



ADİYAMAN ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ DERGİSİ  
ISSN: 1308-9196 / e-ISSN:1308-7363

Yıl : 17 Sayı : 47 Ağustos 2024

Yayın Geliş Tarihi: 12.01.2024 Yayına Kabul Tarihi: 14.08.2024

DOI Numarası: <https://doi.org/10.14520/adyusbd.1418647>

Makale Türü: Araştırma Makalesi/Research Article

Atıf/Citation: Keskin, İ. & İşcanoğlu Çekiç, A. (2024). Finansal Piyasalar Arası Oynaklık Yayılımının Analizi: Türkiye Örneği. *Adiyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (47), 631-660.

## FİNANSAL PİYASALAR ARASI OYNAKLIK YAYILIMININ ANALİZİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ\*\*\*


İrem KESKİN\*


Ayşegül İŞCANOĞLU ÇEKİÇ\*\*

Öz

*Çalışmada, hisse senedi, döviz, ham petrol, değerli madenler piyasaları arasındaki oynaklık yayılımının varlığı Türkiye örneğinde araştırılmıştır. 01 Ocak 2013- 01 Ocak 2023 dönemini kapsayan bu çalışmada, BIST100 endeksi, USD/TL ve EUR/TL kuru, dolar cinsinden Brent ham petrol fiyatları, dolar cinsinden spot altın ve spot gümüş fiyatları günlük olarak ele alınmış ve piyasalar arası oynaklık yayılımı Diebold ve Yılmaz Bağlantılılık Analizi yardımı ile analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, yönsel yayılım bulgularına göre, diğer piyasalardan en az etkilenen değişkenin Brent, en fazla etkilenen değişkenin ise EUR olduğu gözlemlenmiştir. Diğer taraftan, diğer piyasalar üzerine en fazla oynaklık yayan değişkenin USD, en az oynaklık yayan değişkenin ise Brent olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca, net yayılım bulgularına göre ise en fazla net yayılıma sahip olan değişken USD iken, net yayılımın en düşük olduğu değişken BIST100 olarak tespit edilmiştir.*

\*\*\* Bu çalışma 2023/84 numaralı Lisansüstü Tez Projesi kapsamında Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (TÜBAP) tarafından desteklenmiştir.

\*  Lisansüstü Öğr., Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, [keskinirem315@gmail.com](mailto:keskinirem315@gmail.com), Edirne/Türkiye.

\*\*  Doç. Dr. Trakya Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, [aysegulcekic@trakya.edu.tr](mailto:aysegulcekic@trakya.edu.tr), Edirne/Türkiye.

**Anahtar Kelimeler:** *Ranj- Tabanlı Oynaklık Modelleri, GARCH Oynaklık Modelleri, Oynaklık Yayılımı, Diebold- Yılmaz Bağlantılılık Analizi*

## VOLATILITY SPILLOVERS BETWEEN FINANCIAL MARKETS: THE CASE OF TÜRKİYE

### **Abstract**

*In the study, the existence of volatility spillovers between stock, foreign exchange, crude oil, and precious metals markets is investigated for Türkiye. Daily data covering the period January 1, 2013–January 1, 2023 are analyzed using Diebold and Yılmaz Connectivity Analysis. In the study, the BIST100 index, USD/TL and EUR/TL exchange rate, Brent crude oil price in dollar terms, and spot gold and spot silver prices in dollar terms are analyzed. Findings of the study show that the directional volatility spillovers from others to Brent are the smallest, and the directional volatility spillovers from others to EUR are the largest. On the other hand, the directional volatility spillovers from USD to others are the largest spillovers, and the directional volatility spillovers from Brent to others are the smallest. Moreover, the net volatility spillovers from USD to others are the largest, and the net volatility spillovers from BIST100 to others are the smallest.*

**Keywords:** *Range- Based Volatility Models, GARCH Volatility Models, Volatility Spillovers, Diebold- Yılmaz Connectivity Analysis*

### **1. Giriş**

Küreselleşme olgusunun yaygınlaşmasıyla birlikte, günümüzde ülkeler arası ilişkiler ve etkileşimler hızlı bir gelişme göstermektedir. Küreselleşme, ekonomik sistemleri ve ilişkileri kapsayan bir süreç olarak tanımlanmasına rağmen etkilediği alanların başında finansal piyasalar gelmektedir. Bunun temel nedeni finansal piyasaların entegrasyonudur. Diğer bir deyişle, küreselleşme ile birlikte, birçok finansal piyasa birbirlerine bağlı ve karşılıklı etkileşim içinde hareket etmeye başlamış ve bunun sonucunda ise bir ülkedeki finansal hareketlerin, şokların ve

krizlerin artık sadece o ülkeyi değil, diğer ülkelerin ekonomik ve finansal sistemlerini de etkilediği gözlemlenmiştir (Değirmenci ve Abdioğlu, 2017).

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

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

Çalışma, literatüre çeşitli katkılar sunmaktadır. Öncelikle, Türkiye için kullanılan veri ve yöntemler açısından güncel ve özgün bir çalışmadır. Diğer taraftan, oynaklık modellerinin karşılaştırmalı analizi ile her seriye uygun modelin

belirlenmesi ve bu modeller yardımıyla oynaklık yayılımının tanımlanması açısından daha doğru bir yaklaşım sunmayı hedeflemektedir.

Bu kısmı takip eden ikinci kısımda döviz ve hisse senedi piyasaları, ham petrol ve hisse senedi piyasaları, değerli metaller ve hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklık yayımları ele alınarak literatür özeti sunulacaktır. Akabinde, Diebold-Yılmaz Bağlantılılık Analiz yöntemi tanıtılacaktır. Dördüncü kısım olarak, Ranj-Tabanlı ve GARCH oynaklık modelleri yardımıyla bağlantılılık analizi bulguları iki alt başlık halinde sunulacaktır. Son olarak sonuçlar tartışılarak makale sonlandırılacaktır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde, piyasalardaki oynaklık yayılımının nedenlerinin tahmin edilmesini ve öngörülmesini hedefleyen birçok önemli araştırma yapılmıştır. Bu bölümle, döviz ve hisse senedi piyasaları, ham petrol ve hisse senedi piyasaları, değerli metaller ve hisse senedi piyasalar arasındaki ilişkiler üç başlık altında tanıtılmakta ve ilgili piyasalar arasındaki oynaklık yayımlarına dair literatür özetleri üç alt başlık altında sunulmaktadır.

### 2.1. Döviz ve Hisse Senedi Piyasaları Arası Oynaklık Yayılımı Üzerine Yapılan Çalışmalar

Döviz ve hisse senedi piyasaları arasında oynaklık yayımlarının incelendiği geniş bir literatür mevcuttur. Fakat bu çalışmaların sonuçları dikkate alınan ülkelere ve dönemlere göre değişiklik göstermektedir. Örneğin, Akay ve Nargeleçekenler (2006), Aloui (2007), Beer ve Hebein (2008), Çiçek (2010), Kabigting ve Hapitan (2011), Palakkod (2012), Kang ve Yoon (2013), Mouna ve Anis (2015), Akkaş ve Sayılğan (2016), Jebran ve Iqbal (2016), Mwambuli vd. (2016), Sui ve Sun (2016), Tule (2018), Zumaqueroa ve Rivero (2018), Kılıç ve Polat (2020), Rai ve Garg

(2021), Mozumder vd. (2022), Polat ve Kılıç (2022) tarafından yapılan çalışmalarda, döviz piyasaları ve hisse senedi piyasaları arasında oynaklık yayılımının varlığı tespit edilmiş, fakat yayılımın yönünden bahsedilmemiştir.

Diğer taraftan, döviz piyasaları ve hisse senedi piyasaları arasında tek yönlü ve çift yönlü oynaklık yayımları ile ilgili çalışmalarda mevcuttur. Literatür incelendiğinde, Kanas (2000), Bodart ve Reding (2001), Fang ve Miller (2002), Yang ve Doong (2004), Erdem vd. (2005), Raghavan ve Dark (2008), O'Donnel ve Morales (2009), Okpara ve Odionye (2012), Leung (2017), Mikhaylov (2018) ve Malik (2021) tarafından yapılan çalışmalarda, döviz piyasaları ve hisse senedi piyasaları arasında tek yönlü oynaklık yayılımı tespit edilirken, Wu (2005), Quayyum ve Kemal (2006), Mishra vd. (2007), Morales (2008), Zhao (2010), Andrikopoulos vd. (2014) ve Sikhosana ve Aye (2018) tarafından yapılan çalışmalarda, döviz piyasaları ve hisse senedi piyasaları arasında çift yönlü oynaklık yayılımı tespit edilmiştir.

## **2.2. Ham Petrol ve Hisse Senedi Piyasaları Arası Oynaklık Yayılımı Üzerine Yapılan Çalışmalar**

Ham petrol piyasaları ve hisse senedi piyasaları arasında benzer şekilde oynaklık yayılımının varlığına dair çalışmalarla birlikte, yayılımın yönü ile ilgilenen çalışmalarda mevcuttur. Literatür incelendiğinde, Malik ve Ewing (2009), Chang vd. (2013), Demiralay ve Gencer (2014), Jouini ve Harrathi (2014), Lin vd. (2014), Sattary vd. (2014), Khalfaoui vd. (2015), Pandey ve Vipul (2018), Hassan vd. (2019), Wang vd. (2020), Zhang ve Hamori (2021) çalışmalarında oynaklık yayılımının varlığı tespit edilirken, Souček ve Todorova (2013) ve Liu vd. (2017) çalışmalarında ise oynaklık yayılımına rastlanılmamıştır. Diğer taraftan, Ågren (2006), Malik ve Hammoudeh (2007), Anand vd. (2014), Uwubanmwun ve Omorokunwa (2015), Özer (2017), Antonakasis vd. (2018), Gençyürek ve Demireli (2019), Husain vd. (2019) tarafından yapılan çalışmalarda, ham petrol piyasaları

ve hisse senedi piyasaları arasında tek yönlü oynaklık yayılımı tespit edilirken, Awartani ve Maghyreh (2013), Jouini (2013), Gomes ve Chaibi (2014), Ashfaq vd. (2019), Aromi ve Clements (2019), Sarwar vd. (2019), Amar vd. (2021) tarafından yapılan çalışmalarda, ham petrol piyasaları ve hisse senedi piyasaları arasında çift yönlü oynaklık yayılımı tespit etmişlerdir. Ayrıca, Anand vd. (2014), Pandey ve Vipul (2018), Wang (2020), Zhang ve Hamori (2021) çalışmalarında ise, ham petrol ve hisse senedi piyasaları arasındaki finansal krizin oynaklık yayılımını artırdığı sonucuna varılmıştır.

### **2.3. Değerli Metaller ve Hisse Senedi Piyasaları Arasında Oynaklık Yayılımı Üzerine Yapılan Çalışmalar**

Değerli metaller, özellikle gümüş ve hisse senedi piyasaları arasında oynaklık yayılımının varlığına dair çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Literatür incelendiğinde, Sumner vd. (2010), Hossenidoust vd. (2013), Mensi vd. (2013), Arouri vd. (2015), Pandey ve Vipul (2018) ve Kılıç ve Paydaş (2022) tarafından yapılan çalışmalarda, değerli metaller ve hisse senedi piyasaları arasında oynaklık yayılımının varlığı tespit edilmiştir. Golitsis vd. (2022) ve Kılıç ve Paydaş (2022) çalışmalarında ise, değerli metaller ve hisse senedi piyasaları arasındaki finansal krizin oynaklık yayılımını artırdığı sonucuna varılmıştır.

### **3. YÖNTEM**

Diebold ve Yılmaz (2009, 2012), finansal piyasalar arası oynaklık yayılımını tanımlamak amacıyla, VAR modeli ve tahmin hatası varyans ayrıştırmasını temel alan bir oynaklık yayılım ölçüsü geliştirmişlerdir. Bu analiz Bağlantılılık Analizi olarak tanımlanır ve oynaklık yayılımı ile birlikte yayılma eğilimlerini sunmaktadır (Diebold ve Yılmaz, 2012).

Diebold ve Yılmaz Bağlantılılık Analizi,  $k$  zayıf durağan değişken ile oluşturulmuş, indirgenmiş formda bir VAR ( $p$ ) modeli kabul etmektedir. Fakat VAR analizi için formüle edilen ve değişkenlerin sıralamasına bağlı olan ortogonal tahmin hatası varyans ayrıştırmasını kullanmamaktadır. Bunun yerine, Koop vd. (1996) ve Pesaran ve Shin (1998), tarafından geliştirilmiş, genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırmasını kullanmaktadır. Genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırması, ortogonal hataları kullanmak yerine hataların tarihsel dağılımını kullanarak bu ilişkileri dikkate almaktadır. Bu durumda, ortogonalite sağlanmadığı için değişkenlerin tahmin hatasına olan katkıları toplamı bire eşit olmak zorunda değildir (Koop vd. 1996; Pesaran ve Shin, 1998). Diğer bir ifadeyle,  $j$ . değişkenin şoklarının,  $i$ . değişkenin  $h$  dönemlik tahmin hatasına olan katkısına ait genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırması,  $\theta_{ij}^g(h)$  olarak gösterildiğinde, değişkenlerin katkıları toplamı bire eşit olmak zorunda olmadığından dolayı,  $\sum_{j=1}^k \theta_{ij}^g(h) \neq 1$  olduğu söylenebilmektedir.

Diebold ve Yılmaz (2012), çalışmasında yayılma endeksini hesaplarken bu nedenle satır toplamına göre varyans katkılarını normalleştirilmiş ve normalleştirilmiş genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırmasını,  $\tilde{\theta}_{ij}^g(h) = \frac{\theta_{ij}^g(h)}{\sum_{j=1}^k \theta_{ij}^g(h)}$  şeklinde tanımlamıştır. Bu sayede,  $\sum_{j=1}^k \tilde{\theta}_{ij}^g(h) = 1$  ve  $\sum_{i,j=1}^k \tilde{\theta}_{ij}^g(h) = k$  koşulları sağlanmaktadır.

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

### 3.1. Toplam Bağlantılılık Endeksi (Total Spillover Index, TCI)

Bu endeks, tüm değişkenlerde gerçekleşen şoklara ait oynaklık yayılımlarının, toplam tahmin hata varyansına katkısını ölçmektedir. Diğer bir deyişle, bu

endeks, ele alınan değişkenlerde mevcut oynaklık şoklarının ne kadarının yayıldığını gösteren bir ölçüdür ve (1)'de verildiği şekilde tanımlanmaktadır.

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

### 3.2. Yönel Yayılım (Directional Spillovers)

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

Tüm diğer değişkenlerden  $i$  değişkenine doğru oynaklık yayılımı (2)'de verildiği şekilde tanımlanmaktadır.

$$C_{i \leftarrow \cdot}(h) = \frac{\sum_{j \neq i}^k \tilde{\theta}_{ij}^g(h)}{\sum_{i,j=1}^k \tilde{\theta}_{ij}^g(h)} \times 100 = \frac{\sum_{j \neq i}^k \tilde{\theta}_{ij}^g(h)}{k} \times 100 \quad (2)$$

Diğer taraftan,  $i$  değişkeninden, tüm diğer değişkenlere oynaklık yayılımı (3)'te verildiği gibi tanımlanmaktadır.

$$C_{\cdot \leftarrow i}(h) = \frac{\sum_{j \neq i}^k \tilde{\theta}_{ji}^g(h)}{\sum_{i,j=1}^k \tilde{\theta}_{ji}^g(h)} \times 100 = \frac{\sum_{j \neq i}^k \tilde{\theta}_{ji}^g(h)}{k} \times 100 \quad (3)$$



### 3.3. Net Yayılım (Net Spillovers)

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

$i$  değişkeninden, tüm diğer değişkenlere net oynaklık yayılımı (4)'te verildiği gibi tanımlanmaktadır.

$$C_i(h) = C_{\leftarrow i}(h) - C_{i\leftarrow}(h) \quad (4)$$

### 3.4. Net Çift Yönlü Yayılım (Net Pairwise Spillovers)

Net çift yönlü yayılım, herhangi bir değişkenin diğer değişkenlerin oynaklığına olan net katkısı hakkında bilgi veren bir ölçüdür. Daha basit bir ifade ile  $i$  değişkeni ve  $j$  değişkeni arasındaki net çift yönlü oynaklık yayılımı  $i$  değişkeninden  $j$  değişkenine olan oynaklık yayılımı ile  $j$  değişkeninden  $i$  değişkenine olan oynaklık yayılımı arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır ve (5)'te verildiği şekilde ifade edilmektedir.

$$C_{ij}(h) = \left( \frac{\tilde{\theta}_{ji}^g(h)}{\sum_{i,m=1}^k \tilde{\theta}_{im}^g(h)} - \frac{\tilde{\theta}_{ij}^g(h)}{\sum_{j,m=1}^k \tilde{\theta}_{jm}^g(h)} \right) \times 100 \quad (5)$$

$$= \frac{(\tilde{\theta}_{ji}^g(h) - \tilde{\theta}_{ij}^g(h))}{k} \times 100$$

#### 4. ANALİZ VE BULGULAR

Türkiye için finansal piyasalar arası ilişkiler Diebold ve Yılmaz (2012) Bağlantılılık Analizi yardımı ile araştırılacaktır. Çalışmada, finansal piyasalardan hisse senedi piyasası, döviz piyasaları, ham petrol piyasası, değerli madenler piyasaları ele alınmaktadır. Bu amaçla, hisse senedi piyasasının bir göstergesi olarak BIST100 endeksi (BIST100), döviz piyasalarının göstergeleri olarak USD/TL kuru (USD) ile EUR/TL kuru (EUR), ham petrol piyasasının bir göstergesi olarak Brent petrol fiyatları (Brent) ve değerli madenler piyasalarının göstergeleri olarak spot altın fiyatları (Altın) ile spot gümüş fiyatları (Gümüş) dikkate alınacaktır. Ek olarak, kur etkisini indirmek amacıyla Brent petrol fiyatı, spot altın fiyatı ve spot gümüş fiyat serileri USD cinsinden ele alınacaktır. Çalışmada kullanılan veriler [investing.com](https://www.investing.com)\* internet adresine ait veri tabanından elde edilmiştir. Çalışma, 01 Ocak 2013- 01 Ocak 2023 dönemini kapsamakta ve günlük seriler dikkate alınmaktadır. Analizler “RStudio”† programında gerçekleştirilmiştir.

Analiz sonuçları 2 alt başlık altında değerlendirilecektir. İlk olarak, ele alınan her bir seri için uygun Ranj- Tabanlı oynaklık modeli belirlenecek ve seçilen model kullanılarak Diebold- Yılmaz Bağlantılılık Analizi yardımı ile piyasalar arası ilişkiler belirlenecektir. Daha sonra, ele alınan her bir seri için uygun GARCH oynaklık modeli belirlenecek ve seçilen model kullanılarak Diebold- Yılmaz Bağlantılılık analizi yardımı ile piyasalar arası ilişkiler belirlenecektir.

##### 4.1. Ranj Tabanlı Oynaklık Modelleri Yardımı ile Diebold ve Yılmaz (2012) Bağlantılılık Analizi

Oynaklık modelleri genellikle, kapanış fiyatları kullanılarak hesaplanan günlük getirileri kullanmaktadır. Bu nedenle, gün içi hareketlerin önemi ve etkisi göz ardı

---

\* <https://www.investing.com> Erişim Tarihi: 23 Haziran 2023.

edilmiş olmaktadır. Ranj Tabanlı oynaklık modelleri ise serilerin kapanış fiyatları üzerinden getirilerini hesaplayıp kullanmak yerine fiyat değişim aralığını kullanmakta ve bu bağlamda, gün içi hareketlerin önemini ve etkisini dikkate alarak diğer modellere üstünlük göstermektedir (Vinte vd. 2021).

Bu bölümde ilk olarak, ele alınan her bir seri için sırasıyla, Parkinson (1980), Garman ve Klass (1980), Roger ve Satchell (1991), Yang ve Zang (2000) Garman-Klass genişletmesi ve Yang ve Zang (2000) Ranj-Tabanlı oynaklık modelleri tahmin edilmiş ve MAE, MSE, RMSE ve MSLE kriterleri yardımı ile tüm seriler için en uygun oynaklık modeli Parkinson olarak belirlenmiştir. Daha sonra, Parkinson oynaklık modeli ile tahmin edilmiş yüzde oynaklık serileri dikkate alınmış ve oynaklık serilerinin logaritması alınarak öncelikle VAR analizi gerçekleştirilmiştir. VAR analizi için gecikme uzunluğu kriterler yardımı ile 4 olarak belirlenmiştir. Daha sonra, Diebold-Yılmaz Bağlantılılık Analizi *R* programı "Spillover"<sup>‡</sup> paketi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Diebold ve Yılmaz (2012) çalışmasında, toplam yayılma endeksinin, VAR model derecesi ve ileriye yönelik tahmin uzunluğuna göre duyarlı olmadığını belirtmiştir. Bu nedenle, bu çalışmada, bağlantılılık tablosu 10 günlük ileriye yönelik tahmin penceresi seçilerek oluşturulmuş ve Tablo 1'de sunulmuştur.

---

<sup>‡</sup> Urbina, J. (2023), Spillover/Connectedness Index Based on VAR Modelling, <https://cran.r-project.org/web/packages/Spillover/Spillover.pdf>

**Tablo 1. Parkinson Ranj Tabanlı Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Bağlantılılık Tablosu**

	BIST100	USD	EUR	Brent	Altın	Gümüş	Satır Toplamı
BIST100	65,15	13,15	17,64	0,12	1,86	2,08	34,85
USD	7,00	64,37	26,44	0,39	1,12	0,68	35,63
EUR	8,21	39,49	49,99	0,26	1,32	0,72	50,01
Brent	0,40	1,21	0,51	89,96	3,69	4,24	10,04
Altın	2,09	3,41	1,83	1,54	58,67	32,47	41,33
Gümüş	2,18	2,27	0,99	1,41	31,40	61,75	38,25
Sütun Toplamı	19,88	59,53	47,40	3,72	39,38	40,19	<b>35,02</b>
Kendi dahil Toplam	85,03	123,90	97,39	93,68	98,05	101,94	600,00

Tablo 1'e göre tüm diğer piyasalardan BIST100'e doğru oynaklık yayılımı %34,85, USD'ye doğru oynaklık yayılımı %35,63, EUR'ye doğru oynaklık yayılımı %50,01, Brent'e doğru oynaklık yayılımı %10,04, Altın'a doğru oynaklık yayılımı %41,33 ve Gümüş'e doğru oynaklık yayılımı ise %38,251 olduğu söylenebilmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde diğer piyasalardan en az etkilenen değişkenin Brent olduğu, en fazla etkilenen değişkenin ise EUR olduğu söylenebilmektedir.

BIST100'den tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %19,88, USD'den tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %59,53, EUR'dan tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %47,40, Brent'ten tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %3,72, Altın'dan tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %39,38 ve Gümüş'ten tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %40,19 olarak elde edilmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, diğer piyasalar üzerinde en az

oynaklık yayan değişkenin Brent olduğu, oynaklık yayılımı en yüksek olan değişkenin ise USD olduğu söylenebilmektedir.

Diğer taraftan, Tablo 1’de sunulan bilgiler kullanılarak (4)’te verilen formül yardımıyla net oynaklık yayılımları sütun toplamlarından satır toplamları çıkartılarak her piyasa için tek tek elde edilmiştir. Buna göre, BIST100’dan, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı,  $-%14,97$  ( $= \%19,88 - \%34,85$ ), USD’den, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı,  $\%23,90$  ( $= \%59,53 - \%35,63$ ), EUR’dan, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı,  $-%2,61$  ( $= \%47,40 - \%50,01$ ), Brent’ten, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı,  $-%6,32$  ( $= \%3,72 - \%10,04$ ), Altın’dan, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı,  $-%1,95$  ( $= \%39,38 - \%41,33$ ) ve Gümüş’ten, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı,  $\%1,94$  ( $= \%40,19 - \%38,25$ ) olarak elde edilmiştir.

Son olarak, toplam bağlantılılık endeksi,  $C(h) = 35,02$  olarak tabloda satır toplamı ve sütun toplamının keştiği noktada sunulmuştur. Buna göre, ortalama olarak oynaklık tahminine ait hata varyansının  $\%35,02$ ’sinin tüm değişkenler arasındaki oynaklık yayılımlarından kaynaklandığı söylenebilmektedir.

#### **4.2. GARCH Oynaklık Modelleri Yardımı ile Diebold ve Yılmaz (2012) Bağlantılılık Analizi**

GARCH oynaklık modelleri, günlük frekanslı serilere uygulanırken serilerin sadece kapanış fiyatları üzerinden getirileri dikkate alınarak oynaklık model tahmini gerçekleştirmektedir. GARCH modelleri, getiri serilerinin oynaklık kümelenmesi (Mandelbrot, 1963) ve kaldıraç etkisi (Black, 1976) özelliklerini dikkate almaları açısından dikkat çekmektedirler.

Bu bölümde, her bir getiri serisi için uygun GARCH modeli üç aşamada belirlenmiştir. Birinci aşamda, serilerdeki doğrusal bağımlılık yapısı Otoresif Hareketli Ortalama (ARMA) modelleri yardımı ile ele alınmış ve her seri için ARMA (0,0) ile ARMA(5,5) modeli dahil toplam 36 model sabit katsayılı ve sabit katsaysız olmak üzere tahmin edilmiştir<sup>§</sup>. Sonuç olarak, BIST100, USD, EUR, Brent, Altın ve Gümüş serileri için BIC kriteri (Schwarz Bilgi Kriteri, Schwarz, 1978) yardımı ile en uygun koşullu ortalama modelleri, sırasıyla, Sabit Katsaysız - ARMA(0,0), Sabit Katsayılı - ARMA(2,1), Sabit Katsayılı - ARMA(0,1), Sabit Katsaysız - ARMA(0,0), Sabit Katsaysız - ARMA(0,0) ve Sabit Katsaysız - ARMA(0,0) olarak belirlenmiştir.

İkinci aşamada, oynaklık model tahmini için kullanılacak uygun hata dağılımı Uyarlanmış Pearson Uyum İyiliği Testi (Adjusted Pearson Goodness-of-Fit Test; Vlaar ve Palmpaper, 1993) yardımı ile belirlenmiştir. Buna göre, BIST100, USD, EUR, Brent, Altın ve Gümüş serileri için uygun hata dağılımı sırasıyla, Çarpık Student-t, Student-t, Student-t, Çarpık Student-t, Normal Ters Gauss Dağılımı (nig) ve Normal Ters Gauss Dağılımı (nig) olarak belirlenmiştir.

Üçüncü aşamada, belirlenen ARMA modeli ve hata dağılım varsayımı altında uygun GARCH oynaklık modeli GARCH(1,1), EGARCH(1,1), GJR-GARCH(1,1) ve APARCH(1,1) arasından seçilmiş\*\* ve Tablo 2’de sunulmuştur.

<sup>§</sup> Analizde R programı içindeki “forecast paketinde bulunan “auto.arima()” fonksiyonu kullanılmıştır (Hyndman & Khandakar, 2008; Hyndman vd., 2023 ).

\*\* Analizde R programı içindeki “rugarch paketi kullanılmıştır (Galanos, 2023).

**Tablo 2. Oynaklık Model Seçimi**

	AIC <sup>††</sup>	BIC
BIST100	APARCH	GJR-GARCH
USD	EGARCH	EGARCH
EUR	EGARCH	EGARCH
Brent	APARCH	APARCH
Altın	EGARCH	GARCH
Gümüş	GARCH	GARCH

Son olarak her bir seri için BIC kriteri tarafından önerilen GARCH oynaklık modeli ile tahmin edilmiş yüzde oynaklık serileri dikkate alınmış ve Diebold-Yılmaz bağlantılılık analizi gerçekleştirilmiştir. Tahmin edilen oynaklık serilerinin logaritması ele alınarak ilk olarak VAR analizi gerçekleştirilmiştir. VAR analizi için gecikme uzunluğu kriterler yardımı ile 2 olarak belirlenmiştir. Daha sonra, Diebold ve Yılmaz (2012) bağlantılılık tablosu 10 günlük ileriye yönelik tahmin penceresi seçilerek oluşturulmuş ve Tablo 3'te sunulmuştur.

**Tablo 3. GARCH Oynaklık Modeli Yardımı ile Oluşturulmuş Bağlantılılık Tablosu**

	BIST100	USD	EUR	BRENT	ALTIN	GÜMÜŞ	Satır Toplamı
BIST100	75,61	7,94	13,66	0,90	0,72	1,17	24,39
USD	4,42	72,70	22,21	0,04	0,51	0,13	27,30
EUR	7,63	33,22	58,47	0,25	0,21	0,22	41,53
Brent	2,67	0,41	0,17	93,20	2,02	1,53	6,80
Altın	2,05	1,09	0,06	1,42	64,95	30,43	35,05
Gümüş	1,95	0,09	0,03	1,37	29,85	66,70	33,30

<sup>††</sup> Akaike Bilgi Kriteri (AIC, AKAIKE, 1973; 1974)

Sütun toplamı	18,73	42,76	36,13	3,98	33,31	33,47	28,06
Kendi dahil Toplam	94,34	115,46	94,60	97,18	98,25	100,17	600,00

Tablo 3'e göre tüm diğer piyasalardan BIST100'e doğru oynaklık yayılımı %24,39, USD'ye doğru oynaklık yayılımı %27,30, EUR'ye doğru oynaklık yayılımı %41,53, Brent'e doğru oynaklık yayılımı %6,80, Altın'a doğru oynaklık yayılımı %35,05 ve Gümüş'e doğru oynaklık yayılımı ise %33,30 olduğu söylenebilmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, diğer piyasalardan en az etkilenen değişkenin Brent olduğu, en fazla etkilenen değişkenin ise EUR olduğu söylenebilmektedir.

BIST100'den tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %18,73, USD'den tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %42,76, EUR'dan tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %36,13, Brent'ten diğer tüm piyasalara oynaklık yayılımı %3,98, Altın'dan tüm diğer piyasalara oynaklık yayılımı %33,31 ve Gümüş'ten tüm diğer piyasalara doğru oynaklık yayılımı %33,47 olarak elde edilmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, diğer piyasalar üzerinde en az oynaklık yayan değişkenin Brent olduğu, oynaklık yayılımı en yüksek olan değişkenin ise USD olduğu söylenebilmektedir.

BIST100'den tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı,  $-5,66$  ( $= 18,73 - 24,39$ ), USD'den, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı,  $15,46$  ( $= 42,76 - 27,30$ ), EUR'dan, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı,  $-5,40$  ( $= 36,13 - 41,53$ ), Brent'ten, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı,  $-2,82$  ( $= 3,98 - 6,80$ ),



Altın'dan, tüm diğer değişkenlere doğru net oynaklık yayılımı,  $-1,75$  ( $= \%33,31 - \%35,05$ ) ve Gümüş'ten, diğer tüm değişkenlere net oynaklık yayılımı,  $0,17$  ( $= \%33,47 - \%33,30$ ) olarak elde edilmiştir.

Son olarak, toplam bağlantılılık endeksi,  $C(h) = 28,06$  olarak tabloda satır toplamı ve sütun toplamının kesiştiği noktada sunulmuştur. Buna göre, ortalama olarak oynaklık tahminine ait hata varyansının  $\%28,06$ 'sının tüm değişkenler arasındaki oynaklık yayılımlarından kaynaklandığı söylenebilmektedir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

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

Çalışmanın bulguları genel olarak değerlendirildiğinde, Parkinson oynaklık modeli ve GARCH oynaklık modelleri kullanılan iki yaklaşım için de oynaklık yayılımlarının yüzde değerlerinde küçük farklılıklar olduğu gözlemlense de benzer olduğu söylenebilmektedir. Daha açık bir ifadeyle, iki yaklaşımın yönsel yayılım bulgularına göre, diğer piyasalardan en az etkilenen değişkenin Brent, en fazla etkilenen değişkenin ise EUR olduğu gözlemlenmiştir. Diğer taraftan, diğer piyasalar üzerine en fazla oynaklık yayan değişkenin USD, en az oynaklık yayan değişkenin ise Brent olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca, net yayılım bulgularına göre ise en fazla net yayılıma sahip olan değişken USD iken, net yayılımın en düşük olduğu değişken BIST100 olarak tespit edilmiştir.

Bu bağlamda, Diebold ve Yılmaz (2012) Bağlantılılık Analizinin iki yaklaşım için de benzer sonuçlar sunması gelecek çalışmalarda, Diebold ve Yılmaz Bağlantılılık Analizi sonuçlarının kullanılan oynaklık modellerine karşı duyarlılığına yönelik daha kapsamlı bir araştırma yapılmasının önünü açmaktadır.

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

Son olarak, Türkiye örneğinde piyasalar arası oynaklık yayılım ilişkilerini ve ilişkilerin yön ve seviyelerini sunması açısından çalışmanın, yatırımcılar, karar vericiler ve araştırmacılara yol gösterici nitelik taşıdığı düşünülmektedir.

#### **Çıkar Çatışması Bildirimi:**

Yazarlar, bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve / veya yayınlanmasına ilişkin herhangi bir potansiyel çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedirler.

**Destek/Finansman Bilgileri:**

2023/84 numaralı Lisansüstü Tez Projesi kapsamında Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (TÜBAP) tarafından desteklenmiştir.

**Etik Kurul Kararı:**

Bu araştırma için etik kurul kararına ihtiyaç yoktur.

**KAYNAKÇA**

- Ågren, M. (2006). Does Oil Price Uncertainty Transmit to Stock Markets?, *Department of Economics, Working Paper, Uppsala University*, 23, 1-34.
- Akaike, H. (1973). Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle, *2nd International Symposium on Information Theory*, Budapest: Academiai Kiado, 267-281.
- Akaike, H. (1974). A New Look at the Statistical Model Identification", *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19,716-723.
- Akay, H. K. & Nargeleçekenler, M. (2006). Finansal piyasa volatilitesi ve ekonomi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 61(4), 5-36.
- Akkaş, M. E. & Sayılğan G. (2016). Volatility Spillover Between Foreign Exchange And Stock Markets: Evidence From Turkey. 20. *Finans Sempozyumu*, 569- 583.
- Aloui, C. (2007). Price and volatility spillovers between exchange rates and stock indexes for the pre-and post-euro period. *Quantitative finance*, 7(6), 669-685.
- Amar, A. B. Belaid, F. Youssef, A. B. Chiao, B. & Guesmi, K. (2021). The Unprecedented Reaction of Equity and Commodity Markets to COVID19. *Finance Research Letters*, 38, 101853.

- Anand, B. Paul, S. & Ramachandran, M. (2014). Volatility Spillover between Oil and Stock Market Returns. *Indian Economic Review*, 49(1), 37–56.
- Andrikopoulos, A. Samitas, A. & Kougepsakis, K. (2014). Volatility transmission across currencies and stock markets: GIIPS in crisis, *Applied Financial Economics*, 24(19), 1261-1283.
- Antonakakis, N. Cunado, J. Filis, G. Gabauer, D. & Gracia, F.P. (2018). Oil Volatility, Oil And Gas Firms And Portfolio Diversification, *Energy Economics* 70, 499–515.
- Aromi, D. & Clements, A. (2019). Spillovers Between The Oil Sector And The S&P500: The Impact Of Information Flow About Crude Oil, *Energy Economics*, 81, 187– 196.
- Arouri, M. Lahiani, A. ve Nguyen, D. (2015) World Gold Prices and Stock Returns in China: Insights for Hedging and Diversification Strategies, *Economic Modelling*, 44, 273-282.
- Ashfaq, S. Tang, Y. & Maqbool, R. (2019). Volatility Spillover Impact of World Oil Prices on Leading Asian Energy Exporting and Importing Economies Stock Returns, *Energy*, 188, 116002.
- Awartani, B. & Maghyereh, A.I. (2013). Dynamic Spillovers between Oil and Stock Markets in the Gulf Cooperation Council Countries, *Energy Economics*, 36, 28-42.
- Beer, F. & Hebein, F. (2008). An Assessment of the Stock Market and Exchange Rate Dynamics in Industrialized and Emerging Markets. *International Business & Economics Research Journal*, 7(8), 59-70.
- Black F. (1976). Studies of Stock Price Volatility Changes, Proceedings of the 1976 Meeting of the Business and Economic Statistics Section, American Statistical Association, 177-181.
- Bodart, V. & Reding, P. (2001). Do foreign exchange markets matter for industry stock returns? An empirical investigation. *Université catholique de*

- Louvain, Institut de Recherches Economiques et Sociales (IRES) Discussion Paper, 2001016, 2001-16.*
- Chang, C. L. McAleer, M. & Tansuchat, R. (2013). Conditional Correlations and Volatility Spillovers Between Crude Oil and Stock Index Returns, *The North American Journal of Economics and Finance*, 25, 116-138.
- Çiçek, M. (2010). Türkiye’de Faiz, Döviz ve Borsa: Fiyat ve Oynaklık Yayılma Etkileri, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 65(2), 1-28.
- Değirmenci, N. & Abdioğlu, Z. (2017). Finansal Piyasalar Arasındaki Oynaklık Yayılımı. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(54), 104-125.
- Demiralay, S. & Gencer, H.G. (2014). Volatility Transmissions between Oil Prices and Emerging Market Sectors: Implications for Portfolio Management and Hedging Strategies, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(3), 442-447.
- Erdem, C. Arslan, C. K. & Sema Erdem, M. (2005). Effects of macroeconomic variables on Istanbul stock exchange indexes. *Applied Financial Economics*, 15(14), 987-994.
- Fang, W. & Miller, S. M. (2002). Currency Depreciation And Korean Stock Market Performance During The Asian Financial Crisis. *Economics Working Papers*. 200230.
- Galanos A (2023). rugarch: Univariate GARCH models.. R package version 1.5-1.
- Gençyürek, A.G. & Demireli, E. (2019). Gelişmekte Olan Ülkelerin Hisse Senedi Piyasaları ile Ham Petrol Arasındaki Getiri ve Volatilite Yayılımı, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 61, 66-83.
- Golitsis, P. Gkasis, P. & Bellos, S.K. (2022). Dynamic Spillovers and Linkages between Gold, Crude Oil, S&P 500, and Other Economic and Financial Variables. Evidence from the USA. *The North American Journal of Economics and Finance*, 63, 101785.

- Gomes, M. & Chaibi, A. (2014). Volatility Spillovers Between Oil Prices And Stock Returns: A Focus On Frontier Markets, *The Journal of Applied Business Research(JABR)*, 30(2),509-525.
- Hassan, K. Hoque, A. & Gasbarro, D. (2019). Separating BRIC Using Islamic Stocks and Crude Oil: Dynamic Conditional Correlation and Volatility Spillover Analysis. *Energy Economics*, 80, 950–969.
- Hossenidoust, E. Janor, H. Yusefi, M. Majid, H. A. & Ja’afar, R. (2013). Volatility spillovers across commodity and stock markets among ASEAN countries. *Prosiding Perkem VIII, JILID*, 3, 1401-1412.
- Husain, S. Tiwari, A. K. Sohag, K. & Shahbaz, M. (2019). Connectedness Among Crude Oil Prices, Stock Index And Metal Prices: An Application Of Network Approach In The USA. *Resources Policy*, 62, 57–65.
- Jebran, K. & Iqbal, A. (2016). Dynamics of Volatility Spillover Between Stock Market and Foreign Exchange Market: Evidence from Asian Countries, *Financial Innovation*, 2(1), 1-20.
- Jouini, J. & Harrathi, N. (2014). Revisiting The Shock And Volatility Transmissions Among GCC Stock And Oil Markets: A Further Investigation, *Economic Modelling*, 38, 486-494.
- Jouini, J. (2013). Return And Volatility Interaction Between Oil Prices And Stock Markets in Saudi Arabia, *Journal of Policy Modelling*, 35(6), 1124-1144.
- Kabigting, L. C. & Hapitan, R. B. (2011). ASEAN5 Stock Markets, Currency Risk and Volatility Spillover " *Journal of International Business Research*. 10(3), 63-84.
- Kanas, A. (2000). Volatility spillovers between stock returns and exchange rate changes: International evidence. *Journal of business finance & accounting*, 27(3-4), 447-467.
- Kang, S. H. & Yoon, S. M. (2013). Revisited return and volatility spillover effect in Korea. *Korea and the World Economy*, 14(1), 121-145.

- Khalfaoui, R. Boutahar, M. & Boubaker, H. (2015). Analyzing Volatility Spillovers And Hedging Between Oil And Stock Markets: Evidence From Wavelet Analysis, *Energy Economics*, 49, 540-549.
- Kılıç, E. & Polat, M. (2020). MIST Ülkelerinin Hisse Senedi Piyasaları ile Döviz Kurları Arasındaki Getiri ve Volatilite Etkileşimi”, *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 19(4), 1463-1479.
- Kılıç, E. & Baydaş, Y. (2022). Borsa İstanbul ile Kıymetli Madenler Arasındaki Volatilite Yayılımı, *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 212-225.
- Koop, G. Pesaran, M. H. & Potter, S. M. (1996). Impulse response analysis in nonlinear multivariate models. *Journal of econometrics*, 74(1), 119-147.
- Leung, H. Schiereck D. & Schroeder F. (2017). Volatility Spillovers and Determinants of Contagion: Exchange Rate and Equity Markets During Crises. *Economic Modelling*, 61, 169-180.
- Lin, B. Wesseh Jr, P.K. & Appiah, M.O. (2014). Oil Price Fluctuation, Volatility Spillover and the Ghanaian Equity Market: Implication for Portfolio Management and Hedging Effectiveness, *Energy Economics*, 42, 172-182.
- Liu, Z. Ding, Z. Li, R. Jiang, X. Wu, J. & Lv, T. (2017). Research on Differences of Spillover Effects between International Crude Oil Price and Stock Markets in China and America, *Natural Hazards*, 88, 575-590.
- Malik, F. & Ewing, B. T. (2009). Volatility Transmission Between Oil Prices and Equity Sector Returns, *International Review of Financial Analysis*, 18(3), 95-100.
- Malik, F. & Hammoudeh, S. (2007). Shock and Volatility Transmission in the Oil, US and Gulf Equity Markets, *International Review of Economics and Finance*, 16(3), 357-368.

- Malik, F. (2021). Volatility Spillover Between Exchange Rate And Stock Return Under Volatility Shifts, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 80, 605-613.
- Mandelbrot, B. (1972). Certain speculative prices (1963). *The Journal of Business*, 45(4), 542-543.
- Mensi, W. Beljid, M. Boubaker, A. & Managi, S. (2013) Correlations and Volatility Spillovers Across Commodity and Stock Markets: Linking Energies, Food and Gold, *Economic Modelling*, 32, 15-22.
- Mikhaylov, A. Y. (2018). Volatility Spillover Effect between Stock and Exchange Rate in Oil Exporting Countries, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(3), 321-326.
- Mishra, A. K. Swain, N. & Malhotra, D. K. (2007). Volatility Spillover between Stock and Foreign Exchange Markets: Indian Evidence. *International journal of business*, 12(3), 343-359.
- zhao, L. D. L. N. (2008). Volatility spillovers between equity and currency markets: Evidericce from major Latin American Countries. *Cuadernos de economía*, 45(132), 185-215.
- Mouna, A. & Anis, J. (2015). Market, İnterest Rate, and Exchange Rate Risk Effects on Financial Stock Returns During the Financial Crisis: AGARCH-M Approach, *Cogent Economics & Finance*, 4(1), 1-16.
- Mozumder, N. Vita, G. D. Sandy, K. & Larkin, C. (2022). Volatility spillover between stock prices and exchange rates: New evidence across the recent financial crisis period.
- Mwambuli, E.L. Xianzhi, Z. & Kisava, Z.S. (2016). Volatility Spillover Effects Between Stock Prices and Exchange Rates in Emerging Economies: Evidence from Turkey, *Business and Economic Research*, 6(2), 343-359.



- O'Donnell, M. & Morales, L. (2009). Volatility Spillovers Between Stock Returns and Foreign Exchange Rates: Evidence from Four Eastern European Countries, *Int J Business*, 12, 1-20.
- Okpara, G. C. & Odionye, J. C. (2012). The direction of volatility spillover between stock prices and exchange rate: evidence from Nigeria. *Elixir Finance*, 42, 6410-6414.
- Özer, A. (2017). Petrol Fiyatları ile Hisse Senedi Getirileri Arasında Volatilitenin Yayılma Etkisi: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, Özel Sayı, 654-662.
- Palakkod, S. (2012). Integration of Capital, Commodity and Currency Markets: A Study on Volatility Spillover, *The Romanian Economic Journal*, 15(44), 87-100.
- Pandey, V. (2018). Volatility spillover from crude oil and gold to BRICS equity markets. *Journal of Economic Studies*, 45(2), 426-440.
- Polat, M. & Kılıç, E. (2022). BRICS Ülkelerinde Döviz Kuru ve Borsa Arasındaki Getiri ve Volatilitate Etkileşimi: VAR-EGARCH Modeli ile Bir Uygulama, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 49, 539-551.
- Qayyum, A. & Kemal, A. R. (2006). Volatility spillover between the stock market and the foreign exchange market in Pakistan.
- Raghavan, M. V. & Dark, J. (2008). Return and volatility spillovers between the foreign exchange market and the Australian all ordinaries index. *The IUP Journal of Applied Finance*, 14(1), 41-48.
- Rai, K. & Garg, B. (2021). Dynamic Correlations and Volatility Spillovers Between Stock Price and Exchange Rate in BRIICS Economies: Evidence from the COVID-19 Outbreak Period, *Applied Economics Letters*, 29(8), 738-745.
- Sarwar, S. Shahbaz, M. Anwar, A. & Tiwari, A.K. (2019). The Importance Of Oil Assets For Portfolio Optimization: The Analysis Of Firm Level Stocks. *Energy Economics*, 78, 217-234.

- Sattary, A. Temurlenk, M.S. Bilgic, A. & Çelik, A.K. (2014). Volatility Spillovers between World Oil Market and Sectors of BIST, *Asian Social Science*, 10(8), 156–164.
- Schwarz, G. (1978) Estimating the Dimension of a Model”, *Annals of Statistics*, 6, 461-464.
- Sikhosana, A. & Aye G. C. (2018) Asymmetric Volatility Transmission between The Real Exchange Rate and Stock Returns in South Africa, *Economic Analysis and Policy*, 60, 1-8.
- Souček, M. & Todorova, N. (2013). Realized Volatility Transmission between Crude Oil and Equity Futures Markets. A Multivariate HAR Approach’. *Energy Economics*, 40, 586-597.
- Sui, Lu. & Sun, L. (2016). Spillover Effects between Exchange Rates and Stock Prices: Evidence from BRICS Around The Recent Global Financial Crisis, *Research in International Business and Finance*, 36, 459-471.
- Sumner, S.W.Johnson, R. & Soenen, L. (2010). Spillover Effects Among Gold, Stocks, And Bonds. *Journal Of Centrum Cathedra*, 3(2), 106–120.
- Tule, M. Dogo, M. & Uzonwanne, G. (2018). Volatility Of Stock Market Returns And The Naira Exchange Rate, *Global Finance Journal*, 35, 97-105.
- Uwubanmwun, A. E. & Omorokunwa, O. G. (2015). Oil Price Volatility and Stock Price Volatility: Evidence from Nigeria. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 4(1), 253–260.
- Vințe, C. Ausloos, M. & Furtună, T. F. (2021). A volatility estimator of stock market indices based on the intrinsic entropy model. *Entropy*, 23(4), 484.
- Vlaar, P. G., & Palm, F. (1993). The Message in Weekly Exchange Rates in the European Monetary System: Mean Reversion, Conditional Heteroscedasticity, and Jumps. *Journal of Business & Economic Statistics*, 11, 351-360.

- Wang, X. (2020). Frequency Dynamics of Volatility Spillovers among Crude Oil and International Stock Markets: The Role of Interest Rate, *Energy Economics*, 91, 104900
- Wu, R. S. (2005). International transmission effect of volatility between the financial markets during the Asian financial crisis. *Transition Studies Review*, 12, 19-35.
- Yang, S. Y. & Doong, S. C. (2004). Price and volatility spillovers between stock prices and exchange rates: empirical evidence from the G-7 countries, *International Journal of Business and Economics*, 3(2), 139-15.
- Zhang, W. & Hamori, S. (2021). Crude Oil Market And Stock Markets During The COVID-19 Pandemic: Evidence From The US, Japan, And Germany. *International Review Of Financial Analysis*, 74, 101702.
- Zhao, H. (2010). Dynamic Relationship between Exchange Rate and Stock Price: Evidence from China, *Research in International Business and Finance*, 24(2), 103-112.
- Zumaquero, A. M. & Rivero, S. S. (2018). Volatility spillovers between foreign exchange and stock markets in industrialized countries. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 70, 121-136.

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

After globalization, relations and interactions between countries are developing rapidly. Although globalization is defined as a process covering economic systems and relationships, the financial markets are one of the primary areas it affects. The main reason for this is the integration of financial markets. In the last twenty years, as a result of integration in financial markets, many important crises have spread among countries and affected more than one country. This situation is called volatility spillover in financial markets and is a subject of study that attracts attention by many researchers.

The subject of this study is to investigate the volatility spillover between financial markets in the case of Turkey. In this context, it is aimed to investigate the existence of volatility spillovers between the stock market, foreign exchange markets, crude oil market and precious metals markets. In the study, for Turkey, BIST100 index is used as an indicator of the stock market, USD/TL rate and EUR/TL rate as indicators of foreign exchange markets, Brent oil prices as an indicator of the crude oil market, and spot gold prices and spot silver prices as indicators of the precious metals markets. The study covers the period from January 01, 2013 - January 01, 2023. In the study, firstly, the appropriate volatility model is determined for each series using Range-Based volatility models and GARCH volatility models, and then, using the estimated volatility series the volatility spillovers between markets is investigated with the help of Diebold and Yılmaz Connectivity Analysis.

The study makes various contributions to the literature. First of all, it is an up-to-date and original study in terms of data and methods used for Turkey. On the other hand, it aims to provide a more accurate approach in terms of determining the appropriate model for each series through comparative analysis of volatility models and defining the volatility spillovers with the help of these models.

The study consists of five chapters. In the second section, a literature summary is presented by discussing the volatility spillovers between Foreign Exchange and Stock Markets, Crude Oil and Stock Markets, Precious Metals and Stock Markets. Then, in the third section the Diebold-Yılmaz Connectivity Analysis is introduced. In the fourth section, the findings of the connectivity analysis with the help of Range-Based and GARCH volatility models are presented under two subsections. Finally, the article is concluded by discussing the results.

## **Method**

Diebold and Yılmaz (2009, 2012) propose a volatility spillover measure based on the VAR model and forecast error variance decomposition in order to describe the volatility spillovers between financial markets. This analysis is defined as Connectivity Analysis and presents volatility spillovers as well as spillover tendencies (Diebold and Yılmaz, 2012).

## **Findings (Results)**

The data used in the study are reached from the database of investing.com website. The study covers the period January 01, 2013 – January, 01 2023 and

daily series are taken into account. Analyzes are carried out in the “RStudio” program.

The results are presented under 2 subsections. In the first section, for each series Range-Based volatility models which are Parkinson (1980), Garman and Klass (1980), Roger and Satchell (1991), Yang and Zang (2000), Garman-Klass expansion and Yang and Zang (2000) are estimated and with the help of MAE, MSE, RMSE and MSLE criteria Parkinson model is selected as the most appropriate volatility model for each series. Then, the volatility series are estimated by using Parkinson volatility model and VAR analysis is applied. For VAR analysis, the lag length is determined as 4. Then, Diebold-Yılmaz Connectivity Analysis is carried out using the R program “Spillover” package.

In the study, the connectivity table is calculated by selecting a 10-day forward forecast window and the findings are presented in Table 1. Then the findings are interpreted.

In the second section, the appropriate GARCH model for each return series is determined in three stages. In the first stage, the linear dependency structure in the series is handled with the help of Autoregressive Moving Average (ARMA) models, and a total of 36 models (including the ARMA(0,0) and ARMA(5,5) models, with and without constant coefficients) are estimated for each series. In this stage, for BIST100, USD, EUR, Brent, Gold and Silver series the most appropriate conditional average models are determined with the help of the BIC criterion. These models are listed, respectively as ARMA(0,0)-zero mean, ARMA(2,1)-nonzero mean, ARMA(0,1)-nonzero mean, ARMA(0,0) -zero mean, ARMA(0,0) -zero mean and ARMA(0,0) -zero mean.

In the second stage, for volatility model the appropriate error distribution is determined with the help of the Adjusted Pearson Goodness-of-Fit Test. Accordingly, the appropriate error distribution for BIST100, USD, EUR, Brent, Gold and Silver series are Skewed Student-t, Student-t, Student-t, Skewed Student-t, Normal Inverse Gaussian Distribution (nig) and Normal Inverse Gaussian(nig), respectively.

In the third stage, under the determined ARMA model and error distribution assumption, the appropriate GARCH volatility model is selected among GARCH(1,1), EGARCH(1,1), GJR-GARCH(1,1) and APARCH(1,1) models and presented in Table 2.

Finally, for each series, the volatility series are estimated by the selected volatility model and Diebold-Yılmaz connectivity analysis is performed. The findings are presented and interpreted in Table 3.

### **Conclusion and Discussion**

According to the general findings of the study, although there are minor differences in the findings obtained as a result of the connectivity analysis applied using the Parkinson volatility model and the GARCH volatility model, the estimated spillovers are similar. More precisely, the directional volatility spillovers from others to Brent are the smallest, and the directional volatility spillovers from others to EUR are the largest. On the other hand, the directional volatility spillovers from USD to others are the largest spillovers, and the directional volatility spillovers from Brent to others are the smallest. Moreover, the net volatility spillovers from USD to others are the largest, and the net volatility spillovers from BIST100 to others are the smallest.