

## Kirli ve Temiz Tanker Endeksi Volatiliteleri ile BRIC Borsaları Arasındaki Nedensellik İlişkisi

İsmail KOÇAK\*

Savaş TARKUN\*\*

Mehmet ÇINAR\*\*\*

Geliş Tarihi (Received): 18.04.2024 - Kabul Tarihi (Accepted): 09.08.2024

DOI: 10.26745/ahbvuibfd.1470589

### Öz

Bu çalışmada, Baltık Kirli Tanker Endeksi (BDTI) ile Baltık Temiz Tanker Endeksi (BCTI) volatilitelerinin BRIC borsalarının getirileri arasındaki ilişki frekans alan nedensellik testi ile araştırılmıştır. 04.01.2013-29.12.2023 dönemine ait günlük verilerle yapılan bu çalışmada, öncelikle kirli tanker ve temiz tanker endeksleri için yapay volatiliteler serisi oluşturulmuştur. Elde edilen bulgular, uzun vadede Brezilya borsası getirisi ile kirli tanker volatilitesi arasında çift taraflı nedensellik olduğunu göstermiştir. Rusya borsası ile temiz tanker volatilitesi arasında orta vadede tek yönlü, Hindistan borsası getirisi ile kirli tanker volatilitesi arasında ise uzun ve kısa vadede istatistiksel olarak anlamlı nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Ancak, Çin borsası getirisi ile kirli ve temiz tanker volatilitesi arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Bu sonuçlar, Rusya'nın dünyadaki önemli petrol ihracatçısı ülkeler arasında yer aldığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, kirli tanker armatörlerinin bu ülke borsasının geçmiş dönem getirilerindeki bilgilerin kirli tanker navlun şoklarının cari dönem değerlerindeki bilgileri barındırdığını uzun, kısa ve orta vadede ortaya koymuştur. Çin borsası getirisi ile ham petrol ve petrol yan ürünü navlun oranları volatilitesi arasında nedensellik ilişkisinin bulunmamasının en önemli nedeni ise Çin'in yenilenebilir enerji politikalarına ağırlık vermesi olarak gösterilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kirli Tanker Endeksi, Temiz Tanker Endeksi, BRIC, Frekans Alan Nedensellik

## Causality Relationship Between Dirty and Clean Tanker Index Volatilities and BRIC Stock Exchanges

### Abstract

In this study, the relationship between the Baltic Dirty Tanker Index (BDTI) and the Baltic Clean Tanker Index (BCTI) volatility and the returns of BRIC stock markets was investigated by a frequency domain causality test. In this study, which was investigated with daily data for the period 04.01.2013–29.12.2023, an artificial volatility series was first created for dirty tanker and clean tanker indices. The findings show that there is a bidirectional causality between the Brazilian stock market return and dirty tanker volatility in the long term. A one-way causality relationship was found between the Russian stock market and clean tanker volatility in the medium term, and a statistically significant causality relationship was found between the Indian stock market return and dirty tanker volatility in the long and short term. However, no causal relationship was found between Chinese stock market returns and dirty and clean tanker volatility. These results place Russia among the most important oil-exporting countries in the world. Therefore, it has been demonstrated that the information in the past period returns of this country's stock market, especially of dirty tanker ship owners, contains information on the current period values of dirty tanker freight shocks in the long, short, and medium term. The most important reason for the lack of a causal relationship between Chinese stock market returns and the volatility of crude oil and oil by-product freight rates can be shown as China's emphasis on renewable energy policies.

**Keywords:** Dirty Tanker Index, Clean Tanker Index, BRIC, Frequency Domain Causality

\* Dr. Öğr. Üyesi, Kırıkkale Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, kocakismail42@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8901-7401.

\*\* Dr., Bağımsız Araştırmacı, savastarkun@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2684-184X.

\*\*\* Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, mcinar@uludag.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8441-243X.

## Giriş

Hisse senedi piyasaları, yerel ve küresel birçok faktörden etkilenebilmektedir. Dolayısıyla, hisse senedi fiyatlarına etki edebilen çeşitli değişkenler ile arasındaki ilişkiler sürekli araştırma konusu olurken, aynı zamanda güncelliğini de koruyan önemli araştırma alanlarından biri olduğu söylenebilir. Günümüzün yükselen ekonomileri olan Brezilya, Hindistan, Rusya ve Çin (BRIC) bu yönü ile araştırmacıların ilgi odağı halindedir (Mensi vd., 2017). BRIC ülkelerinin yanında gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin pay piyasaları ile yerel düzeyde; faiz oranları (Alam ve Uddin, 2009), döviz kurları (Vanita ve Khushboo, 2015; Ekanayake ve Dissanayake, 2022), para politikaları (Neuhierl ve Weber, 2019; Tripathi ve Kumar, 2015b), enflasyon (Wong vd., 2005; Bekaert ve Engstrom, 2010) gibi değişkenler ile aralarındaki ilişkiler incelenmiştir (Patel, 2012; Pershin vd., 2016). Küresel piyasada ise FED faiz kararları (Laopodis, 2006), ABD borsaları (Lakshmi vd., 2015; Ran, 2020), volatilité endeksi (VIX) (Bekaert ve Hoerova, 2014; Iskenderoglu ve Akdag, 2020), Merrill Lynch Option Volatility Estimate (MOVE) (Kumar vd., 2022), Baltic Dry Index (BDI) (Mensi vd., 2014; Sarıtaş ve Nazlıoğlu, 2019) gibi önemli değişkenler ile arasındaki ilişkiler araştırma konuları arasında yerini almıştır.

Petrol, küresel ekonominin en önemli bileşenlerinden birisidir ve petrolün fiyatlandırılmasının makroekonomik, politik ve sosyal olayların etkileri vardır. Dünya petrol pazarının önemli bir unsuru, petrol üreticisi olan bölgelerden tüketici pazarlarına taşıyan tanker endüstrisidir. Petrol ve petrol yan ürünleri, bazı durumlarda ülkelerin enerji taleplerinin yetersiz kalması, ithalat yolu ile çözüme ulaştırılma çabasını beraberinde getirmektedir. Özellikle de boru hattı ile ulaşımı imkânsız olan ülkelere ham petrol, rafine edilmiş petrol ürünleri ve sıvılaştırılmış doğal gaz denizyolu taşımacılığı ile gerçekleştirilmektedir. Nitekim, altyapı ve enerji yoğun sanayiler için önemli bir hammadde olan bu ürünlerin taşımacılığı, merkezi Londra'da bulunan Baltık borsasında oluşumunu tamamlayan navlun oranlarının (fiyatları) (Geman ve Smith, 2012), ayrıca bir maliyet olarak karşılaşılmamasını beraberinde getirmektedir (Chi, 2016). Başka bir anlatımla ham petrol ve petrol yan ürünlerinin nihai kullanım fiyatı, üretici ülkelere, tüketici pazarlarına kadar üretim maliyetlerine, rafinaj, pazarlama ve taşıma maliyetleri olarak eklenmektedir (Poulakidas ve Joutz, 2009). Operasyonel yönetimin ve bütçe planlama kararlarının iyileştirilmesi için tanker navlun oranları ile petrol fiyatları arasındaki doğal dinamik ilişkinin araştırılması büyük önem taşımaktadır.

Baltık borsasında büyüklük ve taşıma kapasitelerine göre çeşitli gemi türleri bulunmaktadır. Bu farklı büyüklükteki gemilerin rotaları ve ulaşım süreleri gibi farklı etkenlerin ağırlıklı ortalamasına dayanarak elde edilen Baltık kuru yük (BDI) endeksi (kuru yük navlun oranı) ile

navlun oranları belirlenmektedir. Bu endeksi oluşturan başlıca endeksler ve gemi türleri ise Capasize, Panamax, Surpramax ve Handsize'dir. Bu gemiler, çeşitli hammadde ve tahıl taşımacılığı yapmaktadır (Geman ve Smith, 2012: 2, 4). Bu gemilerin yanında, petrol ve petrol yan ürünlerinin taşımacılığını gerçekleştiren Baltık Kirli Tanker (BDT) ve Baltık Temiz Tanker (BCT) endeksleri (tanker navlun oranları) de bulunmaktadır. Dolayısıyla, tanker taşımacılığı piyasası, uluslararası petrol piyasasının önemli bir uzantısı olarak ele alınabilir ve kaçınılmaz olarak bu piyasanın belirsizliği, tanker arz ve talebinin yanı sıra, petrol piyasasının oynaklığıyla da yakından ilişkilidir (Sun vd., 2014b).

Kuru dökme yük taşımacılığı pazarı, uluslararası denizcilik pazarının önemli bir bileşenidir ve dünya ticaretinin hacmi, küresel ekonomi ve hükümet politikası gibi faktörlerin neden olduğu belirsizlik nedeniyle, yüksek risk ve oynaklıkla karakterize edilen bir alt pazar olarak kabul edilmektedir (Jing vd., 2008). Benzer şekilde, pay piyasası getirilerinin tahmini, uluslararası ticaret, dünya ekonomisi ile borsalar arasındaki ilişkinin varlığı nedeniyle, yatırımcıların kuru yük taşıma oranlarının hisse senedi getirileri için önemli göstergelerden biri olarak görülmesini beraberinde getirmektedir (Shackman vd., 2021).

2008 yılında BDI'da meydana gelen hızlı yükseliş (11.793 puan) (Makridakis et al., 2020) ve sonrasında ani düşüşün (663 puan) yaşandığı dönemden yaklaşık üç ay gibi kısa bir süre sonra, başta Dow Jones ve S&P500'de ciddi kayıpların yaşanması (Oomen, 2012) BDI'nin öncü gösterge olarak görülmesini beraberinde getirmiştir. Dolayısıyla BDI, borsa endekslerinden çok önce düşüşün sinyalini verebilmiştir. Gelişmekte olan ülkelerden BRIC ülkelerinin dış ticaretinde önemli yeri bulunan petrol ve rafine edilmiş petrol ürünlerinin navlun oranlarındaki şokun, bu ülkelerin borsa getirileri arasındaki ilişkinin incelendiği bu çalışmada, politika yapıcılar ile yatırımcıların öncü gösterge olarak kirli tanker ve temiz tanker endekslerinin de dikkate alınabileceğini göstermeye çalışmaktadır. Ayrıca, tanker navlun oranlarındaki şoklar ile BRIC borsa getirileri arasında, cari değerlerinin açıklanmasında, şokların geçmiş gözlemlerinin etkisinin olduğu gösterilmektedir. Bu çalışmanın bir diğer katkısı ise hisse senedi piyasaları ile kuru yük navlun oranlarının etkinliğinin araştırıldığı çeşitli çalışmalar ile ele alınmıştır (Bakshi vd., 2011; Alizadeh ve Muradoglu, 2014; Erlandsen ve Gjertsen, 2023). BRIC ülke borsalarının getirilerindeki etkinliği bozan bir unsur da tanker navlun oranlarındaki şoklardan kaynaklanmaktadır. Bu çalışma Bakshi vd. (2011) ve Alizadeh ve Muradoğlu (2014) çalışmalarına benzerlik göstermekle beraber, temel farkı ise tanker navlun oranlarındaki şokların BRIC borsa getirileri düzeyinde incelenmesi yönüyle farklılık göstermektedir. Bu nedenle, tanker navlun endeksindeki şoklar, aslında altyapı ve enerji yoğun sanayilerin üretimini tahmin eden

talepteki değişiklikleri de yansıtmaktadır. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde hisse senetleri fiyat ve getirilerine etki eden literatür çalışmalarına değinildikten sonra ikinci bölümde çalışmada kullanılan yöntemden bahsedilmektedir. Üçüncü bölümde ise ampirik bulgular verildikten sonra elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

### 1. İlgili Literatür

Literatürde hisse senedi piyasaları ve petrol fiyatları ile çeşitli değişkenler arasındaki ilişkinin araştırıldığı çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak, kuru yük navlun oranları ve tanker navlun oranları ile hisse senedi fiyatını konu alan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada yükselen ekonomiler olan BRIC borsa getirileri ile kirli tanker ve temiz tanker navlun oranlarındaki oynaklığın dikkate alınması, literatürde bu konuda çalışmanın bulunmaması, tanker navlun fiyatı ile hisse senetlerini konu alan çalışmalardaki boşluğu doldurarak katkı sunacağı düşünülmektedir. Başka bir anlatımla, bu çalışmada uluslararası petrol taşımacılığı ticaretinde önemli gösterge olan kirli ve temiz tanker navlun oranlarındaki şoklara odaklanarak, bunun BRIC borsa getirilerine olan etkileri araştırılmaktadır. Bu başlık altında literatürde gerçekleştirilen BRIC özelinde hisse senedi piyasalarını konu alan çalışmalara değinilmiştir. BRICS hisse senetleri ile döviz kurları arasındaki ilişkileri konu alan bir çalışmada, BRICS ülkelerinin borsa fiyatları ile döviz kuru arasında uzun dönem ilişkisi olduğunu göstermişlerdir (Mohammed ve Rostam, 2016). Benzer ülkelerin hisse senedi piyasası ile ham petrol fiyatları arasındaki ilişkiyi tartıştıkları çalışmalarında, Çin borsasının petrol piyasasından gecikmeli bağımlılık gösterdiğini ortaya koymuşlardır (Tiwari vd., 2019). Başka bir çalışma ise BRICS ülke risk derecelendirmelerini (Nasr vd., 2018), farklı bir çalışma ise küresel endeksler ile arasındaki ilişkiye dikkat çekmektedir (Mensi vd., 2014). BRICS döviz piyasaları ile hisse senedi piyasaları arasındaki volatilité yayılımını araştırmışlardır (Singh vd., 2021). Hisse senetlerini konu alan araştırmaların odaklandığı konulardan biri de petrol fiyatlarıdır. BRIC ülkelerinin hisse senedi getirileri ile petrol fiyatları arasındaki ilişkiyi tartışmışlardır (Bhar & Nikolova, 2009). BRIC ülke hisse senedi piyasasına ham petrol fiyatında meydana gelen şoklar ile araştırılan bir çalışmada, Rusya, Çin ve Hindistan'ın hisse senedi getirilerinin ham petrol şokunu takip ettiği yönündedir (O'Neill, 2010). Ham petrol fiyatının BRICS ekonomik politika belirsizliğinin etkisini araştırmışlardır (Su vd., 2021). Bir çalışma ise ham petrol getirileri, doğal gaz fiyatları ile BRICS borsası getirileri arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. Bulgular, ham petrol getirileri ile BRICS borsa getirileri arasında güçlü bağ olduğunu göstermektedir (Mensi vd., 2021). BRICS-T hisse senedi fiyatları ile petrol fiyatları arasındaki ilişki simetrik ve asimetrik nedensellik testleri ile araştırılmıştır (Abubakirova vd., 2021). Başka bir çalışma ise BRIC ülkelerinde enerji

fiyatlarının (petrol ve gaz) hisse senedi getirilerine olan etkilerini tartışmıştır (Helmi vd., 2023). BRIC borsaları ile makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmalar da bulunmaktadır. Çeşitli makroekonomik değişkenler ile Hindistan borsası arasındaki ilişkiyi araştırmıştır (Misra, 2018). Elde edilen bulgular, para arzı, altın fiyatları ve enflasyon ile aralarında ilişki olduğunu tespit etmiştir. Benzer bir çalışma ise BRICS için araştırılmıştır (Tripathi & Kumar, 2015a). Bulgulara göre faiz oranı, döviz kuru ve petrol fiyatlarının BRICS borsa getirileri üzerinde olumsuz, ancak para arzının olumlu yönde etkisinin olduğunu elde etmişlerdir. Ayrıca, bu çalışma hisse senedi getirilerinin GSYİH ve enflasyona öncülük etme eğiliminde olduğunu tespit etmiştir. Hisse senedi piyasası davranışlarının makroekonomik değişkenlerdeki belirleyicilerini BRIC için araştırmıştır (Sorokina, 2013). Bir çalışma BRC ülkelerinin hisse senedi fiyatlarında makroekonomik faktörlerin önemini tartışmıştır (Mohapatra ve Rath, 2015).

BRIC borsaları özelinde ABD ve Avrupa G7 piyasaları boyutu ile araştırmalar gerçekleştirilmiştir. ABD ve Avrupa'daki piyasa şoklarının BRICS hisse senedi piyasalarına olan etkilerini araştırmıştır (Hammoudeh vd., 2016). ABD ile BRICS hisse senedi piyasaları arasındaki korku bağıntısının araştırıldığı bir çalışmada, birçok durumda kısa ve uzun vadede oynaklık nedensellik ilişkilerinin farklılık gösterdiğini göstermişlerdir (Bouri vd., 2018). Bir çalışma ise ham petrol ile hisse senedi piyasaları arasındaki frekans yayılma etkilerini, G7 ve BRICS ülkeleri yönü ile araştırmıştır (Zhu vd., 2024)

BRIC ülkelerinin hisse senedi piyasalarını inceleyen farklı çalışmalardan biri de bu ülkelerin hisse senedi piyasası oynaklığı ile işlem hacmi arasındaki ilişkinin araştırılmasıdır. Çalışmanın bulgularına göre hisse senedi oynaklığı ile işlem hacminin eşanlı ve önemli ölçüde ilişkili olduğunu göstermişlerdir (Naik ve Padhi, 2014; Naik ve Padhi, 2015). Bir çalışma ise, BRICS hisse senedi piyasasındaki uzun hafıza ve oynaklık kalıcılığını araştırmıştır (Tripathy, 2022).

Bazı çalışmalar ise navlun oranları ile hisse senedi piyasaları arasındaki oynaklık yayılımı temelinde gelişim göstermiştir. Bir çalışma petrol fiyatları ile tanker navlun fiyatları arasındaki ilişkiyi araştırmış ve aralarında güçlü etkilerin olduğunu bulmuştur (Poulakidas ve Joutz, 2009). Benzer değişkenleri inceleyen bir başka çalışmada, aralarındaki ilişkinin giderek güçlendiği yönündedir (Yang vd., 2015; Siddiqui ve Basu, 2020). BDI ile ham petrol fiyatları arasındaki ilişki araştırılmıştır (Ruan vd., 2016). Bir çalışma ise petrol fiyatları ve navlun oranlarının küresel belirsizliğe olan katkılarını araştırmışlardır (Khan vd., 2021). Navlun oranlarını konu alan bir çalışmada, petrol fiyatları arasındaki dinamik ilişkiyi belirlemeye çalışmıştır (Sun vd., 2014). Bir çalışma ise ham petrol fiyatının ortak dış faktörü olarak

nitelendiren tanker navlun piyasası boyutu ile araştırmıştır (Li vd., 2018). Bir çalışmada, kuru dökme yük taşımacılığı pazarında volatilité yayılma etkilerinin araştırıldığı çalışmada, Baltık Borsası'ndaki alt segmentlerindeki şoklara verilen tepkilerin varlığını ortaya koymuşlardır (Yang, vd., 2022). Bir çalışma ise denizcilik piyasası hareketlerinin, hisse senedi endekslerinin getiri ve oynaklığını açıklayabildiğini ortaya koymuşlardır (Alizadeh ve Muradoglu, 2014). Bir çalışma, tanker navlun oranlarındaki oynaklıkların, petrol fiyatlarındaki şoklar ile araştırılmıştır (Gavriilidis vd., 2018). Kuru dökme yük taşımacılığı piyasasındaki riskin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla borsa ve ham petrol piyasasını referans göstermiştir (Yang, Ge, vd., 2022).

Pay piyasalarını etkileyen bileşenlerin karmaşıklığı, araştırmacıları farklı değişkenler ile aralarındaki ilişkilere yoğunlaşarak, hisse senedi piyasalarının güçlendirilmesi yönünde önerilerde bulunulurken bu piyasaların etkin piyasa hipotezi paydası önemle vurgulanmaktadır. Özellikle politika yapıcılara ve yatırımcıların riskten korunabileceği değişkenleri çeşitli yöntemler ile ispatlamaya çalışmışlardır. Literatürde çalışmalar yoğunlukla petrol fiyatlarına odaklanmıştır. Ancak, özellikle pandemi sonrası toparlanma sürecinde olan ekonomilerin petrol ve rafine petrol ürünlerine taleplerinin artmasını beraberinde getirmiştir. Yakın zamanda Süveyş kanalında yaşanan lojistik problemlerinin yaşanması, petrol ve petrol yan ürünlerinin uluslararası denizcilik pazarının, önemli bileşenlerinden olan kirli tanker ve temiz tanker endekslerinde meydana gelen şokların, BRIC borsalarının getirilerine olan etkilerinin araştırılması, petrol fiyatları ile BRIC borsaları getirileri arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalara katkı sunacağı düşünülmektedir.

## 2. Yöntem

Çalışma iki aşamalı olarak gerçekleştirilmektedir. İlk aşamada getiri serileri elde edilmekte, ikinci aşamada ise değişkenler arasındaki nedensel ilişkiler Breitung ve Candelon (2006) tarafından geliştirilen frekans alanı nedensellik testi ile araştırılmaktadır.

Getiri serilerinin volatilitésinin belirlenmesinde birkaç farklı yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden birisi, getiri serisinin karesi veya mutlak değerini hesaplanıp yapay bir volatilité değişkeni oluşturmaktır. Bir diğer yöntem ise getiri serisinin volatilitésini GARCH modelinin hesaplanmasıdır. Bollerslev (1986) tarafından ileri sürülen bu modelde, ARCH modelinde gecikme sayısı arttıkça tahmin edilecek parametre sayısının da arttığı ve parametrelerin koşulları sağlama olasılığının düştüğünü öne sürerek, genelleştirilmiş koşullu değişen varyans (GARCH) modelini literatüre kazandırmıştır.

Önerilen GARCH modeli,

$$Y_t | \Psi_{t-i} \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i h_{t-i} = \alpha_0 + \alpha(L) \varepsilon_t^2 + \beta(L) h_t \quad (1)$$

$$\varepsilon_t = Y_t - X_t b$$

ile gösterilebilir. Görüldüğü gibi GARCH modelindeki koşullu varyans ( $h_t$ ), hem ortalama modelindeki hata terimlerinin karelerinin gecikmeli değerlerine ( $\varepsilon_{t-i}^2$ ), hem de koşullu varyansın gecikmeli değerlerine ( $h_{t-i}$ ) bağlıdır. Pierdzioch vd. (2008) çalışmalarında, her iki yöntemde volatilitiyi tahmin etmede benzer sonuçlar verdiğini göstermişlerdir. Bu çalışmada, yapay getiri serisi oluşturulurken, tanker navlun oranları değişkenlerinin logaritmik farkları alınmıştır. Daha sonra logaritmik fark serilerinin kareleri alınarak yapay volatilité serileri elde edilmiştir.

Breitung ve Candelon (2006) tarafından geliştirilen frekans alanı nedensellik testi, kısa, orta ve uzun dönemde değişkenler arasındaki ilişkiler hakkında bilgi sunmaktadır. Frekans alanı nedensellik testi, çalışmaya dahil edilen değişkenler arasındaki etkileşimi ilgili zaman serisini dönemlere ayırarak her dönem için ayrı bir test istatistiği elde etmektedir. Breitung ve Candelon (2006), doğrusal sınırlamaların uygulanması ile ilgili testlerde F testinin kullanılmasındaki problemin önüne geçmiştir. Geweke (1982) ve Hosoya'ya (1991) göre farklı frekanslardaki nedensellik Eşitlik 2'deki gibi ifade edilebilir (Breitung ve Candelon, 2006: 365):

$$M_{y \rightarrow x}(\omega) = \log \left[ \frac{2\pi f_x(\omega)}{|\Psi_{11}(e^{-i\omega})|^2} \right] = \log \left[ 1 + \frac{|\Psi_{12}(e^{-i\omega})|^2}{|\Psi_{11}(e^{-i\omega})|^2} \right] \quad (2)$$

Eşitlik 2'de bulunan  $|\Psi_{12}(e^{-i\omega})| = 0$  olduğunda herhangi bir  $\omega$  frekansında  $y$  değişkeninden  $x$  değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisi oluşmayacaktır. Breitung ve Candelon (2006), nedenselliğin olmadığını ifade eden yokluk hipotezini test etmek için yeni bir yöntem önermektedir (Breitung ve Candelon, 2006: 367). Eğer,  $|\Psi_{12}(e^{-i\omega})| = 0$  ise;

$$\Psi(L) = \Theta(L)^{-1} G^{-1} \text{ ve } |\Psi_{12}(L)| = -\frac{g^{22} \theta_{12}(L)}{|\Theta(L)|} \quad (3)$$

eşitliğini kullanmaktadır. Eşitlik 3'teki  $g^{22}$  ifadesi,  $G^{-1}$  matrisinin düşük diyagonal elemanlarını,  $|\Theta(L)|$  ifadesi ise  $\Theta(L)$ 'nin determinantını göstermektedir (Bodart ve Candelon, 2009: 143).  $y$ 'nin  $\omega$  frekansta  $x$ 'in nedeni olmadığını ifade eden yokluk hipotezi Eşitlik 4 ile test edilebilmektedir (Breitung ve Candelon, 2006: 367):

$$|\theta_{12}(e^{-i\omega})| = \left| \sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \cos(k\omega) - \sum_{k=1}^p \theta_{12,k}(k\omega) i \right| = 0 \quad (4)$$

Eşitlik 4'deki  $|\theta_{12}(e^{-i\omega})|$  ifadesinin sıfıra eşit olması  $y$ 'nin  $\omega$  frekansta  $x$ 'in nedeni olmadığını göstergesi yeterli bir şarttır (Tarı vd., 2012: 10). Breitung ve Candelon'un (2006) öne sürdüğü model Eşitlik 5 ve 6'daki doğrusal kısıtlamaları içermektedir:

$$\sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \cos(k\omega) = 0 \quad (5)$$

$$\sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \sin(k\omega) = 0 \quad (6)$$

Doğrusal kısıtlamalar altında  $\alpha_j = \theta_{11,j}$  ve  $\beta_j = \theta_{12,j}$  olarak tanımlanırsa bu durumda  $x_t$  için VAR eşitliği Eşitlik 7 ile gösterilebilmektedir:

$$x_t = \alpha_1 x_{t-1} + \dots + \alpha_p x_{t-p} + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_p y_{t-p} + \varepsilon_{1t} \quad (7)$$

Böylelikle  $M_{y \rightarrow x}(\omega) = 0$  hipotezi doğrusal kısıtlamalar ile uygun olacağından, yokluk hipotezi şu şekilde oluşturulmaktadır:

$$H_0: R(\omega)\beta = 0$$

Burada  $\beta = [\beta_1, \dots, \beta_p]'$  olarak temsil edilmektedir.  $R(\omega)$  ise Eşitlik 8'deki gibi elde edilmektedir:

$$R(\omega) = \begin{bmatrix} \cos(\omega) & \dots & \cos(p\omega) \\ \sin(\omega) & \dots & \sin(p\omega) \end{bmatrix} \quad (8)$$

$\omega \in (0, \pi)$  test yöntemi  $(2, T - 2p)$  serbestlik derecesi ile F dağılımına sahip olduğundan dolayı  $H_0: R(\omega)\beta = 0$  için F testi ile nedensellik sınanabilmektedir (Breitung ve Candelon, 2006: 366).

### 3. Ampirik Bulgular

Bu çalışmada, 04.01.2013-29.12.2023 dönemine ait günlük veriler ile çalışılmıştır. Çalışmada sırasıyla  $R_{\text{Brezilya}}$  Brezilya (Bovespa),  $R_{\text{Hindistan}}$  Hindistan (BSE Sensex 30),  $R_{\text{Rusya}}$  Rusya (RTSI) ve  $R_{\text{Çin}}$  Çin (Shanghai Composite) borsa verileri göstermektedir. İlaveten, tanker navlun oranlarını temsil eden  $h_{\text{BDTI}}$ , Baltık Kirli Tanker Endeksi ve  $h_{\text{BCTI}}$ , Baltık Temiz Tanker Endeksi değişkenlerinin volatilitelerini göstermektedir. Değişkenlere ilişkin verilerin tamamı investing.com isimli web sitesinden elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenlerin ilk olarak birim kök testi ile incelemesi gerçekleştirilmiştir. Frekans alanı nedenselliğini uygulayabilmek için değişkenlerin Granger nedensellik testinde olduğu gibi benzer mertebeden bütünleşik olmaları gerekmektedir. Değişkenlere ilişkin birim kök sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir.



**Tablo 1: Birim Kök Test Sonuçları**

Test	PP		ADF	
	S	S ve T	S	S ve T
$h_{BCTI}$	-50.781 (0.0001)	-50.5088 (0.0000)	-48.6069 (0.0001)	-48.7736 (0.0000)
$h_{BDTI}$	-47.6717 (0.0001)	-47.5857 (0.0000)	-25.1318 (0.0000)	-25.1318 (0.0000)
$R_{Brezilya}$	-56.6865 (0.0001)	-56.6893 (0.0000)	-56.9261 (0.0001)	-56.9261 (0.0001)
$R_{Rusya}$	-53.6518 (0.0001)	-53.6439 (0.0000)	-53.6397 (0.0001)	-53.6397 (0.0001)
$R_{Hindistan}$	-52.3268 (0.0001)	-52.3202 (0.0000)	-52.3284 (0.0001)	-52.3284 (0.0001)
$R_{Çin}$	-49.4866 (0.0001)	-49.4848 (0.0000)	-49.4892 (0.0001)	-49.4892 (0.0001)

**Not:** S, sabitli modeli, S ve T ise sabitli ve trendli modeli göstermektedir. Uygun gecikme uzunlu SC (Schwarz bilgi kriteri) dikkate alınmıştır.

Tablo 1'deki PP ve ADF birim kök testi bulgulara göre, çalışmada kullanılan değişkenlerin tamamı için yokluk hipotezi 0.01 anlamlılık düzeyinde red edilmektedir. Başka bir anlatımla çalışmadaki kullanılan değişkenlerin tamamı durağandır. Frekans alanı nedensellik testinin gerçekleştirilebilmesi için değişkenlerin Granger (1969) nedensellik testi gibi benzer düzeyde entegre olmaları gerekmektedir. Dolayısıyla Tablo 1'deki bulgular, değişkenlerin aynı mertebeden bütünleşik olduğu yönündedir. Buna göre Tablo 2'de BRIC ülkelerinden Brezilya borsasına ilişkin frekans alanı nedensellik sonuçları gösterilmiştir.

**Tablo 2: Brezilya Frekans Alan Nedensellik**

Yokluk Hipotezi	Uzun Vade	Orta Vade	Kısa Vade
	$\omega = 0.5$	$\omega = 1.5$	$\omega = 2.5$
$h_{BCTI}$ Granger Nedeni Değil $R_{Brezilya}$	3.366563* (0.034656)	2.037217 (0.130596)	1.22763 (0.293153)
$h_{BDTI}$ Granger Nedeni Değil $R_{Brezilya}$	3.733696* (0.024031)	1.86861 (0.154542)	1.63695 (0.19477)
$R_{Brezilya}$ Granger Nedeni Değil $h_{BCTI}$	0.381142 (0.683119)	6.083024* (0.002313)	0.443282 (0.641974)
$R_{Brezilya}$ Granger Nedeni Değil $h_{BDTI}$	4.061503* (0.017331)	7.334103* (0.000666)	0.466586 (0.627191)

**Not:** \* ile gösterilen 0.05 anlamlılık düzeyini göstermektedir. Uygun gecikme uzunluğu için AIC dikkate alınmış ve gecikme uzunluğu 8 olarak belirlenmiştir.  $h_{BCTI}$  ve  $h_{BDTI}$  değişkenleri yapay volatilitiyi göstermektedir.  $R_{Brezilya}$  ise logaritmik farkı alınan Brezilya'nın borsa getirisini göstermektedir.

Tablo 2'deki bulgulara göre, uzun vadede temiz tanker ve kirli tankerde meydana gelen bir şokun Brezilya'nın borsa getirisi arasında nedensellik tespit edilmiştir. Başka deyişle Brezilya borsasının getirisi ile kirli tanker oynaklığı arasında 0.05 anlamlılık düzeyinde çift taraflı nedensellik olduğu söylenebilir. Bir başka bulgu ise 0.05 anlamlılık düzeyinde orta vadede Brezilya'nın borsa getirisinden kirli ve temiz tanker endeksi volatilitesi arasında tek yönlü nedenselliğin varlığıdır. Kısa vadede ise istatistiksel olarak herhangi bir nedensellik bulgusuna rastlanılmamıştır. Uzun vadede ham petrol ve petrol yan ürünlerindeki navlun oranlarındaki volatilitenin Brezilya'nın borsa getirisi ile açıklandığı söylenebilir. Benzer bulgu Brezilya'nın borsa getirisinde, kirli tanker navlun oranlarındaki volatilitenin tarafından açıklandığı gösterilmiştir. Dolayısıyla temiz tankerin cari dönem navlun oranlarındaki volatilitenin Brezilya'nın borsa getirisinin geçmiş değerleri ile ilişkisi olduğu söylenebilir. Bu bulgu temiz tanker navlun oranının kirli tanker ve konteyner navlun oranlarını öngördüğü (Li vd., 2018) yönündeki araştırmalara paralel sonuç üretmiştir. Ancak orta vadede ise Brezilya'nın borsa getirisinin cari dönem değerlerinin, kirli tanker ve temiz tanker navlun oranlarının getirisinde meydana gelen şoklar tarafından açıklandığı elde edilmiştir. Bir diğer ülke ise Rusya'dır. Rusya'ya ilişkin nedensellik bulguları Tablo 3'te gösterilmektedir.

**Tablo 3: Rusya Frekans Alan Nedensellik**

Yokluk Hipotezi	Uzun Vade	Orta Vade	Kısa Vade
	$\omega = 0.5$	$\omega = 1.5$	$\omega = 2.5$
$h_{BCTI}$ Granger Nedeni Değil $R_{Rusya}$	2.515583** (0.08101)	0.711049 (0.491223)	0.141368 (0.868177)
$h_{BDTI}$ Granger Nedeni Değil $R_{Rusya}$	2.460534** (0.085585)	0.66714 (0.513261)	0.796377 (0.451068)
$R_{Rusya}$ Granger Nedeni Değil $h_{BCTI}$	0.033981 (0.966591)	5.756732* (0.003201)	0.615818 (0.540276)
$R_{Rusya}$ Granger Nedeni Değil $h_{BDTI}$	1.881537* (0.003864)	6.109524* (0.004762)	1.803484* (0.00232)

**Not:** \* ile gösterilen 0.05, \*\* ise 0.10 anlamlılık düzeyini göstermektedir. Uygun gecikme uzunluğu için AIC dikkate alınmış ve gecikme uzunluğu 8 olarak belirlenmiştir.  $h_{BCTI}$  ve  $h_{BDTI}$  değişkenleri yapay volatilitiyi göstermektedir.  $R_{Rusya}$  ise logaritmik farkı alınan Rusya'nın borsa getirisini göstermektedir.

Tablo 3'teki bulgulara göre ise, Rusya borsasının getirisinin kirli tanker volatilitesi arasında 0.05 anlamlılık düzeyinde uzun, orta ve kısa vadede nedensellik elde edilmiştir. Rusya'nın borsa getirilerinin cari dönem değerlerinin kirli tanker navlun oranındaki şokların geçmiş değerlerinin etkisi olduğu söylenebilir. Orta vadede ise Rusya'nın borsa getirisinin temiz tanker navlun oranlarındaki volatilitenin Granger nedeni değildir şeklinde oluşturulan yokluk hipotezi reddedilmektedir. Başka bir anlatımla orta vadede Rusya'nın borsa getirisi ile temiz tanker navlun oranı volatilitesi arasında tek yönlü nedensellik bulunmaktadır. Uzun vade bulguları ise 0.10 anlamlılık düzeyinde kirli ve temiz tanker navlun oranlarındaki volatilitenin Rusya'nın borsa getirisinin nedeni olduğudur. Bir diğer BRIC ülkesi olan Hindistan'a ilişkin bulgular Tablo 4'te gösterilmektedir.

**Tablo 4: Hindistan Frekans Alan Nedensellik**

Yokluk Hipotezi	Uzun Vade	Orta Vade	Kısa Vade
	$\omega = 0.5$	$\omega = 1.5$	$\omega = 2.5$
$h_{\text{BCTI}}$ Granger Nedeni Değil $R_{\text{Hindistan}}$	1.014927 (0.362571)	0.789443 (0.454205)	0.846676 (0.428955)
$h_{\text{BDTI}}$ Granger Nedeni Değil $R_{\text{Hindistan}}$	4.72836* (0.008916)	0.151333 (0.859569)	12.31582* (0.000001)
$R_{\text{Hindistan}}$ Granger Nedeni Değil $h_{\text{BCTI}}$	0.5308 (0.588197)	2.471704** (0.084637)	2.50456** (0.081906)
$R_{\text{Hindistan}}$ Granger Nedeni Değil $h_{\text{BDTI}}$	1.881537 (0.152561)	6.109524* (0.002253)	1.803484 (0.164928)

**Not:** \* ile gösterilen 0.05, \*\* ise 0.10 anlamlılık düzeyini göstermektedir. Uygun gecikme uzunluğu için AIC dikkate alınmış ve gecikme uzunluğu 10 olarak belirlenmiştir.  $h_{\text{BCTI}}$  ve  $h_{\text{BDTI}}$  değişkenleri yapay volatilitiyi göstermektedir.  $R_{\text{Hindistan}}$  ise logaritmik farkı alınan Hindistan'ın borsa getirisini göstermektedir.

Tablo 4'teki bulgulara göre, uzun ve kısa vadede kirli tanker navlun oranındaki volatilitenin 0.05 anlamlılık düzeyinde Hindistan'ın borsa getirisinin nedeni değildir şeklindeki yokluk hipotezinin reddedilmesidir. Hindistan'a ilişkin bir diğer bulgu ise kısa ve orta vadede 0.10 anlamlılık düzeyinde borsa getirisinin temiz tanker navlun oranlarındaki volatiliteye nedensellik olmasıdır. Bir diğer önemli bulgu ise Hindistan'ın borsa getirisinin cari dönem değerlerinin, orta vadede kirli tanker navlun oranlarının volatilitelerinin geçmiş değerlerinde önemli bilgilerin içerdiğini göstermektedir. Temiz tanker navlun oranı volatilitelerinden Hindistan borsa getirisi arasında kısa, orta ve uzun dönemde yokluk hipotezi hiçbir anlamlılık düzeyinde reddedilememiştir. Son ülke olan Çin'e ilişkin bulgular Tablo 5'te gösterilmiştir.

**Tablo 5: Çin Frekans Alan Nedensellik**

Yokluk Hipotezi	Uzun Vade	Orta Vade	Kısa Vade
	$\omega = 0.5$	$\omega = 1.5$	$\omega = 2.5$
$h_{BCTI}$ Granger Nedeni Değil $R_{\text{Çin}}$	0.043267 (0.957656)	0.027588 (0.97279)	0.084266 (0.919189)
$h_{BDTI}$ Granger Nedeni Değil $R_{\text{Çin}}$	1.3553 (0.258049)	0.011639 (0.988429)	1.441698 (0.236712)
$R_{\text{Çin}}$ Granger Nedeni Değil $h_{BCTI}$	0.700726 (0.496317)	0.378656 (0.684818)	0.164944 (0.84795)
$R_{\text{Çin}}$ Granger Nedeni Değil $h_{BDTI}$	0.141726 (0.867865)	0.281153 (0.754935)	0.840908 (0.431434)

**Not:** Uygun gecikme uzunluğu için AIC dikkate alınmış ve gecikme uzunluğu 8 olarak belirlenmiştir.  $h_{BCTI}$  ve  $h_{BDTI}$  değişkenleri yapay volatilitiyi göstermektedir.  $R_{\text{Çin}}$  ise logaritmik farkı alınan Çin'in borsa getirisini göstermektedir.

Çin'e ilişkin bulguların bulunduğu Tablo 5'e göre, ne Çin borsasından temiz ve kirli tanker şoklarına, ne de kirli ve temiz tanker şoklarından Çin'in borsa getirisine herhangi bir anlamlılık düzeyinde nedensellik ilişkisi bulunmamıştır.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Denizyolu ile taşınan emtialar arasında petrol ve petrol yan ürünleri, ticari değer açısından denizyolu ile taşınan diğer emtialara göre önemli yeri bulunmaktadır. Petrol fiyatlarında meydana gelen şokların, borsa getirilerini etkilediği yönünde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Petrol fiyatlarındaki aşırı oynaklık ve döngüsellik gibi durumların büyük ölçüde tanker navlun oranlarına yansması beklenebilir. Küresel ekonominin ham petrol ve rafine petrol ürünlerine olan bağımlılığının ve tanker navlun oranlarına yansıyan petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar göz önüne alındığında, tanker navlun oranlarında meydana gelen şokların, borsaların getirilerindeki etkilerin dönemlerinin belirlenmesi, özellikle gelişen ülkeler olan BRIC boyutunda incelenmesi, bu ülke borsalarına yatırım yapan yatırımcıların ve politika yapıcılarını için büyük önem taşımaktadır.

Çalışmadan elde edilen ampirik bulgular ise şu şekilde özetlenebilir: Uzun vadede,  $h_{BDTI}$  ile  $R_{\text{Rusya}}$  ve  $R_{\text{Hindistan}}$  arasında çift yönlü nedensellik bulunurken,  $h_{BDTI}$ 'den  $R_{\text{Brezilya}}$ 'ya tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Başka bir anlatımla, Brezilya borsasının getirisinin cari dönem değerlerinin açıklanmasında, kirli tanker navlun oranlarında meydana gelen şokların geçmiş değerleri tarafından açıklandığı söylenebilir. Temiz tanker navlun oranındaki şokların ise sırasıyla  $R_{\text{Brezilya}}$  ve  $R_{\text{Rusya}}$  arasında tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Dolayısıyla uzun

vadede kirli tanker ve Brezilya, Rusya ve Hindistan borsalarının getirileri arasında çift yönlü nedensellik vardır. Bu durum, kirli tanker navlun şokları ile borsa getirileri birbirlerinden etkilenirken, Brezilya ve Rusya borsa getirilerinin cari değerlerinde, temiz tanker navlun oranlarındaki şokların geçmiş değerlerine ait bilgilerin olduğunu göstermektedir. Orta vadede ise  $R_{Brezilya}$ ,  $R_{Rusya}$ ,  $R_{Hindistan}$  'dan  $h_{BDTI}$  'ya;  $R_{Brezilya}$  ve  $R_{Hindistan}$  'dan  $h_{BCTI}$  'e tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Başka bir ifade ile  $h_{BDTI}$  cari dönem değerlerinde BRI borsa getirilerinin geçmiş dönem bilgiler bulunurken  $h_{BCTI}$  'da ise sadece Brezilya ve Hindistan borsa getirilerinin geçmiş dönem değerlerine ilişkin bilgileri barındırdığını göstermektedir. Kısa vadede ise sadece  $R_{Rusya}$  'dan  $h_{BDTI}$  'ya ve  $R_{Hindistan}$  'dan  $h_{BCTI}$  'ya tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Çalışmadaki bir diğer ülke olan Çin'in tanker navlun oranlarındaki şoklar arasında uzun, orta ve kısa vadede istatistiksel olarak nedensellik ilişkisi bulunmazken, tanker şoklarından, Çin borsa getirisine de nedensellik bulunmamıştır. Çin dışındaki ülkelerin borsa getirileri ile tanker navlun oranlarındaki şokların varlığı, politika yapıcılarının ve uluslararası yatırımcıların kararlarında göz ardı edilememesi gereken risk kaynağı arasında, özellikle de uzun vadede tanker navlun oranlarındaki şokların da bulunduğu gösterilmiştir. Rusya, dünyadaki önemli petrol ihracatçısı ülkeler arasında yer almaktadır. Dolayısıyla, özellikle kirli tanker armatörlerinin bu ülke borsasının geçmiş dönem getirilerindeki bilgilerin kirli tanker navlun şoklarının cari dönem değerlerindeki bilgileri barındırdığını uzun, kısa ve orta vadede ortaya konmuştur. Elde edilen bu sonuçlar, mevcut literatür ile büyük ölçüde uyumludur. Örneğin, Bakshi vd. (2011) ve Alizadeh ve Muradoğlu (2014) çalışmaları, navlun oranlarının borsa getirileri üzerindeki etkisini araştırırken, çalışmamız BRIC ülkeleri için bu etkinin spesifik olarak kirli ve temiz tanker volatilitelerinden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Özellikle, Rusya'nın önemli bir petrol ihracatçısı olması nedeniyle kirli tanker volatilitelerinin Rusya borsası üzerindeki etkisi literatürde de vurgulanmaktadır (Bakshi vd., 2011). Ayrıca, Hindistan ve Brezilya borsalarının tanker volatilitesi ile olan ilişkisi, Alizadeh ve Muradoğlu (2014) tarafından da desteklenmektedir. Çin borsa getirisi ile tanker volatilitesi arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmaması ise Çin'in yenilenebilir enerji politikalarına ağırlık vermesiyle açıklanabilir. Bu durum, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artmasıyla birlikte petrol ve petrol yan ürünlerine olan talebin azalması ve dolayısıyla navlun oranlarındaki volatilitenin Çin borsası üzerindeki etkisinin zayıflaması ile ilişkilendirilebilir. Etkin piyasa hipotezi'ne göre mevcut tüm piyasa bilgileri anında hisse senedi piyasasına dahil olmalıdır. Ancak bu sonuçlar tanker navlun oranlarının Brezilya, Rusya ve Hindistan (BRI) borsa getirileri üzerinde etkisinin olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla hem tanker navlun

oranları hem de BRI borsalarının getirilerinde bilgilerin çalışmadaki diğer piyasalarda bulunduğunun gösterilmesi bu piyasaların etkin olmadığını ortaya koymaktadır. Ancak Çin borsası için durum farklıdır. Çünkü frekans alanı nedensellik bulgularına göre uzun, orta ve kısa vadede ne şoklar, ne de borsa getirilerinde geçmiş dönem bilgileri arasında nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Ayrıca Çin'in enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için özellikle de yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımların artması (Zhao et al., 2016) tanker navlun oranlarındaki şoklara karşı dirençli olmasında etkili olduğu düşünülebilir.

Bundan sonraki çalışmalarda, hem BRIC ülkelerinin hem de tanker navlun oranlarının uzun hafıza özelliklerinin araştırılması bu çalışmaya katkı sağlayacaktır. Ayrıca BRIC ülkeleri gibi farklı ülkeler veya ülke grupları için de benzer yöntem ile çalışılarak şokların borsa getirileri arasındaki ilişkiler incelenebilir.

## Kaynakça

- Abubakirova, A., Syzdykova, A., Dosmakhambet, A., Kudabayeva, L., & Abdulina, G. (2021). Relationship between Oil Prices and Stock Prices in BRICS-T Countries: Symmetric and Asymmetric Causality Analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(3), 140–148. <https://doi.org/10.32479/ijeep.10487>.This
- Alam, M. M., & Uddin, M. G. S. (2009). Relationship between Interest Rate and Stock Price: Empirical Evidence from Developed and Developing Countries. *International Journal of Business and Management*, 4(3), 43–51. <https://doi.org/10.5539/ijbm.v4n3p43>
- Alizadeh, A. H., & Muradoglu, G. (2014). Stock market efficiency and international shipping-market information. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 33, 445–461. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2014.10.002>
- Bakshi, G. S., Panayotov, G., & Skoulakis, G. (2011). The Baltic Dry Index as a Predictor of Global Stock Returns, Commodity Returns, and Global Economic Activity. In *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1787757>
- Bekaert, G., & Engstrom, E. (2010). Inflation and the stock market: Understanding the “Fed Model.” *Journal of Monetary Economics*, 57(3), 278–294. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2010.02.004>
- Bekaert, G., & Hoerova, M. (2014). The VIX, the variance premium and stock market volatility. *Journal of Econometrics*, 183(2), 181–192. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2014.05.008>
- Bhar, R., & Nikolova, B. (2009). Oil prices and equity returns in the BRIC countries. *World Economy*, 32(7), 1036–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9701.2009.01194.x>
- Bodart, V., & Candelon, B. (2009). Evidence of Interdependence and Contagion Using a Frequency Domain Framework. *Emerging Markets Review*, 10(2), 140–150. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2008.11.003>
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307–327. <https://doi.org/10.1109/TNN.2007.902962>
- Bouri, E., Lien, D., Roubaud, D., & Hussain Shahzad, S. J. (2018). Fear Linkages Between the US and BRICS Stock Markets: A Frequency-Domain Causality. *International Journal of the Economics of Business*, 25(3), 441–454. <https://doi.org/10.1080/13571516.2018.1505241>
- Breitung, J., & Candelon, B. (2006). Testing for Short- and Long-run Causality: A Frequency-Domain Approach. *Journal of Econometrics*, 132(2), 363–378. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.02.004>
- Chi, J. (2016). Exchange rate and transport cost sensitivities of bilateral freight flows between the US and China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 89, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.05.004>
- Ekanayake, E. M., & Dissanayake, A. (2022). Effects of Real Exchange Rate Volatility on Trade: Empirical Analysis of the United States Exports to BRICS. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/jrfm15020073>
- Erlandsen, U. A., & Gjertsen, F. (2023). *Do Shipping Freight Rates Predict Stock Market Return?* Norwegian School of Economics.
- Gavriilidis, K., Kambouroudis, D. S., Tsakou, K., & Tsouknidis, D. A. (2018). Volatility forecasting across tanker freight rates: The role of oil price shocks. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 118(September), 376–391. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.08.012>
- Geman, H., & Smith, W. O. (2012). Shipping markets and freight rates: An Analysis of the Baltic Dry Index. *Journal of Alternative Investments*, 15(1), 98–109. <https://doi.org/10.3905/jai.2012.15.1.098>
- Geweke, J. (1982). Measurement of Linear Dependence and Feedback Between Multiple Time Series. *Journal of the American Statistical Association*, 77(378), 304–313. <https://doi.org/10.2307/2287242>



- Hammoudeh, S., Kang, S. H., Mensi, W., & Nguyen, D. K. (2016). Dynamic Global Linkages of the BRICS Stock Markets with the United States and Europe Under External Crisis Shocks: Implications for Portfolio Risk Forecasting. *World Economy*, 39(11), 1703–1727. <https://doi.org/10.1111/twec.12433>
- Helmi, M. H., Nazif Catik, A., Kosedagli, B. Y., Kisla, G. S. H., & Akdeniz, C. (2023). The Effects of Energy Prices on Oil-Gas Sectoral Stock Returns for BRIC Countries: Evidence from Space State Models. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(6), 430–440. <https://doi.org/10.32479/ijeep.14801>
- Hosoya, Y. (1991). The Decomposition and Measurement of the Interdependency Between Second-Order Stationary Processes. *Probability Theory and Related Fields*, 88(4), 429–444. <https://doi.org/10.1007/BF01192551>
- Iskenderoglu, Ö., & Akdag, S. et. (2020). Comparison of the Effect of Vix Fear Index on Stock Exchange Indices of Developed and Developing Countries: The G20 Case. *South East European Journal of Economics and Business*, 15(1), 105–121. <https://doi.org/10.2478/jeb-2020-0009>
- Jing, L., Marlow, P., & Hui, W. (2008). An analysis of freight rate volatility in dry bulk shipping markets. *Maritime Policy and Management*, 35(3), 237–251. <https://doi.org/10.1080/03088830802079987>
- Khan, K., Su, C. W., Tao, R., & Umar, M. (2021). How Often Do Oil Prices and Tanker Freight Rates Depend on Global Uncertainty? *Regional Studies in Marine Science*, 48, 102043. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.102043>
- Kumar, A., Mallick, S., Mohanty, M. S., & Zampolli, F. (2022). *Market Volatility, Monetary Policy and The Term Premium* (No. 606).
- Lakshmi, P., Visalakshmi, S., & Shanmugam, K. (2015). Intensity of shock transmission amid US-BRICS markets. *International Journal of Emerging Markets*, 10(3), 311–328. <https://doi.org/10.1108/IJoEM-04-2013-0063>
- Laopodis, N. T. (2006). Dynamic Interactions among the Stock Market and Economic Activity. *The Financial Review*, 41(April 2005), 513–545.
- Li, K. X., Xiao, Y., Chen, S. L., Zhang, W., Du, Y., & Shi, W. (2018). Dynamics and Interdependencies Among Different Shipping Freight Markets. *Maritime Policy and Management*, 45(7), 837–849. <https://doi.org/10.1080/03088839.2018.1488187>
- Li, T., Xue, L., Chen, Y., Chen, F., Miao, Y., Shao, X., & Zhang, C. (2018). Insights from multifractality analysis of tanker freight market volatility with common external factor of crude oil price. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 505, 374–384. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.02.107>
- Makridakis, S., Merikas, A., Merika, A., Tsionas, M. G., & Izzeldin, M. (2020). A novel forecasting model for the Baltic dry index utilizing optimal squeezing. *Journal of Forecasting*, 39(1), 56–68. <https://doi.org/10.1002/for.2613>
- Mensi, W., Hammoudeh, S., Reboredo, J. C., & Nguyen, D. K. (2014). Do global factors impact BRICS stock markets? A quantile regression approach. *Emerging Markets Review*, 19, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2014.04.002>
- Mensi, W., Rehman, M. U., Maitra, D., Al-Yahyaee, K. H., & Vo, X. V. (2021). Oil, natural gas and BRICS stock markets: Evidence of systemic risks and co-movements in the time-frequency domain. *Resources Policy*, 72(January), 102062. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102062>
- Mensi, W., Shahzad, S. J. H., Hammoudeh, S., Zeitun, R., & Rehman, M. U. (2017). Diversification potential of Asian frontier, BRIC emerging and major developed stock markets: A wavelet-based value at risk approach. *Emerging Markets Review*, 32, 130–147. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2017.06.002>
- Misra, P. (2018). An investigation of the macroeconomic factors affecting the Indian stock market. *Australasian Accounting, Business and Finance Journal*, 12(2), 71–86. <https://doi.org/10.14453/aabfj.v12i2.5>

- Mohammed, B. A., & Rostam, B. (2016). Relationship between stock prices and exchange rates: Evidence from Bangladesh. *International Review of Social Sciences*, 4(12), 639–651. <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ijbm/article/view/1261>
- Mohapatra, S. M., & Rath, B. N. (2015). Do macroeconomic factors matter for stock prices in emerging countries? Evidence from panel cointegration and panel causality. *International Journal of Sustainable Economy*, 7(2), 140–154. <https://doi.org/10.1504/ijse.2015.068678>
- Naik, P., & Padhi, P. (2014). Examining the relationship between Trading Volume and Equity Market Volatility: Evidence from BRIC Countries. *Global Conference on Business & Finance* ..., August, 1–22. [http://www.researchgate.net/profile/Pramod\\_Naik2/publication/256945615\\_Examining\\_the\\_relationship\\_between\\_Trading\\_Volume\\_and\\_Equity\\_Market\\_Volatility\\_Evidence\\_from\\_BRIC\\_Countries/links/02e7e524170c739bd7000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Pramod_Naik2/publication/256945615_Examining_the_relationship_between_Trading_Volume_and_Equity_Market_Volatility_Evidence_from_BRIC_Countries/links/02e7e524170c739bd7000000.pdf)
- Nasr, A. Ben, Cunado, J., Demirer, R., & Gupta, R. (2018). Country risk ratings and stock market returns in Brazil, Russia, India, and China (Brics) countries: A nonlinear dynamic approach. *Risks*, 6(3). <https://doi.org/10.3390/risks6030094>
- Neuhierl, A., & Weber, M. (2019). Monetary policy communication, policy slope, and the stock market. *Journal of Monetary Economics*, 108, 140–155. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2019.08.005>
- O'Neill, J. (2010). Crude Oil price Shocks to Stock Market : Evaluating the BRICs Case. *SSRN Electronic Journal*, July 2009, 1–16.
- Oomen, J. G. M. (2012). *The Baltic Dry Index: A predictor of stock market returns?* [Tilnurg University]. <http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=126903>
- Patel, S. (2012). The effect of Macroeconomic Determinants on the Performance of the Indian Stock Market. In G. Kalyanaram (Ed.), *Global Markets and Workforce* (Vol. 4, Issue 1, p. 3). NMIMS Management Review. <https://doi.org/10.1049/em:19940108>
- Pershin, V., Molero, J. C., & de Gracia, F. P. (2016). Exploring the oil prices and exchange rates nexus in some African economies. *Journal of Policy Modeling*, 38(1), 166–180. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2015.11.001>
- Pierdzioch, C., Döpke, J., & Hartmann, D. (2008). Forecasting stock market volatility with macroeconomic variables in real-time. *Journal of Economics and Business*, 60(3), 256–276. <https://doi.org/10.1016/j.jeconbus.2007.03.001>
- Poulakidas, A., & Joutz, F. (2009). Exploring the link between oil prices and tanker rates. *Maritime Policy and Management*, 36(3), 215–233. <https://doi.org/10.1080/03088830902861094>
- Ran, J. (2020). Inference of the US and Chinese Stock Markets Using Statistical and Computational Methods. *ACM International Conference Proceeding Series*, 300–309. <https://doi.org/10.1145/3377571.3377626>
- Ruan, Q., Wang, Y., Lu, X., & Qin, J. (2016). Cross-correlations between Baltic Dry Index and crude oil prices. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 453(xxxx), 278–289. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.02.018>
- Sarıtaş, H., & Nazlıoğlu, E. H. (2019). Korku Endeksi, Hisse Senedi Piyasası ve Döviz Kuru İlişkisi: Türkiye İçin Ampirik Bir Analiz [ Fear Index, Stock Market and Exchange Rates Nexus: An Empirical Analysis for Turkey]. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(4), 542–551. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.538592>
- Shackman, J., Dai, Q., Schumacher-Dowell, B., & Tobin, J. (2021). The interrelationship between ocean, rail, truck, and air freight rates. *Maritime Business Review*, 6(3), 256–267. <https://doi.org/10.1108/MABR-08-2020-0047>
- Siddiqui, A. W., & Basu, R. (2020). An empirical analysis of relationships between cyclical components of oil price and tanker freight rates. *Energy*, 200, 117494. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117494>

- Singh, D., Theivanayaki, M., & Ganeshwari, M. (2021). Examining Volatility Spillover Between Foreign Exchange Markets and Stock Markets of Countries such as BRICS Countries. *Global Business Review*. <https://doi.org/10.1177/09721509211020543>
- Sorokina, A. (2013). Macroeconomic Determinants of Stock Market Behavior: Evidence from BRIC [New York University]. In *SSRN Electronic Journal* (Issue May). <https://doi.org/10.2139/ssrn.2721034>
- Su, C. W., Huang, S. W., Qin, M., & Umar, M. (2021). Does crude oil price stimulate economic policy uncertainty in BRICS? *Pacific Basin Finance Journal*, 66(February), 101519. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2021.101519>
- Sun, X., Tang, L., Yang, Y., Wu, D., & Li, J. (2014a). Identifying the dynamic relationship between tanker freight rates and oil prices: In the perspective of multiscale relevance. *Economic Modelling*, 42, 287–295. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.06.019>
- Sun, X., Tang, L., Yang, Y., Wu, D., & Li, J. (2014b). Identifying The Dynamic Relationship Between Tanker Freight Rates And Oil Prices: In The Perspective of Multiscale Relevance. *Economic Modelling*, 42, 287–295. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.06.019>
- Tarı, R., Abasız, T., & Pehlivanoğlu, F. (2012). TEFE (ÜFE) -TÜFE Fiyat Endeksleri Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Frekans Alanı Yaklaşımı [Causality Relationship between the TEFE and TUFEE: A Frequency Domain Approach]. *Akdeniz İ.İ.B.F Dergisi*, 24, 1–15.
- Tiwari, A. K., Trabelsi, N., Alqahtani, F., & Hammoudeh, S. (2019). Analyzing systemic risk and time-frequency quantile dependence between crude oil prices and BRICS equity markets indices: A new look. *Energy Economics*, 83, 445–466. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.07.014>
- Tripathi, V., & Kumar, A. (2015a). Do Macroeconomic Variables Affect Stock Returns in BRICS Markets? An ARDL Approach. *Journal of Commerce and Accounting Research*, 4(2). <https://doi.org/10.21863/jcar/2015.4.2.008>
- Tripathi, V., & Kumar, A. (2015b). Relationship between Macroeconomic Factors and Aggregate Stock Returns in BRICS Stock Markets – A Panel Data Analysis. *New Age Business Strategies in Emerging Global Markets*, November, 104–123.
- Tripathy, N. (2022). Long memory and volatility persistence across BRICS stock markets. *Research in International Business and Finance*, 63(September), 101782. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2022.101782>
- Vanita, T., & Khushboo, A. (2015). Long run co-integrating relationship between exchange rate and stock prices: Empirical evidence from BRICS countries. In *Advances in Management* (Vol. 8, Issue 1, pp. 15–25).
- Wong, W.-K., Khan, H., & Du, J. (2005). Money, Interest Rate, and Stock Prices: New Evidence from Singapore and the United States. In *SSRN Electronic Journal* (007/2005; Issue 007). <https://doi.org/10.2139/ssrn.1607605>
- Yang, J., Ge, Y. E., & Li, K. X. (2022). Measuring volatility spillover effects in dry bulk shipping market. *Transport Policy*, 125(December 2020), 37–47. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.01.018>
- Yang, Y., Liu, C., Sun, X., & Li, J. (2015). Spillover Effect of International Crude Oil Market on Tanker Market. *International Journal of Global Energy Issues*, 38(4–6), 257–277. <https://doi.org/10.1504/IJGEI.2015.070270>
- Zhao, Z. Y., Chen, Y. L., & Chang, R. D. (2016). How to stimulate renewable energy power generation effectively? - China's incentive approaches and lessons. *Renewable Energy*, 92, 147–156. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.02.001>
- Zhu, H., Huang, X., Ye, F., & Li, S. (2024). Frequency spillover effects and cross-quantile dependence between crude oil and stock markets: Evidence from BRICS and G7 countries. *North American Journal of Economics and Finance*, 70(November 2023), 102062. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2023.102062>
- Veri Kaynağı: [www.investing.com](http://www.investing.com).

## Extended Summary

This study investigates the dynamic relationships between the volatilities of the Baltic Dirty Tanker Index (BDTI) and the Baltic Clean Tanker Index (BCTI) with the stock market returns of BRIC countries (Brazil, Russia, India, and China). Using daily data from January 4, 2013, to December 29, 2023, the research applies frequency domain causality tests to explore how fluctuations in tanker freight rates influenced by global crude oil prices affect BRIC stock markets. The artificial volatility series for both tanker indices were created to capture these inherent fluctuations, facilitating a comprehensive analysis of the interactions between these variables.

Understanding how tanker freight rate fluctuations impact BRIC stock markets is crucial for both investors and policymakers, particularly in emerging markets where such knowledge can inform investment strategies and policy decisions. The maritime industry, heavily dependent on oil, experiences significant volatility due to oil price fluctuations. This study aims to fill the gap in existing literature by exploring the intricate relationships between tanker index volatilities and BRIC stock market returns, offering valuable insights for both academia and industry practitioners.

While extensive research exists on the impact of oil prices on stock markets, the specific relationship between tanker index volatilities and stock market returns, especially in the context of BRIC countries, remains underexplored. This study addresses this gap by employing advanced frequency domain causality tests to analyze these dynamic interactions. The findings are expected to contribute significantly to understanding the unique economic dynamics of the BRIC countries and their sensitivity to maritime transport indices.

The study adopts a robust methodological framework:

*Data Collection:* Daily data from January 4, 2013, to December 29, 2023, were collected for BDTI, BCTI, and BRIC stock markets.

*Artificial Volatility Series Creation:* Artificial volatility series were constructed to capture fluctuations in tanker freight rates.

*Unit Root Tests:* Phillips-Perron (PP) and Augmented Dickey-Fuller (ADF) tests confirmed the stationarity of the data, allowing for further analysis.

*Frequency Domain Causality Tests:* The Breitung-Candelon (2006) causality test was applied to identify the direction and strength of causality between the variables, capturing both short-term and long-term relationships across different frequency bands.

Stock market data for Brazil (Bovespa), India (BSE Sensex 30), Russia (RTSI), and China (Shanghai Composite) are used, while the Baltic Dirty Tanker index and Baltic Clean Tanker index variables are used to represent tanker freight rates. The empirical findings from the study can be summarized as follows: In the long run, while there was bidirectional causality between  $h_{BDTI}$  and  $R_{Russia}$  and  $R_{Hindistan}$ , unidirectional causality was found from  $h_{BDTI}$  to  $R_{Brazil}$ . In other words, it can be said that the current period values of the return of the Brazilian stock market are explained by the past

values of the shocks occurring in dirty tanker freight rates. As for the shocks in the clean tanker freight rate, unidirectional causality was found between  $R_{Brazil}$  and  $R_{Russia}$ , respectively. Therefore, in the long run, there is bidirectional causality between dirty tankers and the returns of the Brazil, Russian, and Indian stock markets. This shows that while dirty tanker freight shocks and stock market returns are affected by each other, the current values of Brazil and Russian stock market returns contain information about the past values of shocks in clean tanker freight rates. In the medium term, from  $R_{Brazil}$ ,  $R_{Russia}$ , and  $R_{India}$  to  $h_{BDTI}$ , there is one-way causality from  $R_{Brazil}$  and  $R_{India}$  to  $h_{BDTI}$ . In other words,  $h_{BDTI}$  shows that while the current period values contain information about the past period of BRI stock market returns,  $h_{BDTI}$  only contains information about the past period values of Brazilian and Indian stock market returns. In the short term, one-way causality was detected only from  $R_{Russia}$  to  $h_{BDTI}$  and from  $R_{India}$  to  $h_{BDTI}$ . While there is no statistical causality relationship between the shocks in tanker freight rates in China, another country in the study, in the long, medium, and short term, no causality was found from tanker shocks to China stock market returns.

The findings highlight the complex and varying impacts of tanker freight rate volatilities on the stock markets of BRIC countries. The bidirectional causality in Brazil and Russia indicates a feedback loop where changes in tanker indices and stock market returns influence each other, underscoring the interconnectedness of global markets. India's sensitivity to tanker freight rate fluctuations reflects its dependency on oil imports, while China's lack of significant causality relationships suggests its strategic shift towards renewable energy sources, potentially shielding its stock market from tanker freight rate volatility.

For Brazil and Russia, the bidirectional causality implies a need for coordinated policies that address both maritime and financial sectors. Policymakers should consider strategies to stabilize tanker freight rates, such as developing alternative energy sources or implementing financial instruments like hedging. India's sensitivity to tanker freight rate volatilities suggests the need to reduce oil dependency, possibly through investments in renewable energy. China's resilience to tanker freight rate shocks could serve as a model for other countries, emphasizing the importance of renewable energy investments and energy efficiency.

The study's findings offer valuable insights for investors. In Brazil and Russia, monitoring changes in tanker freight rates can help investors anticipate stock market returns, while in India, diversification into assets less affected by tanker freight rate volatilities could mitigate risks. China's stock market appears less influenced by tanker freight rates, but global oil prices and maritime transport trends remain relevant factors for investors.

This study opens avenues for future research, including extending the analysis to other emerging and developed markets to broaden the understanding of how different economies respond to tanker freight rate fluctuations. Future studies could also explore the impact of additional variables, such as global

economic indicators and geopolitical events, on the relationship between tanker freight rates and stock markets. Additionally, examining the effects of different types of oil on tanker freight rates and stock market returns could offer further insights.

In conclusion, this study provides a comprehensive analysis of the dynamic relationships between the volatilities of the BDTI and BCTI and BRIC stock market returns. The bidirectional and unidirectional causality relationships found in Brazil, Russia, and India highlight the importance of monitoring tanker freight rates for making informed investment and policy decisions. China's unique position underscores the potential benefits of diversifying energy sources. This research contributes to the existing literature by addressing the gap in understanding the specific impacts of tanker index volatilities on BRIC stock markets, offering important implications for both policymakers and investors.

While this study provides a comprehensive analysis of the dynamic relationships between tanker freight rate volatilities and BRIC stock market returns, there are several avenues for future research. One potential direction is to extend the analysis to include other emerging economies and developed countries. This would provide a broader understanding of how different markets respond to changes in tanker freight rates and oil price fluctuations.

Another area for future research is to incorporate additional variables that could influence the relationships between tanker freight rates and stock markets. For example, global economic indicators, geopolitical events, and technological advancements in the maritime industry could all play significant roles. By considering these factors, future studies can provide a more holistic view of the interactions between oil prices, maritime transport, and financial markets.

Furthermore, future research could explore the impact of different types of oil (e.g., light crude vs. heavy crude) on tanker freight rates and stock market returns. This would help to identify whether certain types of oil have a more pronounced effect on the maritime industry and financial markets.