

## TÜRKİYE, BREZİLYA VE RUSYA PİYASALARI ARASINDA VOLATİLİTE YAYILIMI: DCC-GARCH MODELİ İLE VOLATİLİTE ANALİZİ

Ahmet Can DEĞER\*

### ÖZET


Bu çalışmada BİST 100 (Türkiye), IBOV (Brezilya) ve RTSI (Rusya) borsa endeksleri arasındaki volatilitate etkileşimi ve dinamik korelasyon ilişkisi, DCC-GARCH modeli kullanılarak incelenmiştir. Çalışmanın amacı, bu üç gelişmekte olan ülkelerin piyasaları arasındaki volatilitate dinamiklerini inceleyerek portföy çeşitlendirmesi ve sistematik risk aktarımı açısından, yatırımcılara ve politika yapıcılara risk yönetimi stratejilerini geliştirmelerine destek olacak çıkarımlar elde etmektir. 03 Ocak 2017 – 28 Şubat 2025 dönemine ait günlük verilerle gerçekleştirilen analiz sonucunda elde edilen bulgulara göre, Türkiye, Brezilya ve Rusya piyasaları arasında geçmiş şokların, koşullu korelasyona etkileri anlamlı fakat sınırlıyken, geçmiş dönem korelasyonunun, mevcut korelasyona etkilerinin yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Bu durum söz konusu piyasalarda zamanla değişen dinamik korelasyonlar olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte bu piyasaların her birinde, yüksek volatilitate ve uzun süreli şok etkilerinin varlığı tespit edilmiş ve BİST 100'ün, diğer piyasalara kıyasla daha yüksek volatilitateye sahip olduğu görülmüştür. Volatilitate kümelenmeleri, tüm piyasalarda gözlemlenmiş olmakla birlikte, ülkeler arası kısa vadeli şok aktarımlarının ve volatilitate yayılımlarının sınırlı kaldığı saptanmıştır. Diğer taraftan Türkiye ve Brezilya piyasaları arasında çift yönlü volatilitate aktarımlarının olduğu ve bu etkilerin mevcut volatilitateyi azaltıcı yönde etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca BİST 100 piyasasından, IBOV piyasasına doğru tek yönlü bir geçmiş şok aktarımı söz konusudur. Bununla birlikte, borsa endeksleri arasındaki korelasyonun genellikle pozitif seyretmesi, bu piyasaların benzer dinamiklerden etkilendiğini göstermektedir. Bu bulgular, gelişmekte olan piyasalar arasında uzun dönemde, güçlü bir finansal entegrasyon olduğunu ortaya koymakta ve yatırım kararlarında uluslararası volatilitate ilişkilerinin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** İşletme, Volatilitate, Volatilitate Yayılımı, DCC-GARCH, Çeşitlendirme

## VOLATILITY SPILLOVER AMONG TÜRKİYE, BRAZILIAN AND RUSSIAN MARKETS: VOLATILITY ANALYSIS WITH THE DCC- GARCH MODEL

### ABSTRACT

This study examines the volatility interaction and dynamic correlation relationship among the BIST 100 (Türkiye), IBOV (Brazil), and RTSI (Russia) stock market indices using the DCC-GARCH model. The aim of the study is to analyze the volatility dynamics among the markets of these three emerging markets and derive insights that will support investors and policymakers in developing risk management strategies in terms of portfolio diversification and systematic risk transfer. Based on the findings obtained from the analysis using daily data for the period January 3, 2017, to February 28, 2025, the effects of past shocks on the conditional correlation among the Türkiye, Brazilian, and Russian markets are significant but limited, while the effects of past correlation on the current correlation are high. This suggests the existence of

\* Öğr.Gör., İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye. [ahmetcandeger@ogr.iu.edu.tr](mailto:ahmetcandeger@ogr.iu.edu.tr),   
Değer, A. C. (2025). Türkiye, Brezilya ve Rusya Piyasaları arasında Volatilitate Yayılımı: DCC-GARCH Modeli ile Volatilitate Analizi. *Bitlis Eren Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 223-242.

dynamic correlations that change over time in these markets. Furthermore, the presence of high volatility and long-term shock effects were detected in each of these markets, and the BIST 100 was found to have higher volatility compared to other markets. While volatility clusters were observed across all markets, short-term shock transmission and volatility spillovers across countries were found to be limited. On the other hand, it was determined that there was a two-way volatility transmission between the Turkish and Brazilian markets, and these effects had a dampening effect on existing volatilities. Furthermore, there was a one-way transmission of past shocks from the BIST 100 market to the IBOV market. However, the generally positive correlation between stock market indices suggests that these markets are affected by similar dynamics. These findings demonstrate strong long-term financial integration among emerging markets and suggest that international volatility relationships should be considered in investment decisions.

**Keywords:** Business, Volatility, Volatility Spillover, DCC-GARCH, Diversification

## 1. GİRİŞ

1960'lı yılların başında, sermaye akımlarının yalnızca ülkeler arasındaki faiz oranı farklılıklarından kaynaklandığı düşünölmekteydi. Buna göre bir ölkedeki faiz oranı diğer ölkeye kıyasla daha yüksek olduğunda sermaye, faiz oranının daha düşük olduğü ölkeden daha yüksek faiz sunan ölkeye doğru akacak ve bu süreç iki ölkenin faiz oranları dengelenene kadar devam edecekti. Geleneksel teori, sermaye akımlarının düşük faizli ölkelerden yüksek faizli ölkelere doğru tek yönlü hareketini açıklayabilmekteydi. Ancak modern sermaye piyasası teorisiyle, sermaye akımları karşılıklı ve piyasanın dinamik yapısı ile açıklanmaya başlanmıştır (Melvin ve Norrbin, 2016: 185-186). Modern finans teorisi, sistematik olmayan risklerin portföy çeşitlendirmesiyle kontrol edilebilen bir risk olduğünü belirtmektedir (Medetoğlu ve Saldanlı, 2019: 1192). Pay senetlerinin çeşitlendirilmesi yoluyla riski azaltmak, eskiden beri kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde yatırımlar, birden çok finansal ürün ya da reel ticaret alanına bölüştürölerek çeşitlendirme uygulanmaktaydı. Modern finans anlayışı, özellikle Markowitz'in katkılarıyla, risk faktörünün ölçülebilmesini sağlayarak risk ile getiri arasındaki ilişkiyi ortaya koymuş ve beklenen getiri düzeyi karşısında riskin en düşük seviyeye indirilebilmesine imkân tanıyan bir analiz yöntemi geliştirmiştir. Bu yaklaşımda asıl amaç, kovaryansları düşük olan pay senetlerinin bir araya getirilmesiyle portföyde yer alan pay senetlerinde yaşanabilecek farklı fiyat davranışlarından yararlanarak olası kayıpları telafi etmektir (Altay, 2021: 299). Ayrıca modern finansal yaklaşımda; risk, likidite koşulları, yatırımcı tercihleri, bilgi asimetrisi ve davranışsal finans gibi unsurların sermaye akımlarını şekillendirdiği öne sürölerek geleneksel teoriye göre daha geniş bir çerçeve ortaya koymuştur (Geambaşu vd., 2013). Bu bağlamda sermaye akımlarının yönünü belirleyen temel unsurlardan biri de risk algısıdır. Risk algısının oluşmasında önemli bir belirleyici olan 'Kredi Derecelendirme Kuruluşları', finansal, ekonomik ve politik göstergeleri dikkate alarak ölkeler ve şirketler ile ilgili risk değerlendirmelerde bulunmaktadır. Bu değerlendirmeler sonucunda ölkeler ve şirketlere kredi notları atamakta ve sermaye akımlarını etkileyebilecek nitelikte görüşler sunmaktadırlar. Bu durum yatırımcıların risk algılarını doğrudan etkileyerek sermaye hareketlerinin yönünü belirlemede etkin bir rol oynamaktadır (Değer, 2019: 2).

Sermayenin tabana yayılmasına ve tasarrufların artmasına olanak sunan sermaye piyasaları ve bunun merkezi sayılabilecek borsalar, ölkelerin ekonomilerinin gelişimlerinde önemli bir rol üstlenmektedir. Borsalar, ekonomik kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılmasına imkan tanıyarak bununla birlikte, yatırımların çeşitlendirilmesine ve verimli bir şekilde yönlendirilmesini sağlamaktadır (Uluslan Polat, 2014: 2). Bununla birlikte, birçok ölkenin pay senedi piyasalarının liberalleşmesi görece yeni bir gelişmedir. Geçmişte, liberalleşmenin olmadığı dönemlerde yabancı yatırımcıların yerel pay senedi almasına, yerel yatırımcıların ise uluslararası piyasalardan pay senedi satın almasına yasal olarak izin verilmemekteydi. Ancak 1980'lerin sonlarından itibaren küreselleşme süreciyle birlikte bu kısıtlamalar kaldırılmaya başlanmış ve birçok ölkenin pay senedi piyasası liberalleşmiştir (Melvin ve Norrbin, 2016: 194). Liberalleşmeyle beraber sermaye piyasaları, ulusal sınırları aşarak daha geniş ekonomik alanlar oluşturması ile birçok uluslararası sermaye piyasası ile etkileşim içindedir. Ekonomik entegrasyonlar ve teknolojik gelişmeler, ölkelerin ekonomilerinin sadece iç dinamikler ile değil bununla birlikte dış etkilerin de dikkatle ele alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Özellikle ölkelerin borsalarındaki yasal kısıtlamaların kaldırılmasıyla, ölkelerin ekonomilerinin yakınlaşmasına ve ölkelerin ekonomilerinde etkileşimin artmasına neden olmuştur. Bu etkileşim, ekonomik avantajların beraberinde bazı dezavantajlara da neden olabilmektedir. Öyle ki bir ölkedeki reel ve finansal piyasalardaki yaşanabilecek krizin veya belirsizliklerin, diğer ölkelere olumsuz yansımalarını mümkün kılmaktadır (Coudert vd., 2015). Pay piyasalarında yaşanan herhangi bir olumsuz haber karşısında diğer piyasalarında etkilenmesi ve bu piyasalarda

şok etkisi yaratması finansal piyasaların liberalleşmesinin bir gerçeğidir. Özellikle bir pay senedi piyasasında başlayan bir volatilité diğer pay piyasasını volatilitésini etkilemesi söz konusudur buna volatilité yayılması denilmektedir. Volatilité yayılımının etkisi gelişmekte olan piyasalarda, gelişmiş piyasalara göre daha fazladır. Gelişmekte olan piyasalardaki şok etkisinin daha fazla olmasının nedeninin, ekonomik faktörlerden ziyade daha çok finansal istikrarsızlıkla alakalıdır (Wang, 2017: 798). Gelişen ülke ekonomilerinin yüksek büyüme oranları ve dünya ekonomilerindeki paylarındaki artışlar gibi birçok faktör yatırımcılar için gelişen piyasalara olan ilgiyi sürdürmektedir (Demiralay ve Bayraci, 2015). Bu durumdan kaynaklı, yatırımcıların ve ülkelerin ekonomilerinin olumsuz yansımaların etkilerini sınırlandırmak ve sistematik olmayan riskleri engelleyebilmek için ülkelerin sermaye hareketlerini ve dinamiklerini anlamak son derece önemlidir.

Bu çalışmada, 03 Ocak 2017 - 28 Şubat 2025 dönemine ait günlük veriler kullanılarak BİST 100 (Türkiye), IBOV (Brezilya) ve RTSI (Rusya) endeksleri arasındaki volatilité yayılımı incelenmektedir. Coğrafi olarak uzak olmalarına rağmen ekonomik açıdan benzerlikler taşıyan Türkiye ve Brezilya'nın finansal ilişkileri literatürde nadiren incelenmiştir. Bununla birlikte Türkiye ve Rusya arasındaki, doğal gaz ticareti, turizm sektöründeki, ekonomik bağlantılar, büyük altyapı projeleri ve ilişkiler üzerinden şekillenirken, literatürde bu ilişkilerin finansal piyasalara etkisi üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır. Söz konusu üç gelişmekte olan piyasada yaşanan şokların birbirlerine nasıl yansıdığı ve hangi piyasanın diğer piyasalar üzerinde daha belirleyici bir rol aldığı araştırılmaktadır. Çalışmada DCC-GARCH modeli kullanılarak söz konusu piyasalar arasındaki volatilité aktarımları, şokların kalıcılığı ve dinamik korelasyon yapısı incelenerek yatırımcıların portföylerini çeşitlendirmede hangi piyasalardan faydalanabilecekleri ve risk yönetim stratejilerini nasıl şekillendirebilecekleri değerlendirilmiştir.

Bu kapsamda çalışma şu araştırma sorularına odaklanmaktadır:

- (i) Türkiye, Brezilya ve Rusya arasında volatilité yayılımı nasıl gerçekleşmektedir?
- (ii) Küresel şoklar, bu üç piyasa arasındaki volatilité bağlantılarını güçlendirmekte midir?
- (iii) Bu volatilité ilişkileri, yatırımcıların portföy çeşitlendirme imkanlarını artırmakta mıdır?

Bu araştırma soruları, literatürde çoğunlukla iki piyasa arasındaki ilişkileri ele alan çalışmalara kıyasla daha geniş bir perspektif sunmakta ve üç önemli gelişmekte olan piyasanın birlikte değerlendirilmesiyle literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmaktadır.

## 2. LİTERATÜR

Volatilité yayılımı konusunda yapılan uygulamalı çalışmalar, hem ulusal ekonomilerde yer alan farklı finansal piyasalar ve göstergeler arasındaki etkileşimleri hem de uluslararası piyasalardaki karşılıklı etkileşimleri analiz etmek için kullanılmıştır. Bu çalışmalar, özellikle pay senedi piyasaları, döviz piyasaları, tahvil piyasaları, emtia piyasaları gibi çapraz piyasalar arasındaki volatilité aktarımlarını inceleyerek, bir piyasada meydana gelen şokların diğer piyasalar üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır.

Ülke piyasalarının volatilité yayılımlarını inceleyen ampirik çalışmalar, finansal şokların ve volatilité değişimlerinin gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler arasındaki etkileşimleri nasıl şekillendirdiğine dair önemli bilgiler sunmaktadır. Bu çalışmalar, ülkeleri ikili gruplar hâlinde ele alarak finansal kriz dönemlerinde piyasalar arası etkileşimleri, şokların yayılma hızını ve volatilité dinamiklerini incelemektedir. Aşağıda benzer çalışmaların temel bulguları özetlenmiştir.

Korkmaz ve Çevik (2009), çalışmalarında GJR-GARCH yöntemini kullanarak zımnî volatilité endeksi (VIX)'nin gelişmekte olan 15 ÷lkenin pay senedi piyasaları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmanın bulguları, volatilité endeksinin Arjantin, Brezilya, Tayland, Malezya, Türkiye, Meksika, Peru, Macaristan, Şili, Polonya ve Endonezya gibi ÷lkelerde pay senedi piyasalarını etkileyerek volatilitéyi artırdığını göstermektedir. Ayrıca piyasalara gelen kötü haberlerin volatilitéyi daha güçlü biçimde yükselttiği tespit edilmiştir.

Huang (2011) çalışmalarında TWSI (Tayvan bileşik pay senedi endeksi) ve NASDAQ endeksleri arasındaki volatilité yayılımını Dalga analizi ve BEKK GARCH yöntemlerini kullanarak incelemiştir. Çalışmanın bulgularına göre, NASDAQ getirilerinin, ham verilerde TWSI hareketlerini güçlü şekilde tahmin ettiğini göstermekte fakat dalga tabanlı çoklu çözünürlük analizine göre tahmin gücünün her zaman ölçüğünde eşit dağılmadığını ortaya koymaktadır. Getiri ve volatilité yayılımlarının yönü ve büyüklüğü zaman ölçeklerine göre önemli ölçüde değişmektedir.

Horvath ve Poldauf (2011), çalışmalarında 11 gelişmiş ve gelişmekte olan ÷lke arasında finansal kriz öncesi ve sonrasındaki piyasa hareketliliğini, ÷lkeler arası sektörel bazda pay senedi etkileşimlerini ve volatilité yayılımını incelemiştir. Almanya, Avustralya, Brezilya, Kanada, Çin, Japonya, Hong Kong, Rusya, Güney Afrika, Birleşik Krallık ve Amerika'nın yer aldığı araştırmada borsa endeksleri kullanılarak çok değişkenli GARCH modeli uygulanmıştır. Analizden elde edilen bulgulara göre, bazı borsalar arasında yüksek korelasyonlar gözlemlenirken bazıları arasında bu ilişkinin daha zayıf olduğunu göstermekte; ayrıca koşullu korelasyonların 2008–2010 küresel finansal krizi döneminde belirgin biçimde arttığına işaret etmektedir.

Harju ve Hussain (2011) çalışmalarında ABD, İngiltere ve Almanya pay senedi piyasalarının volatiliteleri arasındaki ilişkiyi VAR-EGARCH modeli ile incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre ABD pay senedi piyasasının, İngiltere ve Almanya pay senedi piyasalarını etkilediğini belirlemişlerdir. Ayrıca, İngiltere ve Almanya pay senedi piyasalarının gün içi yayılma etkilerini tespit etmişlerdir. Son olarak, ABD pay senedi piyasasının, eş zamanlı olarak İngiltere ve Almanya pay senedi piyasalarını etkilediği sonucuna varmışlardır.

Diebold ve Yılmaz (2012) çalışmalarında ABD piyasaları arasında volatilité yayılma etkilerini incelemek için “*Varlıklar Arası Volatilité Bağlantısı*” Yaklaşımını kullanmışlardır. Çalışmada pay senedi, tahvil, döviz ve emtia piyasaları ele alınmıştır. 1999-2010 arasındaki günlük verilerle yapılan analizde, volatilité yayılma etkilerinin genellikle benzer olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, subprime krizinin yaşandığı dönemde, ABD pay senedi piyasasından diğer piyasalara önemli bir volatilité geçişi gözlemlenmiştir.

Çetinkaya ve Altay (2012) çalışmalarında 1990 sonrası dört büyük küresel krizin Borsa İstanbul'un volatilitésine etkilerini, ARMA-EGARCH modelleri kullanılarak incelemişlerdir. Bu analiz sonucunda, Meksika, Güneydoęu Asya ve Rusya krizlerinin, Borsa İstanbul'un koşullu varyansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkileri olduğunu, bu durumun bulaşıcılık etkileri yarattığını ve krizlerin Borsa İstanbul'u etkilediği tespit edilmiştir.

Kumar (2013) çalışmasında Hindistan, Brezilya ve Güney Afrika (IBSA) ÷lkelerinde döviz kurları ile pay senedi fiyatları arasındaki getiri ve volatilité yayılımlarını incelemiş; pay senedi ve döviz piyasaları arasındaki entegrasyonu ortaya koyarak bu ÷lkelerde iki yönlü volatilité yayılımlarının varlığını tespit etmiştir. Çalışmada VAR yöntemi ile Diebold ve Yılmaz tarafından önerilen yeni yayılım ölçütü kullanılmış ve elde edilen bulgular BEKK-GARCH modeli aracılığıyla karşılaştırılmıştır.

Nazlıoğlu vd. (2015) alışmalarında Dow Jones İslami pay senedi ile Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ve Asya'daki u konvansiyonel borsa arasında 2008 öncesi ve sonrası kriz dönemlerinde volatilitte yayılımını varyans nedensellik yöntemiyle incelenmiştir. İlk dönemde kısa vadeli volatilitte, ikinci dönemde ise uzun dönemli volatilitte hakim olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca, İslami pay senedi piyasası her iki dönemde petrol fiyatı ve ABD ekonomi politikası belirsizlik endeksinden ziyade, risk faktörlerinin meydana getirdiği şoklara tepki vermiştir.

Dedi ve Yavaş (2016) alışmalarında Almanya, Birleşik Krallık, Çin, Rusya ve Türkiye ait pay senedi piyasası getiri ve volatilitte yayılımları arasındaki bağlantılar incelenmiştir. Birden fazla değişkenin birbirleriyle olan ilişkisini incelemek için MARMA, volatilitteyi modellemek ve asimetrik etkileri ortaya koymak için GARCH ve EGARCH, son olarak riskin getiriler üzerindeki etkileri ortaya koymak için M-GARCH modelleri kullanılmıştır. lkeler arasında anlamlı ilişkiler gözlemlenmiş ve güçlü volatilitte yayılımlarının varlığı tespit edilmiştir.

Kang vd. (2017) alışmalarında Brezilya, Çin, Endonezya, Kore, Malezya, Filipinler, Rusya, Güney Afrika ve Tayland olmak üzere dokuz gelişen lkenin CDS verileri ile DECO-GARCH modeli kullanılarak, volatilitte yayılımları incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, 2007 Finansal krizden sonra söz konusu ülkelerde, volatilitte yayılım etkisinde ve gelişen piyasalar arasındaki etkileşimde bir artış olduğu sonucuna varmışlardır.

Liu vd. (2017) alışmasında S&P 500 ve MICEX borsa endeksleri ile WTI petrol fiyatları arasındaki volatilitte yayılımlar çok değişkenli BEKK-GARCH ile dalgalet analizi yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada, S&P 500 ve MICEX borsa endeksleri ile WTI petrol fiyatları arasındaki volatilitte bağlantılarının farklı dönemlerde değiştiği, özellikle kriz süreçlerinde daha güçlü bir volatilitte yayılımı gözlemlendiğini, kriz öncesi ve sonrası dönemde ise daha düşük bir etkileşim olduğu tespit edilmiştir.

Kırkulak vd. (2017) alışmalarında Suudi Arabistan, Mısır, İsrail ve Türkiye ait pay senedi getirilerinin oynaklık yayılımı BEKK-GARCH ve DCC-GARCH modelleri kullanılarak incelenmiştir. Bulgular göre, Mısır pay senedi piyasasındaki oynaklığın, Türkiye, Suudi Arabistan ve İsrail piyasalarındaki pay senedi getiri oynaklıklarını, devrim sonrası dönemde negatif yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Bozma ve Başar (2018) alışmalarında 2011 Ocak ile 2016 Aralık arasındaki günlük veriler ile BEKK-GARCH modelini kullanarak, Türkiye, Romanya, Polonya, Macaristan ve Ukrayna'nın pay senedi piyasaları arasındaki volatilitte iletimini incelemişlerdir. Elde edilen bulgulara göre, BIST 100 endeksinin yalnızca kendi volatilittesinden değil, aynı zamanda Polonya ve Macaristan borsa piyasalarındaki volatiliteden de etkilendiğini ortaya koymuştur.

elik vd. (2018) alışmalarında NIMPT olarak adlandırılan beş lke (Nijerya, Endonezya, Meksika, Filipinler ve Türkiye) arasındaki getiri ve volatilitte yayılımları incelenmiştir. Analiz, çok değişkenli VAR-EGARCH modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. NIMPT lkeleri arasındaki korelasyon seviyesinin, uluslararası portföy çeşitlendirmesine uygun olarak düşük olduğu gözlemlenmiştir.

elik vd. (2018) alışmalarında ABD ile Endonezya, Malezya ve Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerdeki İslami pay senedi endeksleri arasındaki getiri ve volatilitte yayılımları VAR(4)-EGARCH(1,1) modeli kullanılarak incelenmiştir. Analiz sonucuna göre, gelişmiş ve gelişmekte olan lkeler arasında asimetrik ve çok yönlü bir getiri ve volatilitte yayılımı tespit edilmiştir. Ayrıca, Türkiye İslami endeksine doğru gelişmekte olan piyasalardan herhangi bir getiri yayılımı olmadığı ve Türkiye'nin gelişmekte olan piyasalar arasında en az volatilitte kalıcılığına sahip olduğu bulunmuştur.

Yaşar Akçalı vd. (2019) çalışmalarında Türkiye’de faiz, enflasyon ve döviz kuru arasındaki bulaşıcılık etkisini ARMA-EGARCH modeli kullanarak incelenmiştir. Değişkenler arasındaki şokların karşılıklı bulaşıcılığı, koşullu değişkenlik üzerindeki etkileri ve asimetrik özellikler analiz edilmiştir. Bulgulara göre faiz oranları, enflasyon ve döviz kuru arasındaki şokların koşullu değişkenlik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulaşıcılık etkiler yarattığını ortaya koymuşlardır.

Vardar ve Aydoğan (2019) çalışmalarında Bitcoin’in Türkiye bağlamında pay senetleri, tahviller ve döviz kurları ile arasındaki getiri ve oynaklık geçişlerini VAR-BEKK GARCH modeli kullanılarak incelenmiştir. Sonuç olarak, tahvil piyasasından Bitcoin piyasasına doğru pozitif tek yönlü getiri yayılımı olduğunu ortaya koymaktadır. Şok ve oynaklık yayımları açısından ise Bitcoin ile diğer tüm finansal varlık sınıfları arasında (ABD Doları dövizkuru hariç) çift yönlü şok ve oynaklık yayılım etkileri olduğuna dair güçlü kanıtlar bulunduğu ortaya konulmuştur.

Yaşar Akçalı vd. (2019) çalışmalarında Borsa İstanbul Endeksi (BİST-100) ile küresel finansal piyasaları temsil eden EMBI, DJI, DXY, VIX ve Brent Petrol fiyatları arasındaki volatilité etkileşimi DCC-GARCH modeli kullanarak incelenmiştir. Bulgular göre, BİST-100 ile küresel değişkenler arasında kalıcı volatilité etkileri ve yoğun volatilité kümelenmeleri olduğunu tespit edilmiştir.

Kılıç (2021) çalışmasında altının ölçülebilir risk algısının altın fiyatları üzerindeki volatilité yayılım etkisini DCC-GARCH modeli kullanarak incelenmiştir. Bulgulara göre, altın risk, altın spot ve altın vadeli değişkenlerinin volatilitésinin kalıcı olduğu ve altın riskinden, altın spot ve altın vadeliye doğru tek yönlü volatilité etkileşimi bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, altın spot ile altın vadeli arasında karşılıklı volatilité yayılımı gözlemlenmiştir.

Zhu ve Cao (2023) çalışmalarında COVID-19 pandemisi öncesi ve sonrasında ABD ve Çin borsa endeksleri arasındaki oynaklık ilişkisi DCC- GARCH modeli kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada CSI 300, Şanghay Bileşik, S&P 500 ve Dow Jones endekslerinin 2 Ocak 2018 ile 4 Ocak 2022 arasındaki günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır. Bulgulara göre COVID-19 döneminde Çin ve ABD borsa endeksleri arasındaki oynaklık etkileşiminin belirgin biçimde güçlendiğini fakat zamanla istikrarlı bir hâle gelerek yavaşça zayıfladığını göstermektedir.

Danila (2023) çalışmasında ASEAN-5 ve GCC ülkelerinde döviz piyasaları ile geleneksel ve İslami pay senedi piyasaları arasındaki ilişkiyi GARCH-BEKK ve GARCH-DCC modelleriyle incelenmiştir. Malezya’da çift yönlü, Endonezya, Singapur, Tayland ve Bahreyn’de tek yönlü oynaklık etkisi bulunduğunu, Filipinler, Suudi Arabistan ve BAE’de ise böyle bir etkinin görülmediğini, ayrıca geleneksel ve İslami endeksleri arasında yüksek pozitif korelasyonun portföy çeşitlendirme avantajı sunmadığı ortaya konulmuştur. Bununla birlikte döviz ve pay senedi piyasalarının tüm ülkelerde çeşitlendirme imkânı sağladığı tespit edilmiştir.

Sun vd. (2023) çalışmalarında Shanghai Composite, Dow Jones, FTSE 100, DAX ve Nikkei endeks verilerini kullanarak DCC-GARCH yöntemiyle Çin, ABD, İngiltere, Almanya ve Japonya borsaları arasındaki dinamik ilişkiler incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, bu piyasalar arasında güçlü korelasyonlar bulunduğunu ve özellikle FTSE ile DAX endekslerinin 0.96 gibi oldukça yüksek bir ilişki düzeyine sahip olduğunu tespit edilmiştir.

Matar (2023) çalışmasında GCC ve Ürdün (ASE) pay senedi piyasaları arasındaki ilişkilerin varlığı incelenmiştir. 2009–2020 dönemine ait haftalık pay senedi endeksi verileri kullanılarak VECM ve DCC-GARCH yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre piyasalar arasında hem tek yönlü hem çift yönlü nedensellik ilişkileri olduğunu ve koşullu

korelasyonların genellikle negatif olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Suudi Arabistan'ın ASE ile en yüksek etkileşime sahip piyasa olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmada, Türkiye ile Brezilya ve Rusya arasındaki volatilité etkileşimleri DCC-GARCH modeli kullanılarak incelenmiştir. Çalışma, literatürde genellikle tek ülke veya ikili piyasa analizlerinin yer aldığı dikkate alındığında, üç ülke arasındaki dinamik ilişkiyi bütüncül bir yapıda ele alması bakımından özgün bir katkı sunmaktadır. Ayrıca seçilen ülkelerin biri bölgesel (Rusya), diğerleri ise küresel ölçekte etkili olması nedeniyle, zamanla değişen korelasyonların hem küresel hem de bölgesel şoklar ışığında yorumlanması literatüre ek bir değer kazandırmaktadır.

### 3. YÖNTEM

Küreselleşme olgusu ve teknolojik gelişmeler ile yatırımcıların farklı finansal piyasalarda yatırımlarını artırması, bu piyasalar arasındaki etkileşime neden olmaktadır. Bu açıdan varlık fiyatlamasının oluşumunu anlamak, portföy yönetimini etkin kullanmak ve risklerin değerlendirmesini doğru yapabilmek için piyasaların volatilitésini ve aralarındaki korelasyonları anlamak önemli olmaktadır. Volatilitenin modellenmesinde, Engle (1982) tarafından geliştirilen ARCH modeli ve Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen GARCH modeli, tek değişkenli modeller olmasından dolayı, piyasalar arası dinamik etkileri anlamakta zayıf kalmıştır (Özdemir Höl ve Akkuş, 2021: 361). Tek değişkenli volatilité modellerinin eksikliğini tamamlayan, finans ve ekonomi ile ilgili farklı değişkenler arasındaki eşanlı hareketleri ve risk aktarımlarını inceleme olanağı sunan çok değişkenli GARCH (MV GARCH) modelleri geliştirilmiştir (Ringim vd., 2022: 4). Bollerslev, Engle ve Wooldridge (1998) tarafından geliştirilen Vektör GARCH (VEC-GARCH) modeli, tek değişkenli GARCH modelinin çok değişkenli bir spesifikasyonun genelleştirilmiş halidir. Ancak VEC-GARCH modeli, koşullu kovaryans matrisinin pozitif kesinliğini garanti etmediğinden, bu sorunu gidermek amacıyla Baba, Engle, Kraft ve Kroner (1990) tarafından önerilen ve daha sonra Engle ve Kroner (1995) tarafından geliştirilen BEKK-GARCH modeli ortaya konulmuştur. Öte yandan, Bollerslev (1990) çok değişkenli GARCH modellerinin çözümünde, koşullu varyansların yanı sıra koşullu korelasyonları da dikkate alan, çok değişkenli bir model olan, Sabit Koşullu Korelasyonlar (CCC-GARCH) modelini önermiştir (Bauwens vd., 2006: 88). Son olarak, Christodoulakis ve Sanchel (2002), Engle (2002) ile Tse ve Tsui (2002), tarafından CCC- GARCH modelinin genişletilmiş hali, yani koşullu korelasyon matrisinin, zamana bağlı değişen versiyonu olan 'Dinamik Koşullu Korelasyon' (DCC- GARCH) geliştirilmiştir. DCC-GARCH modeli, basit spesifikasyon kullanılarak, yüksek frekanslı ve çok fazla değişkenli veri seti analizleri için kullanılabilir (Bauwens vd., 2006: 89).

Bu çalışmada, DCC-GARCH modelinin tercih edilmesinin temel nedeni, farklı piyasalar arasında ortaya çıkan volatilité etkileşimlerini ve risk yayılımlarını etkin bir şekilde analiz edebilmesidir. Ayrıca bu model, varlık getiri oranları arasındaki korelasyonların zaman içinde nasıl değiştiğine dair bilgi sunarak, piyasaların dinamik ilişki yapısının daha doğru bir şekilde incelenmesine olanak tanımaktadır. Engle (2002), tarafından geliştirilen DCC GARCH modeli iki aşamalı tahmin edilmektedir.

İlk aşamada, Bollerslev (1986), tarafından geliştirilen GARCH (1,1) denklemi, her bir değişken için kurulmaktadır. Bu aşamada standartlaştırılmış artıklar elde edilmektedir.

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (1)$$

Denklem 1' de,  $\sigma_t^2$  koşullu varyansı,  $\omega$  sabit parametresini,  $\alpha_1$  ARCH parametresini ve  $\beta_1$  ise GARCH parametresini ifade etmektedir. ARCH, geçmiş şokların mevcut volatilitéye etkilerini; GARCH ise geçmiş volatilitenin mevcut volatilitéyi ne kadar etkilediğini ve kalıcılığını ortaya koymaktadır. Ayrıca parametrelerin,  $\alpha_1 + \beta_1 < 1$  koşulunu sağlamaları gerekmektedir

İkinci aşamada ise, DCC modeliyle korelasyon matrisi tahminini yapabilmek için aşağıda gösterilen denklemler kurulmaktadır.

$$H_t = D_t R_t D_t \quad (2)$$

$$D_t = \text{diag}(\sqrt{h_{11,t}}, \dots, \sqrt{h_{nn,t}}) \quad (3)$$

$$R_t = \text{diag}(Q_t)^{-1/2} Q_t \text{diag}(Q_t)^{-1/2} \quad (4)$$

$$Q_t = (1 - \theta_1 - \theta_2) \bar{Q} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} \varepsilon_{t-1}' + \theta_2 Q_{t-1} \quad (5)$$

Denklemlerde,  $H_t$  koşullu varyans matrisini,  $D_t$  baş köşegende yer alan koşullu standart sapmaları kapsayan diyagonal bir matrisi,  $R_t$  koşullu korelasyon matrisini,  $h_{iit}$  koşullu varyansı,  $Q_t$  simetrik pozitif matrisi,  $\bar{Q}$  koşullu olmayan korelasyon matrisini,  $\varepsilon_{t-1}$  standartlaştırılmış artıkları ve  $\theta_1, \theta_2$  dinamik koşullu korelasyonları ifade etmektedir. Dinamik koşullu korelasyon parametreleri;  $0 \leq \theta_1 + \theta_2 < 1$  koşulunu sağlamalıdır (Engle, 2002: 341-342).

$$\rho_{i,j,t} = \frac{q_{i,j,t}}{\sqrt{q_{i,i,t}q_{j,j,t}}} \quad (6)$$

Denklem 6'da  $\rho_{i,j,t}$  korelasyonu tahmin eden parametreyi,  $q_{i,j,t}$  pozitif tanımlı ve yarı pozitif tanımlı matrisin ağırlıklı ortalamasını ifade etmektedir.  $\theta_1 + \theta_2 < 1$ , koşulunu sağladığında ortalamaya dönmekte ve koşullu korelasyon parametreleri değerlendirilmektedir (Cavlak, 2023: 53).

DCC-GARCH modelinin parametreleri,  $\max_t = \sum_{t=1}^T l_t(\theta)$  şeklindeki log-olabilirlik fonksiyonunun (Log Likelihood Function) maksimize edilmesiyle tahmin edilmektedir. Log-olabilirlik fonksiyonu ise denklem (7)'de gösterilmektedir (Engle, 2002).

$$l_t(\theta) = -\frac{1}{2} \log(2\pi) - \frac{1}{2} \log(H_t) - \frac{1}{2} \varepsilon_t' H_t^{-1} \varepsilon_t \quad (7)$$

Bu aşamada, tahmin için BFGS algoritması kullanılmış ve Winrats programlama dili tercih edilmiştir.

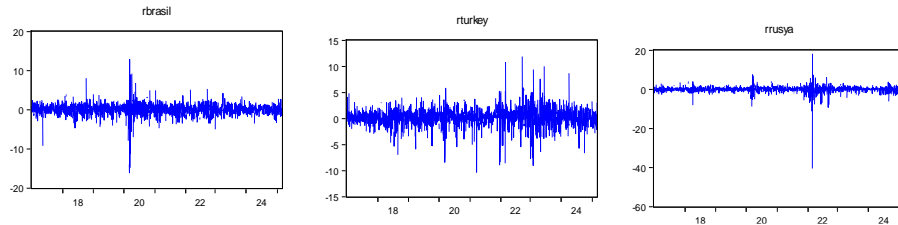
#### 4. VERİ VE AMPİRİK BULGULAR

03 Ocak 2017 - 28 Şubat 2025 tarihleri arasında BİST 100 (Borsa İstanbul), IBOV (Bovestpa Borsası) ve RTSI (Rusya Borsası) pay endekslerinin her birine ait 1696 kapanış fiyatı seçilmiştir (veri kaynağı: investing.com). Zaman serilerini durağan hale getirmek amacıyla fiyatlar logaritmik fark yöntemiyle günlük getirilere dönüştürülmüştür.

$$R_t = 100 * \text{Log}\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (8)$$

Burada;  $R_t$ , t zamandaki getiriye ifade etmektedir.  $P_t$ , t zamandaki fiyatı ve  $P_{t-1}$  ise t zamana ait bir gün önceki fiyatı ifade etmektedir. BİST 100, RTSI ve IBOV endekslere ait getiri

serileri, tanımlayıcı istatistikleri ve birim kök testleri sırasıyla Şekil 1, Tablo 1 ve Tablo 2’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Endekslere Ait Getiri Serilerinin Zaman İçindeki Değişimi

Not: Bu grafikler, yazar tarafından oluşturulmuştur

Şekil 1. Brezilya'nın IBOV, Rusya'nın RTSI ve Türkiye'nin BIST 100 endekslerine ait getiri serilerinin volatilité davranışları incelenmiştir. Endekslere ait tüm serilerde volatilitenin zaman içinde kümelendiği, yani düşük volatilité dönemlerinin yine düşük volatilité ile, yüksek volatilité dönemlerinin ise yüksek volatilité ile sürdüğü gözlemlenmiştir. Özellikle Getiri serilerinde, 2020 pandemisinin yaşandığı dönemde ve 2022 yılında ciddi anlamda yüksek volatilité yaşandığı görülmektedir. Ayrıca bölgesel gerilimin tırmandığı 2022 yılında, RTSI ve BİST 100 endekslerinde ciddi bir volatilitéye sebep olmuştur.

Tablo 1. Zaman Serilerinin Betimsel Tanı Testleri

	Bist 100 Endeksi	RTSI Endeksi	IBOV Endeksi
<b>Ortalama</b>	0.149422	0.019855	0.042245
<b>Medyan</b>	0.198180	0.094092	0.092876
<b>Maksimum</b>	11.90516	18.26195	12.88660
<b>Minimum</b>	-10.30675	-40.46744	-16.11960
<b>Standart Sapma</b>	1.816886	1.809931	1.596503
<b>Çarpıklık</b>	-0.263930	-6.469157	-1.310416
<b>Basıklık</b>	8.992644	159.0437	23.11700
<b>Jarque-Bera</b>	2557.456	1732537.	29083.76
<b>Observation</b>	1696	1696	1696
<b>ARCH-LM (5)</b>	0.0000*	0.0000*	0.0000*

Not: Bu tablo yazar tarafından oluşturulmuştur. \* p=0,01 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Endeks getirilerine ait tanı testleri istatistiklerine göre, Türkiye (BIST 100) getiri serisi, en yüksek ortalamaya sahipken, Brezilya (IBOV) ve Rusya (RTSI) daha düşük ortalama değerlere sahiptir. Ayrıca endekslerin tamamının, sola çarpık dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Bu durum serilerde, yüksek volatilité ve uç değerlerin varlığını göstermektedir. En yüksek sola çarpıklık değeri RTSI endeksinin getiri serisine aittir. Jarque-Bera testi sonuçlarına göre, tüm endeksler normal dağılımdan sapmaktadır. Getiri serilerinin basıklık değerleri incelendiğinde, dağılımın normal dağılıma kıyasla daha sivri (leptokurtik) bir yapı sergilediği ve bu durumun Jarque-Bera testi sonuçlarıyla tutarlı olduğu görülmektedir.

Finansal zaman serilerinde, hata karelerinin geçmiş değerleri ile arasındaki ilişkinin olup olmadığını test etmek için ARCH-LM testi yapılmıştır. Bu test kapsamında kurulan sıfır hipotezi ( $H_0$ : Seride ARCH etkisi yoktur), tüm zaman serileri için yapılan analizlerde p değerinin '0.000' çıkması nedeniyle reddedilmiştir. Bu sonuç, serilerde istatistiksel olarak anlamlı ARCH etkilerinin bulunduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, serilerin volatilité kümelmesi özelliği taşıdığı ve GARCH modelleri ile modellenmeye uygun bir yapıda olduğu sonucuna varılmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde ise betimleyici test istatistiğine ve ARCH-LM testi sonuçlarına göre IBOV, RTSI ve BİST 100 endeksinin tipik zaman serisi özelliği taşıdığı söylenebilir.

**Tablo 2.** IBOV, RSTI ve BIST-100 endekslerine Ait ADF ve PP Birim Kök Testleri

Test	IBOV(t-stas./prob.)	RSTI(t-stas./prob.)	BIST 100(t-stas./prob.)
PP Test(Düzeyle)	-2.0974/0.2459	-1.7735/0.3940	1.0557/0.9972
PP Test(Log. Fark)	-43.2572/0.0001***	-42.9580/0.0000***	-40.3864/0.0000***
ADF Test (Düzeyle)	-2.0280/0.2748	-1.7735/0.3940	1.03968/0.9970
ADF Test (Log. Fark)	-43.2375/0.0001***	-42.9580/ 0.0000***	-40.3936/0.0000***

Kaynak: 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*, 74(366), 427–431. Phillips, P. C. B., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335–346. (\*) %10 anlamlılık düzeyinde anlamlı. (\*\*) %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı. (\*\*\*) %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Tablo 2. IBOV, RSTI ve BIST-100 endeksleri için birim kök testlerinin (PP ve ADF testleri) sonuçlarını göstermektedir. Üç endeksin getiri serilerine ait test istatistiklerine göre p-değerlerinin tamamı 0.01'den küçük anlamlıdır. Bu sonuç getiriler bazında serilerin durağan olduğunu göstermektedir.

**Tablo 3.** BİST 100, IBOV ve RTSI Endekslerine ait DCC-GARCH Modeli Sonuçları

Parametre	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	p-değeri
$\gamma_1$	0,060477837	0,017429342	3,46989	0.00052068*
$\gamma_2$	0,019124482	0,008187513	2,33581	0.01950110*
$\gamma_3$	0,046998533	0,012665119	3,71086	0.00020655*
$\phi_{11}$	0,037492667	0,008596011	4,36164	0.00001291*
$\phi_{12}$	0,005400671	0,003378452	1,59856	0,10991753
$\phi_{13}$	0,004996514	0,004556843	1,09649	0,27286627
$\phi_{21}$	0,000236863	0,001712022	0,13835	0,88996166
$\phi_{22}$	0,045229229	0,007369288	6,13753	0.00000000 *
$\phi_{23}$	0,002237643	0,00314213	0,71214	0,47637675
$\phi_{31}$	0,006458145	0,00292254	2,20977	0.02712106*
$\phi_{32}$	0,000545479	0,00084541	0,64522	0,51878186
$\phi_{33}$	0,035050143	0,00711821	4,92401	0.00000085 *
$\delta_{11}$	0,88341845	0,02685782	32,89241	0.00000000 *
$\delta_{12}$	-0,007803003	0,005214579	-1,49638	0,13455405
$\delta_{13}$	-0,017500242	0,009916352	-1,76479	0.07759969***
$\delta_{21}$	-0,000102835	0,006477591	-0,01588	0,98733366
$\delta_{22}$	0,877963596	0,017490916	50,1954	0.00000000*
$\delta_{23}$	-0,001955236	0,010488149	-0,18642	0,85211276
$\delta_{31}$	-0,020114204	0,008362316	-2,40534	0,01615747
$\delta_{32}$	0,00226361	0,002464721	0,9184	0,3584074
$\delta_{33}$	0,888720649	0,020799765	42,72744	0.00000000 *
$\theta_1$	0,027193476	0,009472442	2,8708	0.00409436 *
$\theta_2$	0,93325454	0,023608846	39,52987	0.00000000 *

Log Likelihood: -8567.5466      Shape (Ged): 2.071400864/0.0000000\*

Not: \*%1, \*\*%5, \*\*\* %10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3. BİST 100, IBOV ve RTSI endeks getirilerine ilişkin DCC GARCH modelinin analiz sonuçları gösterilmiştir. BİST 100 endeksini temsil eden,  $\gamma_1$   $\phi_{11}$  ve  $\delta_{11}$  parametreleri, % 1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmaları, BİST 100 zaman serisinin koşullu varyansının,

geçmiş şoklardan ve geçmiş volatiliteden etkilendiğini göstermektedir.  $\phi_{11}$  (ARCH) parametresinin, 0,0375 değerinde bulunması, geçmiş şokların mevcut volatiliteleri sınırlı etkilediğini;  $\delta_{11}$  (GARCH) parametresinin oldukça yüksek değere sahip olması (0,8834) ise geçmiş volatilitenin mevcut volatiliteler üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum volatilitenin piyasada kalıcı olduğunu ve uzun süre devam etme eğiliminde olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca,  $\phi_{11}$  ve  $\delta_{11}$  parametrelerin toplamının yaklaşık 0,92 gibi yüksek bir değer alması, volatilitenin uzun hafızaya sahip bir yapı sergilemektedir ve bu durum, getiri serilerinde volatiliteler kümelenmesinin varlığını işaret etmektedir. Bununla birlikte, söz konusu bu iki parametrenin değerlerinin toplamının 1 değerinden küçük olması, modelin zayıf durağanlık koşulunu sağladığını, modelin yapısının tutarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan, BİST 100 endeksinin sabit varyansını temsil eden  $\gamma_1$  parametresi,  $p < 0,01$  düzeyinde anlamlı bulunması, BİST 100 endeksinde, şok ve koşullu varyans etkilerinden bağımsız olarak, yüksek düzeyde doğal volatiliteler bulunduğunu göstermektedir.

RTSI endeksini temsil eden  $\gamma_2$ , parametresinin % 5 ve  $\phi_{22}$  ve  $\delta_{22}$  parametrelerinin, % 1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmaları, RTSI piyasasının anlık bilgi şoklarından etkilendiğini ve bu piyasada, geçmiş volatilitenin mevcut volatiliteleri etkileyerek kalıcı olduğunu ortaya koymaktadır.  $\phi_{22}$ , parametresinin, 0,0452 değerinde bulunması, önceki dönem şoklarındaki % 1'lik bir artışın, volatiliteleri % 4,52 artırdığını ifade etmektedir.  $\delta_{22}$  parametre değerinin 0,8779 bulunması, volatilitenin kalıcı olduğunu ve uzun süre devam ettiğini ifade etmektedir. Ayrıca  $\phi_{22}$  ve  $\delta_{22}$  parametrelerinin toplamının yaklaşık 0,92 olması, bu piyasada düşük getirilerin düşük getirileri, yüksek getirilerin ise yüksek getirileri takip ettiğini göstermektedir. Bu durum finansal zaman serilerinde sıkça gözlemlenen volatiliteler kümelenmesi yapısına işaret etmektedir.  $\phi_{22}$  ve  $\delta_{22}$  parametreleri toplamının 1 den küçük çıkması, modelin zayıf durağanlık koşulunu sağladığını göstermektedir. RTSI endeksinin sabit varyansını temsil eden  $\gamma_2$  parametresine göre, RTSI endeksinde, dışsal etkilerden bağımsız olarak RTSI piyasasında doğal bir volatilitenin varlığını ortaya koymaktadır.

İBOV endeksine ait  $\gamma_3$ ,  $\phi_{33}$  ve  $\delta_{33}$  parametreleri % 1 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmaları, İBOV piyasasının koşullu varyans dinamiğinin şoklardan geçmiş şoklardan ve geçmiş volatiliteden etkilendiğini ortaya koymaktadır. Ancak geçmiş şokların, mevcut volatiliteler üzerindeki etkisinin % 3,50 olduğunu ve bu durum, volatiliteler de güçlü bir etki oluşturmadığını göstermektedir. Bununla birlikte,  $\delta_{33}$  parametresinin (0,8887), yüksek çıkması geçmiş volatilitenin bugünkü mevcut volatiliteleri güçlü bir biçimde etkilediğini ve İBOV piyasasında volatilitenin kalıcı olduğunu ve dalgalanmaların uzun süre devam ettiğini ortaya koymaktadır. ARCH ve GARCH parametrelerinin toplamının 1 değerinden küçük olması modelin durağanlık koşulunu sağladığını ayrıca, bu piyasada volatiliteler kümelenmesinin varlığını göstermektedir ( $\phi_{33} + \delta_{33} = 0,9237$ ). Öte yandan, İBOV endeksinin sabit varyansını temsil eden  $\gamma_3$  parametresinin anlamlı bulunması, piyasada belirli bir düzeyde doğal volatilitenin varlığına işaret etmektedir.

Ülkeler arası şok aktarımlarını temsil eden  $\phi_{12}$ ,  $\phi_{13}$ ,  $\phi_{21}$ ,  $\phi_{23}$ ,  $\phi_{31}$  ve  $\phi_{32}$  parametrelerinden yalnızca  $\phi_{31}$ , parametresi % 5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, BİST 100, İBOV ve RTSI endekslerinin birbirinden göreceli olarak bağımsız hareket ettiğini bununla birlikte, BİST 100 piyasasının geçmiş şoklarının, İBOV piyasasının mevcut kısa vadeli volatilitelerini sınırlı da olsa artırdığı tespit edilmiştir. Ülkeler arası volatilitelerine yayılımını (çapraz etki) temsil eden  $\delta_{12}$ ,  $\delta_{13}$ ,  $\delta_{21}$ ,  $\delta_{23}$ ,  $\delta_{31}$  ve  $\delta_{32}$  parametrelerden, yalnızca  $\delta_{13}$ ,  $\delta_{31}$  istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve diğer parametreler ise istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.  $\delta_{13}$ , parametresinin negatif ve % 10 düzeyinde anlamlı olması, İBOV piyasasının geçmiş volatilitelerinin, BİST 100 endeksinin mevcut volatilitelerini, az bir oranda ve negatif olarak (azaltıcı yönde) etkilediği fakat bu etkinin güçlü olmadığı tespit edilmiştir ( $p = 0,07759$ ).  $\delta_{31}$ , parametresinin pozitif ve % 5 düzeyinde anlamlı ve negatif bulunması, BİST 100 piyasasının geçmiş volatilitelerinin, İBOV piyasasının mevcut volatilitelerini azaltıcı yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Öte yandan, BİST 100, İBOV ve RTSI endeksleri arasındaki dinamik koşullu korelasyon ilişkisini ifade eden  $\theta_1$  ve  $\theta_2$  parametrelerinin değerleri, pozitif ve % 1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.  $\theta_1$  değerinin yaklaşık 0,0271 gibi düşük bir değere sahip olması, ani şokların korelasyon üzerinde büyük bir etkisinin olmadığını yani korelasyonun kısa vadeli şoklara karşı

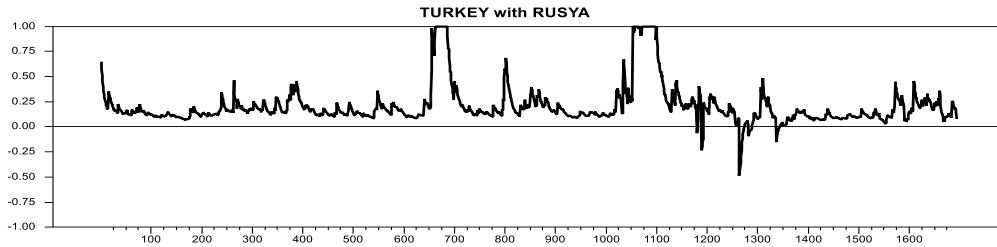
duyarlılığının zayıf olduğunu göstermektedir. Buna karşılık,  $\theta_2$  değerinin yaklaşık 0,9332 gibi yüksek bir değer alması, korelasyonun zaman içinde kalıcı ve etkili olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.** BİST-100, IBOV ve RTSI Endekslerine Ait DCC-GARCH(1,1) Tanı Testleri

Test	BİST100(İstatistik/P-Değeri)	IBOV (İstatistik / P-Değeri)	RTSI (İstatistik / P-Değeri)
Ljung-Box Q(40)	35.414976/ 0.6766*	42.036872 / 0.3827*	31.730406 / 0.8216*
McLeod-Li (40)	30.419725/ 0.8632*	35.631013 / 0.6672*	16.890849 / 0.9995*
Turning Points	1.210755/ 0.2260*	-0.691860 / 0.4890*	-0.576550 / 0.5642*
Multivariate Q Test (5)	44.91934/ 0.47534*		
Multivariate ARCH-LM (5)	158.10/ 0.87881*(signif)		

**Not:** Ljung-Box Q, McLeod-Li, Turning Points, Multivariate Q ve Multivariate ARCH testlerinin p-değerleri %5 anlamlılık düzeyinin üzerindedir ( $p > 0.05$ ), bu nedenle serilerde anlamlı otokorelasyon veya ARCH etkisi gözlenmemektedir (Box & Pierce, 1970; McLeod & Li, 1983; Gujarati & Porter, 2009).

Tablo 4. Modelin geçerliliğini değerlendirmek amacıyla, BİST 100, RTSI ve IBOV değişkenlerine yönelik olarak tek değişkenli Ljung-Box Q(40), McLeod-Li(40), Turning Points ile çok değişkenli Multivariate Q (5) ve Multivariate ARCH-LM (5) testleri uygulanmıştır. Kalıntıların bağımsızlığını test etmek için uygulanan Ljung-Box Q testi sonuçlarına göre (Box, Jenkins ve Reinsel 2008), tüm değişkenlerin 40 gecikmeye kadar otokorelasyon içermediği görülmektedir ( $p > 0.05$ ). Kalıntıların kareleri üzerinde otokorelasyon olup olmadığını inceleyen McLeod-Li testi sonucuna göre (McLeod ve Li, 1983), 40 gecikmeye kadar ARCH etkisi gözlemlenmemiştir. Değişkenlerin rastgele dağılıp dağılmadığını test eden Turning Points testi sonucuna göre (Kendall ve Ord 1990), istatistiksel anlamlılık değerinin % 5'in üzerinde çıkması nedeniyle değişkenlerin her birinin rastgele dağıldığını ortaya koymaktadır. Ayrıca çok değişkenli kalıntılar arasında otokorelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla uygulanan Multivariate Q testi ile çok değişkenli zaman serilerinin kalıntılarının kareleri üzerinde, ARCH etkisini varlığını test eden Multivariate ARCH testi sonuçlarına göre (Tse, 2002), 5 gecikmeye kadar değişkenler arasında otokorelasyon probleminin bulunmadığı ve ARCH etkisinin gözlemlenmediği anlaşılmaktadır. Özetle, tanı testi sonuçlarına göre, modelin güvenilir istikrarlı ve geçerli olduğu sonucuna varılabilir.

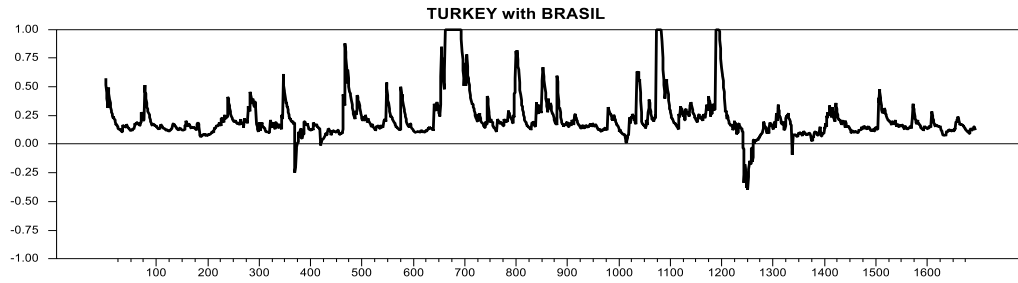


Not: Bu grafik, yazar tarafından oluşturulmuştur

**Şekil 2.** BİST 100(Türkiye) ve RSTI (Rusya) Endekslerine Ait Koşullu Korelasyon Grafiği

Şekil 2. BİST 100 ile RSTI endeksleri arasındaki koşullu korelasyonun zaman içindeki değişimi gösterilmektedir. Korelasyon genellikle pozitif seviyelerde seyretmekle birlikte, bazı dönemlerde belirgin dalgalanmalar gözlemlenmektedir. Özellikle bazı dönemlerde iki ülke

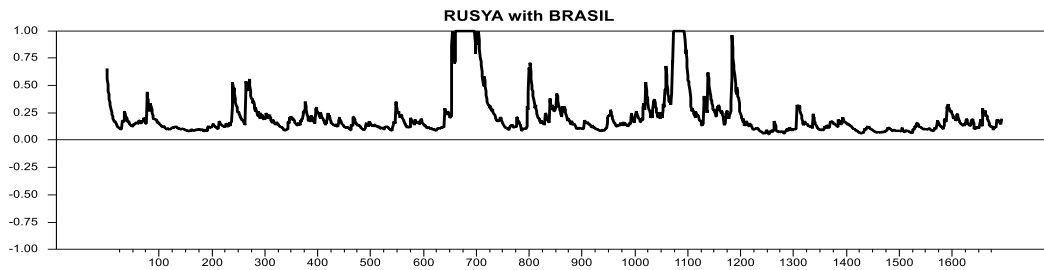
arasındaki koşullu korelasyonun zayıfladığı ve dūřuk seviyelere gerilediği, bununla birlikte, bazı dōnemlerde ise eşanlı hareketleri dikkati çekmektedir. Ayrıca bazı dōnemlerde ise iki ũlke endeksi arasında dinamik koşullu korelasyonun negatif olduğu gōrũlmektedir.



Not: Bu grafik, yazar tarafından oluşturulmuştur

**Şekil 3. BİST 100(Tũrkiye) ve IBOV (Brezilya) Endekslerine Ait Koşullu Korelasyon Grafiği.**

Őekil 3. BİST 100 ile IBOV endeksleri arasındaki koşullu korelasyonun zaman içindeki değişimi gōsterilmektedir. Korelasyon genellikle pozitif seviyelerde seyretmekle birlikte, bu piyasalar arasından çok gũclũ dalgalanmalar gōzlemlenmektedir. Őzellikle bazı dōnemlerde korelasyonun zayıfladığı ve dūřuk seviyelere gerilediği dikkati çekmektedir. Ayrıca bazı dōnemlerde iki ũlke endeksi arasında dinamik koşullu korelasyonun negatif olduğu gōrũlmektedir.



Not: Bu grafik, yazar tarafından oluşturulmuştur

**Şekil 4. IBOV (Brezilya) ve RSTI (Rusya) Endekslerine Ait Koşullu Korelasyon Grafiği**

Şekil 4. IBOV ile RSTI endeksleri arasındaki koşullu korelasyonun zaman içinde dalgalı bir seyir izlediği gōrũlmektedir. Analiz edilen dōneme ait koşullu korelasyonların tamamında korelasyonun pozitif seyrettiği, belirli dōnemlerde önemli lũde azaldığı gōrũlmektedir. Bu durum, iki ũlkenin finansal piyasaları arasındaki ilişkinin bazı dōnemlerde zayıfladığına işaret etmektedir.

## 5.TARTIŐMA

Bu çalışmanın bulguları, gelişmekte olan ũlkeler arasında yer alan Tũrkiye, Brezilya ve Rusya piyasalarının kũresel Şoklar ve belirsizlik dōnemlerinde eřgũdũmlũ hareket ettiğini, dinamik koşullu korelasyon bağlantılarının belirgin biçimde gũclendiđini ve bu durumun portfōy çeşitlendirmesi açısından sınırlı fırsatlar sunduğunu gōstermektedir. Literatũr bulguları da bu sonuçları desteklemektedir. Kang vd. (2017), gelişen ũlkelerde kriz sonrası volatilitė yayılımının arttığını ortaya koyarken; Kırkulak vd. (2017), Mısır pay senedi piyasasındaki oynaklığın Tũrkiye, Suudi Arabistan ve İsrail piyasalarına anlamlı biçimde yayıldığını gōstermiřtir. Çetinkaya ve Altay (2012) ise kũresel krizlerin Borsa İstanbũl'un volatilitesi ũzerinde belirgin ve bulaşıcı etkiler yarattığını tespit etmiştir. Benzer Şekilde, Danila (2023) ASEAN-5 ve GCC ũlkelerinde pay senedi piyasaları arasındaki yũksek korelasyonun portfōy çeşitlendirmesi avantajını zayıflattığını belirtmektedir.

Ayrıca bu çalışmada gözlenen, BİST 100, IBOV ve RTSI piyasalarında getirilerin benzer büyüklükte değişimlerle birbirini takip etmesi, güçlü bir volatilité kümelenmesi olgusuna işaret etmektedir. Ayrıca söz konusu piyasaların kendi geçmiş volatilitelerinin, mevcut volatiliteleri üzerinde güçlü ve kalıcı bir etkisi olduğu görülmektedir. Yaşar Akçalı vd. (2019) da benzer şekilde BİST-100 ile küresel finansal göstergeler arasında kalıcı volatilité etkileri ve belirgin volatilité kümelenmeleri tespit ederek bu bulguları desteklemektedir.

Bu sonuçlar birlikte ele alındığında, gelişmekte olan piyasalarda kriz dönemlerinde piyasa entegrasyonunun arttığı, piyasa korelasyonlarının sınırlar arasında hızla güçlendiği ve portföy çeşitlendirme imkânlarının önemli ölçüde daraldığı görülmektedir.

## 6. SONUÇ

Bu çalışmada, Borsa İstanbul Endeksi (BİST 100), Bovespa endeksi (IBOV) ile Rusya Ticaret Sistemi Endeksi (RTSI) getirilerinin 03.01.2017-28.02.2025 dönemi günlük verileri kullanılarak DCC-GARCH modeli ile piyasalar arasındaki volatilité etkileşimi ve dinamik korelasyon ilişkisi analiz edilmiştir.

Uluslararası piyasaların gelişmesi ve entegrasyonu ile birlikte, bir piyasada yaşanan olumsuz gelişmelerden diğer piyasalara yansması söz konusu olabilmektedir. Ayrıca, Uluslararası portföy çeşitlendirmesi ile yerel piyasa risklerini minimize etmeye çalışan yatırımcılar için portföylerini etkin yönetebilmeleri adına, uluslararası piyasalardaki ile yerel piyasalar arasındaki dinamik ilişkiyi bilmeleri kritik önem arz etmektedir. Ekonomik ve finansal göstergeleri birbirine benzer olan Türkiye, Rusya ve Brezilya'nın finansal piyasalarındaki etkileşim dikkate alınarak BİST 100 yatırımcıları ve politika yapımcıları açısından öncü gösterge olup olamayacağı değerlendirilmektedir.

BİST 100, IBOV ve RTSI piyasalarına ait bulgular değerlendirildiğinde, bu piyasaların tamamında dışsal şoklardan bağımsız olarak kalıcı ve yapısal bir volatilitenin varlığını ortaya konulmaktadır. Özellikle BİST 100, IBOV ve RTSI piyasalarına kıyasla daha yüksek bir dalgalanma göstermekte ve daha riskli bir piyasa profili sergilemektedir. Ayrıca söz konusu piyasaların kendi geçmiş şokların, mevcut volatilitelerini etkilediği görülmektedir. Piyasalar arası kısa vadeli şok aktarımlarının, parametreler incelendiğinde sadece BİST 100'den, IBOV piyasasına tek yönlü bir şok aktarımının pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Bu bulgu, BİST 100 piyasasının geçmiş şoklarının, IBOV piyasasının mevcut volatilitelerini sınırlı artırdığı tespit edilmiştir. Ancak geçmiş şok etkilerinin çapraz etkilerini ifade eden diğer parametrelerin tamamının istatistiksel olarak anlamsız bulunması, kısa vadeli volatilité aktarımlarının, piyasalar arasında, sınırlı düzeyde kaldığını göstermektedir. Bununla birlikte, BİST 100, RTSI ve IBOV piyasalarının, kendi geçmiş volatilitelerinin, mevcut volatiliteleri üzerinde güçlü ve kalıcı bir etkisi olduğunu, bu durum söz konusu piyasalarda volatilitenin kalıcılığı olduğunu işaret etmektedir. BİST 100, IBOV ve RTSI piyasalarında, büyük getiri oranı değişimlerinin yine büyük değişimleri, küçük getiri oranı değişimlerinin ise küçük değişimleri takip etmesi, bu piyasalarda volatilité kümelenmesi olgusunun varlığını ortaya koymaktadır. DCC GARCH modelinde, piyasalar arası uzun dönemli volatilité yayılımları incelendiğinde, IBOV piyasasındaki geçmiş volatilitenin, BİST 100 piyasasının mevcut volatilitesi üzerindeki etkisinin sınırlı olduğu ve bu etkinin volatilitéyi azaltıcı yönde gerçekleştiği tespit edilmiştir. BİST 100 piyasasındaki geçmiş volatilité şoklarının, IBOV piyasasının mevcut volatilitelerini azaltıcı yönde etkilemektedir. Bu bulgu, IBOV ve BİST 100 piyasalarında, çift yönlü bir volatilité aktarımı olduğunu, bu durumun BİST 100 ve IBOV piyasalarında yaşanan belirsizlikler, karşılıklı olarak piyasaların mevcut volatilitelerini azaltıcı yönde etkilediğini göstermektedir. Elde edilen bu bulgu, söz konusu piyasalar arasında finansal entegrasyon varlığını ortaya koymaktadır. Ayrıca diğer çapraz etkileri temsil eden parametrelerin istatistiksel olarak anlamsız çıkması, piyasalar arası etkileşimin belirgin olmadığını göstermektedir.

Türkiye, Brezilya ve Rusya finansal piyasalarının volatilité dinamikleri ve aralarındaki korelasyon yapısı değerlendirildiğinde,  $\theta_1$  ve  $\theta_2$  parametrelerin pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunması, piyasa getirilerinin dinamik korelasyonlar sergilediğini ortaya koymaktadır. Fakat volatilité aktarımına ait parametrelerin çoğunun anlamsız olması, söz konusu piyasalar arasındaki volatilité yayılımının daha çok korelasyon kanalı üzerinden gerçekleştiğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, piyasalarda, kısa vadeli şokların piyasa korelasyonlarını etkilediği ve bu dinamik korelasyonların yüksek kalıcılık taşıdığını göstermektedir.  $\theta_1$ , parametre değerinin göreceli olarak düşük çıkması, korelasyonun kısa vadeli şoklara duyarlılığının yüksek olmadığını;  $\theta_2$  parametresinin yüksek değer bulunması ise piyasalar arasında oluşan korelasyon ilişkisinin, geçici olmadığını ve zaman içerisinde sürdüğünü ortaya koymaktadır. Ayrıca, küresel şoklar ve belirsizlik dönemlerinde bu piyasaların eşgüdümlü hareket ettiği, sistematik risklerin söz konusu piyasaları, eşzamanlı ve kalıcı biçimde etkilediği görülmektedir. Sonuç olarak, bu ülkeler arasındaki finansal bağlantılar, kriz dönemlerinde risk yayılımının hızlanmasına yol açabilir.

Portföy çeşitlendirmesi ve politika yapıcılar açısından piyasalar arası etkiler değerlendirildiğinde, Türkiye-Brezilya-Rusya borsa endeksleri arasındaki korelasyonun genellikle pozitif olması, yatırımcıların risk yönetimi stratejileri için önemli bir gösterge niteliğindedir. Bu durum, gelişen ülke piyasalarının dinamiklerinin birbirleriyle etkileşim içinde olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla yatırımcılar, negatif korelasyona sahip farklı borsalardan veya tahvil, emtia, vadeli piyasalar gibi diğer finansal enstrümanlardan portföy oluşturarak risk ve getirilerini daha dengeli bir şekilde yönetebilirler. Bu bulgular, söz konusu piyasalar arasındaki uzun vadede entegrasyonun güçlü olduğunu göstermektedir. Bu durum, yatırımcılar özelinde, bu borsalara yatırım yapıp portföy çeşitlendirmesi yoluyla sistematik olmayan risklerin azaltılmasını veya ortadan kaldırılmasını zorlaştırdığını; politika yapıcılar özelinde ise, risklerin uluslararası düzeyde değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma, gelişmekte olan piyasalar arasındaki risk transfer mekanizmalarının anlaşılmasına katkı sağlamakta ve yatırımcılar için portföy çeşitlendirme stratejilerinde dikkate alınması gereken önemli dinamikleri ortaya koymaktadır. Ancak, veri setinin belirli bir zaman aralığını kapsamaması nedeniyle, farklı zaman dilimlerinde yapılacak analizler farklı sonuçlar verebilir. Gelecek çalışmalarda, daha geniş veri aralıkları kullanılarak ve farklı volatilité modelleriyle analizler gerçekleştirilebilir. Sonuç olarak, bu araştırma, yatırım kararlarında uluslararası volatilité etkileşimlerinin dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Çift Taraflı Kör Hakemlik.

**Çıkar Çatışması:** Yazar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

**Finansal Destek:** Yazar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

**İntihal Denetimi:** Yapıldı.

**Etik Kurul İzni:** Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmemektedir.

**Referee Evaluation:** Double-Blind Refereeing.

**Conflict of Interest:** The author declared that they have no conflict of interest.

**Grant Support:** The author declared that this study has received no financial support.

**Plagiarism Check:** Done.

**Ethics Committee Approval:** This study does not require ethics committee approval.

**KAYNAKÇA**

- Altay, E. (2021). Piyasa Riski, Kredi Riski ve Operasyonel Riskin Ölçümü ve Yönetimi (3. bs.). İstanbul, Türkiye: Der Yayınları.
- Bauwens, L., Laurent, S., & Rombouts, J. V. K. (2006). Multivariate GARCH models: A Survey. *Journal of Applied Econometrics*, 21(1), 79–109.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327.
- Bozma, G., & Başar, S. (2018). Türkiye, Romanya, Polonya, Macaristan ve Ukrayna Borsa Piyasaları Arasında Volatilité Yayılımının M-GARCH Modeli ile Analizi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 36(4), 1–15.
- Box, G. E. P. & Pierce, D. A. (1970). Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models. *Journal of the American Statistical Association*, 65(332), 1509–1526.
- Çavlak, O. D. (2023). Sürdürülebilir Hisse Senedi Endeklerinin DCC-GARCH Modeli ile İncelenmesi ve Petrol Fiyatlarının Bu İlişkiye Etkisi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 26(1), 48–58.
- Çelik, İ., Özdemir, A., & Demir, S. (2018). İslami Hisse Senedi Endeksleri Arasında Getiri ve Volatilité Yayılımı: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Piyasalarda Çok Değişkenli VAR-EGARCH Uygulaması. *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, 1(2), 89–100.
- Çelik, İ., Özdemir, A. & Demir Gülbahar, S. (2018). Gelişmekte Olan Ülkelerde Getiri ve Volatilité Yayılımı: NIMPT Ülkelerinde VAR-EGARCH Uygulaması. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 55(636), 9–24.
- Çetinkaya, E. & Altay, E. (2012). Küresel Krizlerin Bulaşıcılığı: İMKB Koşullu Değişkenliği Üzerinde Krizlerin Bulaşma Etkisinin Analizi. *Journal of BRSA Banking and Financial Markets*, 6(2), 185–223.
- Coudert, V. Hervé, K. & Mabilie, P. (2015). Internationalization Versus Regionalization in the Emerging Stock Markets. *International Journal of Finance & Economics*, 20(1), 16–27.
- Danila, N. (2023). Spillover of Volatility Among Financial Instruments: ASEAN-5 and GCC Market Study. *PLOS ONE*, 18(10), e0292958
- Dedi, L. & Yavaş, B. F. (2016). Return and Volatility Spillovers in Equity Markets: An Investigation Using Various GARCH Methodologies. *Cogent Economics & Finance*, 4(1), 1–17.
- Değer, A. C. (2019). Kredi Derecelendirme Kuruluşlarının Objektifliğini Değerlendirme: Türkiye ve BRIC Ülkelerinin Kredi Notları ve Karşılaştırma Analizi (Yüksek Lisans Tezi). Batman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Batman.
- Demiralay, S., & Bayraci, S. (2015). Central And Eastern European Stock Exchanges Under Stress: A Range-Based Volatility Spillover Framework. *Finance a Uver: Czech Journal of Economics & Finance*, 65(5).
- Diebold, F. & Yilmaz, K. (2012). Better to Give than to Receive: Predictive Directional Measurement of Volatility Spillovers. *International Journal of Forecasting*, 28(1), 57–66.
- 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*, 74(366), 427–431.
- Engle, R. F. (2002). Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(3), 339–350.
- Geambaşu, C., Şova, R., Jianu, I., & Geambaşu, L. (2013). Risk measurement in Post-Modern Portfolio Theory: Differences from modern portfolio theory. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 47(1).
- Gujarati, D. N. & Porter, D. C. (2009). *Basic Econometrics* (5th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Harju, K. & Hussain, S. M. (2011). Intraday Seasonalities and Macroeconomic News Announcements. *European Financial Management*, 17(2), 367–390.

- Horvath, R. & Poldauf, P. (2011). International Stock Market Comovements: What Happened During the Financial Crisis? *Global Economy Journal*, 12(1).
- Huang, S.-C. (2011). Wavelet-Based Multi-Resolution GARCH Model for Financial Spillover Effects. *Mathematics and Computers in Simulation*, 81(11), 2529–2539.
- Kang, S., Eom, C., & Ok, S. (2017, August). Dynamic Volatility Spillovers Across Emerging CDS Markets. In 11th Multidisciplinary Academic Conference (pp. 196–202).
- Kendall, M. & Ord, J. K. (1990). *Time series* (3rd ed.). Sevenoaks, Kent, United Kingdom: Edward Arnold.
- Kılıç, E. (2021). DCC-GARCH ile Altında Spot Fiyat, Vadeli Fiyat ve Risk İlişkisi. *Bingöl Üniversitesi İİBF Dergisi*, 5. Uluslararası İİBF Kongresi: Krizler, Belirsizlikler ve Arayışlar Özel Sayısı, 55–68.
- Kırkulak Uludağ, B., & Ezzat, H. (2017). Volatility Spillover Effect In MENA Stock Markets: Evidence From Pre-And Post-Egyptian Revolution. *Journal of Yaşar University/Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 12(45).
- Korkmaz, T. & Çevik, E. İ. (2009). Zimni Volatilité Endeksinden Gelişmekte Olan Piyasalara Yönelik Volatilité Yayılma Etkisi. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 3(2), 87–106.
- Kumar, M. (2013). Returns and Volatility Spillover Between Stock Prices and Exchange Rates: Empirical Evidence from IBSA Fountries. *International Journal of Emerging Markets*, 8(2), 108–128.
- Liu, X., An, H., Huang, S., & Wen, S. (2017). The Evolution Of Spillover Effects Between Oil And Stock Markets Across Multi-Scales Using A Wavelet-Based GARCH-BEKK Model. *Physica A: Statistical Mechanics And Its Applications*, 465, 374–383.
- McLeod, A. I., & Li, W. K. (1983). Diagnostic Checking ARMA Time Series Models Using Squared-Residual Autocorrelations. *Journal of Time Series Analysis*, 4(4), 269–273.
- Medetoğlu, B & Saldanlı, A. (2019). Sürü Davranışının Hisse Senedi Fiyat Hareketliliğine Etkisi: BİST 100 Örneği. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 11(2), 1191–1204.
- Melvin, M., & Norrbin, S. C. (2016). *Uluslararası Para ve Finans – International Money and Finance* (M. Melvin & S. C. Norrbin, Çev.; S. Değirmen, H. M. Fisunoğlu, Eds.). Ankara, Türkiye: Nobel Akademik Yayıncılık. (8. basımdan çeviri)
- Nazlıoğlu, S. Hammoudeh, S., & Gupta, R. (2015). Volatility Transmission Between Islamic and Conventional Equity Markets: Evidence From Causality-in-Variance Test. *Applied Economics*, 46(47), 4996–5015.
- Özdemir Höl, A., & Akkuş, H. T. (2021). Volatilité Modelleri. In İ. Çelik & S. Bozkuş Kahyaoğlu (Eds.), *Finansal Zaman Serisi Analizi* (pp. 299–407). Gazi Kitabevi.
- Phillips, P. C. B. & Perron, P. (1988). Testing For a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335–346.
- Ringim, S. H. Alhassan, A., Güngör, H., & Bekun, F. V. (2022). Economic Policy Uncertainty and Energy Prices: Empirical Evidence From Multivariate DCC-GARCH Models. *Energies*, 15(10), 3712.
- Sun, X., Liu, J., Zhang, J., & Wang, C. (2023). The dynamic correlation of stock markets in the world's five largest economies—Based on DCC-GARCH model. *International Journal of Economics and Finance*, 15(3), 27. <https://doi.org/10.5539/ijef.v15n3p27>
- Tse, Y. K. (2002). Residual-Based Diagnostics for Conditional Heteroskedasticity Models. *The Econometrics Journal*, 5(2), 358–373.
- Ulusan Polat, M. (2014). BIST-100 Getirileri, Dış Ticaret Açığı ve Enflasyon Büyümesinin Nedensellik Açısından Analizi. 1. Üretim Ekonomisi Kongresi Bildirisi, Türkiye.
- Vardar, G. & Aydoğan, B. (2019). Return and Volatility Spillovers Between Bitcoin and Other Asset Classes in Turkey: Evidence From VAR-BEKK-GARCH Approach. *EuroMed Journal of Business*, 14(3), 209–220.
- Wang, J. (2017). Foreign Equity Trading and Emerging Market Volatility: Evidence From Indonesia and Thailand. *Journal of Development Economics*, 84(2), 798–811.

Yaşar Akçalı, B. Mollaahmetoğlu, E. & Altay, E. (2019). Borsa İstanbul ve Küresel Piyasa Göstergeleri Arasındaki Volatilite Etkileşiminin DCC-GARCH Yöntemi ile Analizi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 14(3), 597–614.

Yaşar Akçalı, B., Mollaahmetoğlu, E., & Altay, E. (2019). Türkiye’de Faiz, Enflasyon Ve Kur Şoklarının Bulaşıcılığının ARMA-EGARCH Yöntemiyle Analizi.

Zhu, G., & Cao, X. (2023). Volatility Spillover Effect of Chinese and American Stock Indices in the Context of COVID-19 Based on DCC-GARCH Model. Academic Journal of Management and Social Sciences, 5(1)