



DOĞU ÜNİVERSİTESİ DERGİSİ

DOGUS UNIVERSITY JOURNAL

e-ISSN: 1308-6979

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/doujournal>

DCC-GARCH MODELİ İLE DÖVİZ KURU, PETROL FİYATI VE SEÇİLİ BIST ENDEKSLERİ ARASINDAKİ VOLATİLİTE YAYILIMININ TESPİTİ(*)

DETERMINATION OF VOLATILITY SPILLOVER BETWEEN FOREIGN CURRENCY, OIL PRICE AND SELECTED BIST INDICES USING DCC-GARCH MODEL

Ayyüce Berin BOSTANCI⁽¹⁾, Ercüment DOĞRU⁽²⁾

Öz: Küreselleşmenin etkisiyle farklı ülke piyasaları arasında etkileşimin arttığı dolayısıyla piyasa ve varlıkların ülkeler bazında birbirlerinden etkilendiği gözlemlenmektedir. 1952 yılında Harry Markowitz tarafından literatüre kazandırılan Modern Portföy Teorisi'ne göre, çeşitlendirme yoluyla farklı finansal varlıklara yatırım yapılarak sistematik olmayan risklerin önüne geçilmesi mümkün hale gelmektedir. Çeşitlendirmenin yapılabilmesi için finansal varlıklar arasındaki ilişkilerin tespiti önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Dolar/TL döviz kuru, WTI petrol fiyatı ve seçili Borsa İstanbul (BIST) sektör endeksleri arasındaki volatilité yayılımının varlığının araştırılması, etkileşim söz konusu ise bu etkinin belirlenmesi ve yorumlanması amaçlanmaktadır. Bu amaçla, Dolar/TL döviz kuru, petrol fiyatı ve seçili Borsa İstanbul (BIST) sektör endekslerine (XMESY, XUSIN, XTEKS, XTRZM, XULAS, XGIDA ve XU100) ait 01.02.2015-28.02.2022 tarihleri aralığındaki günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır. Volatilité yayılımının tespitine yönelik kullanılan DCC-GARCH modeli sonuçlarına göre, WTI petrol ile XMESY endeksi arasında volatilité yayılımı tespit edilmezken, petrol fiyatı ile diğer sektör endeksleri arasında karşılıklı olarak volatilité yayılımı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Dolar/TL döviz kurundan BIST Tekstil ve Deri Endeksi ve BIST Ulaştırma Endeksine doğru tek yönlü; BIST Metal Ürünleri ve Makineler Endeksi, BIST Sınai Endeksi, BIST Turizm Endeksi, BIST Gıda, İçecek Endeksi ve BIST100 endeksi ile karşılıklı volatilité yayılımının olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Finansal Piyasalar, Petrol Piyasaları, Döviz Kuru, Zaman Serisi Analizi, Çok Değişkenli DCC-GARCH Modeli

Abstract: With the effect of globalization, it is observed that the interaction between the markets of different countries has increased, so the markets and assets are affected by each other on the basis of countries. According to the Modern Portfolio Theory, which was brought to the literature by Harry Markowitz in 1952, it becomes possible to avoid unsystematic risks by investing in different financial assets through diversification. In order to make diversification, it is important to determine the

(*) Bu çalışma Dr. Öğr. Üyesi Ercüment DOĞRU danışmanlığında yürütülen Ayyüce Berin BOSTANCI'ya ait "Dolar Kuru ve Petrol Fiyatları ile Seçili BIST Endeksleri Arasındaki Volatilité Yayılımının DCC-GARCH Modeli ile Analizi" adlı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

⁽¹⁾ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, ayyuceberin29@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-2410-6577

⁽²⁾ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Ağlasun Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, ercumentdogru@mehmetakif.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2650-9326

Geliş/Received: 15-02-2023; Kabul/Accepted: 15-06-2023

Atf bilgisi: Bostancı, A. B. ve Doğru, E. (2023). DCC-GARCH Modeli ile Döviz Kuru, Petrol Fiyatı ve Seçili BIST Endeksleri Arasındaki Volatilité Yayılımının Tespiti. *Doğu Üniversitesi Dergisi*, 24(2), 559-577. DOI: 10.31671/doujournal.1250689.

relationships between financial assets. In this study, it is aimed to investigate the existence of volatility spillover between Dollar/TL exchange rate, WTI oil price and selected Borsa İstanbul (BIST) sector indices, and to determine and interpret this effect if there is an interaction. For this purpose, Dollar/TL exchange rate, oil price and daily closing prices of selected Borsa İstanbul (BIST) sector indices (XMESY, XUSIN, XTEKS, XTRZM, XULAS, XGIDA and XU100) between 01.02.2015 and 28.02.2022 were used. According to the results of the DCC-GARCH model used to determine the volatility spillover, while no volatility spillover was detected between WTI oil and XMESY index, it was determined that there was a reciprocal volatility spillover between oil price and other sector indices. Also, one-way from USD/TL exchange rate to BIST Textile & Leather Index and BIST Transportation Index; It was concluded that there is a mutual volatility spillover with BIST Metal Products and Machinery Index, BIST Industrial Index, BIST Tourism Index, BIST Food, Beverage Index and BIST100 index.

Keywords: Financial Markets, Oil Markets, Exchange Rate, Time Series Analysis, Multivariate DCC-GARCH Model

JEL: C22, G15, G17

1. Giriş

Finansal yatırımcıların, piyasalar arasındaki korelasyonu ve ülkeye özgü şokların diğer piyasalara nasıl iletildiğini bilmeleri, çeşitlendirme yaparak riskten korunma yeteneklerini etkilemektedir (Asgharian ve Nossman, 2011:22). Volatilite kavramı veri setindeki gözlemlerin aritmetik ortalama etrafındaki dağılımını ve yayılımını baz alan ölçüdür. Bir değişkenin, belli bir ortalama değere göre aşırı artış ve azalış göstermesi volatiliteyi tanımlamaktadır (Hacıhasanoğlu, 2003:5).

Volatilite yatırımcılar ve finansal kurumlar tarafından finansal piyasalarda riskin ölçülmesinde kullanılması nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Hisse senedi fiyatlarında dalgalanmaların oluşması, vadeli işlemler ve opsiyon gibi türev araçların işlem görmeye başlaması volatilitenin artmasına neden olmaktadır (Telçeken, 2014:40).

Finansal piyasaya herhangi bir bilgi şoku ulaştığında; fiyat değiştirme sinyali, ilgili piyasaya iletilecek ve piyasadaki varlıkların fiyatları bu bilgi şokuna göre ayarlanacaktır. Piyasalar ya da varlıklar arasında fiyatların yayılma etkisi genellikle fiyat serilerinin birinci dereceden momenti olan getiri serileri yardımıyla ölçülür. Volatilite yayılımı ise, piyasa fiyatındaki varyans değişiminin diğer piyasa fiyatlarının varyansındaki değişim üzerindeki etkisini ifade etmekte ve fiyat serisinin ikinci momenti ile ölçülmektedir. Volatilite yayılımı risk yayılımı olarak da adlandırıldığından, piyasalar arasındaki risk aktarım ilişkisini açıklamak için kullanılmaktadır (Gong vd., 2021:2).

Varlık fiyat volatilitesinin belirleyicilerini ve ortaya çıkan bir bilginin piyasalar arasında nasıl yayıldığını tespit etmek, finansal ekonomi için temel bir hedeftir. Hem pratik tahmin uygulamaları hem de teorik finansal modeller ampirik volatilite modellerine dayanmaktadır. Ampirik oynaklık modelleri aynı zamanda tahmin güven aralıklarının oluşturulması, yoğunluk tahmini, risk yönetimi, varlıkların tahsisi ve opsiyon fiyatlandırması gibi finansal uygulamalar hakkında bilgi vermektedir (Lahaye ve Neely, 2020:410).

Volatilitenin yüksek olduğu zamanlarda, değişkenler ortalama değerlerine göre daha sert hareket etme eğilimi göstermektedirler. Makroekonomik değişkenlere ve finansal zaman serilerine ait hata terimi varyansları zaman içerisinde sabit varyans varsayımını sağlaması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle tahmin varyanslarında otokorelasyon sorunu ile karşılaşmaktadır. Koşullu varyans modelleri, bu sorunları ortadan kaldırarak volatilitenin güvenilir bir şekilde tahmin edilmesini sağlamaktadır (Gökçe, 2001:52).

Yatırımcılar, petrol fiyat şoklarının hisse senedi fiyatlarını nasıl etkilediğini ve bu etkinin daha uzun zaman dilimlerine göre daha kısa sürede aynı yoğunluğa sahip olup olmadığını bilmekle ilgilenmektedir. Petrol fiyatlarındaki bir değişim, firmaların nakit akışlarını ve iskonto faktörünü etkilediğinden, petrol fiyat şokunun hisse senedi piyasaları üzerine etkisi karmaşıktır. Ayrıca bu etki, farklı zamanlarda tekrarlanan şoklarda değişiklik gösterebilmektedir (Jammazi ve Reboredo, 2016:866).

Finansal piyasalar arasındaki karşılıklı volatilitate yayılımının bilinmesi, yatırımcıların yatırım kararları almalarında etkili bir unsurdur. Finansal piyasaların ortak hareketi, piyasalar arasında karşılıklı getirilerin ve dalgalanmaların ortaya çıkması volatilitate analizinin önemini artırmaktadır (Topaloğlu, 2019:574).

Piyasalar üzerinde önemli etkisi bulunan petrol fiyatları ile dolar kurunun sektör endekslerini ne ölçüde ve hangi yönde etkilediğinin tespit edilmesi, ortaya çıkan bir bilgi şokunun etkilerinin minimize edilmesi için gereklidir. Daha önceki çalışmaların ağırlıklı olarak BIST100 endeksi üzerine yapıldığı görülmektedir. Çalışmada, bu etkileşim farklı BIST endeksleri üzerinde incelenerek literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada; petrol fiyatı ve dolar kuru ile seçili BIST endeks getirileri arasındaki volatilitate yayılımı ve zamana bağlı değişen korelasyon ilişkisi incelenmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında literatür taraması yapılarak bu konuda yapılmış çalışmalara değinilmiş, üçüncü kısımda çalışmada kullanılan metodolojiden bahsedilmiş ve dördüncü kısımda analiz sonuçları ile ilgili bulgulara yer verilmiştir.

2. Literatür Taraması

1970'lerde petrol fiyatlarının aşırı değerlenmesi ve küresel piyasalardaki durgunluk, finansal analistler ve ekonomistlerin petrol fiyatlarında oluşan dışsal bir dalgalanmaya karşı ekonomideki diğer mekanizmaların verdiği etkileri inceleme zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Petrolün, dünya genelindeki tüm ülkelerin, petrol tüketiminin yarısından fazlasını oluşturan ekonomik gelişmelerinin önemli bir parçası olduğu kabul edilmektedir. Özellikle petrol fiyatlarındaki artış, petrol ithal eden ülkelerin gelirlerini ticaret dengesi yoluyla petrol ihraç eden ülkelere aktarmasıyla, petrol döviz kuru hareketlerinin önde gelen bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Turhan vd, 2014).

Petrol fiyatları, döviz kurları ve hisse senedi fiyatları arasındaki ilişki, dünya çapında akademisyenler tarafından büyük ilgi görmektedir. Petrol fiyatlarında meydana gelen değişimlerin hisse getirilerini, enflasyonu, döviz kurunu, istihdamı ve tüketimi nasıl etkilediğini inceleyen çok sayıda çalışma olmasına rağmen, literatürde çalışmalar arasında fikir birliği bulunmamaktadır. Literatürde yer alan bazı çalışmalara ilişkin yöntem, veri seti ve bulgular Tablo 1'de özet şeklinde gösterilmiştir.

Tablo 1. Literatür Özeti

Yazarlar	Değişkenler	Dönem	Ülke	Araştırma yöntemi	Bulgular
Sadorsky (1999)	Petrol fiyatı, Hisse senetleri, Faiz oranları	Ocak 1947 Nisan 1996	ABD	GARCH ve VAR Modeli	Petrol fiyatlarına yönelik pozitif şokların hisse senedi getirilerini olumsuz etkilediği, hisse senedi getirilerine yönelik şokların ise faiz oranları ve sanayi üretimi üzerinde olumlu etkileri olduğu bulunmuştur.
Granger vd. (2000)	Döviz kurları, Hisse senedi fiyatları	Ocak 1986 Haziran 1988	9 Asya ülkesi	Granger Nedensellik	Döviz kurlarındaki değişimin hisse senedi fiyatlarını etkilediği, piyasaların tahmin edilen olaylar tarafından yönlendirildiği ve piyasalar arasında geribildirim etkileşiminin olduğu belirlenmiştir.
Hammoudeh vd. (2004)	Petrol fiyatları, Hisse senetleri, NYMEX	Ocak 1995 Ekim 2001	ABD	GARCH modeli	Vadeli petrol piyasasındaki volatilitenin petrol-gaz arama ve üretim işletmelerinin hisse senedi volatilitelerini artırdığı, petrol-gaz arama ve pazarlama şirketlerinin hisse senedi volatilitelerini ise azalttığı görülmüştür.
Cong vd. (2008)	Petrol fiyat şokları, Çin borsa endeksleri	Ocak 1996 Aralık 2007	Çin	VAR modeli	Petrol fiyat şoklarının imalat endeksi ve bazı petrol şirketleri dışında diğer Çin borsa endeksleri üzerinde etkisinin olmadığı, petrol fiyatlarında oynaklığın artmasının petrokimya ve madencilik sektöründe yer alan şirketlerin hisse senedi getirilerini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.
Gay (2008)	Petrol fiyatları, Döviz kuru, Endeks fiyatları	Mart 1999 Haziran 2006	BRIC Ülkeleri	Box-Jenkins ARIMA	İlgili döviz kuru ve petrol fiyatları ile BRIC ülkeleri pay piyasası endeks fiyatları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.
Turan (2011)	Dolar kuru, TÜFE, İMKB 100 endeksi	Ocak 1986 Aralık 2008	Türkiye	Johansen Eşbütünleşme Vektör Hata Düzeltme (VEC)	İMKB Ulusal-100 endeksinin dolar kuru ile arasında negatif, TÜFE ile arasında ise pozitif yönlü uzun dönemli ilişki olduğu; Dolar kuru ve TÜFE'den İMKB Ulusal-100 endeksine doğru nedensellik ilişkisi bulunduğu belirlenmiştir.
Tonkal (2014)	Brent petrol, Vadeli petrol Fiyatları,	Ocak 2002	Türkiye	Johansen Eşbütünleşme	Elektrik, tekstil, ticaret ve ulaştırma endeksleri hariç incelenen diğer endeksler

	BIST Endeksleri	Mayıs 2014		Granger Nedensellik	ile ham petrol fiyatları arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu, petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların BIST endekslerini genel olarak negatif etkilediği görülmektedir.
Turhan vd (2014)	Petrol fiyatı S&P 500 Altın fiyatı DXY ABD 10 yıllık Devlet Tahvili	Mayıs 1983 Ağustos 2013	ABD	DCC-MİDAS	İncelenen dönem boyunca petrol fiyatı ile altın fiyatları arasında pozitif yönlü ve güçlü; petrol fiyatları ile dolar endeksi arasında ise negatif yönlü ve güçlü korelasyon ilişkisi bulunmaktadır. Petrol fiyatı ile S&P 500 endeksi arasındaki korelasyon ise 2008 Küresel Finansal Kriz sonrası ani bir şekilde artmıştır.
Kaya ve Binici (2014)	Petrol fiyatı, XKMYA	Ocak 2002 Ekim 2013	Türkiye	Johansen Eşbütünleşme Granger Nedensellik Testi	Petrol ve Plastik endeksine doğru tek yönlü nedensellik ve değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.
Avcı (2015)	Petrol fiyatı, BIST100 endeksi	Ocak 2003 Aralık 2014	Türkiye	Johansen Eşbütünleşme Testi VECM	Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğuna ve Petrol fiyatlarından BIST100 endeks getirisine doğru kısa dönemli nedensellik ilişkisinin varlığına dair bulgulara ulaşılmıştır.
Eyüboğlu ve Eyüboğlu (2016)	Petrol Doğalgaz XUSIN XTAST XMANA XKMYA XMESY XGIDA XTEKS XKAGT	Ekim 2005 Eylül 2015	Türkiye	Johansen Eşbütünleşme VECM	Petrol ve doğalgaz fiyatları ile incelenen endeksler arasında uzun dönemli; petrol fiyatı ile XUSIN, XTAST, XMANA, XKMYA, XKAGT arasında ise kısa dönemli ve petrol fiyatlarından endekslere doğru bir ilişki olduğu belirlenmiştir.
Aktaş vd. (2018)	Petrol Fiyatları Döviz kuru BIST100	Eylül 2012 Eylül 2017	Türkiye	EGARCH	Dolar kurundan BIST100 endeksine doğru volatilité yayılımının olduğu, negatif şokların BIST100 endeks volatilitesi üzerinde etkisinin daha fazla olduğu belirlenmiştir.
Kumar (2019)	Petrol fiyatı Döviz kuru Hisse senedi	Ocak 1994 Aralık 2015	Hindistan	Granger Nedensellik, NARDL	Petrol fiyatlarında yaşanan negatif ve pozitif yönlü şokların döviz kuru üzerinde pozitif, hisse senedi fiyatları üzerinde negatif etkisi

					bulunmaktadır. Ayrıca, döviz kurundan hisse senedi fiyatlarına doğru tek yönlü doğrusal olmayan nedensellik olduğu görülmüştür.
Akçalı vd. (2019)	Brent Petrol BIST100 Index Global DXY DJI VIX	Eylül 2009 Temmuz 2018	Türkiye	DCC-GARCH	İncelenen değişkenlerde volatilitenin kümelenebilirliğinin olduğuna, EMBI ve petrol volatilitelerinin BIST100 endeksi volatilitelerini azaltırken diğer değişkenlerin volatiliteleri artırdığına dair bulgular elde edilmiştir. Ayrıca, petrol fiyatı ile BIST100 endeksi arasında karşılıklı volatilitenin yayılımı olduğu tespit edilmiştir.
Akay Toparlı vd. (2019)	Petrol fiyatı, Döviz kuru, Sanayi üretim endeksi, Reel faiz oranı, BIST100	Şubat 1988 Mart 2017	Türkiye	TVP-VAR	Petrol fiyat şoklarının BIST100 endeksi üzerindeki etkisinin döviz kuru ve faiz oranına göre daha az olduğu, hisse senedi getirilerinin önemli bir kısmının döviz kuru ve faiz oranındaki değişikliklerle açıklandığı sonucuna varılmıştır.
Oralbaykızı (2019)	Petrol fiyatı BIST100 XULAS XKMYA XUSIN	Mayıs 2001 Nisan 2017	Türkiye	VAR modeli	Petrol fiyat değişimlerinin etkisinin sektöre göre farklılık gösterdiği, belirtilen endeks getirilerini açıklamakta petrol fiyatlarındaki değişimin yetersiz kaldığı, BIST100 ve sektör endekslerinin döviz kurundan etkilendiği belirlenmiştir.
Xu vd. (2019)	WTI vadeli fiyatları S&P 500 SCI*	Ocak 2007 Nisan 2016	ABD Çin	AG-DCC GARCH	Petrol piyasası ile S&P 500 ve Shanghai Bileşik endeksleri arasında asimetrik bir volatilitenin yayılımının olduğu, negatif şokların pozitif şoklara göre daha etkili olduğu görülmüştür.
Yavuz ve Sağlam (2020)	BIST100 Petrol fiyatı	Haziran 2003 Mart 2017	Türkiye	Dummy Değişkenli Kukla Regresyon	Petrol fiyatlarındaki artışın BIST100 endeksinde negatif yönlü asimetrik bir etkiye sebep olduğu, ancak petrol fiyatlarındaki şok düşüşlerin aynı etkiyi göstermediği belirlenmiştir.
Kırcı Çevik vd. (2020)	Petrol fiyatı BIST100	1990 2017	Türkiye	Ortalamada ve Varyansta	Petrol fiyatlarının borsa getirileri üzerinde önemli

				Nedensellik Testleri	etkisi olduğu, 1993-2009 arası dönemde petrol fiyatlarından BIST100 endeks getirisine doğru volatilité yayılımının olduğu bulunmuştur.
Şenol (2020)	Döviz Kuru, Petrol Fiyatı, BIST100	Ocak 2010 Mart 2019	Türkiye	Varyansta Nedensellik, DCC GARCH	BIST100 endeksi ile döviz kuru arasında karşılıklı, petrol fiyatından BIST100 endeksi ve döviz kuruna doğru tek yönlü volatilité yayılımı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Zolfaghari vd. (2020)	Petrol fiyatı Doğalgaz fiyatı Kömür fiyatı S&P 500 EUR/USD	Ocak 2011 Ocak 2020	ABD	Diagonal BEKK GARCH	Büyüklikleri farklı olmak üzere incelenen beş piyasanın tamamı için kendi aralarında volatilité yayılımlarının olduğu, diğer piyasadaki şoklara nazaran petrol piyasasından kaynaklı şokların bulaşıcılığının ve etkisinin daha büyük olduğu saptanmıştır.
Arslan ve Korkmaz (2021)	Petrol fiyatı Döviz kuru BIST100	Aralık 2002 Ocak 2021	Türkiye	VAR modeli, Granger Nedensellik, Etki Tepki Analizi	Dolar kuru volatilitésinin hisse senedi piyasalarını etkilediği, petrol fiyatı ile BIST100 endeksi arasında ise nedenselliğın olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.
Wang ve Li (2021)	Petrol fiyatı Hazine bonosu SCI* Altın fiyatı	Ocak 2003 Temmuz 2019	Çin	DCC-MIDAS	Petrol piyasası ile farklı finansal piyasalar arasında asimetric volatilité yayılma etkilerinin olduğu ve petrol piyasasından diğer piyasalara doğru negatif volatilité yayılımlarının etkisinin pozitif volatilité yayılımının etkilerinden daha büyük olduğu sonucuna varılmıştır. Petrol piyasası risk yayılımının kaynağı olup, diğer piyasalar üzerinde en yüksek risk yayılım etkisine sahiptir.
Belhassine ve Karamti (2021)	Petrol fiyatı Pay piyasası endeksleri	Temmuz 2001 Ocak 2017	Suudi Arabistan Rusya Kanada ABD Çin Hindistan	VAR-BEKK-AGARCH	Değişkenler arasında incelenen pay piyasalarına ve zaman ölçeğine güçlü şekilde bağlı olarak fiyat ve volatilité yayılımlarının olduğu ve elde edilen sonuçların ülkeye özgü olduğu belirtilmektedir.
Zeng vd. (2022)	Petrol fiyatı USD/CNY SCI*	Temmuz 2005 Eylül 2020	Çin	MGARCH Vine-Copula-CoVaR	Çin pay piyasası ve USD/CNY kurundan petrol fiyatlarına doğru ortalama bir yayılım varken, petrol fiyatından Çin pay

piyasaasına daha anlamlı bir volatilité yayılımı olduğu bulunmuştur.

*SCI: Shanghai Composite Index

3. Çalışmanın Metodolojisi

Finansal piyasalarda yatırım kararı vermek isteyen yatırımcılar için volatilitéyi anlamak risk ölçümü açısından önemlidir. Varlıkların fiyatlandırılması, riskten korunma, risk yönetimi, sermaye tahsisi gibi çođu finansal modelleme ve fiyatlandırma uygulaması, varlık oynaklığı tahminlerine ve varlıklar arasındaki korelasyonlara dayanır. Volatilité, finansal piyasalar için önemli bir mesaj olmasına rağmen, zamanla değişme ve zamanla birikme eğilimindedir. Bu nedenle finansal değişkenler arasında güvenilir korelasyon tahminleri de gereklidir. Zamana bağlı olarak farklılık gösteren kovaryans modeli çeşitli değişkenlerle tanımlanır. Bu değişkenlerden birisi de dinamik koşullu korelasyondur (Ergin, 2016:20).

Finansal zaman serilerinde büyük dalgalanmaları büyük dalgalanmalar ve küçük dalgalanmaları da küçük dalgalanmalar takip ettiği için seriler genellikle belirgin bir oynaklık kümelenmesi göstermektedir. Finansal zaman serilerinin zaman içerisindeki değişikliklerini simüle etmek ve tahmin etmek için Engle (1982) ARCH modelini geliştirmiş, Bollerslev (1986) ise bu modeli GARCH modeline genişletmiştir (Chen vd., 2022:3).

Bollerslev, Engle ve Wooldridge (1988) tek değişkenli ARCH/GARCH modellerini genişleterek çok değişkenli VEC parametrisasyonu haline getirmişlerdir. VEC parametrisasyonu, koşullu varyans matrisinin pozitif tanımlı olma koşulunu her zaman sağlamamaktadır. Bunun yanı sıra Baba, Engle, Kraft ve Kroner (1995) koşullu varyans matrisinin pozitif tanımlı olma koşulunu sağlayan BEKK parametrisasyonu geliştirmişlerdir (Aslan, 2019:18-19).

Bollerslev (1990), koşullu korelasyonların zamana bağlı olarak değişmediği, dinamikler arasındaki ilişkinin sabit koşullu korelasyon ile açıklanmasına imkan sağlayan CCC (Constant Conditional Correlations) parametrisasyonunu; Tse ve Tsui (2002) ile Engle (2002) ise koşullu korelasyonların zamana bağlı değişim gösteren kovaryans matrisi için DCC (Dynamic Conditional Correlations) parametrisasyonlarını geliştirmişlerdir (Hepsağ, 2013:33). Modelin en önemli kısıtı, zamana bağlı değişen koşullu korelasyon matrisinin pozitif tanımlı olması gerekliliğidir. Ayrıca bu model, yüksek boyutlu veri setleri ile yapılan analizler için çok kullanışlıdır (Bauwens vd., 2006:89).

K boyutlu seriler için Tse ve Tsui (2002) tarafından geliştirilen DCC-GARCH modeli aşağıda sıralı denklemler ile gösterilmiştir (Tse ve Tsui, 2002: 352-353; Bauwens vd., 2006:88-90).

Φ_t, t anındaki bilgi kümesi olmak üzere, y_t 'nin koşullu varyansının zamanla değişen yapısı aşağıdaki denklem ile ifade edilmektedir.

$$Var(y_t | \Phi_{t-1}) = \Omega_t \quad (1)$$

$1 \leq i < j \leq K$ olmak üzere; $i = 1, \dots, K$ için Ω_t 'nin varyansı σ_{it}^2 , kovaryansı ise σ_{ijt} ile sembolize edilmiştir.

$$\Omega_t = D_t R_t D_t = \left(\rho_{ij} \sqrt{h_{iit} h_{jjt}} \right) \quad (2)$$

h_{iit} , herhangi bir tek değişkenli GARCH modeli olarak tanımlanabilir. i 'inci köşegen elemanı σ_{it} olan $K \times K$ boyutlu köşegen matrisi gösteren D_t , $\epsilon_t = D_t^{-1} y_t$ eşitliğinin kurulmasına imkân tanımaktadır.

$$D_t = \text{diag} \left(h_{11t}^{\frac{1}{2}}, \dots, h_{KKt}^{\frac{1}{2}} \right) \quad (3)$$

$R = (\rho_{ij})$ olmak üzere, standartlaştırılmış kalıntıların (ϵ_t) kullanıldığı modelde zamanla değişen koşullu korelasyon matrisi $\rho_t (R_t)$ aşağıdaki denklemle gösterilmektedir.

$$\rho_t = (1 - \theta_1 - \theta_2) \rho + \theta_1 \rho_{t-1} + \theta_2 \Psi_{t-1} \quad (4)$$

ρ , köşegen elemanları bire eşit olan $K \times K$ boyutlu pozitif tanımlı birim matris; Ψ_{t-1} ise, elemanları y_t 'nin gecikmeli değerlerinin fonksiyonu olan $K \times K$ boyutlu matristir. θ_1 ve θ_2 parametrelerinin negatif olmama koşulu ile birlikte $\theta_1 + \theta_2 \leq 1$ koşulunu da sağlaması gerekmektedir.

Bununla birlikte, zamana bağlı değişen korelasyon katsayısının (ρ_t) belirlenebilmesi için (gecikmeli) standartlaştırılmış kalıntılar kullanılarak hesaplanan Ψ_{t-1} matrisinden faydalanılmaktadır. Dolayısıyla, ρ_t ; ρ , ρ_{t-1} ve Ψ_{t-1} 'nin ağırlıklı ortalamasına eşit olacaktır.

$$\psi_{ij, t-1} = \frac{\sum_{h=1}^M \epsilon_{i,t-h} \epsilon_{j,t-h}}{\sqrt{(\sum_{h=1}^M \epsilon_{i,t-h}^2)(\sum_{h=1}^M \epsilon_{j,t-h}^2)}} \quad (5)$$

$$1 \leq i < j \leq K$$

Denklemden $M = 1$ olduğunda Ψ_{t-1} birim matrise eşit olacaktır. Bu durumda korelasyon matrisinin birim matrise göre güncellenmesi anlamlı olmayacaktır. Bu nedenle, Ψ_{t-1} 'nin formülasyonunda birinci dereceden gecikmenin kullanılması yeterli değildir. Ψ_{t-1} 'nin pozitif tanımlı olabilmesi için $M \geq K$ olması gerekli bir koşuldur. Pozitif olma şartı sağlandığında, daha iyi tanımlanan bir korelasyon matrisi elde edilecektir.

Tse ve Tsui (2002) tarafından literatüre kazandırılan DCC-GARCH modeli, iki değişkenin olması halinde aşağıdaki denklemler ile ifade edilmektedir (Hepsağ ve Yaşar Akçalı, 2016:58).

$$r_t = \alpha + \sum_{i=1}^k \beta r_{t-i} + y_t \quad (6)$$

$$y_{A,t} = \sqrt{h_{A,t}} \epsilon_{A,t} \quad (7)$$

$$y_{B,t} = \sqrt{h_{B,t}} \varepsilon_{B,t} \quad (8)$$

İlk denklem k. mertebeden vektör otoregresif süreç izleyen ortalama denklemine ait modeli ifade etmektedir.

$r_t = (r_{A,t}, r_{B,t})'$ ve $y_t = (y_{A,t}, y_{B,t})'$ parametreleri iki değişkenli yapıyı; $h_{A,t}$, A değişkeninin volatilitisini, $h_{B,t}$ ise B değişkeninin volatilitisini göstermek üzere koşullu korelasyon katsayıları aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\rho_t = cov(\varepsilon_{A,t}, \varepsilon_{B,t}) = (1 - \theta_1 - \theta_2)\rho + \theta_1\rho_{t-1} + \theta_2\rho_{t-1} \quad (9)$$

$$\begin{bmatrix} h_{A,t} \\ h_{B,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_1 \\ \gamma_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} \\ \phi_{21} & \phi_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{A,t-1}^2 \\ y_{B,t-1}^2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} \\ \delta_{21} & \delta_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{A,t-1} \\ h_{B,t-1} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Denklemden, ϕ_{11} ile δ_{11} parametreleri birinci değişkenin, ϕ_{22} ile δ_{22} parametreleri ise ikinci değişkenin volatilitenin kalıcılığını göstermektedir. İstatistiki olarak anlamlı olan parametrelerin katsayı ya da katsayıları toplamının 1'e yakın olması söz konusu değişkenlerde volatilitenin kümelenmelerinin oluştuğu ve volatilitenin kalıcı etkiye sahip olduğu anlamına gelmektedir. İstatistiki olarak anlamlı olan ϕ_{12} ve δ_{12} parametreleri ikinci değişkenden birinci değişkene doğru; ϕ_{21} ve δ_{21} parametreleri ise birinci değişkenden ikinci değişkene doğru volatilitenin yayılımı hakkında bilgi vermektedir. Değişkenler arasındaki zamana bağlı değişen korelasyon ilişkisini belirlemek için θ_1 ve θ_2 parametreleri kullanılmaktadır.

4. Analiz ve Bulgular

Dolar/TL döviz kuru ve WTI petrol fiyatı ile seçili Borsa İstanbul (BIST) endeks getirileri (XU100, XMESY, XUSIN, XTEKS, XTRZM, XULAS, XGIDA) arasındaki volatilitenin yayılımının araştırıldığı çalışmada incelenen değişkenlerin 01.02.2015-28.02.2022 tarihleri arasında günlük kapanış değerleri baz alınmıştır. Söz konusu değişkenlere ait veriler "www.investing.com" veri tabanından elde edilmiştir. Çalışmada incelenen sektör endeksleri, Dolar/TL döviz kuru ve petrol fiyatlarının etkisinin daha fazla olacağı düşünülen ve Eyüpoğlu ve Eyüpoğlu (2016) ile Oralbaykızı (2019)'un çalışmalarında kullanılan sektör endeksleri referans alınarak seçilmiştir.

Dolar/TL döviz kuru ve WTI petrol fiyatı ile seçili BIST endeks getirileri arasındaki volatilitenin yayılımı DCC-GARCH modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. DCC-GARCH modelinin çalışmada kullanılmasının nedeni, değişkenler arasında volatilitenin yayılımının belirlenebilmesinin dışında değişkenlerin getirileri arasındaki zamana bağlı değişen korelasyon ilişkisi hakkında da bilgi vermesidir. Yüksek boyut (high-frequency) sorunu ile karşılaşılması amacıyla analizde kullanılan DCC-GARCH modeli ikili yapılar şeklinde ele alınmıştır.

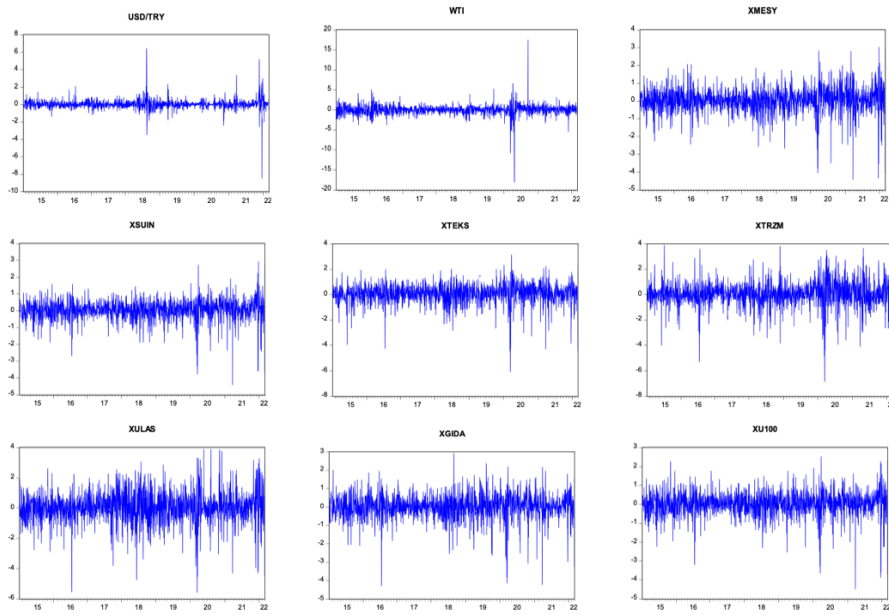
DCC-GARCH modelinin tahmininde iki aşamalı yol izlenmiştir. İlk aşamada Dolar/TL döviz kuru ve petrol fiyatı ile seçili BIST endeks getirileri arasında uygun gecikmeye sahip Vektör Otoregresif (VAR) modeli tahmin edilmiş ve bu modellerin kalıntıları elde edilmiştir. İkinci aşamada ise VAR modelinden elde edilen kalıntılar

kullanılarak değişkenler arasındaki volatilité yayılımı DCC-GARCH modeli tahmin edilmiştir. Çalışmada ele alınan değişkenlere ait bilgiler Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Değişkenler ve Kodları

Kod	Değişken
USD/TRY	Dolar/TL Döviz Kuru
WTI	Ham Petrol WTI Spot Amerikan Doları
XU100	BIST100 Endeksi
XMESY	BIST Metal Eşya, Makina Endeksi
XUSIN	BIST Sınai Endeksi
XTEKS	BIST Tekstil ve Deri Endeksi
XTRZM	BIST Turizm Endeksi
XULAS	BIST Ulaştırma Endeksi
XGIDA	BIST Gıda, İçecek Endeksi

Analizde kullanılan değişkenlerin günlük kapanış değerlerinin $Y_t = 100 \times (\log P_t - \log P_{t-1})$ denklemi ile logaritmik farkları alınarak getiri serileri elde edilmiştir. Dolar/TL döviz kuru, WTI petrol fiyatı ile seçili Borsa İstanbul (BIST) endekslerine (XU100, XMESY, XUSIN, XTEKS, XTRZM, XULAS, XGIDA) ait getiri serilerinin zaman yolu grafikleri ve tanımlayıcı istatistikleri sırasıyla Şekil 1 ve Tablo 3’te sunulmuştur.



Şekil 1. Değişkenlere Ait Getiri Serilerinin Grafikleri

Şekil 1’de değişkenlere ait getiri serilerinin zaman yolu grafikleri incelendiğinde, getiri serilerinin ortalamasının zaman boyunca değişmediği, değişkenlerin trend içermediği ve durağan olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Ort.	Med	Maks	Min	Std. Sapma	Çarp.	Bas.	Jarque- Bera
\$/TRY	0,043	0,024	6,408	-8,470	0,550	-0,718	54,226	193248.9*
WTI	0.015	0.050	17.524	-18.138	1.346	-1.711	57.090	216147.5*
XU100	0.020	0.048	2.523	-4.476	0.628	-1.000	8.762	2738.136*
XMESY	0.039	0.056	3.044	-4.416	0.705	-0.799	8.092	2096.528*
XUSIN	0.036	0.081	2.942	-4.409	0.600	-1.143	10.049	4041.715*
XTEKS	0.045	0.094	3.131	-6.077	0.763	-1.276	9.528	3616.187*
XTRZM	0.051	0.066	3.906	-6.835	0.978	-0.631	7.489	1600.542*
XULAS	0.027	0.014	3.888	-5.577	1.030	-0.340	5.865	638.4521*
XGDA	0.012	0.031	2.918	-4.276	0.669	-0.925	8.015	2102.916*

* %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3'te yer alan tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde; Jarque-Bera değerlerinin 5'ten büyük ve olasılık değerlerinin 0,05'ten küçük olması nedeniyle hata terimlerinin normal dağılım gösterdiğini ifade eden H_0 hipotezi reddedilmiş ve serilerin normal dağılım sergilemediği görülmekle birlikte, çarpıklık ve basıklık değerleri de bu bulguyu desteklemektedir. Tablo 4'te Dolar/TL döviz kuru ile seçili BIST endeksleri arasındaki volatilité yayılımını belirlemek için kullanılan DCC-GARCH modelinden elde edilen tahmin sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4. Dolar/TL Döviz Kuru ile BIST Endeksleri Arasında Volatilite Yayılımı

		XMESY	XUSIN	XTEKS	XTRZM	XULAS	XGIDA	XU100
γ_1	K.sayı	0.007	0.013	0.011	0.010	0.011	0.014	0.016
	t-stat	2.495*	4.664*	3.359*	4.267*	4.508*	4.575*	3.741*
γ_2	K.sayı	0.022	0.011	0.096	0.072	0.040	0.008	0.018
	t-stat	2.785*	3.027*	5.188*	5.417	6.306	2.592	2.684
ϕ_{11}	K.sayı	0.259	0.261	0.259	0.291	0.289	0.269	0.291
	t-stat	8.974*	9.335*	10.281*	11.768*	19.029*	9.143*	19.050*
ϕ_{12}	K.sayı	0.015	0.020	0.004	-0.004	0.001	0.015	0.027
	t-stat	2.245*	2.724*	1.220	-9.428*	1.146	3.207*	3.904*
ϕ_{21}	K.sayı	0.076	0.079	0.150	0.128	0.241	0.095	0.096
	t-stat	2.694*	3.963*	3.877*	3.964*	7.533*	3.638	5.132*
ϕ_{22}	K.sayı	0.105	0.057	0.141	0.158	0.061	0.040	0.049
	t-stat	4.344*	4.851*	5.720*	7.533*	6.665*	3.770*	4.370*
δ_{11}	K.sayı	0.697	0.723	0.726	0.699	0.684	0.719	0.741
	t-stat	23.700*	28.968*	29.59*	31.882*	44.235*	26.206*	39.327*
δ_{12}	K.sayı	0.005	-0.025	-0.006	0.007	0.002	-0.021	-0.043
	t-stat	0.483	-2.089*	-0.644	4.222*	0.727	-3.076*	-2.290*
δ_{21}	K.sayı	-0.056	-0.064	-0.064	-0.085	-0.187	-0.081	-0.072
	t-stat	-2.129*	-2.089*	-3.430*	-4.657*	-5.276*	-3.196*	-3.586*
δ_{22}	K.sayı	0.846	0.904	0.657	0.761*	0.894	0.940	0.895
	t-stat	20.736*	39.291*	12.049*	25.886*	59.266*	53.210*	26.981*
θ_1	K.sayı	0.008	0.017	0.034	0.000	0.015	0.016	0.015
	t-stat	1.831*	3.024*	2.151*	7.341*	4.037*	1.208*	3.532*
θ_2	K.sayı	0.991	0.976	0.886	0.770	0.980	0.902	0.980
	t-stat	179.86*	105.62*	24.81*	13.79*	192.55*	16.424*	164.62*

* %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı

Modelden elde edilen bulgulara göre; Dolar/TL döviz kuru, BIST Metal Eşya, Makina Endeksi (0,95173), BIST Sınai Endeksi (0,96229), BIST Turizm Endeksi (0,91992), BIST Ulaştırma Endeksi (0,95568), BIST Gıda, İçecek Endeksi (0,98057) ile BIST100 Endeksine (0,94479) ait katsayıları toplamı 1'e yakın ve istatistiki olarak anlamlı olduğundan bu değişkenlerde volatilitenin kümelenmelerinin oluştuğu ve volatilitenin kalıcı etkiye sahip olduğu görülmektedir. BIST Tekstil ve Deri Endeksinde ise ϕ_{22} ve δ_{22} parametreleri istatistiki olarak anlamlı olmakla birlikte parametrelerinin katsayıları toplamı (0,79935) 1'e yakın olmadığından yoğun bir volatilitenin kümelenmesinin oluşmadığı, endekste volatilitenin kalıcı etkiye sahip olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Modelde ϕ_{12} ve δ_{12} parametreleri; ikinci değişken olan seçili BIST sektör endekslerinden birinci değişken olan Dolar/TL döviz kuruna doğru volatilitenin yayılımının varlığını göstermektedir. İstatistiki olarak anlamlı olan parametre ya da parametrelerin katsayıları toplamı volatilitenin yayılımının olduğunu gösterirken, toplamlarının işareti ise volatilitenin hangi yönde etkilediği hakkında bilgi vermektedir.

Elde edilen bulgulara göre BIST Tekstil ve Deri Endeksi ile BIST Ulaştırma Endeksinden Dolar/TL döviz kuruna doğru volatilitte yayılımını gösteren ϕ_{12} ve δ_{12} parametreleri istatistiki olarak anlamlı olmadığı için volatilitte yayılımının olduğuna dair bir bulguya rastlanmamıştır. Her iki parametrenin de istatistiki olarak anlamlı olduğu ikili yapılardan, BIST Turizm Endeksinde volatilitteyi artıran bir birimlik şok Dolar/TL döviz kuru volatilittesini 0,00286 birim artırırken; BIST Sınai Endeksinde volatilitteyi artıran bir birimlik şok Dolar/TL döviz kuru volatilittesini 0,00512 birim, BIST Gıda, İçecek Endeksinde volatilitteyi artıran bir birimlik şok Dolar/TL döviz kuru volatilittesini 0,00616 birim ve BIST100 Endeksi volatilittesini artıran bir birimlik şok Dolar/TL döviz kuru volatilittesini 0,01587 birim azaltmaktadır.

Dolar/TL döviz kuru ile BIST Metal Eşya, Makina Endeksi getirilerine ait model sonuçlarına göre ise; sadece ϕ_{12} parametresi %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı olduğundan, BIST Metal Ürünleri ve Makineler Endeksinden Dolar/TL döviz kuruna doğru bir volatilitte yayılımının olduğu, BIST Metal Eşya, Makina Endeksi volatilittesini artıran bir birimlik şokun Dolar/TL döviz kuru volatilittesini 0,01531 birim artırdığı belirlenmiştir.

DCC-GARCH modelinde ϕ_{21} ve δ_{21} , birinci finansal varlık olan Dolar/TL döviz kuru volatilittesinden ikinci finansal varlık olan seçili endeks volatilittesine doğru yayılımı gösteren parametrelerdir. İstatistiki olarak anlamlı olan parametre ya da parametrelerin katsayıları toplamı volatilitte yayılımının varlığını gösterirken, toplamlarının işareti ise Dolar/TL döviz kuru volatilittesindeki değişimin seçili endekslerin volatilittesini hangi yönde etkilediği hakkında bilgi vermektedir. İkili yapılar şeklinde oluşturulan modellerin tamamından elde edilen bulgular Dolar/TL kuru volatilittesinden seçili BIST endekslerinin hepsine doğru volatilitte yayılımının olduğunu göstermiştir. Dolar/TL döviz kuru ile BIST Gıda, İçecek Endeksi kullanılarak oluşturulan modelde sadece δ_{21} parametresi istatistiki olarak anlamlı iken; diğer seçili BIST endeksleri kullanılarak oluşturulan iki değişkenli modellerde her iki parametrenin de %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Dolar/TL kuru volatilittesini artıran bir birimlik şok BIST100 Endeksi volatilittesini 0,02439 birim, BIST Metal Eşya, Makina Endeksi volatilittesini 0,01957 birim, BIST Sınai Endeksi volatilittesini 0,01575 birim, BIST Tekstil ve Deri Endeksi volatilittesini 0,08641 birim, BIST Turizm Endeksi volatilittesini 0,04258 birim ve BIST Ulaştırma Endeksi volatilittesini 0,05402 birim artırırken; BIST Gıda, İçecek Endeksi volatilittesini ise 0,08165 birim azaltmaktadır.

Modelde θ_1 ve θ_2 parametreleri birinci ve ikinci değişken arasındaki zamana bağlı değişen korelasyon ilişkisini göstermektedir. İstatistiki olarak anlamlı olan ve $0 \leq \theta_1$, $\theta_2 < 1$ ve $\theta_1 + \theta_2 \leq 1$ koşullarını sağlayan parametre veya parametrelerin katsayıları toplamının 1'e yakın olması, iki değişken arasında zamana bağlı değişen ve güçlü bir korelasyon ilişkisinin olduğu anlamına gelmektedir.

Dolar/TL kuru getirisi ile BIST100 (0,99617), BIST Metal Ürünleri ve Makineler (0,99956), BIST Gıda, İçecek (0,91968), BIST Tekstil ve Deri (0,92065), BIST Sınai (0,99956) ve BIST Ulaştırma (0,99664) Endeks getirileri arasında zamana bağlı değişen, pozitif yönlü ve güçlü bir korelasyon ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Dolar/TL kuru getirisi ile BIST Turizm Endeks getirileri arasındaki dinamik korelasyon ilişkisini gösteren θ_1 ve θ_2 parametreleri toplamı 0,77048 olduğundan bu iki değişken arasında zamana bağlı olarak değişen, pozitif yönlü ancak çok güçlü olmayan bir korelasyon ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir.

Tablo 5'te WTI petrol ile seçili BIST endeksleri arasındaki volatilitte yayılımını belirlemek için kullanılan DCC-GARCH modelinden elde edilen tahmin sonuçları yer almaktadır.

Tablo 5. WTI Petrol ile BIST Endeksleri Arasındaki Volatilitte Yayılımı

		XMESY	XUSIN	XTEKS	XTRZM	XULAS	XGIDA	XU100
γ_1	K.sayı	0.084	0.091	0.144	0.093	0.081	0.099	0.088
	t-stat	4.306*	5.810*	5.611*	4.922*	4.904*	3.917*	5.005*
γ_2	K.sayı	0.037	0.017	0.110	0.074	0.098	0.062	0.019
	t-stat	2.485*	7.328*	6.138*	5.206*	9.079*	3.916*	7.408*
ϕ_{11}	K.sayı	0.233	0.242	0.224	0.226	0.233	0.227	0.244
	t-stat	9.471*	21.835*	21.281*	8.916*	20.918*	7.960*	20.970*
ϕ_{12}	K.sayı	0.052	-0.005	0.042	0.032	-0.008	0.017	-0.013
	t-stat	1.608	-0.315	1.862	1.748	-1.064	0.577	-0.822
ϕ_{21}	K.sayı	0.004	0.009	0.021	0.013	0.003	0.015	0.010
	t-stat	1.486	6.467	5.612*	1.759	2.235*	2.737*	7.035*
ϕ_{22}	K.sayı	0.160	0.076	0.131	0.154	0.102	0.106	0.056
	t-stat	4.343*	8.540*	6.617*	6.826*	7.775*	5.227*	8.721*
δ_{11}	K.sayı	0.747	0.735	0.759	0.756	0.752	0.761	0.738
	t-stat	28.931*	43.289*	47.307*	29.266*	50.765*	26.822*	45.417*
δ_{12}	K.sayı	-0.063	-0.018	-0.180	-0.053	-0.000	-0.097	-0.010
	t-stat	1.497	-0.505	-2.843*	-2.307*	-0.034	-1.350	-0.220
δ_{21}	K.sayı	-0.003	-0.007	-0.009	-0.008	-0.007	-0.006	-0.008
	t-stat	1.886	-5.880*	-2.940*	-1.860	-6.313*	-1.874	-6.702*
δ_{22}	K.sayı	0.767	0.872	0.649	0.765	0.811	0.727	0.892
	t-stat	11.814*	71.461*	13.286*	23.741*	42.707*	13.373*	87.204*
θ_1	K.sayı	0.046	0.019	0.154	0.023	0.030	0.026	0.026
	t-stat	1.773	1.038	1.423	1.229	1.880	1.434	1.026
θ_2	K.sayı	0.000	0.864	0.752	0.136	0.856	0.791	0.795
	t-stat	9.344*	4.694*	2.753*	1.983*	8.826*	6.263*	3.010*

* %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı

Modelden elde edilen bulgulara göre; ϕ_{11} ve δ_{11} ile ϕ_{22} ve δ_{22} parametreleri istatistiki olarak anlamlı ve parametrelerin katsayıları toplamı 1'e yakın olduğu için WTI petrol fiyatı, BIST Metal Eşya, Makina Endeksi (0,92792), BIST Sınai Endeksi (0,94904), BIST Turizm Endeksi (0,92016), BIST Ulaştırma Endeksi (0,91359) ve BIST100 Endeksinde (0,94916) volatilitte kümelenmelerinin oluştuğu, volatilitenin kalıcı etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, ϕ_{22} ve δ_{22} parametreleri istatistiki olarak anlamlı olmakla birlikte parametrelerinin katsayıları toplamı BIST Tekstil ve Deri Endeksi (0,78121) ile BIST Gıda, İçecek Endeksinde (0,83451) 1'e yakın olmadığından yoğun bir volatilitte kümelenmesinin oluşmadığı, bu endekslerde ortaya çıkan volatilitenin kalıcı etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir.

Modelde ϕ_{12} ve δ_{12} ; ikinci finansal varlık olan seçili endekslerden birinci finansal varlık olan WTI petrol fiyatlarına doğru volatilitte yayılımının varlığını gösteren parametrelerdir. İstatistiki olarak anlamlı olan parametre ya da parametrelerin katsayıları toplamı volatilitte yayılımının olduğunu gösterirken, toplamlarının işareti ise volatilitteyi hangi yönde etkilediği hakkında bilgi vermektedir.

Seçili BIST endekslerinden WTI petrol fiyatlarına doğru olan volatilité yayılımını gösteren ϕ_{12} ve δ_{12} parametreleri incelendiğinde, sadece BIST Tekstil ve Deri Endeksi ile BIST Turizm Endeksinden WTI petrol fiyatlarına doğru volatilité yayılımının olduğu görülmektedir. δ_{12} parametrelerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ikili yapılardan BIST Tekstil ve Deri endeksindeki volatilitéyi artıran bir birimlik şok WTI petrol fiyatı volatilitésini 0,18074 birim azaltırken; BIST Turizm Endeksinde volatilitéyi artıran bir birimlik şok ise WTI petrol fiyat volatilitésini 0,05324 birim azaltmaktadır.

DCC-GARCH modelinde ϕ_{21} ve δ_{21} , birinci finansal varlık olan WTI petrol fiyat volatilitésinden ikinci finansal varlık olan seçili endeks volatilitésine doğru yayılımını gösteren parametrelerdir. İstatistiki olarak anlamlı olan parametre ya da parametrelerin katsayıları toplamı volatilité yayılımının varlığını gösterirken, toplamlarının işareti ise WTI petrol fiyatı volatilitésindeki değişimin seçili endekslerin volatilitésini hangi yönde etkilediği hakkında bilgi vermektedir. İkili yapılar şeklinde oluşturulan modellerden WTI petrol fiyatı volatilitésinden BIST Metal ve Makineler Endeksi ile BIST Turizm Endeksi volatilitésine doğru bir volatilité yayılımının olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, WTI petrol fiyat volatilitésini artıran bir birimlik şok BIST Sınai Endeks volatilitésini 0,00205 birim, BIST Tekstil ve Deri Endeksi volatilitésini 0,01196 birim, BIST Gıda, İçecek Endeksi volatilitésini 0,01575 birim ve BIST100 Endeksi volatilitésini 0,00232 birim artırırken; BIST Ulaştırma Endeksi volatilitésini ise 0,00387 birim azaltmaktadır.

Modelde θ_1 ve θ_2 parametreleri birinci ve ikinci finansal varlık arasındaki zamana bağlı değişen korelasyon ilişkisini göstermektedir. İstatistiki olarak anlamlı olan ve $0 \leq \theta_1, \theta_2 < 1$ ve $\theta_1 + \theta_2 \leq 1$ koşullarını sağlayan parametre veya parametrelerin katsayıları toplamının 1'e yakın olması, iki değişken arasında zamana bağlı değişen ve güçlü bir korelasyon ilişkisinin olduğu anlamına gelmektedir.

DCC-GARCH modelinden elde edilen bulgulara göre; WTI petrol fiyat getirisi ile BIST Sınai Endeksi (0,086487), BIST Tekstil ve Deri Endeksi (0,75214), BIST Ulaştırma Endeksi, BIST Gıda, İçecek Endeksi (0,79177) ve BIST100 Endeksi (0,79552) getirileri arasında zamana bağlı değişen, pozitif yönlü ve güçlü bir korelasyon ilişkisi tespit edilmiştir. Ayrıca WTI petrol fiyatları ile BIST Turizm Endeks getirisi arasında zaman bağlı değişen, pozitif yönlü ancak çok zayıf bir korelasyon ilişkisinin varlığına dair bulgulara ulaşılmışken, BIST Metal ve Makineler Endeksi getirisi ile aralarında korelasyon ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Son dönemde yaşanan teknolojik gelişmeler, piyasalar arasında fon hareketlerinin daha hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Daha yüksek getiri elde etme düşüncesi ile hareket eden bireysel ve kurumsal yatırımcılar, risklerini minimize etmek amacıyla farklı piyasalardaki yatırım alternatifleri arasında en uygun yatırım araçlarının hangileri olabileceği ile ilgili probleme çözüm arayışı içerisinde olduklarıdır. Finansal piyasalar incelendiğinde, bir piyasada ortaya çıkan bir şokun diğer piyasalara da bulaştığı görülmektedir. Piyasalar arasındaki bu etkileşimin, risk yönetimi açısından portföy üzerindeki etkisinin incelenmesi gerekmektedir.

Yatırımcılar, farklı finansal varlıklar ile portföylerini çeşitlendirdiğinde, bu varlıklar arasındaki ilişkiler çeşitlendirme stratejisinin faydasını azaltabilmektedir. Risk

yönetimi ve varlık fiyatlaması için portföy tasarlanırken piyasalar arasındaki bağlantıların ve etkileşimin göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

Dolar/TL döviz kuru ve petrol fiyatı ile seçili BIST sektör endeksleri arasındaki volatilité yayılımının DCC-GARCH modeli ile araştırıldığı bu çalışmada, 01.02.2015-28.02.2022 dönemini kapsayan günlük veriler kullanılmıştır. Dolar/TL döviz kuru, petrol fiyatı (WTI) ile seçili Borsa İstanbul'da XMESY, XUSIN, XTEKS, XTRZM, XULAS, XGIDA, XU100 endeksleri dikkate alınmıştır.

Çalışmada elde edilen bulgulara göre; Dolar/TL döviz kuru, petrol fiyatları ve seçilen BIST sektör endekslerinde yoğun şekilde volatilité kümelenmelerinin oluştuğu ve bu piyasada volatilitenin kalıcı etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Dolar/TL döviz kurundan BIST Tekstil & Deri Endeksi ve BIST Ulaştırma Endeksine doğru tek yönlü; BIST Metal Ürünleri ve Makineler Endeksi, BIST Sınai Endeksi, BIST Turizm Endeksi, BIST Gıda, İçecek Endeksi ve BIST100 endeksine doğru karşılıklı volatilité yayılımının olduğu belirlenmiştir. Son olarak seçili BIST sektör endeksleri ile Dolar kuru getirileri arasında zamana bağlı olarak değişen pozitif yönlü ve çok güçlü bir korelasyon ilişkisi bulunmaktadır.

Çalışma sonucunda petrol fiyatı ile BIST Metal Eşya, Makina Endeksi arasında volatilité yayılımının olmadığı; WTI Petrol fiyatından BIST Sınai Endeksi, BIST Ulaştırma Endeksi, BIST Gıda, İçecek Endeksi ve BIST100 endeksine doğru tek yönlü; BIST Tekstil & Deri Endeksi ile karşılıklı volatilité yayılımının olduğu görülmektedir. WTI Petrol fiyatından BIST Turizm Endeksine doğru volatilité yayılımı olmadığı ve BIST Turizm Endeksinden WTI Petrol fiyatına doğru volatilité yayılımı olduğuna dair bulgular elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular; Eyüpoğlu ve Eyüpoğlu (2016), Oralbaykızı (2019), Şenol (2020), Kırıcı Çevik vd. (2020) ile Yavuz ve Sağlam (2021)'in çalışmalarıyla benzer sonuçlar ortaya koyarken, Akçalı vd. (2019)'nin yaptığı çalışmadan farklılık göstermektedir.

Tahmin sonuçlarının, veri seti ve incelenen dönem için geçerli olduğu; modele ve kapsayan dönemlere göre bu bulguların değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu amaçla, farklı model ve zaman aralıklarının kullanılması ile bu ilişkilerin incelenerek karşılaştırılması literatüre katkı sağlayacaktır.

Referanslar

- Akay Toparlı, E., Çatık, A. N. & Balcılar, M. (2019). The impact of oil prices on the stock returns in Turkey: A TVP-VAR approach. *Physica A*, 535, 122392.
- Akçalı, B. Y., Mollaahmetoğlu, E. & Altay, E. (2019). Borsa İstanbul ve küresel piyasa göstergeleri arasındaki volatilité etkileşiminin DCC-GARCH yöntemi ile analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 14(3), 597-614.
- Arslan, M. & Korkmaz, M. (2021). Döviz kuru, petrol piyasası ve hisse senedi piyasası arasındaki ilişkinin incelenmesi: Türkiye örneği. *Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(1), 43-60.
- Ashgharian, H. & Nossman, M. (2011). Risk contagion among international stock markets. *Journal of International Money ve Finance*, 30, 22-38.
- Aslan, İ. (2019). *Bitcoin ve BIST oynaklığının yayılması: Tek ve çok değişkenli GARCH modelleri*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Sivas.

- Avcı, Ö. B. (2015). Petrol fiyatlarının hisse senedi piyasasına etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(3), 27-34.
- Bauwens, L., Laurent, S. & Rombouts, J. V. (2006). Multivariate GARCH models: A survey. *Journal of Applied Econometrics*, 21(1), 79-109.
- Belhassine, O. & Karamti, C. (2021). Volatility spillovers and hedging effectiveness between oil and stock markets: Evidence from a wavelet-based and structural breaks analysis. *Energy Economics*, 102, 105513.
- Chen, Y., Xu, J. & Hu, M. (2022). Asymmetric volatility spillovers and dynamic correlations between crude oil price, exchange rate and gold price in BRICS. *Resources Policy*, 78, 102857.
- Cong, R. G., Wei, Y. M., Jiao, J. L. & Fan, Y. (2008). Relationships between oil price shocks and stock market, an empirical analysis from China. *Energy Policy*, 36, 3544-3553.
- Ergin, N. (2016). *Döviz kuru volatilitesi ve garantisiz faiz oranı paritesinin geçerliliğinin Panel Garch modelleri ile analizi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, İstanbul.
- Eyüboğlu, K. & Eyüboğlu, S. (2016). Doğal gaz ve petrol fiyatları ile BIST sanayi sektörü endeksleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Journal of Yaşar University*, 11(42), 150-162.
- Gay, Jr. R. D. (2008). Effect of macroeconomic variables on stock market returns for four emerging economies: Brazil, Russia, India and China. *International Business & Economics Research Journal (IBER)*, 7(3).
- Granger, C. W. J., Huang, B. N. & Yang, C. W. (2000). A bivariate causality between stock prices and exchange rates: Evidence from recent Asian flu. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 40, 337-354.
- Gong, X., Liu, Y. & Wang, X. (2021). Dynamic volatility spillovers across oil and naturel gas futures markets based on a time-varying spillover method. *International Review of Financial Analysis*, 76, 101790.
- Gökçe, A. (2001). İstanbul Menkul Kıymetler Borsası getirilerindeki volatilitenin ARCH teknikleri ile ölçülmesi, *Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 3(1), 35-58.
- Hammoudeh, S., Dibooglu, S. & Aleisa, E. (2004). Relationships among US oil prices and oil industry equity indices. *International Review of Economics & Finance*, 13(4), 427-453.
- Hacıhasanoğlu, E. (2003), *Menkul kıymet piyasalarında volatilitenin modellenmesi İMKB için bir deneme*, (1. Baskı), Sermaye Piyasası Kurulu, Ankara.
- Hepsağ, A. (2013). *Çok değişkenli stokastik oynaklık modelleri: Petrol piyasası ile finansal piyasalarda işlem gören sanayi sektörü endeksi arasındaki oynaklık etkileşimi üzerine bir uygulama*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Hepsağ, A. & Yaşar Akçalı, B. (2016), Analysis of volatility spillovers between the bank stocks traded in Istanbul Stock Exchange and New York Stock Exchange. *Eurasian Academy of Sciences Eurasian Econometrics, Statistics & Empirical Economics Journal*, 2, 54-72.
- Jammazi, R. & Reboredo, J. C. (2016). Dependence and risk management in oil and stock markets. A wavelet-copula analysis. *Energy*, 107, 866-888.
- Kaya, A. & Binici, Ö. (2014). BIST Kimya, petrol, plastik endeksi hisse senedi fiyatları ile petrol fiyatları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 15(1), 383-395.

- Kırcı Çevik, N., Çevik, E. İ. & Diboğlu, S. (2020). Oil prices, stock market returns and volatility spillovers: Evidence from Turkey. *Journal of Policy Modeling*, 42, 597-614.
- Kumar, S. (2019). Asymmetric impact of oil prices on exchange rate and stock prices. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 72, 41-51.
- Lahaye, J. & Neely, C. (2020). The role of jumps in volatility spillovers in foreign exchange markets: Meteor shower and heat waves revisited. *Journal of Business & Economic Statistics*, 38(2), 410-427. DOI: 10.1080/07350015.2018.1512865
- Oralbaykızı, A. S. (2019). Petrol fiyat değişimlerinin BİST endeks getirileri üzerindeki etkisinin analizi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(1), 247-265.
- Sadorsky, P. (1999). Oil price shocks and stock market activity. *Energy Economics*, 21(5), 449-469.
- Şenol, Z. (2020). Borsa, döviz kuru ve petrol fiyatları arasındaki oynaklık yayılımı. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 22(4), 629-647.
- Telçeken, N. (2014). *Volatilite Endeksleri, önemi ve Türkiye volatilite endeksi*, (Yayımlanmamış doktora tezi) İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Tse, Y. K. & Tsui, A. K. C. (2002). A multivariate generalized autoregressive conditional heteroscedasticity model with time-varying correlations. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(3), 351-362.
- Topaloğlu, E. E. (2019). CBOE VIX endeksi ile OECD ülke borsaları arasındaki volatilité yayılımı: CCC-MGARCH modeli ile ampirik bir araştırma. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(3), 574-595.
- Tonkal, F. K. (2014). *Petrol piyasası ile BİST arasındaki ilişkinin analizi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Para, Sermaye Piyasaları ve Finansal Kurumlar Bilim Dalı, İstanbul.
- Turan, Z. (2011). İMKB Ulusal-100 endeksi ABD doları kuru ve TÜFE arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Muhasebe ve Vergi Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 91-106.
- Turhan, M. I., Sensoy, A., Oztürk, K. & Hacıhasanoğlu, E. (2014). A view to the long-run dynamic relationship between crude oil and the major asset classes. *International Review of Economics & Finance*, 33, 286-299.
- Wang, H. & Li, S. (2021). Asymmetric volatility spillovers between crude oil and China's financial markets. *Energy*, 233, 121168.
- Xu, W., Ma, F., Chen, W. & Zhang, B. (2019). Asymmetric volatility spillovers between oil and stock markets: Evidence from China and the United States. *Energy Economics*, 80, 310-320.
- Yavuz, A. E. & Sağlam, A. (2020). Petrol fiyatlarındaki şokların BIST100 endeksi üzerine etkisi. *Journal of Economics and Financial Researches*, 2(2), 156-172.
- Zeng, H., Ahmed, A. D., Lu, R. & Dai, N. (2022). Dependence and spillover among oil market, China's stock market and exchange rate: New evidence from the Vine-Copula-CoVaR and VAR-BEKK-GARCH frameworks. *Heliyon*, 8, e11737.
- Zolfaghari, M., Ghoddusi, H. & Faghihian, F. (2020). Volatility spillovers for energy prices: A diagonal BEKK approach. *Energy Economics*, 92, 104965.