15 sınırını çok kısa süreli aşmıştır. Bu dönemler 15-17 Kasım 2016 ve 13 Ağustos 2018 dönemleridir.

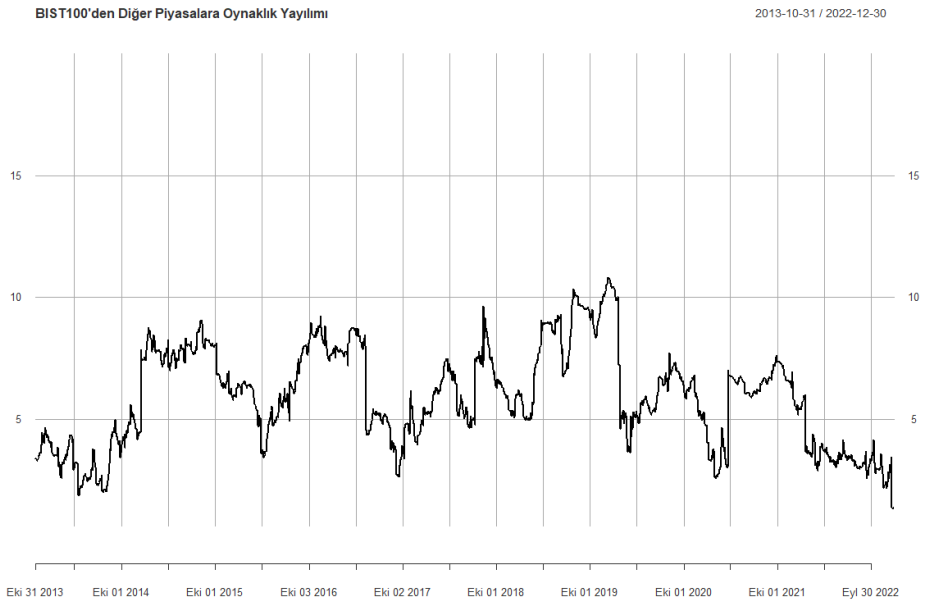
Diğer piyasalardan EUR'e doğru oynaklık yayılımı, ilgili dönemde oldukça fazla değişkenlik göstermesine rağmen genel olarak %10 sınırının altında kalma eğilimindedir. Fakat EUR'e doğru yayılım %10'un üzerinde uzun bir dönem boyunca kalmıştır. Bu dönem 2019 yılının Kasım ayının başından 2020 yılının Ocak ayının sonuna kadar olan dönemdir.

Diğer piyasalardan Brent'e doğru oynaklık yayılımı, %5 seviyesinin altında istikrarlı seyretmiştir. Brent'e doğru yayılımın %10 sınırını aştığı önemli bir istisnai dönem mevcuttur. Bu dönem 2020 yılının Mart ayının başından Nisan ayının ortalarına kadar süren Covid-19 kriz dönemidir.

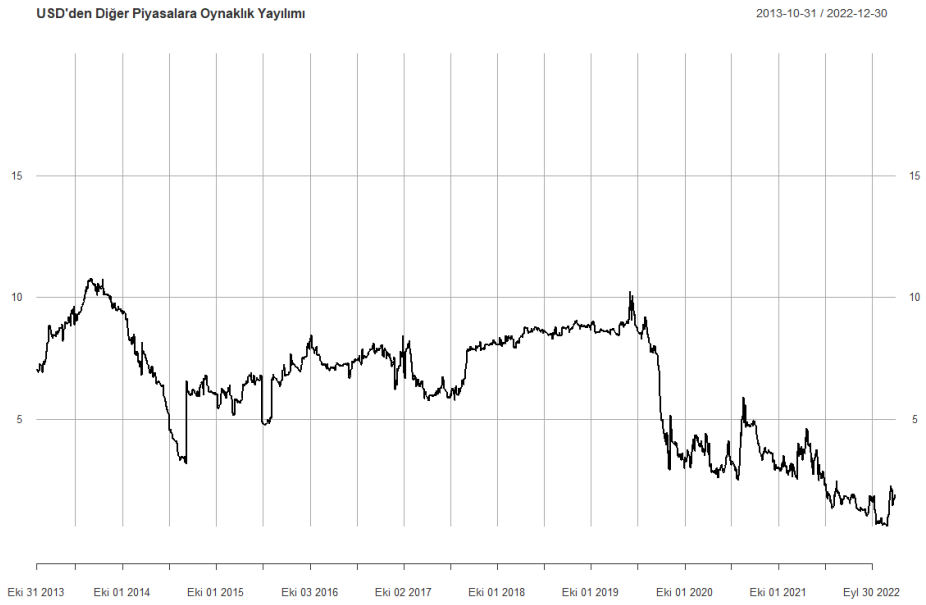
Diğer piyasalardan Altın'a doğru oynaklık yayılımı ilgili dönemin sonlarına kadar %5 sınırında kalma eğilimi göstermesine rağmen 2021 yılının Ağustos ayının ortalarından itibaren yükselme eğilimi göstermiş ve %10 sınırını aşmıştır.

Diğer piyasalardan Gümüş'e doğru oynaklık yayılımını ilgili dönemde %10'un altında seyrettiği gözlemlenmiştir.

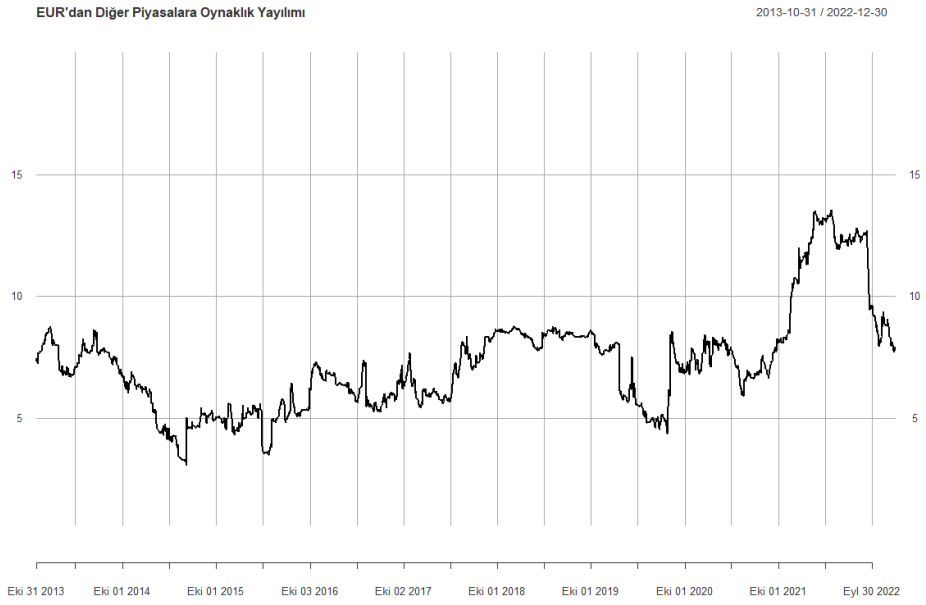
Şekil 52 – Şekil 57'de sırasıyla, BIST100, USD, EUR, Brent, Altın ve Gümüş'ten diğer tüm piyasalara doğru yayılan oynaklığın zaman içindeki değişimine ait grafikler sunulmuştur.



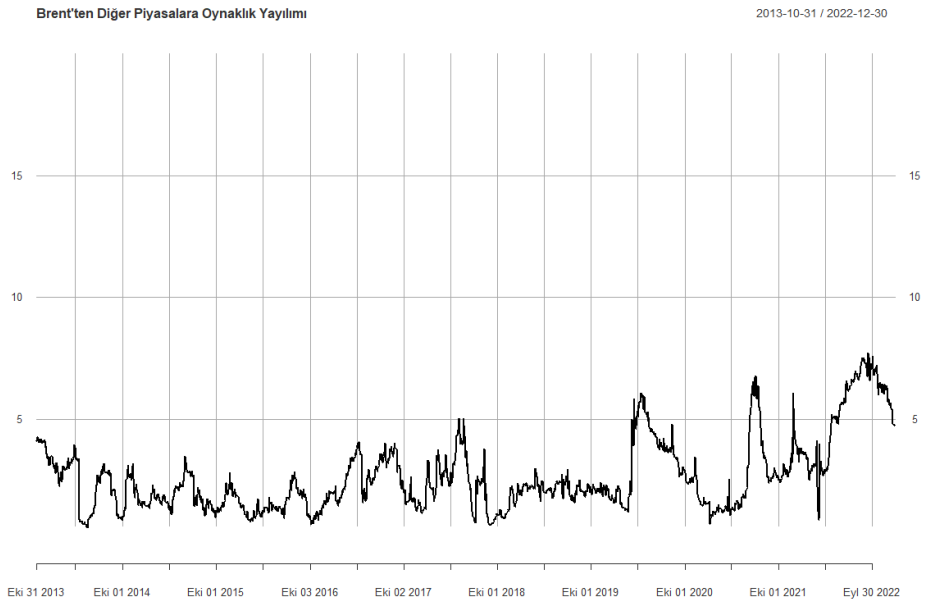
Şekil 52. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş BIST100'den Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



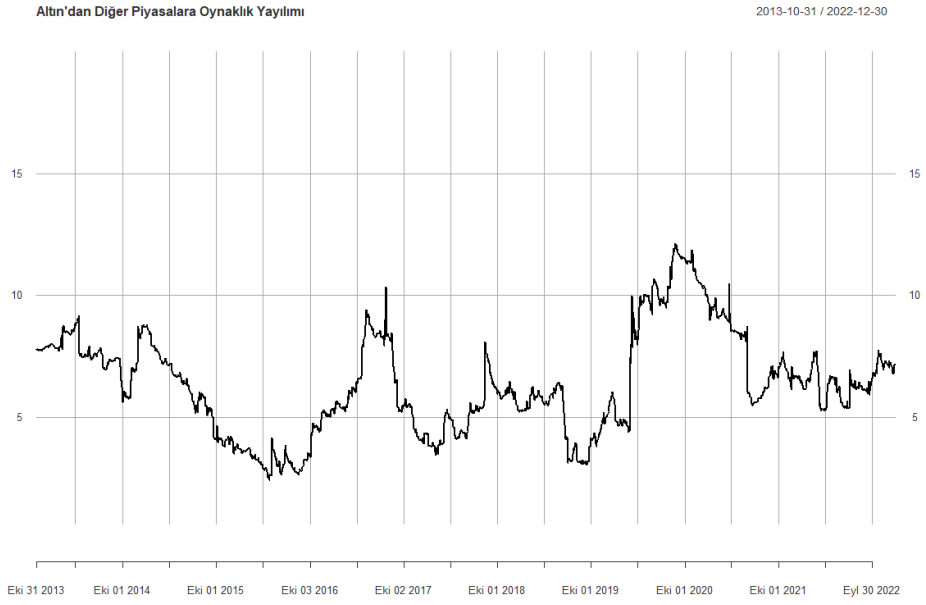
Şekil 53. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş USD'den Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



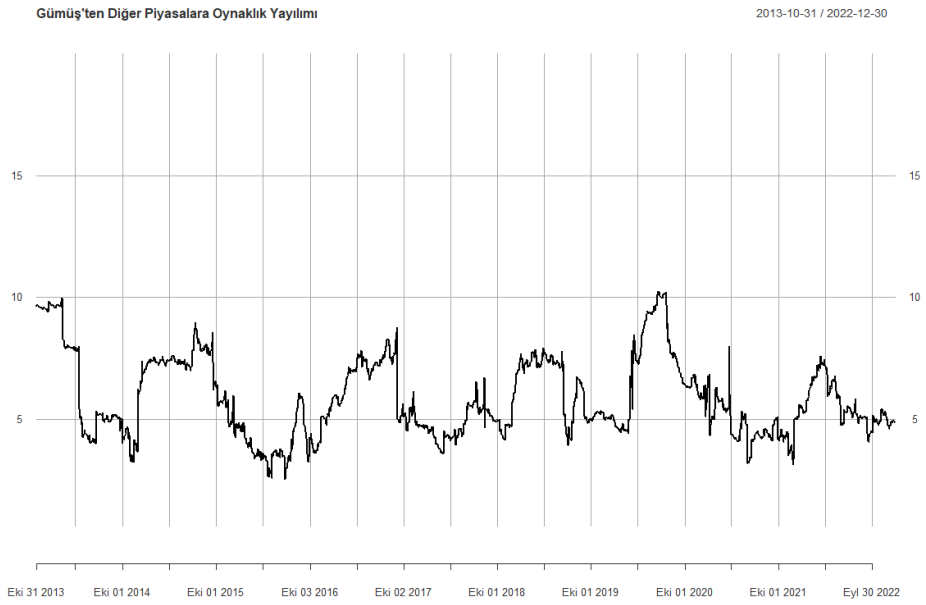
Şekil 54. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş EUR'den Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 55. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Brent'ten Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 56. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Altın'dan Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 57. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Gümüş'ten Diğer Tüm Piyasalara Doğru Dinamik Oynaklık Yayılım Grafiği

Şekil 52 – Şekil 57 genel olarak değerlendirildiğinde aşağıdaki gözlemler elde edilmektedir.

BIST100'den diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımının genel olarak %10'unun altında seyrettiği gözlemlenmiştir. BIST100'den diğer piyasalara yayılımın en fazla olduğu dönem 2019 yılının Kasım ayının sonlarından 2020 yılının Ocak ayının ortalarına kadar olan ve yayılımın %10'un üzerine çıktığı dönemdir.

USD'den diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımının ilgili dönemin büyük bölümünde %5- %10 sınırları arasında seyrettiği gözlemlenmiştir. USD'den diğer piyasalara yayılımın en fazla olduğu dönem 2014 yılının Mayıs ayının başından Ağustos ayının ortasına kadar olan ve yayılımın %10'un üzerine çıktığı dönemdir. 2020 yılının Temmuz ayının başından analiz döneminin bitişine kadar %5'in altına düştüğü gözlemlenmiştir.

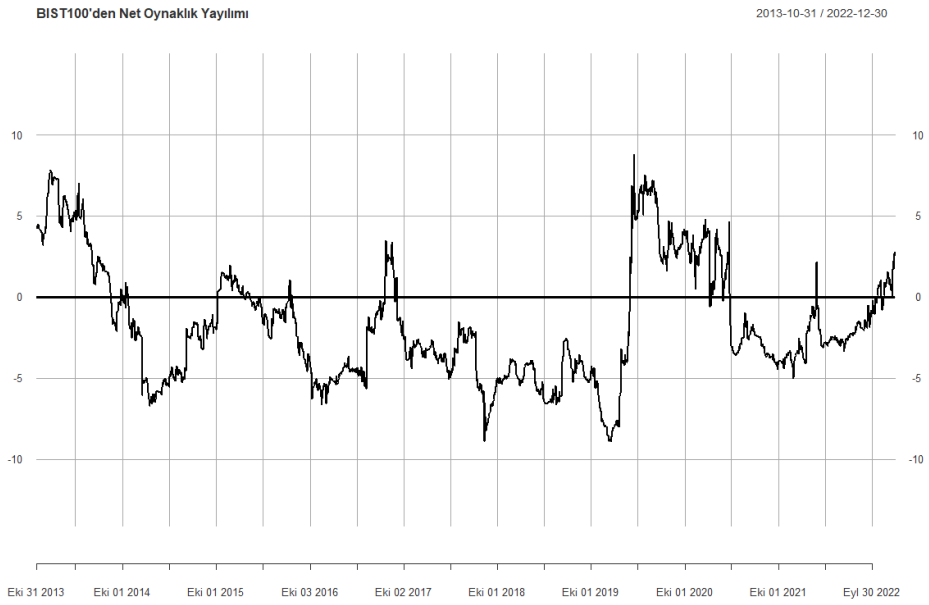
EUR'den diğer piyasalara oynaklık yayılımının genel olarak %3- %10 sınırları arasında seyrettiği gözlemlenmiştir. EUR'den diğer piyasalara yayılımın en fazla olduğu dönem 2021 yılının Aralık ayının sonundan 2022 yılının Eylül ayının sonuna kadar olduğu dönemdir. Ayrıca, bu dönemde %10'unun üzerinde seyrettiği gözlemlenmiştir.

Brent'ten diğer piyasalara oynaklık yayılımının birkaç istisnai dönem haricinde %5'in altında seyrettiği gözlemlenmiştir. Brent'ten diğer piyasalara yayılımın en fazla olduğu dönem 2022 yılının Haziran ayının sonundan Aralık ayının başına kadar olan ve yayılımın %5'in üzerine çıktığı dönemdir.

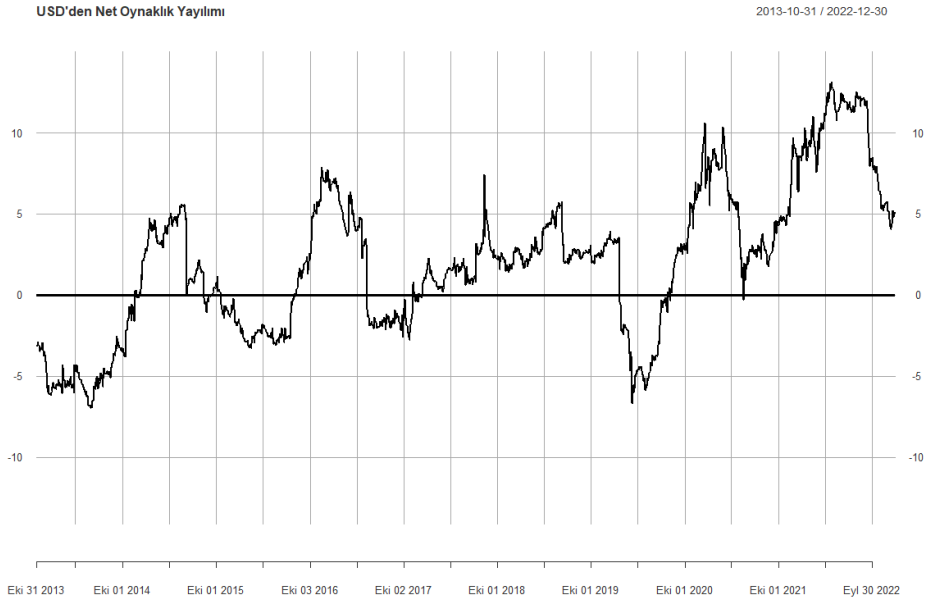
Altın'dan diğer piyasalara birkaç istisnai dönem dışında %10 seviyesinin altında seyretmiştir. Altın'dan diğer tüm piyasalara yayılımın en fazla olduğu dönem 2020 yılının Haziran ayının başından Kasım ayının ortalarına kadar olduğu dönemdir ve bu dönemde %10 seviyesinin üzerinde seyrettiği gözlemlenmiştir. 2015 yılının Eylül ayının sonundan 2016 yılının Kasım ayının ortalarına kadar ise %5'in altında seyrettiği gözlemlenmiştir.

Gümüş'ten diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımının %10 seviyesinin altında değişkenlik göstermiştir.

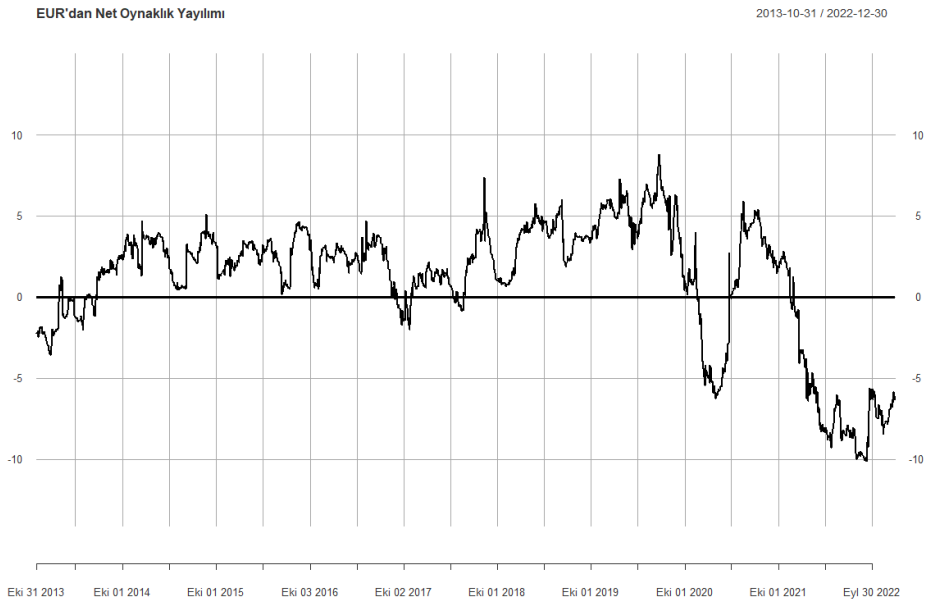
Şekil 58 – Şekil 63'te sırasıyla, BIST100, USD, EUR, Brent, Altın ve Gümüş için net oynaklık yayılımının zaman içindeki değişimine ait grafikler sunulmuştur.



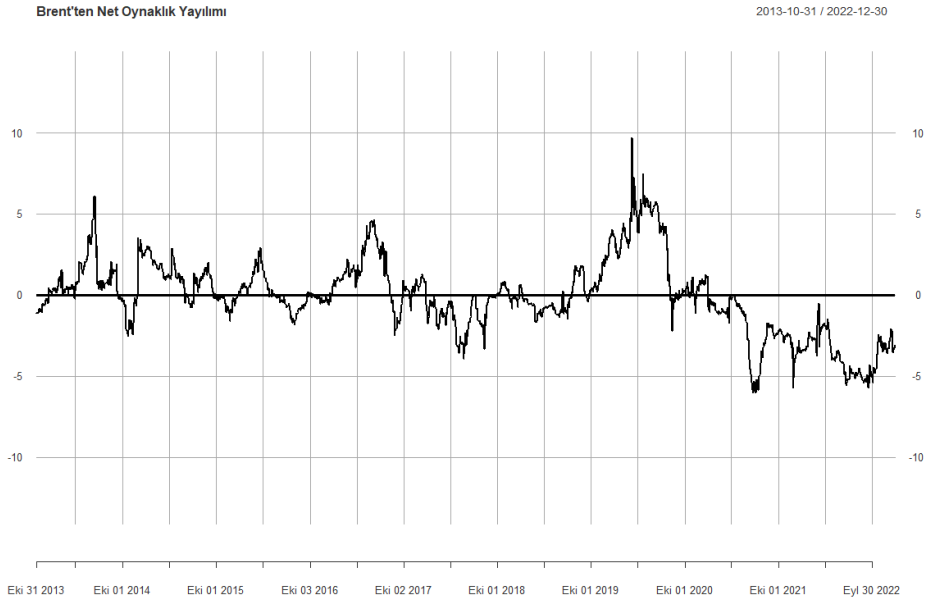
Şekil 58. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş BIST100'den Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği



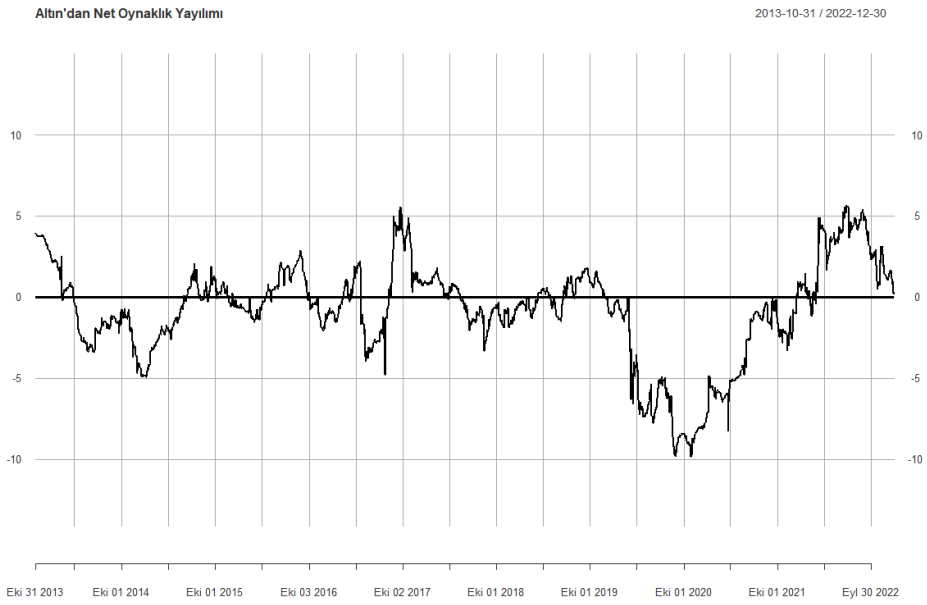
Şekil 59. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş USD'den Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği



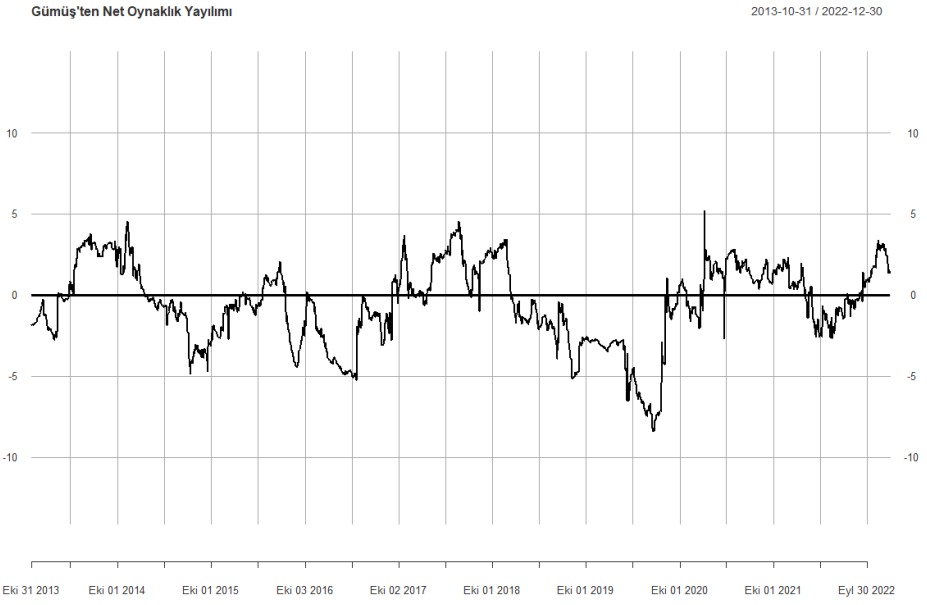
Şekil 60. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş EUR'den Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 61. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Brent'ten Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 62. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Altın'dan Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği



Şekil 63. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Gümüş'ten Dinamik Net Oynaklık Yayılım Grafiği

Şekil 58 – Şekil 63 genel olarak değerlendirildiğinde aşağıdaki gözlemler elde edilmektedir.

BIST100'ün net oynaklık yayılımı grafiğine bakıldığında, bazı dönemlerde BIST100'ün oynaklık alıcısı, bazı dönemlerde ise oynaklık yayıcısı konumunda olduğu gözlemlenmiştir. İlgili dönemin başlarında, genel olarak oynaklık yayılımlarının x-ekseninin altında seyrettiği ve bu nedenle, BIST100'ün oynaklık alıcısı konumunda olduğu gözlemlenmiştir. Değişimin en belirgin gözlemlendiği dönem ise, 2020 yılının Mart ayının başından 2021 yılının Mart ayının sonuna kadar net yayılımın pozitif olduğu ve BIST100'ün oynaklık yayıcısı konumuna geçtiği dönemdir.

USD'nin net oynaklık yayılımı grafiğine bakıldığında, genel olarak x-ekseninin üstünde seyrettiği ve bu nedenle, USD'nin oynaklık yayıcısı konumunda olduğu gözlemlenmiştir. En önemli istisnai dönem ise, 2020 yılının Ocak ayının sonundan Ağustos ayının başına kadar yayılımın negatif olduğu ve USD'nin oynaklık alıcısı konumuna geçtiği dönemdir.

EUR'nin net oynaklık yayılımı grafiğine bakıldığında, genel olarak x-ekseninin üstünde seyrettiği ve bu nedenle, EUR'nin oynaklık yayıcısı konumunda olduğu gözlemlenmiştir. En önemli istisnai dönem ise, 2021 yılının Kasım ayının sonundan 2022 yılının Aralık ayının sonuna kadar yayılımın negatif olduğu ve EUR'nin oynaklık alıcısı konumuna geçtiği dönemdir.

Brent'in net oynaklık yayılımı grafiğine bakıldığında, genel olarak net oynaklık yayılımının sıfır çevresinde dalgalandığı gözlemlenmektedir.

Altın'ın net oynaklık yayılımı grafiğine bakıldığında, ilk dönemlerde net oynaklık yayılımının sıfır çevresinde dalgalandığı gözlemlenmektedir. Net oynaklık yayılımının, 2019 yılının sonlarından itibaren oldukça uzun bir dönem negatif kaldığı ve Altın'ın oynaklık alıcısı konumuna geçtiği gözlemlenmektedir.

Gümüş'te Altın'a benzer şekilde bazı dönemlerde oynaklık alıcısı, bazı dönemlerde ise oynaklık yayıcısı konumunda olduğu gözlemlenmiştir. Net oynaklık yayılımının oldukça değişken olmakla beraber yaygın olarak negatif olduğu dönemlerin daha fazla olduğu bu nedenle genel olarak oynaklık alıcısı konumunda olduğu gözlemlenmektedir.

SONUÇ

Küreselleşme ve finansal entegrasyonunun artması sonucunda finansal piyasalarda gerçekleşen oynaklıklar ve piyasalar arası oynaklık yayılımları artış göstermiştir. Bu durum, finansal piyasaların tahmin edilebilirliğini azaltmış ve risk yönteminde sorunlar yaratmıştır. Bu nedenle, oynaklığın yapısının ve türünün belirlenmesi, şoklara karşı verdiği tepkinin ölçülmesi ve oynaklık yayılımına ilişkin koşulların ve yayılımı etkileyen faktörlerin tahmin edilmesi, yatırımcılar, karar vericiler ve araştırmacılar tarafından önem kazanmıştır. Bu bağlamda, ilgili tez kapsamında, Türkiye örneği dahilinde finansal piyasalar arası oynaklık yayılımının araştırılması amaçlanmıştır. Tezde, Türkiye için hisse senedi piyasaları ile ilişkili olduğu düşünülen döviz piyasaları, ham petrol piyasası, değerli metaller piyasaları dikkate alınmış ve bu finansal piyasalar arasındaki ilişkiler Diebold ve Yılmaz (2009, 2012) tarafından geliştirilen Bağlantılılık Analizi yardımıyla araştırılmıştır. Tezde, 01 Ocak 2013- 01 Ocak 2023 dönemini kapsayan günlük veriler kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, hisse senedi piyasasını temsilen BIST100 endeksi, döviz piyasalarını temsilen USD/TL kuru ile EUR/TL kuru, ham petrol piyasasını temsilen Brent petrol fiyatları ve değerli madenler piyasalarını temsilen spot altın fiyatları ile spot gümüş fiyatları dikkate alınmıştır. Kur etkisini indirgemek amacıyla, Brent petrol fiyatları, spot altın fiyatları ve spot gümüş fiyatları USD cinsinden ele alınmıştır.

Tezde öncelikle, oynaklık kavramı ve oynaklık modelleri tanıtılmıştır. Daha sonra literatür özeti sunulmuştur. Literatür incelendiğinde, finansal piyasalar arası oynaklık yayılımını içeren birçok çalışma tespit edilmiş ve bu çalışmalar, Döviz ve Hisse Senedi Piyasaları, Ham Petrol ve Hisse Senedi Piyasaları, Değerli Metaller ve Hisse Senedi Piyasaları olmak üzere üç başlık altında sunulmuştur.

Analiz sonuçları üç bölümde sunulmuştur. Analizin ilk bölümünde, çalışmada kullanılan değişkenler ve temel özellikleri incelenmiştir. Bu bağlamda, öncelikle, fiyat ve yüzde getiri serilerine ait zaman serisi grafikleri, tanımlayıcı

istatistikler, normallik testi ve durağanlık (ADF ve PP) testlerine yer verilmiştir. İlk olarak, kapanış fiyat serilerine ait tanımlayıcı istatistiklere ve testlere yer verilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler tablosunda, tüm serilerin minimum, maksimum, ortalama, standart sapma, çarpıklık ve artık basıklık değerlerine bakılmıştır. Jarque-Bera Normallik testinin sonuçlarına göre, tüm fiyat serilerinin normal dağılım izlemediği söylenebilmektedir. Durağanlık testleri sonuçlarına göre, BIST100, USD, EUR, Brent ve Altın fiyat serilerinin hem ADF hem de PP testine göre birim kök içerdiği yani durağan olmadığı sonucuna ulaşılırken, Gümüş serisinin ADF'ye göre birim kök içermediği, PP'ye göre ise birim kök içerdiği yani durağan olmadığı tespit edilmiştir. Daha sonra, tüm serilerin birinci farkı alınarak durağan oldukları ADF ve PP testleri yardımıyla ayrıca tespit edilmiştir. İkinci olarak, kapanış fiyatlarını kullanarak değişkenlerin yüzde logaritmik getiri serileri $r_t = \log(P_t/P_{t-1}) \times 100$ formülü yardımı ile elde edilmiş ve fiyat serilerinde olduğu gibi getiri serilerine ait zaman serisi grafikleri, temel istatistikler, normallik testi ve durağanlık testlerine sırasıyla yer verilmiştir. Logaritmik getiri serilerine ait zaman serisi grafikleri her seri için incelendiğinde, en fazla oynaklığın Brent'te olduğu, en az oynaklığın ise Altın'da olduğu söylenebilmektedir. Tanımlayıcı istatistikler tablosunda, tüm serilerin minimum, maksimum, ortalama, standart sapma, çarpıklık ve artık basıklık değerlerine bakılmıştır. Jarque-Bera Normallik testinin sonucuna göre, tüm getiri serilerinin normal dağılım izlemediği ve durağanlık testleri sonuçlarına göre ise tüm serilerin durağan oldukları söylenebilmektedir.

Analizin ikinci bölümünde, Ranj- Tabanlı oynaklık modelleri dikkate alınarak Diebold- Yılmaz Bağlantılılık Analizi gerçekleştirilmiştir. Bu modeller, sadece kapanış fiyatları üzerinden getirilerini hesaplayıp kullanan diğer oynaklık modellerinden farklı olarak fiyat değişim aralığını kullanmaları açısından farklılık göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, gün içi hareketin önemi ve etkisi açısından bu özelliklere sahip diğer oynaklık modellerine göre üstünlük sunmaktadır. Bu bölümde öncelikle, çalışmada, ele alınan her seri için Ranj- Tabanlı oynaklık modelleri (Parkinson (1980), Garman ve Klass (1980), Roger ve Satchell (1991), Yang ve Zang (2000) Garman-Klass genişletmesi ve Yang ve Zang (2000)) uygulanmış ve en

uygun oynaklık modeli olarak Parkinson oynaklık modeli MAE, MSE, RMSE ve MSLE kriterleri yardımıyla tespit edilmiştir. Ayrıca, tahmin edilen oynaklık serilerine ait grafikler ve tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur. Bu grafikler incelendiğinde, Altın değişkeni hariç diğer tüm değişkenlerin oynaklıklarının zaman zaman yükseldiği ve düştüğü söylenebilmektedir. Diğer bir deyişle, Altın değişkenin diğer tüm değişkenlere göre daha istikrarlı olduğu söylenebilmektedir. Daha sonra, Koşulsuz ve Dinamik Diebold- Yılmaz Bağlantılılık Analizi, iki ayrı uygulama olarak gerçekleştirilmiştir. Diebold- Yılmaz Koşulsuz Bağlantılılık Analizi'nde Parkinson oynaklık modeli ile tahmin edilmiş yüzde oynaklık serileri tüm örneklem için dikkate alınmış ve oynaklık serilerinin logaritması alınarak öncelikle VAR analizi gerçekleştirilmiştir. VAR analizi için gecikme uzunluğu kriterler yardımı ile 4 olarak belirlenmiştir. Daha sonra, 10 günlük ileriye yönelik tahmin penceresi seçilerek, Diebold- Yılmaz Koşulsuz Bağlantılılık Analizi yardımıyla bağlantılılık tablosu oluşturulmuştur. Bu tabloya ait sonuçlar sırasıyla, yönsel yayılımlar ve net yayılımlar olarak yorumlanmıştır. Yönsel yayılımlar incelendiğinde, diğer piyasalardan en az etkilenen değişkenin %10,0377 değeri ile Brent olduğu tespit edilirken, diğer piyasalardan en fazla etkilenen değişkenin %50,0075 değeri ile EUR olduğu tespit edilmiştir. Diğer piyasalara en az oynaklık yayan değişkenin %3,7225 değeri ile Brent olduğu tespit edilirken, en yüksek oynaklık yayan değişkenin ise %59,5296 değeri ile USD olduğu tespit edilmiştir. Net yayılımlar incelendiğinde, %23,9022 değeri ile USD değişkeninin net yayılımın en çok olduğu, −%14,9710 ile BIST100 değişkeninin ise net yayılımının en az olduğu tespit edilmiştir. Bağlantılılık tablosunda, satır ve sütun toplamının keşistiği noktada toplam bağlantılılık endeksi $C(h) = 35{,}0182$ olarak tespit edilmiştir. Bu göre, hata varyansının %35,0182'sinin tüm değişkenler arasındaki oynaklık yayılımlarından kaynaklandığı söylenebilmektedir. Daha sonra, ele alınan seriler için, 200 günlük kayan pencere uzunluğu kullanılarak Dinamik Diebold-Yılmaz Bağlantılılık Analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizde, 10 günlük ileriye yönelik tahmin penceresi seçilmiştir ve oynaklık yayılımlarının zaman içinde değişimi grafikler yardımıyla gözlemlenmiştir. Daha sonra, tüm diğer piyasalardan, sırasıyla, BIST100, USD, EUR, Brent, Altın ve Gümüş'e doğru oynaklığın yayılımının zaman içindeki değişimine ait grafikler ve BIST100, USD, EUR, Brent, Altın ve Gümüş'ten diğer

tüm piyasalara doğru oynaklık yayılımının zaman içindeki değişimine ait grafikler ve son olarak da BIST100, USD, EUR, Brent, Altın ve Gümüş için net oynaklık yayılımının zaman içindeki değişimine ait grafikler sunulmuş ve incelenmiştir.

Analizin üçüncü bölümünde, her bir seri için uygun GARCH oynaklık modeli belirlenmiş ve seçilen model kullanılarak Koşulsuz ve Dinamik Diebold-Yılmaz Bağlantılılık Analizi yardımı ile piyasalar arası oynaklık yayılımları araştırılmıştır. Öncelikle, getiri serilerindeki doğrusal bağımlılık yapısı ARMA modelleri yardımıyla modellenmeye çalışılmıştır. Ele alınan her seri için ARMA(0,0) modelinden ARMA(5,5) modeline kadar toplam 36 model sabit katsayılı ve sabit katsayısız olmak üzere tahmin edilmiştir. Uygun modeller, BIC kriteri yardımı ile sırasıyla, BIST100 için, Sabit Katsayısız-ARMA (0,0), USD için, Sabit Katsayılı-ARMA(2,1), EUR için Sabit Katsayılı-ARMA(0,1), Brent için, Sabit Katsayısız-ARMA(0,0), Altın için, Sabit Katsayısız-ARMA(0,0) ve Gümüş için Sabit Katsayısız- ARMA(0,0) şeklinde belirlenmiştr. Oynaklık tahmininde, seçilen ortalama modelleri dikkate alınmış ve öncelikle, oynaklık model tahmini için uygun hata dağılımı seçilmiştir. Bu dağılımlar, BIST100, USD, EUR, Brent, Altın ve Gümüş için sırasıyla, sstd, std, std, sstd, nig ve nig olarak belirlenmiştir. Daha sonra, uygun oynaklık modeli seçimi için GARCH(1,1), EGARCH(1,1), GJR-GARCH(1,1) ve APARCH(1,1) modelleri dikkate alınmış ve BIST100, USD, EUR, Brent, Altın ve Gümüş için BIC kriterine göre sırasyla, GRJ-GARCH, EGARCH, EGARCH, APARCH, GARCH, GARCH modelleri uygun model olarak seçilmiştir. Devamında, tahmin edilen oynaklık serilerine ait grafikler ve tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur. Ranj- Tabanlı modeller yardımı ile yapılan uygulamaya benzer şekilde, Koşulsuz ve Dinamik Diebold- Yılmaz Bağlantılılık Analizi, iki ayrı uygulama olarak gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, oynaklık serilerinin logaritması alınarak VAR analizi gerçekleştirilmiş ve gecikme uzunluğu kriterler yardımı ile 2 olarak belirlenmiştir. Devamında, Koşulsuz Diebold-Yılmaz Bağlantılılık Analizi, 10 günlük ileriye yönelik tahmin penceresi seçilerek gerçekleştirilmiş ve bulgular, bağlantılılık tablosunda sunulmuştur. Yönsel yayılımlar incelendiğinde, diğer piyasalardan en az etkilenen değişkenin %6,8013 değeri ile Brent olduğu tespit edilirken, diğer

piyasalardan en fazla etkilenen değişkenin %41,5305 değeri ile EUR olduğu tespit edilmiştir. Diğer piyasalar üzerinde en az oynaklık yayan değişkenin %3,9782 değeri ile Brent olduğu tespit edilirken, oynaklık yayılımı en yüksek olan değişkenin ise, %42,7579 değeri ile USD olduğu tespit edilmiştir. Net yayılımlar incelendiğinde ise, % 15,4580 ile USD değişkeninin en yüksek net oynaklık yayılımına sahipken, −%5,6582 ile BIST100 değişkenin en düşük net oynaklık yayılımına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bağlantılılık tablosunda, satır ve sütun toplamının keşistiği noktada toplam bağlantılılık endesksinin $C(h) = 28{,}0619$ olarak tespit edilmiştir. Ortalama olarak hata varyansının %28,0169'unu tüm değişkenler arasındaki oynaklık yayılımlarından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Daha sonra, ele alınan seriler için, 200 günlük kayan pencere uzunluğu ve 10 günlük ileriye yönelik tahmin penceresi seçilerek Dinamik Diebold-Yılmaz Bağlantılılık Analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizde, oynaklık yayılımlarının zaman içinde değişimi grafikler yardımıyla gözlemlenmiştir.

Tezin bulguları genel olarak değerlendirildiğinde, Parkinson oynaklık modeli ve GARCH oynaklık modellerinin yönsel yayılım bulguları karşılaştırıldığında iki modele göre diğer piyasalardan en az etkilen değişkenin Brent, en fazla etkilenen değişkenin ise EUR olduğu gözlemlenmiştir. Diğer taraftan, diğer piyasalar üzerine en fazla oynaklık yayan değişkenin USD, en az oynaklık yayan değişkenin ise Brent olduğu gözlemlenmektedir. Benzer şekilde, net yayılımı en fazla olan değişken iki model sonucunda da USD iken, net yayılımın en düşük olduğu değişken BIST100 olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda, yüzde oranlarda hafif değişimler olduğu gözlemlensede iki model bulguları yayılımlar açısından örtüşmektedir.

Tez, literatüre çeşitli katkılar sunmaktadır. Tezin, Türkiye için kullanılan veri ve yöntemler açısından güncel ve özgün bir çalışma olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan, oynaklık modellerinin karşılaştırmalı analizi yoluyla her seri için uygun modeli belirleyerek oynaklık yayılımının tanımlanması açısından daha doğru

bir yaklaşım sunacağı düşünülmektedir. Çalışmanın bu bağlamda, yatırımcılar, karar vericiler ve araştırmacılara yol gösterici nitelik taşıdığı düşünülmektedir.

Gelecek çalışmalarda, Diebold ve Yılmaz Bağlantılılık analizi sonuçlarının kullanılan oynaklık modellerine karşı duyarlılığına yönelik daha kapsamlı bir araştırma yapılması planlanmaktadır.

KAYNAKÇA

Aghalarova, M. (2022). Finansal piyasalarda kıymetli metallerin rolünün belirlenmesi: gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomiler üzerine ampirik bir uygulama= Determining the role of precious metals in financial markets: An empirical application on developed and developing economies.

Ågren, M. (2006). Does Oil Price Uncertainty Transmit to Stock Markets?, *Department of Economics, Working Paper, Uppsala University*, 23, 1-34.

Akaike, H. (1973). Information Theroy and an Extension of the Maximum Likelihood Principle, *2nd International Symposium on Information Theory*, Budapest: Academiai Kiado, 267-281.

Akaike, H. (1974). A New Look at the Statistical Model Identification", *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19,716-723.

Akay, H. K. & Nargeleçekenler, M. (2006). Finansal piyasa volatilitesi ve ekonomi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 61(4), 5-36.

Akkaş, M. E. & Sayılgan G. (2016). Volatılıty Spıllover Between Foreıgn Exchange And Stock Markets: Evıdence From Turkey. 20. *Finans Sempozyumu,* 569- 583.

Alexander, C. (2008). Market Risk Analysis Volume II, Practicial Financial Econometrics. John Wiley & Sons, İngiltere.

Aloui, C. (2007). Price and volatility spillovers between exchange rates and stock indexes for the pre-and post-euro period. *Quantitative finance*, 7(6), 669-685.

Amar, A. B. Belaid, F. Youssef, A. B. Chiao, B. & Guesmi, K. (2021). The Unprecedented Reaction of Equity and Commodity Markets to COVID19. *Finance Research Letters*, 38, 101853.

Anand, B. Paul, S. & Ramachandran, M. (2014). Volatility Spillover between Oil and Stock Market Returns. *Indian Economic Review*, 49(1), 37–56.

Andrikopoulos, A. Samitas, A. & Kougepsakis, K. (2014). Volatility transmission across currencies and stock markets: GIIPS in crisis, *Applied Financial Economics*, 24(19), 1261-1283.

Antonakakis, N. Cunado, J. Filis, G. Gabauer, D. & Gracia, F.P. (2018). Oil Volatility, Oil And Gas Firms And Portfolio Diversification, *Energy Economics* 70, 499–515.

Aromi, D. & Clements, A. (2019). Spillovers Between The Oil Sector And The S&P500: The Impact Of Information Flow About Crude Oil, *Energy Economics*, 81, 187– 196.

Arouri, M. Lahiani, A. ve Nguyen, D. (2015) World Gold Prices and Stock Returns in China: Insights for Hedging and Diversification Strategies, Economic Modelling, 44, 273-282.

Ashfaq, S. Tang, Y. & Maqbool, R. (2019). Volatility Spillover Impact of World Oil Prices on Leading Asian Energy Exporting and Importing Economies Stock Returns, *Energy*, 188, 116002.

Awartani, B. & Maghyereh, A.I. (2013). Dynamic Spillovers between Oil and Stock Markets in the Gulf Cooperation Council Countries, *Energy Economics*, 36, 28-42.

Baek, S., Mohanty, S. K., & Glambosky, M. (2020). COVID-19 and stock market volatility: An industry level analysis. Finance research letters, 37, 101748.

Beer, F. & Hebein, F. (2008). An Assessment of the Stock Market and Exchange Rate Dynamics in Industrialized and Emerging Markets. *International Business & Economics Research Journal*, 7(8), 59-70.

Black F. (1976). Studies of Stock Price Volatility Changes, Proceedings of the 1976 Meeting of the Business and Economic Statistics Section, American Statistical Association, 177-181.

Black, F. & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of political economy*, 81(3), 637-654.

Bodart, V. & Reding, P. (2001). Do foreign exchange markets matter for industry stock returns? An empirical investigation. *Université catholique de Louvain, Institut de Recherches Economiques et Sociales (IRES) Discussion Paper*, *2001016*, 2001-16.

Bollerslev, T. (1987). A conditionally heteroskedastic time series model for speculative prices and rates of return. *The review of economics and statistics*, 542-547.

Boubaker, H. & Raza, S. A. (2017). A Wavelet Analysis of Mean and Volatility Spillovers Between Oil and BRICS Stock Markets, *Energy Economics*, 64, 105-117.

Box, G. E. P. & Pierce, D. A. (1970). Distribution of residual correlations in autoregressive-integrated moving average time series models. *Journal of the American Statistical Association*, 65(332), 1509–1526.

Breusch, T. (1979). Testing for Autocorrelation in Dynamic Linear Models. *Australian Economic Papers*, 17(31), 334–355.

Brooks, C. (2014). Introductory econometrics for finance. United Kingdom: Cambridge University Press

Chang, C. L. McAleer, M. & Tansuchat, R. (2013). Conditional Correlations and Volatility Spillovers Between Crude Oil and Stock Index Returns, *The North American Journal of Economics and Finance*, 25, 116-138.

Chang, C.L. Mcaleer, M. & Tansuchat, R. (2009). Volatility Spillovers Between Returns on Crude Oil Futures and Oil Company Stocks, *Center for Advanced Research in Finance-Faculty of Economics, The University of Tokyo*. 2-18.

Çelik, İ., Özdemir, A. Gürsoy, S. & Ünlü, H. U. (2018). Gelişmekte Olan Hisse Senedi Piyasaları ile Kıymetli Madenler Arasındaki Getirir ve Volatilite Yayılımı, *Ege Akademik Bakış,* 18(2), 217- 230.

Çiçek, M. (2010). Türkiye'de Faiz, Döviz ve Borsa: Fiyat ve Oynaklık Yayılma Etkileri, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 65(2), 1-28.

Değirmenci, N. & Abdioğlu, Z. (2017). Finansal Piyasalar Arasındaki Oynaklık Yayılımı. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(54), 104-125.

Demiralay, S. & Gencer, H.G. (2014). Volatility Transmissions between Oil Prices and Emerging Market Sectors: Implications for Portfolio Management and Hedging Strategies, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(3), 442-447.

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

Diebold, F. X. and Yilmaz, K. (2015), Financial and Macroeconomic Connectedness: A Network Approach to Measurement and Monitoring, Oxford University Press, April 2015.

Ding, Z. Granger, C. W. & Engle, R. F. (1993). A long memory property of stock market returns and a new model. *Journal of empirical finance*, 1(1), 83-106.

Eğilmez, M. (2011). Küresel Finans Krizi. İstanbul: Remzi Kitabevi

Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 50(4), 987-1007.

Erdem, C. Arslan, C. K. & Sema Erdem, M. (2005). Effects of macroeconomic variables on Istanbul stock exchange indexes. *Applied Financial Economics*, 15(14), 987-994.

Fang, W. & Miller, S. M. (2002). Currency Depreciation And Korean Stock Market Performance During The Asian Financial Crisis. *Economics Working Papers*. 200230.

Fedorova, E. & Saleem, K. (2009, August). Volatility spillovers between stock and currency markets: Evidence from emerging Eastern Europe. *In 22nd Australasian finance and banking conference*.

Galanos A (2023). rugarch: Univariate GARCH models.. R package version 1.5-1.

Garman, M. B., & Klass, M. J. (1980). On the Estimation of Security Price Volatilities from Historical Data. The Journal of Business, 53(1), 67–78.

Gencer, H.G. & Musoğlu, Z. (2014). Volatility Transmission and Spillovers Among Gold, Bonds and Stocks: An Empirical Evidence from Turkey. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 4(4), 705-713.

Gençyürek, A.G. & Demireli, E. (2019). Gelişmekte Olan Ülkelerin Hisse Senedi Piyasaları ile Ham Petrol Arasındaki Getiri ve Volatilite Yayılımı, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 61, 66-83.

Glosten, L. R. Jagannathan, R. & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. The journal of finance, 48(5), 1779-1801.

Godfrey, L. G. (1978). Testing Against General Autoregressive and Moving Average Error Models when the Regressors Include Lagged Dependent Variables, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 46(16),1293-1301.

Gokmenoglu, K. K. & Fazlollahi, N. (2015). The interactions among gold, oil, and stock market: Evidence from S&P500. *Procedia Economics and Finance*, 25, 478-488.

Golitsis, P. Gkasis, P. & Bellos, S.K. (2022). Dynamic Spillovers and Linkages between Gold, Crude Oil, S&P 500, and Other Economic and Financial Variables. Evidence from the USA. *The North American Journal of Economics and Finance*, 63, 101785.

Gomes, M. & Chaibi, A. (2014). Volatility Spillovers Between Oil Prices And Stock Returns: A Focus On Frontier Markets, *The Journal of Applied Business Research(JABR)*, 30(2),509-525.

Gomez-Puig, M. & Sosvilla-Rivero, S. (2014). Causality and contagion in EMU sovereign debt markets, *International Review of Economics and Finance*, 33, 12-27.

Hannan, E.J. & Quinn, B.G. (1979). The Determination of the Order of an Autoregression", *Journal of the Royal Statistical Society*, B41,190-195.

Harry Markowitz, "Portfolio Selection", The Journal of Finance, 7(1), s.77-91, 1952

Hasouna, K. (2020). A Univariate Volatility Modelling combining the GARCH model with the Volatility Index VIX. Basılmamış yüksek lisans tezi, Università Ca' Foscari Venezia

Hassan, K. Hoque, A. & Gasbarro, D. (2019). Separating BRIC Using Islamic Stocks and Crude Oil: Dynamic Conditional Correlation and Volatility Spillover Analysis. *Energy Economics*, 80, 950–969.

Helmut Lütkepohl New Introduction to Multiple Time Series Analysis Springer Berlin, Heidelberg 2005

Helmut Lütkepohl, Econometric Analysis with Vector Autoregressive Models. İçinde: Handbook of Computational Econometrics (Ed. D.A. Belsley ve E.J. Kontoghiorghes), John Wiley & Sons, 2009, s. 281–319.

Helmut Lütkepohl, Vector autoregressive models, İçinde: Palgrave Handbook of Econometrics, Vol. 1, Econometric Theory (Ed. Mills TC ve Patterson K), Palgrave Macmillan, Basingstoke 2006, s. 477–510.

Hossenidoust, E. Janor, H. Yusefi, M. Majid, H. A. & Ja'afar, R. (2013). Volatility spillovers across commodity and stock markets among ASEAN countries. *Prosiding Perkem VIII, JILID*, 3, 1401-1412.

Husain, S. Tiwari, A. K. Sohag, K. & Shahbaz, M. (2019). Connectedness Among Crude Oil Prices, Stock Index And Metal Prices: An Application Of Network Approach İn The USA. *Resources Policy*, 62, 57–65.

Hyndman R, Athanasopoulos G, Bergmeir C, Caceres G, Chhay L, O'Hara-Wild M, Petropoulos F, Razbash S, Wang E, Yasmeen F (2023). forecast: Forecasting functions for time series and linear models. R package version 8.21.1, https://pkg.robjhyndman.com/forecast/.

Hyndman RJ, Khandakar Y (2008). "Automatic time series forecasting: the forecast package for R." Journal of Statistical Software, 26(3), 1–22. doi:10.18637/jss.v027.i03.

Jarque, C. M. Bera, A.K. (1987). A Test For Normality Of Observations And Regression Residuals, *International Statistical Review*, 55(2),163-172.

Jebran, K. & Iqbal, A. (2016). Dynamics of Volatility Spillover Between Stock Market and Foreign Exchange Market: Evidence from Asian Countries, *Financial Innovation*, 2(1), 1-20.

Jonkman, S. N., Van Gelder, P. H. A. J. M., & Vrijling, J. K. (2003). An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage. *Journal of hazardous materials*, *99*(1), 1-30.

Jouini, J. & Harrathi, N. (2014). Revisiting The Shock And Volatility Transmissions Among GCC Stock And Oil Markets: A Further İnvestigation, *Economic Modelling*, 38, 486-494.

Jouini, J. (2013). Return And Volatility İnteraction Between Oil Prices And Stock Markets İn Saudi Arabia, *Journal of Policy Modelling*, 35(6), 1124-1144.

Kabigting, L. C. & Hapitan, R. B. (2011). ASEAN5 Stock Markets, Currency Risk and Volatility Spillover ”*Journal of International Business Research.* 10(3), 63-84.

Kakinuma, Y. (2021). Nexus Between Southeast Asian Stock Markets, Bitcoin and Gold: Spillover Effect Before and During the COVID-19 Pandemic, *Journal of Asia Business Studies*, 16(4),693-711.

Kanas, A. (2000). Volatility spillovers between stock returns and exchange rate changes: International evidence. *Journal of business finance & accounting*, 27(3-4), 447-467.

Kang, S. H. & Yoon, S. M. (2013). Revisited return and volatility spillover effect in Korea. *Korea and the World Economy*, *14*(1), 121-145.

Karluk, R. (1998). Uluslararası Ekonomi. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.

Khalfaoui, R. Boutahar, M. & Boubaker, H. (2015). Analyzing Volatility Spillovers And Hedging Between Oil And Stock Markets: Evidence From Wavelet Analysis, *Energy Economics*, 49, 540-549.

Kılıç, E. & Polat, M. (2020). MIST Ülkelerinin Hisse Senedi Piyasaları ile Döviz Kurları Arasındaki Getiri ve Volatilite Etkileşimi", *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 19(4), 1463-1479.

Kılıç, E. & Baydaş, Y. (2022). Borsa İstanbul ile Kıymetli Madenler Arasındaki Volatilite Yayılımı, *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 212-225.

Koop, G. Pesaran, M. H. & Potter, S. M. (1996). Impulse response analysis in nonlinear multivariate models. *Journal of econometrics*, *74*(1), 119-147.

Kumar, D. (2014). Return And Volatility Transmission Between Gold And Stock Sectors: Application Of Portfolio Management And Hedging Effectiveness, *IIMB Management Review*, 26(1), 5-16.

Lardıc, S. & Mignon, V. (2006). The Impact of Oil Prices on GDP in European Countries: An Empirical Investigation Based on Asymmetric Cointegration, *Energy Policy*, 34(18), 3910-3915.

Leung, H. Schiereck D. & Schroeder F. (2017). Volatility Spillovers and Determinants of Contagion: Exchange Rate and Equity Markets During Crises. *Economic Modelling*, 61, 169-180.

Lin, B. Wesseh Jr, P.K. & Appiah, M.O. (2014). Oil Price Fluctuation, Volatility Spillover and the Ghanaian Equity Market: Implication for Portfolio Management and Hedging Effectiveness, *Energy Economics*, 42, 172-182.

Liu, Z. Ding, Z. Li, R. Jiang, X. Wu, J. & Lv, T. (2017). Research on Differences of Spillover Effects between International Crude Oil Price and Stock Markets in China and America, *Natural Hazards*, 88, 575-590.

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

Malik, F. & Ewing, B. T. (2009). Volatility Transmission Between Oil Prices and Equity Sector Returns, *International Review of Financial Analysis*, 18(3), 95-100.

Malik, F. & Hammoudeh, S. (2007). Shock and Volatility Transmission in the Oil, US and Gulf Equity Markets, *International Review of Economics and Finance*, 16(3), 357-368.

Malik, F. (2021). Volatility Spillover Between Exchange Rate And Stock Return Under Volatility Shifts, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 80, 605-613.

Mandelbrot, B. (1972). Certain speculative prices (1963). *The Journal of Business*, 45(4), 542-543.

McKenzie, M. D. (1999). The impact of exchange rate volatility on international trade flows. *Journal of economic Surveys*, 13(1), 71-106.

Mensi, W. Beljid, M. Boubaker, A. & Managi, S. (2013) Correlations and Volatility Spillovers Across Commodity and Stock Markets: Linking Energies, Food and Gold, *Economic Modelling*, 32, 15-22.

Mikhaylov, A. Y. (2018). Volatility Spillover Effect between Stock and Exchange Rate in Oil Exporting Countries, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(3), 321-326.

Mishra, A. K. Swain, N. & Malhotra, D. K. (2007). Volatility Spillover between Stock and Foreign Exchange Markets: Indian Evidence. *International journal of business*, 12(3), 343-359.

Morales, L. D. L. N. (2008). Volatility spillovers between equity and currency markets: Eviderice from major Latin American Countries. *Cuadernos de economía*, 45(132), 185-215.

Morgan, J. P. (1996). Riskmetrics technical document.

Mouna, A. & Anis, J. (2015). Market, İnterest Rate, and Exchange Rate Risk Effects on Financial Stock Returns During the Financial Crisis: AGARCH-M Approach, *Cogent Economics & Finance*, 4(1), 1-16.

Mozumder, N. Vita, G. D. Sandy, K. & Larkin, C. (2022). Volatility spillover between stock prices and exchange rates: New evidence across the recent financial crisis period.

Mwambuli, E.L. Xianzhi, Z. & Kisava, Z.S. (2016). Volatility Spillover Effects Between Stock Prices and Exchange Rates in Emerging Economies: Evidence from Turkey, *Business and Economic Research*, 6(2), 343-359.

Naifar, N. & Al Dohaiman, M. S. (2013). Nonlinear Analysis Among Crude Oil Prices, Stock Markets' Return And Macroeconomic Variables, *International Review Of Economics And Finance*, 27, 416–431.

Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 59(2),347-370.

O'Donnell, M. & Morales, L. (2009). Volatility Spillovers Between Stock Returns and Foreign Exchange Rates: Evidence from Four Eastern European Countries, *Int J Business*, 12, 1-20.

Okpara, G. C, & Odionye, J. C. (2012). The direction of volatility spillover between stock prices and exchange rate: evidence from Nigeria. *Elixir Finance*, 42, 6410-6414.

Özer, A. (2017). Petrol Fiyatları ile Hisse Senedi Getirileri Arasında Volatilitenin Yayılma Etkisi: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, Özel Sayı, 654-662.

Palakkod, S. (2012). Integration of Capital, Commodity and Currency Markets: A Study on Volatility Spillover, *The Romanian Economic Journal*, 15(44), 87-100.

Pandey, V. (2018). Volatility spillover from crude oil and gold to BRICS equity markets. *Journal of Economic Studies*, 45(2), 426-440.

Parkinson, M. (1980). The Extreme Value Method For Estimating The Variance Of The Rate Of Return, *Journal of Business*, 61-65.

Perron, P.(1988). Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series: Further Evidence From A New Approach, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 297-332.

Pesaran, H. H. & Shin, Y. (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. *Economics letters*, *58*(1), 17-29.

Plíhal, T. & Lyócsa, Š. (2021). Modeling realized volatility of the EUR/USD exchange rate: Does implied volatility really matter?. *International Review of Economics & Finance*, 71, 811-829.

Polat, M. & Kılıç, E. (2022). BRICS Ülkelerinde Döviz Kuru ve Borsa Arasındaki Getiri ve Volatilite Etkileşimi: VAR-EGARCH Modeli ile Bir Uygulama, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 49, 539-551.

Poon, S.H. & Granger, C.W.J. (2003). Forecasting Volatility in Financial Markets: A Review. *Journal of Economic Literature*, 41(2), 478-539.

Qayyum, A. & Kemal, A. R. (2006). Volatility spillover between the stock market and the foreign exchange market in Pakistan.

Raghavan, M. V. & Dark, J. (2008). Return and volatility spillovers between the foreign exchange market and the Australian all ordinaries ındex. *The IUP Journal of Applied Finance*, 14(1), 41-48.

Rai, K. & Garg, B. (2021). Dynamic Correlations and Volatility Spillovers Between Stock Price and Exchange Rate in BRIICS Economies: Evidence from the COVID-19 Outbreak Period, *Applied Economics Letters*, 29(8),738-745.

Rogers, L. C. G. & Satchell, S. E. (1991). Estimating variance from high, low and closing prices. *The Annals of Applied Probability*, 504-512.

Ross, S. A. (1989). Institutional markets, financial marketing, and financial innovation. *The Journal of Finance*, 44(3), 541-556.

Sadorsky, P. (2012). Correlations and Volatility Spillovers Between Oil Prices and The Stock Prices of Clean Energy and Technology Companies, *Energy Economics*, 34(1), 248-255.

Sarwar, S. Shahbaz, M. Anwar, A. & Tiwari, A.K. (2019). The İmportance Of Oil Assets For Portfolio Optimization: The Analysis Of Firm Level Stocks. *Energy Economics*, 78, 217–234.

Sattary, A. Temurlenk, M.S. Bilgic, A. & Çelik, A.K. (2014). Volatility Spillovers between World Oil Market and Sectors of BIST, *Asian Social Science*, 10(8), 156–164.

Schwarz, G. (1978) Estimating the Dimension of a Model", *Annals of Statistics*, 6, 461-464.

Seyidoğlu, H. (1998). Uluslararası İktisat: Teori, Politika ve Uygulama. İstanbul: Gizem Yayınları.

Shiller, R. J. (1988). Causes of changing financial market volatility. *Proceedings, Federal Reserve Bank of Kansas City*, 1-32.

Sikhosana, A. & Aye G. C. (2018) Asymmetric Volatility Transmission between The Real Exchange Rate and Stock Returns in South Africa, *Economic Analysis and Policy*, 60, 1-8.

Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1-48.

Singhal, S. & Ghosh, S. (2016). Returns And Volatility Linkages Between İnternational Crude Oil Price, Metal And Other Stock İndices İn India: Evidence From VAR-DCCGARCH Models. *Resources Policy*, 50, 276–288.

Souček, M. & Todorova, N. (2013). Realized Volatility Transmission between Crude Oil and Equity Futures Markets. A Multivariate HAR Approach'. *Energy Economics*, 40, 586-597.

Soytaş, U. & Ünal, Ö. S. (2010). Türkiye Döviz Piyasalarında Oynaklığın Öngörülmesi ve Risk Yönetimi Kapsamında Değerlendirilmesi. *Yönetim Ve Ekonomi Dergisi*, 17(1), 121-145.

Sui, Lu. & Sun, L. (2016). Spillover Effects between Exchange Rates and Stock Prices: Evidence from BRICS Around The Recent Global Financial Crisis, *Research in International Business and Finance*, 36, 459-471.

Sumner, S.W.Johnson, R. & Soenen, L. (2010). Spillover Effects Among Gold, Stocks, And Bonds. *Journal Of Centrum Cathedra*, 3(2), 106–120.

Şenol, Z. (2020). Borsa, Döviz Kuru Ve Petrol Fiyatları Arasındaki Oynaklık Yayılımı, *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 22(4) , 629-647.

Tokat, H.A (2013), Altın, Döviz ve Hisse Senedi Piyasalarında Oynaklık Etkileşimi Mekanizmasının Analizi, *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 48, 151-162.

Tokat, H.A. (2013). Altın, Döviz ve Hisse Senedi Piyasalarında Oynaklık Etkileşimi Mekanizmasının Analizi, *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 48,151-162.

Tomak, S. (2013). Altın Güvenli Liman Mı? Hisse Senetleri, DİBS, Döviz Kuru ve Altın Getirileri Arasındaki İlişkilerin Analizi. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 21-36.

Tsay, R. S. (2013). An introduction to analysis of financial data with R. John Wiley & Sons.

Tule, M. Dogo, M. & Uzonwanne, G. (2018). Volatility Of Stock Market Returns And The Naira Exchange Rate, *Global Finance Journal*, 35, 97-105.

Uwubanmwen, A. E. & Omorokunwa, O. G. (2015). Oil Price Volatility and Stock Price Volatility: Evidence from Nigeria. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 4(1), 253–260.

Vințe, C. Ausloos, M. & Furtună, T. F. (2021). A volatility estimator of stock market indices based on the intrinsic entropy model. *Entropy*, 23(4), 484.

Wang, X. & Wu, C. (2018). Asymmetric Volatility Spillovers Between Crude Oil And International Financial Markets, *Energy Economics*, 74, 592-604.

Wang, X. (2020). Frequency Dynamics of Volatility Spillovers among Crude Oil and International Stock Markets: The Role of Interest Rate, *Energy Economics*, 91, 104900.

White, H. (1980). A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 48(4),817-838.

Wu, R. S. (2005). International transmission effect of volatility between the financial markets during the Asian financial crisis. *Transition Studies Review*, 12, 19-35.

Yang, D. & Zhang, Q. (2000). Drift-independent volatility estimation based on high, low, open, and close prices. *The Journal of Business*, 73(3), 477-492.

Yang, S. Y. & Doong, S. C. (2004). Price and volatility spillovers between stock prices and exchange rates: empirical evidence from the G-7 countries, *International journal of Business and Economics*, 3(2), 139-15.

Zakoian, J. M. (1994). Threshold heteroskedastic models. *Journal of Economic Dynamics and control*, 18(5), 931-955.

Zhang, W. & Hamori, S. (2021). Crude Oil Market And Stock Markets During The COVID-19 Pandemic: Evidence From The US, Japan, And Germany. *International Review Of Financial Analysis*, 74, 101702.

Zhao, H. (2010). Dynamic Relationship between Exchange Rate and Stock Price: Evidence from China, *Research in International Business and Finance*, 24(2), 103-112.

Zou, H. & Sun, L. (2012, August). The influence of investor sentiment on stock return and its volatility under different market states. In *2012 Fifth International Conference on Business Intelligence and Financial* Engineering, 337-341.

Zumaquero, A. M. & Rivero, S. S. (2018). Volatility spillovers between foreign exchange and stock markets in industrialized countries. *The Quarterly Review of Economics and Finance, 70*, 121-136.