

RİSK ŞOKLARI VE TÜRKİYE’DEKİ FİNANSAL VARLIKLAR ARASINDAKİ YAYILIM ETKİSİNİN TVP-VAR DAYALI WAVELET UYUM ANALİZİ İLE İNCELENMESİ*

Analysis of the Spillover Effect between Risk Shocks and Financial Assets in Turkey Using TVP-VAR-Based Wavelet Coherence Analysis

Aslan AYDOĞDU**

Öz

Bu çalışmanın amacı, risk şokları ile Türkiye’de finansal varlıklar arasındaki yayılım etkisinin TVP-VAR genişletilmiş ortak bağlantılılık yaklaşımına dayalı wavelet uyum analizi ile incelemektir. Bu amaç doğrultusunda, BIST100 Endeksi, Brent ham petrol, USD/TRY, altın ons, Bitcoin ve Volatilité Endeksi (VIX) değişkenleri kullanılmıştır. 08.11.2017-08.09.2024 dönemini kapsayan günlük veri seti tercih edilmiştir. TVP-VAR genişletilmiş ortak bağlantılılık yaklaşımı, wavelet uyum analizi ve Hatemi-j (2012) asimetrik nedensellik analizi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre piyasalar arasındaki dinamik yayılmaların dalgalanma dönemlerinde önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Buna göre BIST100 getirisi ve altın ons getirisi volatilitéyi net şok yayan değişkenler olarak belirlenmiş; dolar, Bitcoin ve Brent petrol ise volatilitéyi net şok alan değişkenler olarak tespit edilmiştir. Bitcoin ve Brent petrol, doların BIST100’den meydana gelen değişimlerden etkilendiği görülmüştür. VIX’in Toplam Bağlantı Endeksi (TCI) üzerindeki etkisi 2020 ve 2022-2023 yılları arasında pozitif ve karşılıklı olup orta ve uzun vadede yoğunlaşmaktadır. VIX ile TCI volatilitesi arasında çift yönlü; VIX ile Bitcoin ve BIST100 hariç altın ons ve Brent petrol net yayılma volatilitesi arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi bulgusuna ulaşılmıştır. Bu bulguların wavelet uyum analizi ile tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar

Kelimeler:

Wavelet Uyum
Analizi,
Volatilité
Yayımlı, Pay
Senedi
Piyasaları,
TVP-VAR,
Bitcoin

JEL Kodları:

G01, G15, G32

Keywords:

Wavelet
Coherence
Analysis,
Volatility
Spillovers,
TVP-VAR,
Stock markets,
Bitcoin

JEL Codes:

G01, G15, G32

Abstract

This study uses wavelet coherence analysis based on the TVP-VAR extended joint approach to examine the spillover effect between risk shocks and financial assets in Turkey. For this purpose, the BIST100 Index, Brent crude oil, USD/TRY, gold ounce, Bitcoin, and Volatility Index (VIX) variables are used. The daily data set covering the period 08.11.2017-08.09.2024 is preferred. TVP-VAR extended joint approach, wavelet coherence analysis, and Hatemi-j (2012) asymmetric causality analysis were used. According to the results of the studies, dynamic spillovers between markets increase significantly during periods of volatility. Accordingly, BIST100 return and gold ounce return are determined as net shock emitters of volatility, while the dollar, Bitcoin, and Brent oil are defined as net shock receivers of volatility. Bitcoin, Brent oil, and the dollar were found to be affected by the changes in BIST100. The effect of VIX on the Total Connectivity Index (TCI) is positive and reciprocal between 2020 and 2022-2023 and intensifies in the medium and long term. A bidirectional causality relationship was found between VIX and TCI volatility, and a unidirectional causality relationship was found between VIX and gold ounce and Brent oil net spread volatility excluding Bitcoin and BIST100. It was concluded that these findings are consistent with wavelet coherence analysis.

* Bu çalışmanın önceki hali 27-29 Eylül 2024 tarihlerinde düzenlenen 11. Uluslararası Muhasebe ve Finans Araştırmaları Kongresi’nde “Risk Şokları ile Türkiye’de Finansal Varlıklar Arasındaki Yayılım Etkisinin TVP-VAR Dayalı Wavelet Uyum Analizi ile Araştırılması” başlıklı özet bildiri olarak sunulmuştur.

** Öğr. Gör. Dr., Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Türkiye, aydogduaslan34@gmail.com

Makale Geliş Tarihi (Received Date): 02.12.2024 Makale Kabul Tarihi (Accepted Date): 19.02.2025

Bu eser Creative Commons Atf 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.



1. GiriŐ

Uluslararası yatırımların hacminin ülkelerin sınırlarını aŐarak dünya finans piyasalarında hızla artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Bu süreç, ülkelerdeki yerel finans piyasalarının küresel bir boyut kazanmaya baŐlamasıyla paralel olarak ilerlemektedir (Hatipoğlu ve Tekin, 2017: 1). Bu bağlamda, bireysel ve kurumsal yatırımcılar, birikimlerini değerlendirirken finansal piyasalardaki risklerden korunmak ve güvenli bir ortam sağlamak amacıyla sürekli bir arayıŐ içindedir. Finansal piyasalar arasındaki artan etkileşim, oynaklık yoluyla riske maruziyeti artırmakta; ekonomik ve siyasi krizler ise bu durumu daha da derinleŐtirmektedir. Örneğin, Covid-19 pandemisi ve jeopolitik riskler, finansal piyasalarda dalgalanmalara neden olmuŐ ve yatırımcılar üzerinde olumsuz etkiler yaratmıştır. Bu bağlamda volatilitte kavramı, uluslararası yatırım kararlarında öncelikli bir unsur haline gelmiŐtir (Kök ve Nazlıoğlu, 2020: 246).

Bağlantılılık, günümüzde risk ölümünde ve yönetiminde temel bir rol üstlenmektedir. Finansal ve ekonomik deđerŐkenler arasındaki bağlantıların incelenmesi, sistemik risklerin, bulaŐıcılık etkilerinin ve genel ekonomik istikrarın değerlendirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu tür analizler, sistemin belirli bir bölümünde meydana gelen Şokların veya aksaklıkların diğer bileŐenlere nasıl yayılabileceğini ve bu etkilerin büyüklüğünü ortaya koyarak, kapsamlı bir risk değerlendirmesi yapılmasına olanak sağlamaktadır. Böyle bir bilgi, yatırımcılar, politika yapıcılar ve finansal kurumlar için sistemik krizlere yönelik politika oluŐturma ve etkili risk azaltma stratejilerini hayata geçirme noktasında temel bir kaynak teŐkil etmektedir. Özellikle son yıllarda, küresel krizlere ve jeopolitik risklere verilen yanıtlar, özellikle olağanüstü olaylar sırasında bulaŐıcılık riskinin analiz edilmesinin ne denli önemli olduğunu bir kez daha gözler önüne sermiŐtir (Shang ve Hamori, 2024: 1). Bu tür olaylar, piyasalarda aşırı oynaklık yaratarak (rneğin, olağanüstü piyasa koŐulları), sistematik risklerin hem ulusal düzeyde hem de küresel lkte artmasına sebep olmuştur (Sharif vd., 2020; Izzeldin vd., 2023). Buna ek olarak, Ando vd. (2018) belirttiği gibi, sistematik risklerin, ortalama piyasa koŐulları (medyan çeyrekler) ile karŐılaŐtırıldıđında aşırı piyasa koŐulları (aşırı çeyrekler) sırasında önemli ölçüde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, aşırı çeyreklerdeki yayılma mekanizmalarının incelenmesi, medyan çeyreklerin analizine kıyasla daha büyük bir öncelik taşımaktadır. Ayrıca, Barunik ve Kşehlık (2018) alıŐmalarında vurguladıkları üzere, ekonomik sistemlerdeki yayılma etkilerinin kökenlerini anlamak için bağlantılılıkların frekans dinamiklerini zmllemek kritik bir öneme sahiptir.

Finansal ve makroekonomik deđerŐkenler arasındaki bağlantılar, küresel finansal sistemde emtia piyasaları, hisse senedi piyasaları, döviz piyasaları ve kripto para piyasaları gibi çok boyutlu göstergeler arasındaki ilişkilerin analizini giderek daha kritik bir hale getirmektedir. Çünkü finansal veya makroekonomik bir alanda ortaya çıkan olumsuz bir Şok, bu bağlantılar yoluyla sistemin diğer kısımlarına yayılabilir ve bu durum sistemik istikrarı tehdit edebilir (Gkillas vd., 2019). Bu bağlamda petrol ve altın, finansal ve ekonomik göstergeler arasındaki bağlantıları anlamak için sıklıkla temsilci emtialar olarak seçilmektedir. Petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar enerji piyasalarını, enflasyonu ve sanayi üretimini doğrudan etkilerken (Kilian, 2009; Yoshizaki ve Hamori, 2013), altın, güvenli liman özelliği taŐıyan bir varlık olarak yatırımcı duyarlılığını ve ekonomik istikrarı göstermektedir (Choudhry vd., 2015; Iqbal, 2017). Ayrıca, bu emtiaların ekonomik ve jeopolitik olaylara verdiği farklı tepkiler, sistemik risklerin değerlendirilmesi açısından önemli bir igr sağlamaktadır. Son yıllarda, bu bağlamda kripto para birimleri de önemli bir analiz boyutu olarak öne çıkmıŐtır. Bitcoin gibi kripto varlıklar, dijital bir güvenli liman olarak değerlendirilmekte ve özellikle ekonomik belirsizlik dönemlerinde yatırımcılar için

alternatif bir varlık sınıfı oluşturmaktadır (Bouri vd., 2017). Bunun yanı sıra kripto para birimlerinin döviz piyasaları ve hisse senedi piyasaları ile gösterdiği dinamik ilişkiler, finansal sistemde dalgalanmaların iletimi için yeni ve zgn bir kanal sunmaktadır (Corbet vd., 2018). Kripto para birimlerinin teknolojik yeniliklere, piyasa regülasyonlarına ve uluslararası politik gerilimlere duyarlılığı, onların volatilitelerini artırmakta ve finansal istikrar üzerindeki etkilerini karmaşıklaştırmaktadır. Petrol ve altın gibi geleneksel emtiaların ekonomik ve jeopolitik olaylara verdiği farklı tepkiler, sistemik risk değerlendirmeleri için önemli içgörüler sağlarken kripto para birimlerinin kendine özgü piyasa dinamikleri bu tür analizlerin kapsamını genişletmektedir. Özellikle kripto piyasalarının diğer finansal varlıklarla olan ilişkisi ve oynaklığının yüksekliği, sistemik risklerin tahmin edilmesi ve yönetilmesi açısından dikkate alınması gereken bir husus haline gelmiştir. Bu durum, kripto para piyasalarının volatilitelerinin ve diğer finansal piyasalara olan etkisinin, sistemik istikrarın korunması açısından giderek daha fazla önem kazandığını göstermektedir.

Pay senedi, altın, döviz kuru, petrol ve Bitcoin piyasaları arasındaki yayılımlarla ilgili geniş çaplı araştırmalara rağmen literatürde hl boşluklar bulunmaktadır. İlk olarak, mevcut çalışmaların çoğu bireysel pay senedi piyasaları ile altın, petrol, döviz kuru ve Bitcoin piyasaları arasındaki yayılımlara odaklanmıştır. Hem ulusal hem de uluslararası pay senedi piyasaları arasında, varlık büyüklüğü ve gelişmişlik derecesi açısından belirgin farklılıklar mevcuttur ve bu piyasalar arasındaki yayılımlar heterojendir. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı, 08.11.2017-08.09.2024 tarihleri arasındaki BIST100 Endeksi, Brent ham petrol, dolar, altın ons, Bitcoin ve (VIX) piyasaları arasındaki yayılma etkilerini günlük getirilerini inceleyerek, risk Şokları ve yayılma etkileri arasındaki ilişkiyi bütünsel bir bakış açısıyla ele almaktır. Çalışmada, pay senedi piyasasını temsil etmek için Borsa İstanbul (BIST100) Endeksi; altın piyasasını temsil etmek için altın ons; döviz kuru piyasasını temsil etmek için USD/TRY; petrol piyasasını temsil etmek için Brent petrol; kripto para piyasasını temsil etmek için ise Bitcoin getirileri kullanılmıştır. İkinci olarak mevcut çalışmaların çoğu piyasalar arasındaki yayılımlar ve bağlantılara odaklanmakta, yayılımları etkileyen faktörleri ölçmeyi ihmal etmektedir. Piyasalar arasındaki yayılımlar üzerindeki risk Şoklarının etkisi de karmaşık bir konudur: Bazı alışmalar, tek bir kriz olayının piyasa yayılımları üzerindeki etkisine odaklanmaktadır. Hatipoğlu ve Tekin (2017), Saritaş ve Nazlıoğlu (2019), Tunçel ve Gürsoy (2020) ve zdemir Hl (2023) piyasa bağlantılarını ve nedenselliklerini incelemiş, VIX ile piyasalar arasındaki nedensellik ve bağlantılar üzerinde önemli etkiler olduğunu belirtilmiş ancak daha ayrıntılı bir analiz yapılmamıştır. Bu çalışmada, sadece risk Şoklarının piyasalar arası yayılımlar üzerindeki etkisini ölçmekle kalmayıp, aynı zamanda risk Şoklarının piyasalar arası yayılımlar üzerindeki ilgili rolünü hem zaman hem de frekans boyutlarında incelenmiştir. Ayrıca, piyasalar arası yayılımlardaki değerlişliklerin dış riski etkileyip etkilemediğini incelenmiştir. Mevcut alışmalarda Antonakakis vd. (2019) nerilen TVP-VAR bağlantılılık yaklaşımı kullanırken, bu çalışmada, Balçılar vd. (2021) nerilen TVP-VAR genişletilmiş ortak bağlantılılık yaklaşımı (TVP-VAR extended joint connectedness approach) ve wavelet uyum analizi kullanılmıştır.

Finansal piyasaların dinamik yapısı içinde finansal varlık sınıfları arasındaki ilişkiler, portföy çeşitlendirilmesi ve risk yönetimi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu ilişkiler, yatırımcıların risklerini farklı finansa varlık sınıflarına yayarak portföylerini optimize etmelerine olanak tanırken, politika yapıcılar için piyasa Şoklarına karşı etkili stratejiler geliştirme fırsatı sunmaktadır. Bu yüzden zaman ve frekans uzayında volatiliteler yayılma etkileri, finansal sistemlerin birbirine olan bağlılığını analiz etmek sistemik risklerin anlaşılmasında ve

yönetilmesinde önemli bir çerçeve sağlamaktadır. Doğru bir analiz, olası krizlerin önceden tespit edilmesine ve daha etkin politika müdahalelerinin oluşturulmasına yardımcı olabilir. Bu bağlamda, hem yatırımcıların tek bir finansal varlık sınıfına aşırı bağımlılıktan kaçınmaları hem de politika yapıcıların piyasa bağlantılarını dikkate alarak genişletici nitelikte para ve maliye politikaları uygulamaları önem arz etmektedir. Özellikle küresel düzeyde yaşanan Covid-19 pandemisi, Rusya-Ukrayna çatışması veya İsrail-Filistin savaşı gibi olaylar, piyasa bağlantıları ve yayılma etkileri üzerinde belirgin bir etki yaratmıştır. Bu doğrultuda, çalışmada elde edilen bulguların literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. Çalışmanın geri kalanı şu şekilde organize edilmiştir: İkinci Bölüm, araştırmanın metodolojisini detaylandırmaktadır. Üçüncü Bölüm, betimleyici istatistiklerle birlikte veri sunumunu içermektedir. Dördüncü Bölümde, ampirik analizlerin sonuçları ve sağlamlık testleri ele alınmaktadır. Son olarak, Beşinci Bölüm, politika önerileriyle makaleyi sonuçlandırmaktadır.

2. Literatür Taraması

Literatürde, Borsa İstanbul (BIST) ile küresel piyasalar arasındaki volatilité ve dinamik ilişkiler incelenmiştir. Çalışmalarda, VIX endeksi, döviz kurları, emtia fiyatları ve Bitcoin gibi faktörlerin BIST üzerindeki etkileri ortaya konmuştur. Volatilité yayılımının genellikle kriz dönemlerinde arttığı; emtia ve altın gibi varlıkların volatilité yayıcı, BIST ve petrol gibi varlıkların ise volatilité emici bir rol oynadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, volatilité etkilerinin piyasa türüne ve döneme bağılı olarak değişiklik gösterdiği vurgulanmıştır. Bununla birlikte, zaman ve frekans uzayında bu ilişkilerin derinlemesine ele alındığı çalışmalar sınırlıdır. Özellikle kısa, orta ve uzun vadeli etkilerin ayrıştırılması yoluyla volatilité dinamiklerinin daha ayrıntılı bir şekilde analiz edilmesine yönelik eksiklikler, bu alanda yeni araştırmalar yapılmasını gerektirmektedir. Tablo 1’de literatür taraması ayrıntılı bir şekilde özetlenmiştir.

Tablo 1. Literatür Taraması

Yazarlar	Dönem	Değişkenler	Yöntem	Sonuç
Hatipoğlu ve Tekin (2017)	07.02.2002 29.12.2016	Brent Petrol, Döviz Kuru (Dolar), BIST100 Endeksi, VIX	Kantil Regresyon Yaklaşımı (Koanker ve Bassett, 1978)	Analiz sonuçlarına göre, BIST 100 endeksinin tüm dilimlerinde volatilité endeksinden önemli ölçüde etkilendiği tespit edilmiştir. Ayrıca, dolar kuru BIST endeksini yalnızca yüksek kantillerde etkilediği gözlemlenmiştir.
Başarır (2018)	03.01.2000 09.02.2018	BIST100 Endeksi, VIX Endeksi	Frekans Alanı Nedensellik Testi	BIST 100 endeksinden VIX endeksine doğru geçici veya kalıcı bir nedensellik ilişkisi gözlemlenmemiştir. VIX endeksinden BIST 100 endeksine doğru hem geçici hem de kalıcı nitelikte tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir.
Sakarya ve Akkuş (2018)	05.01.2010 22.06.2018	VIX Endeksi, BIST100 Endeksi, BIST Banka Endeksi, BIST Mali Endeksi, BIST Teknoloji Endeksi	ARDL Sınır Testi Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	VIX endeksi ile BIST 100, XBANK, XUMAL ve XUTEK endeksleri arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu tespit edilmiş ve VIX endeksinden BIST 100, XBANK, XUMAL ve XUTEK endekslerine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu gözlemlenmiştir.
Kılıç ve Çütcü (2018)	02.02.2012 06.03.2018	Bitcoin, BIST100 Endeksi	Engle Granger Eşbütünleşme Analizi Gregory Hansen Eşbütünleşme Analizi Toda-Yamamoto Hacker- Hatemi-J Nedensellik Analizi	Eşbütünleşme analizlerine göre, Bitcoin fiyatları ile BIST100 endeksi arasında orta ve uzun vadede bir eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığını göstermektedir. Nedensellik analizlerinde ise yalnızca Toda-Yamamoto nedensellik analizi, BIST100'den Bitcoin fiyatlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu ortaya koymaktadır.
Kuzu (2019)	03.01.2000 23.01.2019	VIX Endeksi, BIST100 Endeksi	Frekans Alanı Nedensellik Analizi Johansen Eş Bütünleşme Testi Hata Düzeltme Modeli	BIST 100 endeksi ile VIX endeksi arasında kısa, orta ve uzun vadede herhangi bir nedensellik ilişkisi öngörülemedi. Ancak VIX endeksinden BIST 100 endeksine doğru hem kısa hem de orta ve uzun vadede tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Sarıtaş ve Nazlıoğlu (2019)	02.01.2009 12.11.2018	Korku Endeksi (VIX), BIST100 Endeksi, Dolar Kuru	Granger Nedensellik Analizi	Analiz sonuçlarına göre, VIX endeksinin hem BIST 100 endeksine hem de dolar kuruna yönelik bir nedensellik ilişkisi gösterdiği tespit edilmiştir.
Malik ve Umar (2019)	Mart 1996 Şubat 2019	Brezilya Reali, Kanada Doları, Çin Yuanı, Hindistan Rupisi Japon Yen, Meksika Pesosu ve Rus Rublesi, Petrol Şokları	Granger Nedensellik Analizi, Dinamik Yuvarlanma Bağlantılılığı	Talep ve risk değişikliklerinden kaynaklanan petrol fiyatı şoklarının döviz kurlarındaki dalgalanmalara önemli ölçüde katkıda bulunduğunu, ancak arz şoklarının neredeyse hiç etkisinin olmadığını görmüştür. Küresel finansal kriz sonrasında petrol fiyatı şokları ile döviz kurları arasındaki bu ilişkinin bağlantılılığı önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 1. Devamı

Tunçel ve Gürsoy (2020)	06.08.2010 06.01.2020	VIX Endeksi, Bitcoin, BIST100 Endeksi	Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi	Analiz sonuçları, Bitcoin fiyatının iki değişken üzerinde de istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığını gösterirken, VIX endeksinin BIST 100 endeksi üzerinde tek yönlü bir nedensellik ilişkisi sergilediğini ortaya koymaktadır.
Balcılar vd. (2021)	01.07.2005 01.05.2020	11 Tarım Emtiası, Ham Petrol	Tabanlı Genişletilmiş Ortak Bağlantılılık Yaklaşımı (TVP-VAR)	Ekonomik olayların etkisiyle dinamik bağlılığın zaman içinde değiştii ve özellikle kriz dönemlerinde arttığı ortaya konmuştur. Ham petrol ve bazı tarımsal emtialar şok yayıcısı olurken, mısır ve buğday gibi emtialar şok alıcısı olmuştur. Ayrıca, ham petrolün diğer piyasaları etkilediği kadar onlardan da etkilenecek yüksek bir bağlılık ağı oluşturduğu tespit edilmiştir.
Mensi vd. (2021)	04.01.2005 15.05.2020	Altın Ons, Ham Petrol, Çin’in 10 Sektör Borsa Piyasası	TVP-VAR Bağlantılılık Analizi (2012 ve 2014)	Analiz sonuçlarına göre emtia ve on sektör arasında zamanla değişen asimetric yayılmalar olduğu sonucuna varılmıştır.
Mensi vd. (2022)	17.09.2010 24.10.2020	Altın Ons, Brent Petrol, 22 Avrupa Hisse Senedi Piyasası	TVP-VAR Bağlantılılık Analizi (2012)	Altın ve petrol piyasaları, sistemden gelen getiri aktarımının net alıcılarıdır, buna karşılık hisse senedi sektörlerinin çoğu, sistemde net getiri yayılmalarının vericisi konumunda olduğu Ayrıca, negatif getiri yayılmaları pozitif yayılmalardan daha güçlü olduğu, getiri yayılmalarında bir asimetri olduğu gözlemlenmiştir.
Akyıldırım vd. (2022)	28.11.2008 19.07.2021	Mevduat Faizi, BİST100, USD/TRY, Tahvil, Kredi Temerrüt Takası (KTT), Emtia Endeksi	TVP-VAR	TVP-VAR model sonuçları, örneklem döneminde hem yerel hem de uluslararası türbülans dönemlerinde ilgili finansal varlıklar arasındaki dinamik bağlantılılık ilişkisinin arttığını gözlemlenmiştir.
Golitsis vd. (2022)	02.01.1986 31.12.2019	Altın, Ham Petrol, ABD Doları, S&P 500 Endeksi, Enflasyon Oranı (TÜFE), Ekonomik Politika Belirsizliği (EPU), Hazine Bonusu	TVP-VAR Bağlantılılık Analizi (2012)	Analiz sonuçlarına göre altının güçlü bir dolar hedge aracı olduğunu, ham petrol ve Hazine bonolarının ise enflasyonu yönlendirdiğini ortaya tespit edilmiş; ayrıca döviz kuru ile altın getirileri arasında güçlü yayılma etkileri olduğu belirlenmiştir.
Doğan vd. (2023)	11.04.2014 11.11.2022	BIST Sürdürülebilirlik Endeksi, BIST 100 Endeksi, S&P, Global Temiz Enerji Endeksi (S&P GCEI), S&P GSCI Karbon Emisyon İzinleri	TVP-VAR Bağlantılılık Analizi (Antonakakis vd., 2019)	Karbon emisyon izinlerinden kaynaklanan oynaklığın S&P GCEI, BIST 100 ve BIST sürdürülebilirlik endekslerine yayıldığı, ancak COVID-19 pandemisi sırasında bu yayılımda önemli azalmalar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, S&P GCEI’den BIST sürdürülebilirlik ve BIST 100 endekslerine zayıf bir oynaklık yayılımı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. Devamı

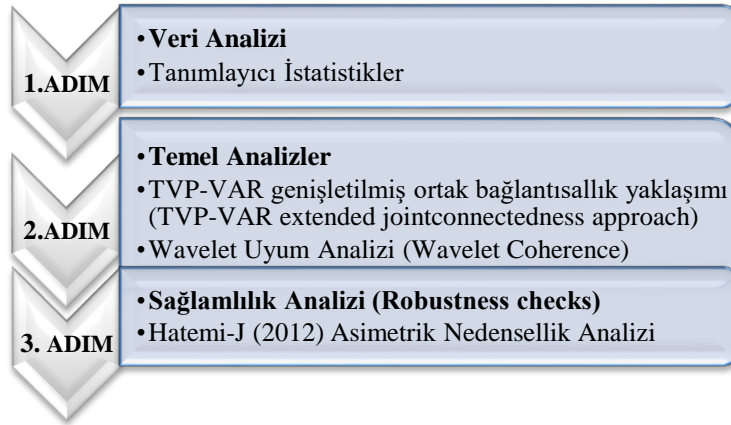
Özdemir Höl (2023)	11.03.2020- 01.02.2022	WTI, Altın Ons, Bitcoin, BIST100	TVP-VAR Bağlantılılık Analizi (Antonakakis vd., 2019)	Analiz sonuçlarına göre, Bitcoin ve ons altın fiyatlarının volatilitiyi yaydığı, BIST 100 endeksi, dolar kuru ve WTI ham petrol fiyatlarının ise volatilitiyi emen değişkenler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, BIST 100 endeksinin ons altın, Bitcoin ve dolar kurundaki dalgalanmalardan etkilendiği, özellikle ons altının BIST 100 endeksinin en fazla etkileyen unsur olduğu belirlenmiştir.
Zhao vd. (2024)	10.02.2011 02.04.2024	Ham Petrol, Altın Ons, MSCI Gelişmekte olan ve Gelişmiş Piyasalar, S&P, VIX	TVP-VAR Yaklaşımına Dayalı Wavelet Uyum Analizi	Analiz sonuçlarına göre, etkiler 2015, 2018 ve 2020-2021 dönemlerinin orta ve uzun vadeli aralıklarında yoğunlaşmış ve volatilitiyi ile dinamik toplam bağlılık arasında pozitif bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir.
Erdoğan (2024)	12.11.2017 19.11.2023	Brent Petrol S&P500 Endeksi, CAC Endeksi, DAX Endeksi, NIKKEI225 Endeksi, IBEX35 Endeksi, BIST100 Endeksi, S&PBMV Endeksi, IDX Endeksi, TADAWUL Endeksi	TVP-VAR Bağlantılılık Analizi (Antonakakis vd., 2019)	Yapılan analizlere göre, kriz dönemlerinde finansal varlıklar arasındaki dinamik bağlantılılığın arttığı belirlenmiş ve Bitcoin ile Brent petrol fiyatlarının diğer borsa endekslerinden etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır.
Mensi vd. (2024)	02.03.2003 22. 07.2021	Ham Petrol, Altın Ons, MSCI Piyasa Endeksleri	Kantil Bağlantılılık Yaklaşımı (Ando vd., 2018)	Çalışma, ayı ve boğa piyasası koşullarında daha güçlü getiri yayılmalarının varlığı gözlemlenmiştir. Ham petrol ve altın, kantil düzeylerinden bağımsız olarak, getiri yayılmalarının net alıcıları konumunda olduğu Ayrıca, yüksek stres dönemlerinde önemli ölçüde artan yayılma etkileri gözlemlenmiştir.
Guan vd. (2024)	01.07.2003 05.08.2022	S&P 500, Altın Ons, Ham Petrol, Tahvil	Çarpımsal Hata Modeli (MEM)	Hisse senedi piyasasının volatilitiyi yayılmalarının ana kaynağı olduğunu, ham petrol piyasasının ise bu yayılmaların çoğunlukla alıcısı olarak hareket ettiğini göstermektedir. Ayrıca, volatilitiyi yayılmalarının hisse senedi ve ham petrol piyasalarında genellikle negatif, tahvil piyasasında ise pozitif bir asimetric etki yarattığı tespit edilmiştir.

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

3. Metodoloji ve Veri Seti

3.1. Metodoloji

Öncelikle TVP-VAR genişletilmiş ortak bağlantısallık yaklaşımını kullanarak Brent petrol, BIST100, altın ons, dolar ve Bitcoin piyasaları arasındaki yayılım etkileri incelenmiştir. Sonrasında ise, TVP-VAR ortak bağlantılılık yaklaşımından elde edilen piyasalar arasındaki dinamik yayılımlardan yararlanarak wavelet uyum analizi ile hem zaman hem de frekans boyutlarında risk şoklarının piyasalar arası dinamik yayılımlar arasındaki birlikte hareket ettiği veya etkileşim içinde olduğu tüm bölgeler tespit edilmiştir. Ayrıca, piyasalar arası yayılmalardaki değişikliklerin dış riski etkileyip etkilemediği incelenmiştir. Son olarak Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik analizi ile risk şokları ile piyasalar arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmiştir.



Şekil 1. Analiz Süreci

3.1.1. TVP-VAR Genişletilmiş Ortak Bağlantılılık Yaklaşımı

Diebold ve Yılmaz (2012) tarafından önerilen en popüler ekonometrik teknik, bağılılık ilişkilerini incelemek için kullanılmaktadır. Bu metodoloji, belirli bir ekonomik şoktan kaynaklanan olumsuz etkileri çözmek amacıyla önceden belirlenmiş bir ağda bulaşıcılığı izlemek için uygulanmaktadır. Ancak, bu orijinal yaklaşımın bir sınırlılığı, zamanla değişen bağılılık ölçümleri için rastgele seçilen hareketli pencere boyutuna bağımlı olmasıdır. Bu sorunu çözmek için çeşitli öneriler sunulmuştur. Kullanılan hareketli pencere Vektör Otoregresyon (VAR)’nun ortalama kare tahmin hatasının kullanılmasıyla en uygun pencere boyutunun seçilmesi (Antonakakis vd., 2020) veya ortak yayılma endeksinin kullanılması (Lastrapes ve Wiesen, 2021) örnek olarak ifade edilebilir. Bu çalışmada, Balçılar vd. (2021) izlenerek, risk şokları (Korku Endeksi (VIX)) ile Türkiye’deki finansal varlıklar arasındaki (ham petrol, altın, döviz hisse senedi ve kripto para piyasaları) bağlantıları incelemek amacıyla zamanla değişen parametrelili Vektör Otoregresyon (TVP-VAR) ve genişletilmiş ortak bağılılık yaklaşımı birlikte uygulanmıştır. Balçılar vd. (2021) tarafından önerilen TVP-VAR genişletilmiş ortak bağılılık yaklaşımı tanıtılmaktadır. İlk olarak, kovaryans durağan K-değişkenli bir TVP-VAR modeli düşünelim. Bayesyen bilgi kriterine (BIC) dayalı olarak bir TVP-VAR modeli tahmin edilmektedir (Denklem 1):

$$y_t = B_t y_{t-1} + \epsilon_t, \epsilon_t \sim N(0, \Sigma_t) \quad (1)$$

$$vec(B_t) = vec(B_{t-1}) + v_t, v_t \sim N(0, R_t) \quad (2)$$

Burada y_t , y_{t-1} ve ϵ_t , $K \times 1$ boyutunda vektörlerdir ve B_t ile Σ_t , $K \times K$ boyutunda matrislerdir. $vec(B_t)$ ve v_t , $K^2 \times 1$ boyutunda vektörlerdir ve R_t , $K^2 \times K^2$ boyutunda bir matristir. Bu model, tüm parametrelerin (B_t) ve seriler arasındaki korelasyonun zamanla değişmesine olanak tanır. Ayrıca, varyans-kovaryans matrisleri (Σ_t ve R_t) zamanla değişmektedir.

Bir sonraki adımda, TVP-VAR modeli, Wold temsili teoremine göre $y_t = \sum_{h=0}^{\infty} A_{h,t} \epsilon_{t-h}$ bir TVP-VMA modeline dönüştürülür. Burada $A_0 = I_K$ ve ϵ_t , zamanla değişen kovaryans matrisi $E(\epsilon_t \epsilon_t') = \Sigma_t$ 'ye sahip simetrik beyaz gürültü şoklarını ifade eder. Bu nedenle, H-adımlı tahmin katsayısı şu şekilde yazılabilir (Denklem 3):

$$\xi_t(H) = y_{t+H} - E(y_{t+H} | y_t, y_{t-1}, \dots) = \sum_{h=0}^{H-1} A_{h,t} \epsilon_{t+H-h} \quad (3)$$

Tahmin hatası kovaryans matrisi şu şekilde yazılabilir (Denklem 5):

$$E(\xi_t(H) \xi_t'(H)) = A_{h,t} \sum_t A_{h,t}' \quad (4)$$

Önerilen çerçeve, Diebold ve Yılmaz'ın (2014) H-adımlı ileriye dönük genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırmasına (GFEVD) dayanmaktadır. GFEVD, $gSOT_{ij,t}$, j değişkeninden kaynaklanan bir şokun i değişkeni üzerindeki etkisini temsil eder ve şu şekilde yazılabilir (Denklem 5):

$$\varphi_{ij,t}^{gen}(H) = \frac{E(\xi_{i,t}^2(H)) - E[(\xi_{i,t}(H) - E(\xi_{i,t}(H))) | \epsilon_{j,t+1}, \dots, \epsilon_{j,t+H}]^2}{E(\xi_{i,t}^2(H))} \quad (5)$$

$$= \frac{\sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_{h,t} \sum_t e_j)^2}{(e_j' \sum_t e_j) \sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_{h,t} \sum_t A_{h,t}' e_i)} \quad (6)$$

$$gSOT_{ij,t}(H) = \frac{\varphi_{ij,t}^{gen}(H)}{\sum_{j=1}^K \varphi_{ij,t}^{gen}(H)} \quad (7)$$

Burada e_j , i 'inci konumundaki bir olan $K \times 1$ boyutunda sıfır seçim vektörüdür. $\varphi_{ij,t}^{gen}(H)$, i değişkeninin H- adımlı tahmin katsayısı varyansında, j değişkeninin gelecekteki şoklarına şart koşmasıyla oluşan oransal azalmayı temsil eder. $\sum_{j=1}^K \varphi_{ij,t}^{gen}(H) \neq 1$ olduğunda, birliğe normalize edilerek $gSOT_{ij,t}$ 'nin değeri elde edilir. Daha sonra, toplam yönlü bağlantılılık endeksi şu şekilde elde edilir (Denklem 8 ve Denklem 9):

$$S_{i \leftarrow \cdot, t}^{gen, from}(H) = \sum_{j=1, j \neq i}^K gSOT_{ij,t}(H) \quad (8)$$

$$S_{i \rightarrow \cdot, t}^{gen, to}(H) = \sum_{j=1, j \neq i}^K gSOT_{ij,t}(H) \quad (9)$$

TCI ağ içindeki birbirine bağlılığı g¼sterir. TCI’yı Şu Şekilde tanımlanır (Denklem 10):

$$TCI_t = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K S_{i \leftarrow \bullet, t}^{\text{gen,from}}(H) = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K S_{i \rightarrow \bullet, t}^{\text{gen,to}}(H) \quad (10)$$

Lastrapes ve Wiesen (2021) tarafından ¼nerilen ortak bağlantılılık yaklaşımı Őuna eŐittir: Denklem 11 ve Denklem 12):

$$S_{i \leftarrow \bullet, t}^{\text{jnt,from}}(H) = \frac{E(\xi_{i,t}^2(H)) - E[\xi_{i,t}(H) - E(\xi_{i,t}(H) | \epsilon_{v \neq i, t+1}, \dots, \epsilon_{v \neq i, t+H})]^2}{E(\xi_{i,t}^2(H))} \quad (11)$$

$$= \frac{\sum_{h=0}^{H-1} e_i' A_{h,t} \sum M_i (M_i' \sum M_i)^{-1} M_i' \sum A_{h,t}' e_i}{\sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_{h,t} \sum A_{h,t}' e_i)} \quad (12)$$

Bu, i deđiŐkeninin H -adımlı tahmin hatası varyansının, i dıŐındaki t¼m değişkenlerin gelecekteki Şoklarına birlikte Őart koŐularak ağıklanabilecek oranıdır. Burada M_i , i -inci s¼tunu elimine edilmiş kimlik matrisine eŐit olan $K \times (K - 1)$ boyutunda bir dikd¼rtgen matristir ve $\epsilon_{v \neq i, t+1}$, $t+1$ 'de i 'den farklı t¼m değişkenlerin Şoklarını ifade eder.

Genişletilmiş ortak bağlantılılık yaklaşımını elde etmek i¼in ama¼; $gSOT_{ij,t}$ 'nin eŐdeđeri olan $jSOT_{ij,t}$ 'yi bulmaktır ve Şu koŐulları sağlar:

$$S_{i \leftarrow \bullet, t}^{\text{jnt,from}} = \sum_{j=1, j \neq i}^K jSOT_{ij,t} \quad (13)$$

$$S_{i \leftarrow \bullet, t}^{\text{jnt,to}} = \sum_{j=1, j \neq i}^K jSOT_{ij,t} \quad (14)$$

$$jSOI_t = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K S_{i \leftarrow \bullet, t}^{\text{jnt,from}} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K S_{i \rightarrow \bullet, t}^{\text{jnt,to}} \quad (15)$$

¼l¼ckleme yaklaşımını genelleŐtirmek i¼in Lastrapes ve Wiesen'in (2021) takip edilmekte ve burada ¼l¼ckleme fakt¼r¼ λ her satıra g¼re aŐađdaki gibi farklılık g¼stermektedir:

$$\lambda_i = \frac{S_{i \leftarrow \bullet, t}^{\text{jnt,from}}}{S_{i \leftarrow \bullet, t}^{\text{gen,from}}} \quad (16)$$

$$\lambda = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \lambda_i \quad (17)$$

Son olarak, Őunlar elde edilir:

$$jSOT_{ij,t} = \lambda_i gSOT_{ij,t}$$

$$jSOT_{ij,t} = 1 - \sum_{i \leftarrow \bullet, t}^{\text{jnt,from}}$$

$$S_{i \rightarrow \bullet, t}^{\text{jnt,to}} = \sum_{j=1, j \neq i}^K jSOT_{ji,t}$$

Son olarak, ölçeklendirme parametresinin satıra göre değişmesine imkân tanır ve net toplam ve çift yönlü bağlantılılık ölçülerini aşağıdaki gibi hesaplanmasını sağlar:

$$S_{ij,t}^{jnt,net} = jSOT_{ji,t} - jSOT_{ij,t} \quad (18)$$

$$S_{i,t}^{jnt,net}(H) = S_{i \rightarrow \bullet, t}^{jnt, to} - S_{i \leftarrow \bullet, t}^{jnt, from} \quad (19)$$

3.1.2. Wavelet Uyum Analizi

Wavelet Uyum Analizi son yıllarda yaygın bir dinamik ekonometrik yaklaşım haline gelmiştir (Vukovic vd., 2021). Bu analiz açıklamadan önce Torrence ve Compo'nun (1998) çalışmasında belirtildiği gibi "Wavelet Güç Spektrumu (WPS)" ve "Çapraz Wavelet Dönüşüm (XWT)" ölçüleri tanımlanması gerekir. Bu bağlamda, WPS farklı frekanslar için bir zaman serisinin varyansının zaman göre nasıl evrildiğini gösterir ve aynı zamanda farklı zaman ölçeklerindeki varyansların büyüklüğü, gücün büyüklüğü olarak tanımlanır. XWT ölçüsü, her bir zaman ölçeğine ait iki zaman serisi arasındaki lokal kovaryansın hesaplanmasına olanak sağlayan bir ölçü olarak nitelendirilir. Bu ölçü zaman ve frekans uzayında zaman serilerinin ortak varyanslarının yüksek olduğu alanları belirlemek için kullanılır. Wavelet Uyum Analizi ise iki zaman serisi arasındaki ortak hareketler ve nedensellik ilişkisini farklı frekanslara göre zaman içerisinde nasıl değiştiğini araştırmak için kullanılır (Kangallı Uyar, 2021: 126). Ayrıca zaman serilerinin çeşitli ölçeklere ayrıştırılmasını kolaylaştırarak geleneksel zaman serisi teknikleriyle fark edilemeyen içgörülerini ortaya çıkarır (Ferrer vd., 2016) hatta zaman frekansına dayalı özellikleri, daha yüksek (daha düşük) ölçek özelliklerinin daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına olanak tanır. Daha da önemlisi, bu teknik zaman serisi verilerindeki durağanlık sorununun üstesinden gelmede etkili bir yaklaşım olduğu ifade edilir (Antonakakis vd., 2018). Süreç, zaman içinde büyüme ve düşüşe uğrayan küçük bir dalganın kullanılmasını içerir (Shaik vd., 2023). Son olarak Wavelet Uyum Analiziyle zaman ve frekans uzayında iki zaman serisinin ortak hareket ettiği veya nedensellik bağlantısı içinde olduğu bütün bölgeleri belirlemek mümkündür. Bu bağlamda zaman ve frekans uzayında iki zaman serisi arasındaki lokal korelasyon katsayısı hesaplanmasına olanak tanır (Kangallı Uyar, 2021: 127). Bu çalışmada, Torrence ve Compo (1998) tarafından özetlenen ve wavelet uyum analizinin aşağıda tanımlandığı metodolojiyi izleyerek değişkenler arasındaki ilişkileri tespit etmektir. Torrence ve Compo'nun (1998) çalışmasında $p(t)$ ve $q(t)$ gibi iki farklı zaman serisi için XWT ölçüsünü aşağıdaki gibi tanımlanır (Denklem 20):

$$W_{p,q}(\tau, s) = W_p(\tau, s)W_q^*(\tau, s) \quad (20)$$

Burada $W_p(\tau, s)$ ve $W_q(\tau, s)$ sırasıyla $p(t)$ ve $q(t)$ 'nin Sürekli Wavelet Dönüşümlerini (*Continuous Wavelet Transforms-CWT*) ifade eder. τ konum, s ölçek parametresini, * işareti ise karmaşık sayının eşliğini gösterir. $p(x)$ ve $q(x)$ iki zaman serisi arasındaki Wavelet uyum ölçüsü şu şekilde tanımlanır (Denklem 21):

$$R^2(\tau, s) = \frac{|S(t^{-1}W_{p,q}(\tau, s))|^2}{S(t^{-1}|W_p(\tau, s)|^2)S(t^{-1}|W_q(\tau, s)|^2)} \quad (21)$$

Burada $R^2(\tau, s)$ her zaman ve frekansta $p(t)$ ve $q(t)$ arasındaki korelasyonu ölçer. S zaman ve ölçeklerdeki yumuşatma (düzgünleştirme) parametresini gösterir. Wavelet uyum analizi

deđeri¹ 0 (sıfır) ile 1 (bir) arasında değişir ($0 \leq R^2(\tau, s) \leq 1$). $R^2(\tau, s)$ ’un sıfıra yakın değerler alması $p(t)$ ve $q(t)$ gibi iki zaman serisi arasındaki lokal korelasyonun zayıf olduğunu yani etkileşimin veya nedensellik bağlantılarının olmadığını gösterirken, bire yakın değerler alması durumunda ise güçlü olduğunu yani birlikte hareketin olduğu ve nedensellik bağlantılarının güçlü olduğunu göstermektedir (Rua ve Nunes, 2009: 634). Wavelet Uyum Analizinin iki zaman serisi arasındaki etkileşiminin pozitif mi yoksa negatif yönden mi olduğunu göstermemesi gibi bir sınırlaması bulunur ve bu sınırlama “lead-lag” ilişkilerinin hesaplanmasıyla çözülür. Denklem (22), Torrence ve Webster’a (1999) göre iki zaman serisi arasındaki faz farklı bağlantısını tahmin etmek için kullanılır (Denklem 22):

$$\emptyset_{p,q}(\tau, s) = \tan^{-1} \left(\frac{\Im\{S(t^{-1}W_{p,q}(\tau, s))\}}{\Re\{t^{-1}W_{p,q}(\tau, s)\}} \right) \quad (22)$$

Burada \Im ve \Re sırasıyla düzgünleştirme güç spektrumunun gerçek ve sanal kısımlarını ifade etmektedir.

3.2. Veri Seti

Bu çalışmanın amacı, risk şokları ile Türkiye’de finansal varlıklar arasındaki yayılım etkisinin TVP-VAR genişletilmiş ortak bağlantılılık yaklaşımına dayalı wavelet uyum analizi ile araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda, hisse senedi piyasası için BIST100 endeksi, petrol piyasası için Brent ham petrol, döviz piyasası için USD/TRY, altın piyasası için altın ons, kripto para birimi piyasası için Bitcoin ve risk şoklarının bir ölçüsü olan S&P 500 VIX değişkenleri kullanılmaktadır. Bu veriler Investing (2024) ve Yahoo Finance’dan (2024) elde edilmiştir (04.08.2024). 08.11.2017 ile 08.09.2024 dönemini kapsayan günlük veri seti tercih edilmiştir. Bu dönem Brexit, Çin-ABD ticaret savaşı, Rahip Brunson krizi, kur şoku, COVID-19 salgını, Rusya-Ukrayna savaşı, İsrail ve Filistin savaşı ve finansal piyasayı etkileyen diğer olaylar gibi önemli şoklar yaşamıştır. Yatırımcı korku endeksi olarak bilinen VIX endeksi, yatırımcıların yatırım stratejilerini değiştirmeleri için önemli bir referans olarak ve piyasanın volatilitésinin bir temsili olarak finansal piyasa çalışmalarında yaygın olarak kullanılır (Basher ve Sadorsky, 2016; Dai vd., 2024). VIX endeksindeki artış genellikle risk şoklarını ve kötümser piyasa duyarlılığını işaret etmektedir ve bu da finansal piyasayı doğrudan etkileyeceği ifade edilebilir (Chung ve Chuwonganant, 2018; Chen ve Sun, 2022). Ayrıca, VIX endeksinin, Ekonomik Politika Belirsizlik Endeksi (EPU)’dan daha büyük bir piyasa etkisine ve öngörü gücüne sahip olduğunu bulmuşlardır (Wang vd., 2020; Chen vd., 2022). Bu nedenle, finansal piyasalardaki risk şoklarını ölçmek için VIX endeksi dikkatte alınmıştır. Zaman serilerinin logaritmik farkı $r_{i,t} = \ln \left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}} \right)$ formül yardımıyla hesaplanmıştır. Formül de yer alan ifadeler şu şekilde tanımlanır: $r_{i,t}$, t zamanında i’nci değişkenin fiyat getirilerini; $P_{i,t}$ ve $P_{i,t-1}$ sırasıyla t ve t-1 zamanında değişkenlerin kapanış fiyatlarını göstermektedir. Tüm değişkenlerin betimleyici istatistikleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler ve Normallik Testi Sonuçları

	BIST100	Altın	Dolar	BTC	Brent Petrol	VIX
Ortalama	0.129	0.038	0.127	0.124	0.013	0.043
Medyan	0.190	0.026	0.073	0.066	0.197	-0.562
Maximum	9.421	5.775	14.75	20.335	19.077	76.824
Minimum	-10.306	-5.113	-20.904	-49.727	-27.976	-33.582
Std.Sapma	1.701	0.947	1.285	4.503	2.627	7.947
Çarpıklık	-0.686	-0.196	-1.123	-0.935	-1.343	1.488
Basıklık	7.665	7.100	66.907	15.119	22.547	12.296
JB	1665.483***	1195.075***	287949.000***	10589.100***	27413.500***	6710.493***
ADF	-40.162***	-42.471***	-35.713***	-41.857***	-38.819***	-44.613***
Gözlem Sayısı	1690	1690	1690	1690	1690	1690

Not: JB normal dağılımın Jarque-Berra testi (1980) ve ADF (1979) genelleştirilmiş en küçük kareler Dickey Fuller birim kök testidir. *, ** ve *** sırasıyla %0,1, %0,05 ve %0,01 değerlerine karşılık gelmektedir. Çarpıklık: D'Agostino testi; Basıklık: Anscombe ve Glynn testleridir.

Tablo 2'de, değişkenlere ait günlük getirilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler özetlenmiştir. VIX ve Bitcoin piyasalarının diğer piyasalara göre daha yüksek volatiliteye sahip olduğu görülmektedir. Tüm piyasalar için çarpıklık katsayısı (skewness) değerleri sıfırdan saptığı gözlemlenmiştir. VIX pozitif ve sağa çarpıklık değerine sahipken, diğer piyasalar ise negatif ve sola çarpık değerler aldığı tespit edilmiştir. Tüm piyasalar için basıklık katsayısı (kurtosis) değerlerinin üçten büyük olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, durağanlık testi, tüm piyasaların birim kök içermediğini göstermektedir; çünkü genişletilmiş Dickey-Fuller testi (ADF) %1 anlamlılık seviyesinde reddedilmiştir. Jarque-Bera testi göre tüm piyasa getirilerinin %1 anlamlılık seviyesinde H_0 hipotezi reddedilmiştir ve getirilerin normal dağılmadığını tespit edilmiştir. Bu durum, farklı piyasalar arasındaki ilişkileri araştırmak için zamanla vektör otoregresyon (VAR) modelini kullanabileceğimizi göstermektedir.

4. Analiz Bulguları

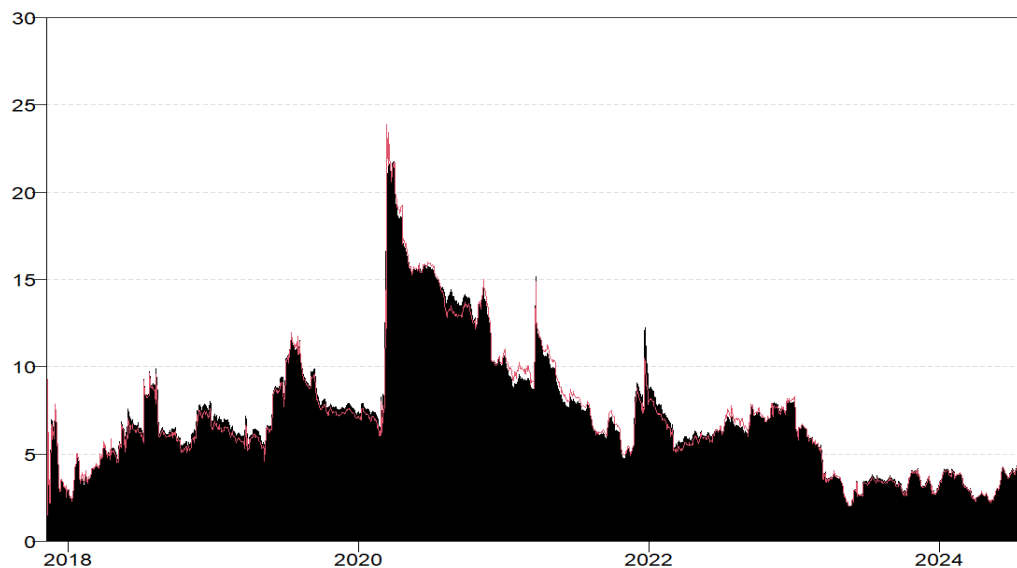
Tablo 3, TVP-VAR modelinin tahmin hata varyans ayrıştırması yoluyla elde edilen farklı varlıklar arasındaki toplam bağıllık ortalama değerlerini sunmaktadır. Bu tablo, volatilitenin değişkenler arasında nasıl dağıldığını ortaya koymaktadır. Burada ana diyagonal elemanlar, değişkenlerin şokların kendi varyans paylarını gösterirken, diyagonal dışı değerler, diğer değişkenlerdeki, diğer bir deyişle finansal varlıklar arasındaki etkileşimleri yansıtmaktadır. Volatilite Yayılımı (FROM), satırların sütun değişkenlerinden nasıl etkilendiğini; Volatilite Yayılımı (TO) ise sütun değişkenlerinin satırları nasıl etkilediğini göstermektedir (Bouri vd., 2021; Aydoğdu ve Durmaz, 2024). Tablo 3'te görüldüğü üzere, tüm piyasaların incelendiği dönemler dikkate alındığında, birkaç dikkat çekici gözlem ortaya çıkmaktadır. İlk olarak, finansal varlıklar arasındaki bağıllığın arttığına dair bulgulara ulaşılmıştır. Örneğin, BIST100 değişkeni için tahmin hata varyansının yaklaşık %90,69'u kendi şoklarından kaynaklanırken, %9,31'i altın, dolar, bitcoin ve Brent petrol değişkenlerinden şok almaktadır. Toplam ortalama ortak bağıllılık endeksi (TCI) %7,19 olarak hesaplanmış ve bu, tüm değişkenlerin oluşturduğu ağı, ağ içindeki değişimlerin %7,19'nu açıklayabileceğini göstermektedir. Diğer bir ifadeyle bu, ortalama olarak bir finansal varlıktaki tahmin hatası varyansının %7,19'nu diğer tüm piyasalardaki yeniliklere atfedilebileceği anlamına gelmektedir.

Tablo 3. Ortalama Ortak Bağlantılılık Tablosu

	BIST100	Altın	Dolar	BTC	Brent Petrol	Diğerlerinden
BIST100	90.69	1.23	3.74	2.26	2.07	9.31
ALTIN	0.89	95.83	1.00	1.21	1.01	4.17
DOLAR	6.13	0.59	90.91	1.25	1.13	9.09
BTC	2.12	1.97	0.98	93.20	1.73	6.80
BRENT PETROL	1.63	2.30	0.83	1.81	93.44	6.56
Diğerlerine	10.77	6.09	6.55	6.53	6.00	35.94
NET	1.46	1.91	-2.54	-0.27	-0.56	TCI
NPDC	1.00	3.00	1.00	3.00	2.00	7.19

Not: Sonuçlar, bir gecikme uzunluğuna sahip TVP-VAR modeline (BIC) ve 20 adım ileriye dönük genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırmasına dayanmaktadır (Balcılar vd., 2021).

Özellikle, BIST100 ve altın incelenen dönemde şokların başlıca yayıcıları olarak görülürken, dolar, bitcoin, Brent petrol şok alıcıları olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, uygulanan genişlemeci para politikası tedbirleri ve merkez bankalarının düşük faiz yoluyla sağlanan likidite enjeksiyonlardan kaynaklanabileceğini göstermektedir. Öte yandan hem altın hem de bitcoin piyasalarının Covid-19 pandemisi ve ham petrol piyasasının OPEC+ üretim anlaşmasının bozulmasıyla ortaya çıkan ikili şoktan etkilenmesiyle, ham petrolün pandemi dönemi boyunca net bir şok alıcıya dönüştüğü gözlemlenmektedir. Bu sonuçların incelenen dönemlerde birbirine bağlılıklarına genel bir bakış sağladığını ifade edilebilir. Diğer bir ifadeyle Tablo 3’te sunulan sonuçlar, incelenen dönemin tamamını dikkate alan toplu sonuçlar olup, TCI değerindeki önemli sapmalara yol açabilecek belirli dönemlere odaklanmamaktadır. Bu bağlamda, zaman içindeki finansal varlıklar arasındaki bağlılığı etkileyen belirli dönemleri belirlemek için dinamik yaklaşımla devam edilmiştir. Çalışma dönemi boyunca farklı ekonomik veya politik durumlara TCI’nın nasıl yanıt verdiğini göstermek amacıyla şekil 2, Dinamik Toplam Bağlantılılık Endeksi’nin (TCI) zaman içerisindeki dinamiklerini sunmaktadır.



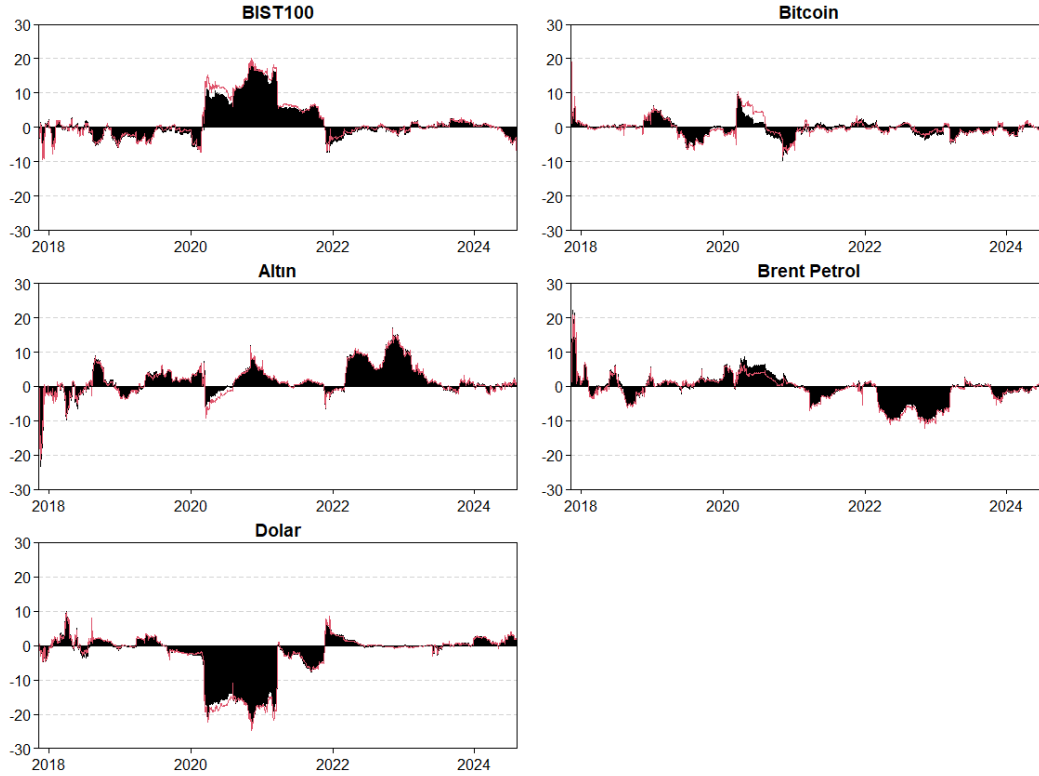
şekil 2. Dinamik Toplam Bağlantılılık Endeksi (TCI)

Not: Sonuçlar, bir gecikme uzunluğuna sahip bir TVP-VAR modeline (BIC) ve 20 adım ileriye dönük genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırmasına dayanmaktadır. Siyah gölgeli alan ortak bağlantılılık sonuçlarını temsil ederken, kırmızı çizgi orijinal bağlantılılık sonuçlarını göstermektedir (Balcılar vd., 2021).

Şekil 2'de g r ld ğu gibi, ağın dinamik bağlılığı zaman içinde özellikle kriz dönemlerinde önemli ölçüde dalgalandığı g r lmektedir. Bu durum, finansal piyasalar arasındaki bağlılığın zamana bağlı olduğuna işaret etmektedir. Şekil 3'te daha yakından incelendiğinde, belirgin bağlantılılıkların, dünya genelinde yeni bulaŐıcı hastalık salgınının baŐlaması ve ikinci bir dalga korkularını tetiklemeyle örtüŐen Mart 2020 yılının ortalarında ortaya çıktığı g r lmektedir. TCI'nin örnekleme dönemi baŐında nispeten yüksek seviyelerde seyrettiği ve belirli dönemlerde dalgalanmalar yaŐadıđı tespit edilmiştir. Bu dönemler arasında, TCI'nin %24 seviyesine yaklaŐtıđı bir zirve noktasına ulaŐtıđı gözlemlenmiştir. Ancak, zaman içerisinde bu değerlerin d ŐuŐ eğilimi gösterdiği ve %8 ile %12 aralığında daha istikrarlı bir seyir izlediği belirlenmiştir. 2018-2020 yılları arasındaki ekonomik ve siyasi geliŐmelerin, TCI'de belirgin dalgalanmalara yol açtığı görülmüştür. Bununla birlikte, genel eğilim bu dönemde de d ŐuŐ yönünde seyretmiŐtir. 2019-2020 döneminde, özellikle küresel piyasalardaki toparlanmaya paralel olarak, TCI'nin yeniden yükselerek analiz dönemi içindeki en yüksek seviyesine ulaŐtıđı tespit edilmiştir. Ancak, bu yükseliŐ eğilimi, petrol fiyatlarındaki keskin d ŐuŐler ve Covid-19 pandemisinin neden olduğu ekonomik belirsizlikler nedeniyle tersine dönmüŐ ve bağlılık seviyesi yaklaşık %10 seviyesine gerilemiŐtir. 24 Şubat 2022 yılında başlayan Rusya-Ukrayna savaŐının TCI üzerinde yeniden yükseliŐe neden olduğu ve %13 seviyelerine ulaŐtıđı gözlemlenmiştir. Ancak bu artış, savaŐın ardından d ŐuŐ trendine dönüŐmüŐtür. Son olarak, 2023 yılının son çeyreğinde meydana gelen İsrail-Filistin savaşı, TCI'de yeni dalgalanmalara neden olmuŐ ve %7 seviyesine yükselmesine yol açmıŐtır. Covid-19 salgınıyla birlikte, artan belirsizlik nedeniyle nakit talebindeki artış, bu tür kriz dönemlerinde ekonomik bağlılığı artıran önemli bir faktör olarak değerlendirilebilir. Ancak, Covid-19 sonrası yatırımcıların tepkisi, önceki kriz dönemlerine kıyasla çok daha hızlı ve yoğun bir Şekilde gerçekleŐmiŐtir. Benzer bir Şekilde, 2022 yılında başlayan Rusya-Ukrayna Savaşı da küresel piyasalarda belirsizliği artırmıŐ, enerji ve emtia piyasalarında ciddi dalgalanmalara yol açmıŐtır. Bu savaŐ, özellikle enerji arzına yönelik endiŐeleri tetikleyerek ham petrol fiyatlarında baŐlangıçta bir artıŐa neden olmuŐ, ancak savaŐın uzaması ve küresel talebin yavaŐlamasıyla birlikte ham petrol piyasalarında belirgin bir d ŐuŐ yaŐanmıŐtır. Bu durum, yatırımcıların risk algısını ve nakit talebini daha da artırmıŐ, özellikle enerji ve emtia odaklı piyasalarda hızlı ve spekulatif hareketlere neden olmuştur. Böylece, Covid-19 pandemisi ve Rusya-Ukrayna Savaşı gibi birbirini izleyen küresel krizler, piyasa davranıŐlarında ani deđiŐikliklere ve finansal volatilitenin artmasına yol açmıŐtır. Bir değerkenin net Şok yayıcıdan net Şok alıcıya geçiŐ yaptığı ya da tam tersi bir davranıŐ sergilediği durumlarda, davranıŐındaki değerlikleri değerlendirmek önemlidir. Pozitif değerlerin bir net yayıcı rolünü, negatif değerlerin ise bir net alıcı rolünü ifade ettiğini belirtmek gerekir. Bu bağlamda, Şekil 3'de değerkenlerin toplam net yönsel grafiğine yer verilmiştir.

Şekil 3'te g r ld ğu üzere, BIST100 getirilerinin, incelenen dönemin ilk iki yıl boyunca net Şok alıcısı konumunda olduğu g r lmektedir. 2020-2022 yılları arasında ise net Şok yayıcısı olduğu ve 2022-2024 yıllarında ise net Şok alıcısı konumunda olduğu gözlemlenmektedir. Bitcoin ve Brent petrol getirilerinin, çalışma döneminin ilk dönemlerinde hem net Şok yayıcısı hem de net Şok alıcısı konumunda iken, Covid-19 pandemi dönemiyle beraber net Şok yayıcı konumuna geçmiş ve sonraki dönemler de ise genellikle net Şok alıcısı konumunda olduğu gözlemlenmektedir. Altın getirilerinin, incelenen dönemde ağırlıklı olarak net Şok yayıcısı konumunda olduğu gözlemlenmiştir. Dolar getirilerinin ise 2020-2021 yıllarında net Şok alıcısı konumunda olduğu, diğer dönemlerde net Şok yayıcı olduğu g r lmektedir. Bu bulgular doğrultusunda elde edilen bağlılıklar sonucunda, Kriz dönemlerinde BIST100, Bitcoin, Altın ve

Brent petrol getirilerinin net şok yayıcısı ve dolar getirilerinin ise uzun vade de ne şok alıcısı olduğu sonucuna varılabilir.

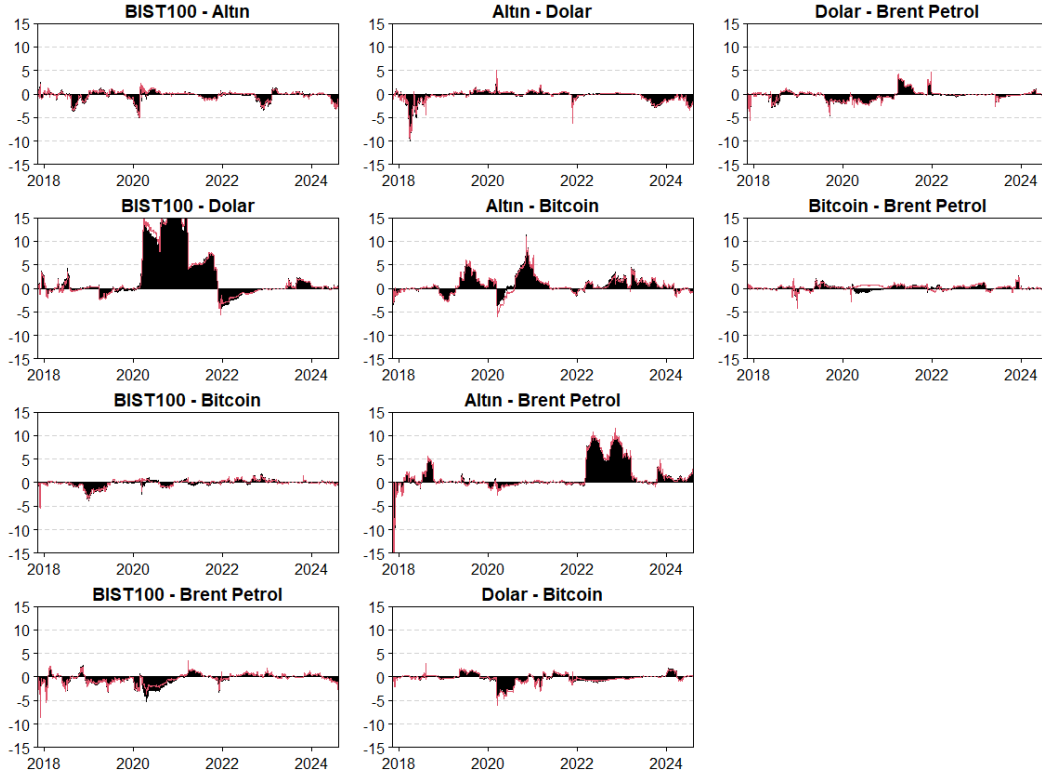


Şekil 3. Net Toplam Yönel Bağlantılılık Grafiği

Not: Sonuçlar, bir gecikme uzunluğuna sahip bir TVP-VAR modeline (BIC) ve 20 adım ileriye dönük genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırmasına dayanmaktadır. Siyah gölgeli alan ortak bağlantılılık sonuçlarını temsil ederken, kırmızı çizgi orijinal bağlantılılık sonuçlarını göstermektedir (Balcılar vd., 2021).

Şekil 4’te ise tüm değişkenlerin dinamik net çift yönlü bağlantılılık sonuçlarına yer verilmiştir. Şekil 4’te görüldüğü üzere, BIST100 ile dolar, 2020-2022 yılları arasında BIST100’ün net şok yayıcısı olarak hareket ettiğini göstermektedir. 2022 yılında ise BIST100’ün net şok alıcısı konumunda olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle Covid-19 pandemisi döneminde yüksek büyüklükte etkiler yarattığı görülmüştür. BIST100 ile altın, Bitcoin ve Brent petrol grafikleri incelendiğinde, ortalama yayılma etkilerinin hem heterojenlik hem de benzerlik sergilediği görülmektedir. Diğer bir ifadeyle, bu değişkenler arasındaki yayılmanın net alıcısı konumunda olduğu gözlemlenebilmektedir. Altın ile Bitcoin grafiği incelendiğinde, 2019 yılında altının net şok alıcısı olarak hareket ettiği, ancak 2020 ve 2021 yıllarında net şok yayıcısı olduğu anlaşılmaktadır. 2022-2024 yıllarında ise altının net şok yayıcısı olduğu gözlemlenmiştir. Altın ile Brent petrol arasındaki ilişkiye bakıldığında, 2020-2022 yıllarının ilk çeyreğine kadar altının net şok alıcısı olarak hareket ettiği, ancak 2022 yılının ikinci çeyreğinden 2023 yılının son çeyreğine kadar altının net şok yayıcısı konumunda olduğu görülmektedir. Diğer ikili bağlılıklar açısından, 2017-2024 yılları arasında büyüklük açısından birbirine benzer bir seyir izlendiği, ancak bu değişkenlerin kayda değer bir bağlantı oluşturmadığı ve az da olsa net şok alıcıları konumunda olduğu anlaşılmaktadır. Sonuç olarak, hisse senedi, dolar, petrol, altın ve Bitcoin getirileri arasında önemli bir bağlılık olduğu gözlemlenmektedir. Özellikle belirli dönemlerde

yaşanan ekonomik ve politik şokların, varlıklar arasındaki korelasyonları anlamlı ölçüde değiştirdiği görölmektedir. Örneğin, 2018'deki Rahip Brunson krizi ve dolar şoku, BIST100 ile dolar arasındaki ilişkinin keskin biçimde negatif hâle gelmesine yol açarken, 2020 yılındaki Covid-19 pandemisi, altın ve Brent petrol gibi güvenli liman veya enerji varlıklarının fiyat oynaklığını artırmıştır. Ayrıca Bitcoin gibi kripto varlıkların geleneksel piyasa göstergeleriyle ilişkisi, yüksek volatilitenin nedeniyle belirgin bir şekilde değişkenlik göstermekte ve bu durum, kripto paraların yatırım ortamındaki artan önemini yansıtmaktadır. Makroekonomik ve jeopolitik olaylar, özellikle doların hem geleneksel güvenli liman varlıkları hem de gelişmekte olan piyasa göstergeleri üzerindeki merkezi etkisini açıkça ortaya koyarken, Brent petrol gibi emtia fiyatlarının enerji piyasası odaklı etkiler yarattığı ve diğer finansal göstergelerle zayıf bir ilişki sergilediği görölmektedir. Sonuç olarak, varlık sınıfları arasındaki bu ilişkiler, portföy çeşitlendirmesi ve dinamik risk yönetimi açısından kritik bir öneme sahiptir. Ayrıca, politika yapıcılar ve yatırımcılar bu sonuçları potansiyel yayılma etkileri için erken uyarı sinyalleri olarak kullanabilir. Bu nedenle, yalnızca tek bir varlığa odaklanmayan, geliştirilmiş varlık yönetim stratejilerinin uygulanması kritik öneme sahiptir.



şekil 4. Dinamik Çift Yönlü Net Bağlantılılık Grafiği

Not: Sonuçlar, bir gecikme uzunluğuna sahip bir TVP-VAR modeline (BIC) ve 20 adım ileriye dönük genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırmasına dayanmaktadır. Siyah gölgeli alan ortak bağlantılılık sonuçlarını temsil ederken, kırmızı çizgi orijinal bağlantılılık sonuçlarını göstermektedir (Balcılar vd., 2021).

Risk şoklarının piyasalar arası yayılmalar üzerindeki zaman-frekans nedenselliğini daha ayrıntılı bir şekilde ölçmek amacıyla, piyasalar arası oynaklık yayılmaları üzerindeki risk şoklarının etkisini ölçmek için VIX endeksi kullanılmıştır. İlk olarak, piyasalar arasındaki

dinamik TCI (Toplam Bağlılık İndeksi) ve bireysel piyasaların NET'ini (Net Bağlılık) elde edilmiştir. TCI'ye logaritmik birinci fark uygulanmış, NET'e ise birinci fark uygulanmıştır ve açıklayıcı istatistikler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Tanımlayıcı İstatistikler

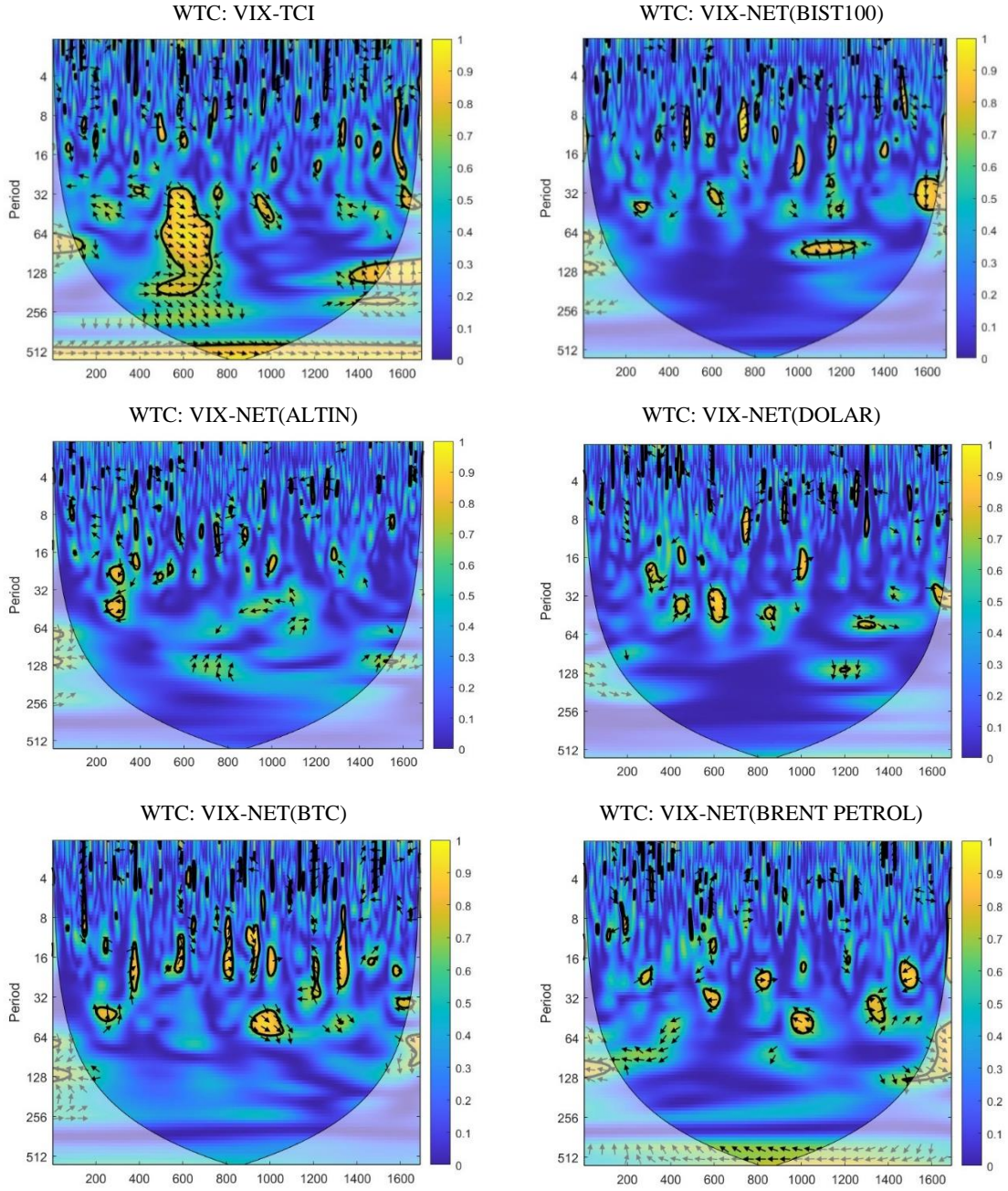
	NET(BIST100)	NET(ALTIN)	NET(DOLAR)	NET(BTC)	NET(BRENT PETROL)	TCI
Ortalama	-114.867	50.439	-62.060	47.866	13.2623	0.075
Medyan	-0.454	-0.2761	-0.162	-0.995	-0.300	-0.163
Maximum	5253.760	79811.180	29274.360	79892.660	12003.580	191.483
Minimum	-106072.200	-8747.894	-98193.890	-10140.780	-11381.310	-103.550
Std. Sapma	2913.450	1982.043	2548.539	1981.959	514.476	8.141
Çarpıklık	-31.275	38.64737	-33.076	38.681	5.7563	7.617
Basıklık	1074.910	1554.483	1313.507	1560.936	394.608	210.658
JB	81183671***	1.70E+08***	1.21E+08***	1.71E+08***	10808216***	3052855.***
ADF	-41.032***	-41.307***	-41.177***	-41.282***	-41.548***	-50.217***

Not: JB normal dağılımın Jarque-Berra testi (1980) ve ADF (1979) genelleştirilmiş en küçük kareler Dickey Fuller birim kök testidir. *, ** ve *** sırasıyla %0,1, %0,05 ve %0,01 değerlerine karşılık gelmektedir. Çarpıklık: D'Agostino testi; Basıklık: Anscombe ve Glynn testleridir.

VIX ile bağlantılılık endeksi arasındaki zaman-frekans uzayında korelasyon ve nedenselliği analiz etmek için wavelet uyum analizi kullanılmıştır. Zaman- frekans uzayı tanımında, 0-4, 4-8, 8-16 kısa dönem frekansı, 16-32, 32-64, 64-128 orta dönem frekansı ve 128-256, 256-512 ve 512 ve üzeri uzun dönem frekansı olarak belirlenmiştir (Crowley, 2007: 214; Jana vd., 2023: 8; Aydoğdu, 2024: 217-218). Sonuçlar Şekil 5'te gösterilmektedir.

Şekil 5 incelendiğinde, iki değişkenin anlamlılık bölgelerinin ağırlıklı olarak 2019 yılının ikinci çeyreğinde ve 2020 yılının ilk çeyreğinde, 2021 ve 2022 yıllarının ilk çeyreğinde orta ve uzun dönemlerinde olduğu görülmektedir. Wavelet uyum analizinde faz farkı okları bu iki bölgede sağa doğru işaret etmekte olup, VIX'in oynaklığı ile TCI'nin oynaklığının pozitif yönde ilişki olduğunu göstermektedir. Bu, kriz dönemlerinde, finansal piyasalar arasındaki oynaklık önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Daha spesifik olarak, 2020 ve 2021 yıllarında orta ve uzun dönemde faz farkı oku sağ ve sağ alt köşeyi göstermektedir; bu da bu noktada TCI hareketlerinin VIX hareketlerinden önce geldiğini göstermektedir. Bu, 2020 ve 2021 yıllarında orta ve uzun dönem frekansında TCI'nin oynaklığının risk oynaklıkları üzerindeki etkisini olduğu ifade edilebilir. Kısaca, VIX, piyasalar arası toplam yayılma oynaklığında önemli bir faktör olduğu söylenebilir. VIX ile diğer piyasalara ait wavelet uyum analizinde, incelenen zaman-frekans alanlarında (kısa, orta ve uzun dönemlerde) belirgin bir ilişki veya anlamlı bir nedensellik bulunmadığını ifade etmektedir. Bu durum, VIX'in diğer piyasalar üzerindeki etkisinin sınırlı ya da istatistiksel olarak anlamlı olmadığını, dolayısıyla piyasa yayılmaları üzerindeki etkisinin zayıf kaldığını göstermektedir. Sonuç olarak, VIX'in TCI endeksi üzerindeki önemli, zamanla değişen dinamik nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu etkinin, özellikle Covid-19 salgını sırasında daha belirgin hale geldiği ve risk şoklarındaki değişikliklerin TCI üzerinde yönlendirici ve olumlu bir etkisinin olduğu görülmüştür. Ayrıca, VIX'ten bireysel piyasalara yönelik net yayılmalarda frekans alanında ve zamanla değişen önemli nedensellik ilişkileri olmadığı tespit edilmiştir. Bu durum, VIX'in diğer piyasalar üzerindeki etkisinin kriz veya finansal şok dönemlerinde daha belirgin hale geldiğini, ancak stabil dönemlerde piyasa koşullarına bağlı olarak sınırlı kaldığını göstermektedir. Aynı zamanda, diğer piyasaların VIX'e karşı daha bağımsız veya dayanıklı bir

yapıya sahip olabileceği, özellikle gelişmiş piyasa ekonomilerinde bu etkinin daha sınırlı hissedilebileceği düşünölmektedir. Kısa, orta ve uzun dönemlerde genel olarak zayıf bir ilişkinin gözlenmesi, VIX'in etkisinin yalnızca belirli frekanslarda değil, piyasa sistemi genelinde düşük seviyede olduğunu işaret etmektedir. Bu bulgu, VIX'in piyasa oynaklıkları üzerindeki etkisini değerlendirme açısından kritik bir içgörö sunmakla birlikte, söz konusu ilişkinin piyasa dinamikleri, analiz edilen dönem veya kullanılan metodoloji gibi faktörlere bağlı olarak değişebileceğini de vurgulanabilir.



200	400	600	800	1000	1200	1400	1600
2018/08	2019/06	2020/03	2021/01	2021/11	2022/08	2023/06	2024/03

Şekil 5. VIX ve Bağlantılılık Endekslerine Dayalı Wavelet Uyum (WTC) Analizi

VIX ile TCI endeksi arasındaki ilişkiyi, yukarıdaki sonuçlara dayanarak, VIX’in TCI endeksi üzerinde zamanla değişen bir etkisinin olduğunu, bu etkinin özellikle Covid-19 pandemisi sırasında en belirgin olduğunu gözlemlenmiştir. Mevcut çalışmalarda, Hatemi-J asimetrik nedensellik testi, piyasa ilişkilerini analiz etmek için yaygın ve etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle, bir sağlamlık testi olarak, Hatemi-J asimetrik nedensellik testini VIX ile TCI endeksi ve diğer piyasalar arasındaki nedenselliği analiz etmek için kullanılmış ve sonuçlar Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5. Sağlamlılık Testi- Değişkenlere Ait Hatemi-J Asimetrik Nedensellik Sonuçları

H ₀ Hipotezi	Test Değeri	Kritik Bootstrap Değerleri			H ₀ Hipotezi	Test Değerleri	Kritik Bootstrap Değerleri		
		%1	%5	%10			%1	%5	%10
Panel A					Panel A				
VIX ⁺ ≠ TCI ⁺	0.004	8.088	3.766	2.641	TCI ⁺ ≠ VIX ⁺	1.213	9.979	3.921	2.786
VIX ⁺ => TCI ⁺	12.037***	10.715	3.664	2.317	TCI ⁺ => VIX ⁺	4.621**	8.187	3.629	2.225
VIX ⁻ ≠ TCI ⁻	0.988	14.801	4.142	2.152	TCI ⁻ ≠ VIX ⁻	1.211	11.606	3.633	2.130
VIX ⁻ => TCI ⁻	5.007**	5.766	3.260	2.417	TCI ⁻ => VIX ⁻	1.645	11.058	3.953	2.289
Panel B					Panel B				
VIX ⁺ ≠ NET (BIST100) ⁺	0.148	10.951	3.904	2.268	NET(BIST100) ⁺ ≠ VIX ⁺	0.052	10.052	4.183	2.453
VIX ⁺ ≠ NET (BIST100) ⁻	0.085	9.076	3.791	2.306	NET(BIST100) ⁺ ≠ VIX ⁻	0.000	6.526	3.456	2.408
VIX ⁻ ≠ NET (BIST100) ⁻	0.265	7.202	3.767	2.749	NET(BIST100) ⁻ ≠ VIX ⁻	0.028	8.826	4.408	3.068
VIX ⁻ ≠ NET (BIST100) ⁺	0.841	16.353	4.109	2.431	NET(BIST100) ⁻ ≠ VIX ⁺	0.080	6.857	4.126	2.900
Panel C					Panel C				
VIX ⁺ ≠ NET (ALTI) ⁺	0.035	7.875	3.581	2.518	NET(ALTI) ⁺ => VIX ⁺	3.698*	7.383	3.742	2.751
VIX ⁺ ≠ NET (ALTI) ⁻	0.816	6.496	3.705	2.725	NET(ALTI) ⁺ ≠ VIX ⁻	1.660	8.524	3.404	2.071
VIX ⁻ ≠ NET (ALTI) ⁻	1.292	19.889	3.983	1.961	NET(ALTI) ⁻ ≠ VIX ⁻	0.690	11.830	3.530	2.195
VIX ⁻ ≠ NET (ALTI) ⁺	1.156	7.443	4.116	2.898	NET(ALTI) ⁻ ≠ VIX ⁺	0.864	11.811	3.678	2.224
Panel D					Panel D				
VIX ⁺ ≠ NET (BTC) ⁺	1.123	8.565	4.026	2.634	NET(BTC) ⁺ ≠ VIX ⁺	0.001	8.148	3.904	2.508
VIX ⁺ ≠ NET (BTC) ⁻	0.326	7.237	3.768	2.397	NET(BTC) ⁺ ≠ VIX ⁻	0.170	9.510	3.076	2.053
VIX ⁻ ≠ NET (BTC) ⁻	0.174	20.719	4.170	1.953	NET(BTC) ⁻ ≠ VIX ⁻	0.091	9.836	3.244	2.070
VIX ⁻ ≠ NET (BTC) ⁺	1.821	7.951	3.655	2.561	NET(BTC) ⁻ ≠ VIX ⁺	0.000	12.568	3.864	2.507
Panel E					Panel E				
VIX ⁺ ≠ NET(BRENT PETROL) ⁺	0.000	11.860	3.730	1.943	NET(BRENT PETROL) ⁺ ≠ VIX ⁺	0.320	13.249	5.219	2.297
VIX ⁺ ≠ NET(BRENT PETROL) ⁻	0.003	10.277	3.035	1.584	NET(BRENT PETROL) ⁺ ≠ VIX ⁻	0.246	10.849	3.319	1.884
VIX ⁻ ≠ NET(BRENT PETROL) ⁻	0.172	11.465	3.069	1.596	NET(BRENT PETROL) ⁻ ≠ VIX ⁻	0.398	11.670	3.098	1.725
VIX ⁻ ≠ NET(BRENT PETROL) ⁺	0.312	11.716	3.963	1.909	NET(BRENT PETROL) ⁻ => VIX ⁺	12.719**	13.805	3.579	2.012
Panel F					Panel F				
VIX ⁺ ≠ NET(DOLAR) ⁺	0.013	12.584	3.915	1.933	NET(DOLAR) ⁺ ≠ VIX ⁺	0.030	14.853	4.251	2.130
VIX ⁺ ≠ NET(DOLAR) ⁻	0.108	13.498	3.330	1.856	NET(DOLAR) ⁺ ≠ VIX ⁻	0.727	13.128	2.865	1.818
VIX ⁻ ≠ NET(DOLAR) ⁻	0.661	19.596	3.498	1.612	NET(DOLAR) ⁻ => VIX ⁻	2.382*	18.384	3.237	1.631
VIX ⁻ ≠ NET(DOLAR) ⁺	0.007	18.884	3.845	2.076	NET(DOLAR) ⁻ ≠ VIX ⁺	0.748	11.669	3.710	2.065

Not: *, ** ve *** sırasıyla %0,1, %0,05 ve %0,01 değerlerine karşılık gelmektedir.

Tablo 5'te görüldüğü gibi, Hatemi-J asimetrik nedensellik testi sonuçları, VIX ile TCI endeksi arasında %1 ve %5 anlamlılık seviyelerinde çift yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir. Bu durum, VIX endeksi ile piyasalar arasındaki bağlantı hem korelasyon hem de nedensellik açısından ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, wavelet uyum analizi sonuçlarıyla da tutarlı bir görünüm sergilemektedir.

5. Sonuç

08.11.2017-08.09.2024 yılları arasındaki BIST100 Endeksi, Brent ham petrol, dolar, altın ons, Bitcoin ve (VIX) piyasalar arasındaki yayılma etkileri inceleyerek risk şokları ve yayılma etkileri arasındaki ilişkiyi kapsamlı şekilde analiz edilmiştir. Çalışmada, pay senedi, altın, petrol, dolar ve bitcoin piyasaları arasında önemli yayılma etkiler olduğu gözlemlenmiştir. Toplam yayılma etkileri, 2018 yılındaki Rahip Brunson krizi ve dolar şoku, 2020 yılındaki meydana gelen Covid-19 pandemisi, 2022 yılında Rusya-Ukrayna çatışması ve 2023 yılında başlayan İsrail-Filistin savaşı ve diğer finansal gelişmeler sırasında önemli derece de artmıştır. Dinamik ortak bağlantılılık net yayılma etkileri, BIST100 getirilerinin incelenen dönemin ilk iki yılında net şok alıcısı olarak hareket ettiği görülmektedir. 2020-2022 döneminde ise net şok yayıcısı konumunda olup, 2022-2024 döneminde tekrar net şok alıcısı rolünü üstlendiği tespit edilmiştir. Bitcoin ve Brent petrol getirileri, çalışma dönemi başlangıcında hem net şok alıcısı hem de yayıcısı iken, Covid-19 pandemisiyle net şok yayıcı konumuna geçmiş ve sonraki dönemlerde genellikle net şok alıcısı olarak değerlendirilmiştir. Altın getirileri, analiz sürecinde çoğunlukla net şok yayıcısı olarak karşımıza çıkarken, dolar getirileri 2020-2021 yıllarında net şok alıcısı, diğer zaman dilimlerinde ise net şok yayıcısı olarak belirlenmiştir. Dinamik ikili net yayılma etkileri, 2020-2022 yılları arasında BIST100 ile dolar arasındaki ilişki, BIST100'ün net şok yayıcısı olarak hareket ettiğini ortaya koymaktadır. Ancak, 2022 yılında BIST100'ün net şok alıcı konumuna geçtiği gözlemlenmiştir. Özellikle Covid-19 pandemisi sırasında, BIST100'ün yüksek büyüklükte etkiler yarattığı dikkat çekmektedir. Elde edilen bu bulgu Akyıldırım vd. (2022) tarafından yapılan çalışma ile uyumludur. BIST100 ile altın, Bitcoin ve Brent petrol arasındaki ilişkiler incelendiğinde, ortalama yayılma etkilerinin hem heterojenlik hem de benzerlik sergilediği, bu değişkenlerin çoğunlukla net alıcı konumunda olduğu sonucuna varılmıştır. Altın ile Bitcoin arasındaki ilişki, 2019 yılında altının net şok alıcısı olarak hareket ettiğini, ancak 2020 ve 2021 yıllarında net şok yayıcı olduğunu göstermektedir. 2022-2024 döneminde ise altının net şok yayıcı konumunu sürdürdüğü tespit edilmiştir. Altın ile Brent petrol arasındaki bağlamda, 2020-2022 yıllarının ilk çeyreğine kadar altının net şok alıcısı olduğu, ancak 2022 yılının ikinci çeyreğinden 2023 yılının son çeyreğine kadar net şok yayıcı konumuna geçtiği belirlenmiştir.

Piyasalar arasındaki yayılma etkileri üzerindeki risk şoklarının etkileri zaman ve frekans alanlarında heterojendir. VIX'in TCI üzerindeki etkisi, 2020 ve 2021 yıllarında pozitif olup orta ve uzun vadede yoğunlaşmaktadır. Bu bulgu, TCI'nin oynaklığının risk oynaklıkları üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Özetle, VIX'in piyasalar arası toplam yayılma oynaklığında önemli bir faktör olduğu belirtilmektedir. Bununla birlikte, VIX ile diğer piyasalara yönelik yapılan wavelet uyum analizlerinde, kısa, orta ve uzun dönemlerde belirgin bir ilişki ya da anlamlı bir nedensellik tespit edilememiştir. Bu, VIX'in diğer piyasalar üzerindeki etkisinin sınırlı olduğunu veya istatistiksel olarak anlamlı olmadığını, dolayısıyla piyasa yayılmaları üzerindeki etkisinin zayıf kaldığını göstermektedir. Özetle VIX ile TCI endeksi arasında, özellikle Covid-19 pandemisi sırasında daha belirgin hale gelen, önemli ve zamanla değişen bir dinamik nedensellik

ilişkisi bulunmuştur. Bu etkinin, risk şoklarındaki değişimlerin TCI üzerinde yönlendirici ve olumlu bir etkisi olduğu görülmüştür. Ancak, VIX’ten bireysel piyasalara yönelik net yayılmalarda, frekans alanında ve zamanla değişen anlamlı nedensellik ilişkilerinin olmadığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, varlık sınıfları arasındaki ilişkiler, finansal piyasaların dinamik yapısı içinde portföy çeşitlendirmesi ve risk yönetimi açısından kritik öneme sahiptir. Bu ilişkiler, yatırımcıların farklı varlık sınıfları arasında risklerini yayarak portföylerini optimize etmelerine olanak tanıırken, politika yapımcılar için de piyasa şoklarına karşı etkili önlemler geliştirme fırsatı sunar. Özellikle yayılma etkileri, finansal sistemlerin birbirine olan bağıllığını göstererek sistemik risklerin anlaşılmasında ve yönetilmesinde önemli bir kavramsal çerçeve sunmaktadır. Yayılma etkilerinin doğru şekilde analiz edilmesi, olası krizlerin önceden tahmin edilmesine ve daha etkin politika müdahalelerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Bu bağlamda, politika yapımcılar ve yatırımcıların tek bir varlık sınıfına aşırı bağımlılıktan kaçınarak daha dengeli ve çeşitlendirilmiş varlık yönetim stratejilerini benimsemeleri büyük önem taşır. Özellikle küresel düzeyde yaşanan şoklar, örneğin Covid-19 pandemisi veya Rusya-Ukrayna çatışması, piyasa bağlantılarını ve yayılma etkilerini şekillendirmiştir. Politika yapımcıların piyasa bağlantılarını dikkate alarak yapısal olarak genişletici nitelikte para ve maliye politikaları uygulaması, sermaye piyasalarının gelişmesine katkı sağlayabilir. Bu politikalar aynı zamanda kamuoyu beklentilerini olumlu yönde değiştirerek piyasa aktörlerinin güvenini artırabilir. Gelişmekte olan piyasaların politika yapımcıları, gelişmiş ekonomilerden kaynaklanabilecek şokların etkilerini en aza indirmek adına düzenleyici çabalarını güçlendirmeleri gerekmektedir. Bu çabalar, orta ve uzun vadeli risk yönetim stratejileriyle desteklenmelidir; zira yayılma etkileri genellikle uzun vadeli sonuçlar doğurur. Yatırımcılar açısından, portföylerini çeşitlendirerek piyasa yayılma risklerine karşı korunmak önemlidir. Rasyonel bir portföy dağılımı, yatırımcıların risk-getiri dengesini sağlamasına yardımcı olur. Ayrıca risk şoklarına karşı uzun vadeli bir perspektif benimsemek, ani panik satışlarından kaçınmak ve stratejik bir yaklaşımı sürdürmek, finansal karar alma süreçlerinde önemli bir avantaj sağlayabilir. Finansal piyasa bağlantılılıklarının artan karmaşıklığı ve sistemik risklerin yayılma potansiyeli, politika yapımcılar ve yatırımcılar açısından etkin stratejiler geliştirilmesini zorunlu hale getirmektedir. Bu bağlamda, politika yapımcıların piyasalar arası yayılma etkilerini izlemek için erken uyarı sistemleri geliştirmesi büyük önem taşımaktadır. Böyle bir yaklaşım, özellikle kriz dönemlerinde sistemik risklerin minimize edilmesini sağlayarak finansal istikrarın korunmasına katkıda bulunabilir.

Merkez bankaları ve düzenleyici otoriteler, VIX volatilité göstergelerini yakından takip etmeli ve piyasa müdahalelerini bu göstergeler doğrultusunda şekillendirilmesi önerilebilir. Volatilitenin yüksek olduğu dönemlerde daha sıkı düzenleyici önlemler alınması, piyasa dalgalanmalarının olumsuz etkilerini sınırlandırabilir. Bu doğrultuda, para politikalarının tasarımı sürecinde finansal piyasa bağlantılılıkları dikkate alınmalı ve belirli varlık sınıflarının sistemik risk taşıma potansiyeli göz önünde bulundurulmalıdır. Böyle bir yaklaşım, risklerin piyasa genelinde yayılımını önlemek açısından önemli bir rol oynayabilir. Yatırımcılar açısından ise, portföy çeşitlendirme stratejileri risk yönetiminin temelini oluşturabilir. Volatilité yayıcı ve şok alıcı varlıkların bir araya getirildiği dengeli bir portföy, kriz dönemlerinde yatırımcıların risklerini azaltmasına yardımcı olabilir. Özellikle altın gibi güvenli liman varlıklarının bu tür dönemlerde portföyde önemli bir yer tutması faydalı olabilir. Bunun yanı sıra, piyasalar arası bağlantılılık analizlerini izlemek ve portföyü bu doğrultuda yeniden dengelemek, ani piyasa şoklarına karşı bir koruma mekanizması sağlayabilir. Sonuç olarak hem politika yapımcıların hem de yatırımcıların

finansal piyasalar arasındaki dinamik ilişkileri ve sistemik risklerin potansiyel yayılımını dikkate alarak strateji geliştirmesi, sũrdũrũlebilir bir finansal ekosistemin inşasında 3nemli bir rol oynayabilir. Bu tũr proaktif yaklaşımlar yalnızca risklerin azaltılmasına değil, aynı zamanda piyasa fırsatlarının değerlendirilmesine de olanak sağlayabilir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Etik kurul izni ve/veya yasal/3zel izin alınmasına gerek olmayan bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazar, makalenin tamamına yalnız kendisinin katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Araştırmacıların çıkar atışması Beyanı

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar atışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Akyıldırım, E., Güneş, H. ve Çelik, İ. (2022). Türkiye’de finansal varlıklar arasında dinamik bağlantılılık: TVP-VAR modelinden kanıtlar. *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi*, 8(2), 346-363. <https://doi.org/10.30855/gjeb.2022.8.2.010>
- Ando, T., Greenwood-Nimmo, M. and Shin, Y. (2018). Quantile connectedness: Modelling tail behaviour in the topology of financial networks. *Management Science*, (68)4, 2401-2431. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2021.3984>
- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I. and Gabauer, D. (2019). Cryptocurrency market contagion: Market uncertainty, market complexity, and dynamic portfolios. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 61, 37–51. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2019.02.003>
- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I. and Gabauer, D. (2020). Refined measures of dynamic connectedness based on time-varying parameter vector autoregressions. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(4), 84. <https://doi.org/10.3390/jrfm13040084>
- Antonakakis, N., Gabauer, D., Gupta, R. and Plakandaras, V. (2018). Dynamic connectedness of uncertainty across developed economies: A time-varying approach. *Economics Letters*, 166, 63–75. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.02.011>
- Aydoğdu, A. (2024). *Farklı yatırım ufuklarına göre kripto para birimlerinin volatilité modellemesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Aydoğdu, A. and Durmaz, S. (2024). *Finansal piyasalarda volatilité yayılımı: Pay senedi, kripto para, döviz, altın ve petrol piyasaları üzerine bir araştırma. VII. Uluslararası Ekonomi, Siyaset ve Yönetim Sempozyumu*’nda sunulan bildiri, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- Balcılar, M., Gabauer, D. and Umar, Z. (2021). Crude oil futures contracts and commodity markets: New evidence from a TVP-VAR extended joint connectedness approach. *Resources Policy*, 73, 102219. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102219>
- Baruník, J. and Křehlík, T. (2018). Measuring the frequency dynamics of financial connectedness and systemic risk. *Journal of Financial Econometrics*, 16(2), 271-296. <https://doi.org/10.1093/jjfinec/nby001>
- Basher, S.A. and P. Sadorsky. 2016. Hedging emerging market stock prices with oil, gold, VIX, and bonds: A comparison between DCC, ADCC and GO-GARCH. *Energy Economics*, 54, 235–247. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.11.022>
- Başarıır, Ç. (2018). Korku endeksi (VIX) ile BIST 100 arasındaki ilişki: Frekans alanı nedensellik analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 19(2), 177-191. <https://doi.org/10.24889/ifede.468802>
- Bouri, E., Cepni, O., Gabauer, D. and Gupta, R. (2021). Return connectedness across asset classes around the COVID-19 outbreak. *International Review of Financial Analysis*, 73, 101646. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101646>
- Bouri, E., Gupta, R., Tiwari, A.K. and Roubaud, D. (2017). Does Bitcoin hedge global uncertainty? Evidence from wavelet-based quantile-in-quantile regressions. *Finance Research Letters*, 23, 87-95. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.02.009>
- Chen, B.X. and Sun, Y.L. (2022). The impact of VIX on China’s financial market: A new perspective based on high-dimensional and time-varying methods. *The North American Journal of Economics and Finance*, 63, 101831. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2022.101831>
- Chen, Y., Zhu, X. and Li, H. (2022). The asymmetric effects of oil price shocks and uncertainty on non-ferrous metal market: Based on quantile regression. *Energy*, 246, 123365. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123365>
- Choudhry, T., Hassan, S.S. and Shabi, S. (2015). Relationship between gold and stock markets during the global financial crisis: Evidence from nonlinear causality tests. *International Review of Financial Analysis*, 41, 247-256. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2015.03.011>

- Chung, K.H. and Chuwonganant, C. (2018). Market volatility and stock returns: The role of liquidity providers. *Journal of Financial Markets*, 37, 17-34. <https://doi.org/10.1016/j.finmar.2017.07.002>
- Corbet, S., Meegan, A., Larkin, C., Lucey, B. and Yarovaya, L. (2018). Exploring the dynamic relationships between cryptocurrencies and other financial assets. *Economics letters*, 165, 28-34. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.01.004>
- Crowley, P.M. (2007). A guide to wavelets for economists. *Journal of Economic Surveys*, 21(2), 207-267. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2006.00502.x>
- Dai, Z., Zhang, X. and Liang, C. (2024). Efficient predictability of oil price: The role of VIX-based panic index shadow line difference. *Energy Economics*, 129, 107234. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.107234>
- Diebold, F.X. and Yilmaz, K. (2012). Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers. *International Journal of Forecasting*, 28(1), 57-66. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2011.02.006>
- Diebold, F.X. and Yilmaz, K. (2014). On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms. *Journal of Econometrics*, 182(1), 119-134. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2014.04.012>
- Doğan, M., Raikhan, S., Zhanar, N. and Gulbagda, B. (2023). Analysis of dynamic connectedness relationships among clean energy, carbon emission allowance, and BIST indexes. *Sustainability*, 15(7), 6025. <https://doi.org/10.3390/su15076025>
- Erdoğan, B. (2024). Bitcoin, petrol ile borsalar arasındaki volatilite analizi. *İstatistik Araştırma Dergisi*, 14(1), 19-35. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/pub/jssstr/>
- Ferrer, R., Bolós, V.J. and Benítez, R. (2016). Interest rate changes and stock returns: A European multi-country study with wavelets. *International Review of Economics and Finance*, 44, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2016.03.001>
- Gkillas, K., Tsagkanos, A. and Vortelinos, D.I. (2019). Integration and risk contagion in financial crises: Evidence from international stock markets. *Journal of Business Research*, 104, 350-365. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.031>
- Golitsis, P., Gkasis, P. and Bellos, S. K. (2022). Dynamic spillovers and linkages between gold, crude oil, S&P 500, and other economic and financial variables: Evidence from the USA. *The North American Journal of Economics and Finance*, 63, 101785. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2022.101785>
- Guan, B., Mazouz, K. and Xu, Y.D. (2024). Asymmetric volatility spillover between crude oil and other asset markets. *Energy Economics*, 130, 107305. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107305>
- Hatipoğlu, M. ve Tekin, B. (2017). VIX endeksi, döviz kuru ve petrol fiyatlarının BIST 100 endeksi üzerindeki etkileri: Bir kuantil regresyon yaklaşımı. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 7(3), 627-634. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/odusobiad/>
- Investing. (2024). *S&P 500*. Erişim adresi: <https://www.investing.com/>
- Iqbal, J. (2017). Does gold hedge stock market, inflation and exchange rate risks? An econometric investigation. *International Review of Economics & Finance*, 48, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2016.11.005>
- Izzeldin, M., Muradoğlu, Y.G., Pappas, V., Petropoulou, A. and Sivaprasad, S. (2023). The impact of the Russian-Ukrainian war on global financial markets. *International Review of Financial Analysis*, 87, 102598. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102598>
- Jana, S., Nandi, A. and Sahu, T.N. (2024). Can cryptocurrencies provide better diversification benefits? evidence from the indian stock market. *Journal of Interdisciplinary Economics*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/02601079231214859>
- Kangallı Uyar, S.G. (2021). Uluslararası dviz piyasalarında finansal bulaşıcılık ve karşılıklı bağımlılık: Wavelet uyum analizi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, 656, 115-147. Erişim adresi: <https://www.ekonomikyorumlar.com.tr/>

- A. Aydoğdu, "Risk Şokları ve Türkiye'deki Finansal Varlıklar Arasındaki Yayılım Etkisinin TVP-VAR Dayalı Wavelet Uyum Analizi İle İncelenmesi"
- Kılıç, Y. ve Çütücü, İ. (2018). Bitcoin fiyatları ile Borsa İstanbul endeksi arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13(3), 235-250. <https://doi.org/10.17153/oguiibf.455083>
- Kilian, L. (2009). *Oil price shocks, monetary policy and stagflation* (CEPR Discussion Papers No. 7324). Retrieved from <https://www.rba.gov.au/publications/confs/2009/pdf/kilian.pdf>
- Koanker, R. and Bassett, G.Jr. (1978). Regression quantiles. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 46(1), 33-50. <https://doi.org/10.2307/1913643>
- Kök, D. ve Nazlıoğlu, E.H. (2020). Finansal piyasalarda asimetrik nedensellik: BIST100, VIX ve döviz kuru örneği. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 55, 245-262. <https://doi.org/10.18070/erciyesiibd.659871>
- Kuzu, S. (2019). Volatilite endeksi (VIX) ile BIST 100 arasındaki Johansen eş-bütünleşme ve frekans alanı nedensellik analizi. *Electronic Turkish Studies*, 14(1), 479. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.14943>
- Lastrapes, W.D. and Wiesen, T.F. (2021). The joint spillover index. *Economic Modelling*, 94, 681–691. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.02.010>
- Malik, F. and Umar, Z. (2019). Dynamic connectedness of oil price shocks and exchange rates. *Energy Economics*, 84, 104501. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104501>
- Mensi, W., Al Rababa'a, A.R., Vo, X.V. and Kang, S.H. (2021). Asymmetric spillover and network connectedness between crude oil, gold, and Chinese sector stock markets. *Energy Economics*, 98, 105262. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105262>
- Mensi, W., Yousaf, I., Vo, X.V. and Kang, S.H. (2022). Asymmetric spillover and network connectedness between gold, BRENT oil and EU subsector markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 76, 101487. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2021.101487>
- Mensi, W., Ziadat, S.A., Al Rababa'a, A.R., Vo, X.V. and Kang, S.H. (2024). Oil, gold and international stock markets: Extreme spillovers, connectedness and its determinants. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 95, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2024.03.002>
- Özdemir-Höl, A. (2023). Covid-19 döneminde Türkiye'de finansal varlıklar arasındaki volatilitte yayılımı: TVP-VAR uygulaması. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 8(21), 339-357. <https://doi.org/10.25204/iktisad.1204527>
- Rua, A. and Nunes, L.C. (2009). International comovement of stock market returns: A wavelet analysis. *Journal of Empirical Finance*, 16(4), 632-639. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2009.02.002>
- Sakarya, Ş. ve Akkuş, H.T. (2018). BIST-100 ve BIST sektör endeksleri ile VIX endeksi arasındaki ilişkisinin analizi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(40), 351-374. <https://doi.org/10.31795/baunsobed.492470>
- Sarıtaş, H. ve Nazlıoğlu, E.H. (2019). Korku endeksi, hisse senedi piyasası ve döviz kuru ilişkisi: Türkiye için ampirik bir analiz. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(4), 542-551. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.538592>
- Shaik, M., Jamil, S.A., Hawaldar, I.T., Sahabuddin, M., Rabbani, M.R. and Atif, M. (2023). Impact of geopolitical risk on stocks, oil, and gold returns during GFC, COVID-19, and Russian-Ukraine War. *Cogent Economics and Finance*, 11(1), 2190213. <https://doi.org/10.1080/23322039.2023.2190213>
- Shang, J. and Hamori, S. (2024). Quantile time-frequency connectedness analysis between crude oil, gold, financial markets, and macroeconomic indicators: Evidence from the US and EU. *Energy Economics*, 132, 107473. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107473>
- Sharif, A., Aloui, C., Yarovaya, L. (2020). *COVID-19 pandemic, oil prices, stock market and policy uncertainty Nexus in the US economy: Fresh evidence from the wavelet-based approach* (SSRN Paper No. 3574699). <https://doi.org/10.2139/ssrn.3574699>
- Torrence, C. and Compo, G.P. (1998). A practical guide to wavelet analysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 79(1), 61-78. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1998\)079%3C0061:APGTWA%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1998)079%3C0061:APGTWA%3E2.0.CO;2)

- Torrence, C. and Webster, P.J. (1999). Interdecadal changes in the ENSO–monsoon system. *Journal of Climate*, 12(8), 2679–2690. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1999\)012%3C2679:ICITEM%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1999)012%3C2679:ICITEM%3E2.0.CO;2)
- Tunçel, M.B. ve Gürsoy, S. (2020). Korku endeksi (VIX), Bitcoin fiyatları ve BIST100 endeksi arasındaki nedensellik ilişkisi üzerine ampirik bir uygulama. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(76), 1999-2011. <https://doi.org/10.17755/esosder.712702>
- Vukovic, D., Maiti, M., Grubisic, Z., Grigorieva, E.M. and Frömmel, M. (2021). COVID-19 pandemic: Is the crypto market a safe haven? The impact of the first wave. *Sustainability*, 13(15), 8578. <https://doi.org/10.3390/su13158578>
- Wang, J., Lu, X., He, F. and Ma, F. (2020). Which popular predictor is more useful to forecast international stock markets during the coronavirus pandemic: VIX vs EPU? *International Review of Financial Analysis*, 72, 101596. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101596>
- Yahoo Finance. (2024). *S&P 500*. Retrieved from <https://finance.yahoo.com/>
- Yoshizaki, Y. and Hamori, S. (2013). On the influence of oil price shocks on economic activity, inflation, and exchange rates. *International Journal of Financial Research*, 4(2), 33. <http://dx.doi.org/10.5430/ijfr.v4n2p33>
- Zhao, D., Li, P., Yang, M. and Lian, Y. (2024). How do risk shocks reshape the spillovers among the oil, gold, emerging, and developed markets? Evidence from a new TVP-VAR-based wavelet coherence framework. *Applied Economics*, Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/00036846.2024.2386862>

ANALYSIS OF THE SPILLOVER EFFECT BETWEEN RISK SHOCKS AND FINANCIAL ASSETS IN TURKEY USING TVP-VAR-BASED WAVELET COHERENCE ANALYSIS

EXTENDED SUMMARY

Aim of the Study

This study examines the volatility spillovers among financial assets in Turkey and the effects of risk shocks within the framework of TVP-VAR extended collinearity and wavelet coherence analysis. The study analyses market linkages using different financial assets such as the BIST100 Index, Brent crude oil, USD/TRY exchange rate, gold ounce, Bitcoin, and S&P 500 Volatility Index (VIX). The main objective of this study is to understand the effects of the dynamic relationships of financial assets in time and frequency dimensions to determine the volatility spread and how this spread changes during crisis periods.

Literature Review

In the existing literature, volatility spillovers and interconnectedness effects in financial markets have been frequently discussed. For example, studies on the relationship between international markets and Borsa Istanbul (BIST) have revealed that market dynamics become more pronounced during crises. It is frequently emphasized in the literature that gold and commodity markets play a volatility-spreading role while stock markets generally play an absorbing role. However, there are limited studies on the decomposition of these cross-market effects in time and frequency dimensions. To fill this literature gap and analyze volatility dynamics in more depth, this study aims to contribute to the existing studies with advanced econometric methods.

Methodology

The research is conducted within a methodological framework based on the TVP-VAR extended collinearity approach, wavelet coherence analysis, and Hatemi-J asymmetric causality test. The TVP-VAR model analyses the dynamic spillover effects among financial assets. This model makes it possible to measure the impact of shocks on markets more precisely with time-varying parameters. Wavelet coherence analysis is used to understand how market linkages change in time and frequency dimensions. The Hatemi-J causality test assessed the robustness of the results by analyzing asymmetric relationships between market variables. In the study, the daily data set covering 08.11.2017 to 08.09.2024 is preferred, and the effects of major economic and political crises and market shocks are examined in the analyses.

Findings

According to the study results, volatility spillovers across financial assets in Turkey increase significantly during crisis periods. While BIST100 and gold ounce stand out as volatility

shock-spreading assets, the dollar, Bitcoin, and Brent oil are found to be volatility-absorbing assets. For example, it was found that approximately 90.69% of the volatility shocks of BIST100 returns were caused by internal dynamics. In comparison, 9.31% were affected by other assets such as gold, dollar, Bitcoin, and Brent oil. Similarly, the gold market generally plays a shock-spreading role during crises, while Brent oil and Bitcoin markets are shock absorbers. The results of the Wavelet coherence analysis reveal that the dynamic linkages between financial markets change over time and that these changes are concentrated at specific frequencies. In particular, the COVID-19 pandemic, the Russia-Ukraine war in 2022, and other geopolitical events are the main factors that strengthen the link between financial markets. For example, it was found that the VIX index positively affected the Total Connectivity Index (TCI) during crisis periods, and this effect intensified in the medium and long term, especially between 2020 and 2023. These findings suggest that market shocks are limited to short-term impacts and affect long-term market dynamics. Hatemi-J asymmetric causality analysis reveals that the causality relationship between VIX and TCI is bidirectional and intensifies this effect during crisis periods. However, the impact of VIX on markets such as Bitcoin and Brent oil is limited so these markets may have a more independent structure.

Conclusion

This study provides a detailed analysis of the dynamic linkages between financial markets and the effects of volatility spillovers in time and frequency dimensions. The findings provide important insights for portfolio diversification and dynamic risk management strategies. Policymakers should develop early warning mechanisms that consider market linkages to take more effective measures against financial crises. Moreover, investors are advised to diversify their portfolios and avoid over-reliance on a particular asset class. In addition to providing methodological contributions to the literature, the study offers a new perspective for understanding the dynamic structure of financial markets. Especially in times of crisis, increased market interconnectedness requires investors and policymakers to monitor market dynamics more closely. In conclusion, this study provides an essential framework for a better understanding of the financial system and makes a meaningful contribution to filling the literature gaps.