

# **Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics**

**Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics**

Sayı/Number: 37 • Aralık/December 2022

e-ISSN: 2651-396X • DOI: 10.26650/ekoist

**Dizinler / Indexing and Abstracting**

TÜBİTAK-ULAKBİM TR Dizin

ProQuest Central

DOAJ

ERIH PLUS

RePEc IDEAS

RePEc EconPapers

Cabells Journalytics

SOBIAD

**Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics**

Sayı/Number: 37 • Aralık/December 2022

e-ISSN: 2651-396X • DOI: 10.26650/ekoist

**Sahibi / Owner**

**Prof. Dr. Burak GÜRİŞ**

İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye  
*Istanbul University, Faculty of Economics, Department of Econometrics, Istanbul, Turkiye*  
- bguris@istanbul.edu.tr

**Sorumlu Yazı İşleri Müdürü / Responsible Manager**

**Arş. Gör. Hüseyin İÇEN**

İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye  
*Istanbul University, Faculty of Economics, Department of Econometrics, Istanbul, Turkiye*  
- huseyin.icen@istanbul.edu.tr

**Yazışma Adresi / Correspondence Address**

İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü  
İstanbul Üniversitesi Merkez kampüsü İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü Beyazıt/Fatih, İstanbul,  
Türkiye

Telefon: +90 (212) 440-0000/11671

Fax: +90 (212) 520 82 86

E-mail: ekoist@istanbul.edu.tr

www.dergipark.gov.tr/iuekois

<https://iupress.istanbul.edu.tr/en/journal/ekoist/home>

**Yayıncı / Publisher**

İstanbul Üniversitesi Yayınevi / Istanbul University Press  
İstanbul Üniversitesi Merkez Kampüsü, 34452 Beyazıt, Fatih / İstanbul, Türkiye  
Telefon / Phone: +90 (212) 440 00 00

---

Dergide yer alan yazılardan ve aktarılan görüşlerden yazarlar sorumludur.  
*Authors bear responsibility for the content of their published articles.*

Yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir.  
*The publication languages of the journal are Turkish and English.*

Haziran, Aralık aylarında, yılda iki sayı olarak yayımlanan uluslararası, hakemli, açık erişimli ve bilimsel bir dergidir.  
*This is a scholarly, international, peer-reviewed and open-access journal published Biannual in June, December.*

---

**Yayın Türü / Publication Type:** Yaygın Süreli / Periodical

---

**Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics**

Sayı/Number: 37 • Aralık/December 2022

e-ISSN: 2651-396X • DOI: 10.26650/ekoist

**DERGİ YAZI KURULU / EDITORIAL MANAGEMENT BOARD**

---

**Baş Editör / Editor-in-Chief**

Prof. Dr. Burak GÜRİŞ, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye  
- [bguris@istanbul.edu.tr](mailto:bguris@istanbul.edu.tr)

**Baş Editör Yardımcıları / Co-Editors-in-Chief**

Prof. Dr. Burcu KIRAN BAYGIN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [kburcu@istanbul.edu.tr](mailto:kburcu@istanbul.edu.tr)  
Doç. Dr. Aycan HEPSAĞ, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye  
- [hepsag@istanbul.edu.tr](mailto:hepsag@istanbul.edu.tr)

**Editorial İlişkiler Yöneticileri / Editorial Relations Managers**

Prof. Dr. Ali Karun NEMLİOĞLU, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [karun@istanbul.edu.tr](mailto:karun@istanbul.edu.tr)  
Prof. Dr. Mustafa TEKİN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye  
- [mustafatek@istanbul.edu.tr](mailto:mustafatek@istanbul.edu.tr)

**Editorial Asistanlar / Editorial Assistants**

Arş. Gör. Hüseyin İÇEN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye  
- [huseyin.icen@istanbul.edu.tr](mailto:huseyin.icen@istanbul.edu.tr)  
Arş. Gör. Sinan DEMİREZEN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [sinan.demirezen@istanbul.edu.tr](mailto:sinan.demirezen@istanbul.edu.tr)  
Arş. Gör. Buğra POLAT, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye  
- [bugra.polat@istanbul.edu.tr](mailto:bugra.polat@istanbul.edu.tr)

**Teknik Uzmanlar / Technical Specialists**

Arş. Gör. Halil İbrahim GÜNDÜZ, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye  
- [halil.gunduz@istanbul.edu.tr](mailto:halil.gunduz@istanbul.edu.tr)  
Arş. Gör. Dr. Nimet Melis ESENYEL İÇEN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [melis.esenyel@istanbul.edu.tr](mailto:melis.esenyel@istanbul.edu.tr)  
Arş. Gör. Haydar EKELİK, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye  
- [haydar.ekelik@istanbul.edu.tr](mailto:haydar.ekelik@istanbul.edu.tr)

**İngilizce Dil Editörleri / English Language Editors**

Alan James NEWSON, İstanbul Üniversitesi, Yabancı Diller Yüksekokulu, İstanbul, Türkiye  
- [alan.newson@istanbul.edu.tr](mailto:alan.newson@istanbul.edu.tr)  
Elizabeth Mary EARL, İstanbul Üniversitesi, Yabancı Diller Yüksekokulu, İstanbul, Türkiye  
- [elizabeth.earl@istanbul.edu.tr](mailto:elizabeth.earl@istanbul.edu.tr)

**Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics**

Sayı/Number: 37 • Aralık/December 2022

e-ISSN: 2651-396X • DOI: 10.26650/ekoist

**YAYIN KURULU / EDITORIAL ADVISORY BOARD**

---

- Prof. Dr. Anıl K. BERA, University of Illinois, College of Liberal Arts & Sciences, Department of Economics, Şikago, Amerika Birleşik Devletleri - [abera@uiuc.edu](mailto:abera@uiuc.edu)
- Prof. Dr. Mehmet CANER, The Ohio State University, Department Of Economics, Ohio, United States - [caner.12@osu.edu](mailto:caner.12@osu.edu)
- Prof. Dr. Nicholas APERGIS, University of Piraeus, Department of Banking and Financial Management, Atina, Yunanistan - [apergis1962@gmail.com](mailto:apergis1962@gmail.com)
- Prof. Dr. Jamal HUSEIN, Angelo State University, Department of Accounting, Economics and Finance, Texas, United States - [jamal.husein@angelo.edu](mailto:jamal.husein@angelo.edu)
- Prof. Dr. Sakkthivel ANNAMALAI MANICKAM, Skyline University Collage, School of Business, Department of Marketing, Sharjah UAE - [drsakkthi@gmail.com](mailto:drsakkthi@gmail.com)
- Prof. Dr. Ram SHANMUGAM, Texas State University, Honorary Professor of International Studies, School of Health Administration, San Marcos, TX 78666, USA - [shanmugam@txstate.edu](mailto:shanmugam@txstate.edu)
- Prof. Dr. M. Thomas PAUL, PNG University of Technology, Department of Business Studies, Morobe Province, Papua New Guinea (PNG) - [thomas.paul@pnguot.ac.pg](mailto:thomas.paul@pnguot.ac.pg)
- Prof. Dr. Fatmir MEMAJ, University of Tirana, Faculty of Economics, Department of Applied Statistics and Informatics, Tirana Albania - [fatmirmemaj@feut.edu.al](mailto:fatmirmemaj@feut.edu.al)
- Dr. Ojonugwa USMAN, School of Business Education, Federal College of Education (Technical), Department of Business Education, Potiskum, Yobe State, Nigeria - [usmanojonugwa@gmail.com](mailto:usmanojonugwa@gmail.com)
- Prof. Dr. Cem CANEL, UNCW Cameron School of Business, University of North Carolina, Department of Operation Management, Wilmington - [canelc@uncw.edu](mailto:canelc@uncw.edu)
- Prof. Dr. Nilgün ÇİL, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye - [nilgun.cil@istanbul.edu.tr](mailto:nilgun.cil@istanbul.edu.tr)
- Prof. Dr. Seyhun DOĞAN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, İstanbul, Türkiye - [sdogan@istanbul.edu.tr](mailto:sdogan@istanbul.edu.tr)
- Prof. Dr. Haluk Zülfişkar, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, İstanbul, Türkiye - [zulfişkar@istanbul.edu.tr](mailto:zulfişkar@istanbul.edu.tr)
- Prof. Dr. Mithat Zeki DİNÇER, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, İstanbul, Türkiye - [mzdincer@istanbul.edu.tr](mailto:mzdincer@istanbul.edu.tr)
- Prof. Dr. Veysel BOZKURT, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, İstanbul, Türkiye - [vbozkurt@istanbul.edu.tr](mailto:vbozkurt@istanbul.edu.tr)
- Prof. Dr. Burak SALTOĞLU, Boğaziçi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonomi Bölümü, İstanbul, Türkiye - [burak.saltoğlu@boun.edu.tr](mailto:burak.saltoğlu@boun.edu.tr)
- Prof. Dr. Ahmet Mucip GÖKÇEN, Rumeli Üniversitesi, İktisadi, İdari Ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye - [agokcen@istanbul.edu.tr](mailto:agokcen@istanbul.edu.tr)
- Prof. Dr. Fazıl GÜLER, Yeditepe Üniversitesi, Ticari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik Bölümü, İstanbul, Türkiye - [fazil.guler@istanbul.edu.tr](mailto:fazil.guler@istanbul.edu.tr)
- Prof. Dr. H. Targan ÜNAL, Doğu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, İstanbul, Türkiye - [targan.unal@okan.edu.tr](mailto:targan.unal@okan.edu.tr)
- Prof. Dr. Nurcan METİN, Trakya Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Edirne, Türkiye - [nurcanmetin@trakya.edu.tr](mailto:nurcanmetin@trakya.edu.tr)

**Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics**

Sayı/Number: 37 • Aralık/December 2022

e-ISSN: 2651-396X • DOI: 10.26650/ekoist

**DANIŞMA KURULU / ADVISORY BOARD**

---

Prof. Dr. Ercan SARIDOĞAN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [ercan.saridogan@istanbul.edu.tr](mailto:ercan.saridogan@istanbul.edu.tr)

Prof. Dr. Ferda YERDELEN TATOĞLU, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [yerdelen@istanbul.edu.tr](mailto:yerdelen@istanbul.edu.tr)

Prof. Dr. Handan YOLSAL, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye  
- [yolsalh@istanbul.edu.tr](mailto:yolsalh@istanbul.edu.tr)

Prof. Dr. Kutluk Kağan SÜMER, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [kutluk@istanbul.edu.tr](mailto:kutluk@istanbul.edu.tr)

Prof. Dr. Mehmet Hakan SATMAN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [mhsatman@istanbul.edu.tr](mailto:mhsatman@istanbul.edu.tr)

Prof. Dr. Melda AKIN, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [akin01@istanbul.edu.tr](mailto:akin01@istanbul.edu.tr)

Doç. Dr. Hakan BEKTAŞ, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [hbektas@istanbul.edu.tr](mailto:hbektas@istanbul.edu.tr)

Doç. Dr. Leyla Aylin AKTÜKÜN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [aylin@istanbul.edu.tr](mailto:aylin@istanbul.edu.tr)

Prof. Dr. Sema ULUTÜRK AKMAN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [akmans@istanbul.edu.tr](mailto:akmans@istanbul.edu.tr)

Doç. Dr. Özlem YORULMAZ, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [yorulmaz@istanbul.edu.tr](mailto:yorulmaz@istanbul.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Leyla YÜCEL, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [isbilen@istanbul.edu.tr](mailto:isbilen@istanbul.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Özlem GÖKTAŞ, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [ozlemg@istanbul.edu.tr](mailto:ozlemg@istanbul.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Seda KARAKAŞ GEYİK, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [kseda@istanbul.edu.tr](mailto:kseda@istanbul.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Şenol EMİR, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,  
İstanbul, Türkiye - [senol.emir@istanbul.edu.tr](mailto:senol.emir@istanbul.edu.tr)

## İçindekiler Table of Contents

---

### MAKALELER ARTICLES

---

#### *Araştırma makalesi/Research article*

#### **Improving Forecast Accuracy Using Combined Forecasts with Regard to Structural Breaks and ARCH Innovations**

Daud Ali Aser, Esin Firuzan ..... 1

#### *Araştırma makalesi/Research article*

#### **G20 Ülkelerinin Covid-19 Pandemisi ile Mücadele Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi** **Performance Evaluation of G20 Countries' Fight Against COVID-19 Using Multiple Criteria Decision-Making Methods**

Seda Karakaş Geyik, Mehmet Hakan Satman, Gülin Kalyoncu ..... 27

#### *Araştırma makalesi/Research article*

#### **Hybrid Approaches in Financial Time Series Forecasting: A Stock Market Application**

Finansal Zaman Serileri Tahmininde Hibrit Yaklaşımlar:

Bir Hisse Senedi Piyasası Uygulaması

Canberk Bulut, Burcu Hüdaverdi ..... 53

#### *Araştırma makalesi/Research article*

#### **Global Uncertainty and Exchange Rate Volatility**

Oğuz Tümtürk ..... 69

#### *Araştırma makalesi/Research article*

#### **Açık Enflasyon Hedeflemesi Döneminde Neo-Fisher Etkisi'nin Geçerliliği: Türkiye Üzerine Ekonometrik Bir Analiz**

The Validity of The Neo-Fisher Effect in The Period of Explicit Inflation Targeting:

An Econometric Analysis on Turkey

Sevda Yapraklı ..... 85

#### *Araştırma makalesi/Research article*

#### **Chasing Volatility of USD/TRY Foreign Exchange Rate: The Comparison of CARR, EWMA, and GARCH Models**

Yakup Arı ..... 107

#### *Araştırma makalesi/Research article*

#### **Uluslararası Sermaye Akışlarında Ani Duruş: Türkiye Örneği**

A Sudden Stops in International Capital Flows: The Case of Turkey

Emine Ebru Er, Cihan Tanrıöven ..... 129

## İçindekiler Table of Contents

---

### MAKALELER ARTICLES

---

*Araştırma makalesi/Research article*

**Türkiye’de Gıda Fiyatları, Döviz Kuru ve Petrol Fiyatları Arasındaki Asimetrik İlişki**  
The Asymmetric Relationship Among Food Prices, the Exchange Rate,  
and Oil Prices in Turkey

Hüseyin İçen, Nimet Melis Esenyel İçen, Buğra Polat ..... 149

*Araştırma makalesi/Research article*

**Ekonomik Faaliyet Kollarında COVID-19 Pandemi Etkisinin Çok Boyutlu Ölçekleme ve K-Ortalamalar Kümeleme Analiziyle İncelenmesi**

Investigating the Impact of the COVID-19 Pandemic on Economic Activities Using  
Multidimensional Scaling and K-Means Clustering Analysis

Muhammet Atalay ..... 171

*Araştırma makalesi/Research article*

**Association Rules Mining on Retail Data**

Hatice Dağaslanı, Özlem Deniz Başar ..... 199

*Araştırma makalesi/Research article*

**OECD Ülkelerinde Demokrasinin Çevresel Bozulma Üzerindeki Etkisi**

The Impact of Democracy on Environmental Degradation in OECD Countries

Neslihan Ursavaş ..... 213

*Araştırma makalesi/Research article*

**Türkiye’de 2000 Yılı Sonrasında Altın, Borsa, Döviz Kuru Piyasaları Etkileşimi ve Volatilite Yayılım Etkisi**

A Review on the Interaction Among Gold, Equity, Currency Markets, and the  
Volatility Spillover Effect During the Post-2000 Era in Türkiye

Nazan Şak, Hatice Gökçen Öcal Özkaya ..... 237

*Araştırma makalesi/Research article*

**Etkin Piyasa Hipotezinin Yapısal Kırılmalı ve Doğrusal Olmayan Birim Kök Testleri ile Analizi: Borsa İstanbul Üzerine Bir Uygulama**

Analyzing the Efficient Market Hypothesis with the Structural Break and  
Nonlinear Unit Root Tests: An Application on Borsa İstanbul

Müge Özdemir ..... 257



## EDİTÖRDEN

Değerli okuyucular,

Sayının 1. sırasında “Improving Forecast Accuracy with Combination of Forecasts under Structural Breaks and ARCH Innovations” başlıklı Daud Ali ASER ve Esin FIRUZAN tarafından hazırlanan çalışma yer almaktadır. Çalışmada ARCH etkisinin ve yapısal kırılmanın varlığında tahmin başarısını düşüreceği fikrinden hareketle birleşik tahminlerden elde edilen kazanımların, yapısal kırılmalar ve ARCH etkisi varlığında sürdürülüp sürdürülmediğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, simülasyon ile elde edilen veriye ve BIST 30 VE BIST 50 verisine doğrusal regresyon modellerinden Üstel düzeltme ve ARIMA modeli ve doğrusal olmayan regresyon modeli olan Yapay Sinir Ağları, öte yandan, Basit öngörü kombinasyonu ve Regresyon temelli öngörü kombinasyonu modelleri uygulanmıştır. Analiz sonucunda, regresyon temelli öngörü kombinasyonu modelleri yapısal kırılma ve ARCH etkisi durumunda öngörü başarısını önemli derecede artırdığı sonucuna varılırken Yapay sinir ağlarının tüm durumlar ve modeller için en iyi performans gösteren bireysel tahmin yöntemi olduğu belirlenmiştir.

“Performance Evaluation of G20 Countries’ Fight against Covid-19 Pandemic Using Multiple Criteria Decision Making Methods” başlıklı ikinci makale Seda Karakaş Geyik, Mehmet Hakan Satman ve Gülin Kalyoncu’ya aittir. Çalışmada uluslararası organizasyonlardan G20 topluluğundaki ülkelerin pandemi ile mücadele performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV) aracılığıyla değerlendirilmektedir. Analiz bulgularına göre ülkelerin sağlık altyapıları (C1, C2), Covid-19 güncel istatistikleri (C3, C4, C5, C6, C7) ve pandemi döneminde yapılan finansal destekler (C8, C9) başlıkları altında toplanan 9 kriterler dikkate alınarak yapılan analizde nihai sıralama sonuçlarına göre Covid-19 pandemisi ile mücadele performansında en başarılı ülkeler sırasıyla Avusturalya, Japonya, Çin, Almanya ve Güney Kore olarak bulunmuştur.

Sayının üçüncü sırasında Burcu Hüdaverdi ve Canberk Bulut tarafından yazılan “Hybrid Approaches in Financial Time Series Forecasting: A Stock Market Application” isimli makale yer almaktadır. Çalışmada gelişmiş ve yükselen iki hisse senedi piyasasından alınan dört hisse senedi için hibrit modellemesi yapılmıştır. GARCH, ARIMA, SVM ve LSTM modellerinin birlikte kullanıldığı çalışmada önerilen hibrit modellerin zaman serilerinin tahmin performansını önemli ölçüde artırdığı sonucuna varılmıştır.

Oğuz Tümtürke ait dördüncü sıradaki “Global Uncertainty and Exchange Rate Volatility” başlıklı makalede ise yazar kantil regresyon yöntemini kullanarak küresel belirsizliğin Türkiye’nin döviz kuru oynaklığı üzerindeki etkisini incelemektedir. Çalışmada GARCH tabanlı modellerin Türkiye’de döviz kuru oynaklığını ölçmek için en uygun yapıya sahip olduğu ifade edilmektedir.

Sayının beşinci makalesi Sevda Yapraklı’ya ait “Açık Enflasyon Hedeflemesi Döneminde Neo-Fisher Etkisi’nin Geçerliliği: Türkiye Üzerine Ekonometrik Bir Analiz” başlıklı çalışmadır. Çalışmada Türkiye’de açık enflasyon hedeflemesi uygulanan dönem için devlet iç borçlanma senedi faiz oranı ve tüketici fiyatları indeksi ile eşbütünlüşme ve nedensellik analizleri yapılmıştır. Analiz bulgularına göre Türkiye’de kamu borçlarının reel değerini yükseltmek için enflasyonun aktif olarak kullanılmasının ve diğer temel makroekonomik göstergelerin dikkate alınmasının önemi vurgulanmaktadır.

Sayının altıncı sırasında, “Chasing Volatility of USD/TRY Foreign Exchange Rate: The Comparison of CARR, EWMA, and GARCH Models” başlıklı Yakup Arı’nın çalışmasında, aralık ve getiri temelli volatilite modelleri arasında karşılaştırma yapmayı amaçlamıştır. Çalışmada, Koşullu Otoregresif Aralık (CARR) tipi ve Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Heteroskedastik (GARCH) tipi modeller ve sabitli ve tahmin edilmiş lambda parametrelü Üstel Ağırlıklı Hareketli Ortalama (EWMA) modelleri karşılaştırılmıştır. Aralık temelli modellerden lambda parametresinin tahmin edildiği EWMA modelinin HMAE ve HRMSE istatistiklerine göre daha iyi performans gösterdiği, öte yandan, getiri temelli volatilite modellerinden RMSE ve MAE istatistiklerine göre ECARR; HMAE ve HRMSE istatistiklerine göre WCARR ve HRMSE istatistikleri minimum hataya sahip modeller olduğu sonucuna varılmıştır.

“Uluslararası Sermaye Akışlarında Ani Duruş: Türkiye Örneği” başlıklı yedinci sıradaki makale Emine Ebru Er ve Cihan Tanrıöven'e aittir. Çalışmada Türkiye için öz kaynak ve borç akışlarındaki ani duruş dönemleri bu dönemlerin meydana gelmesinde küresel ve yerel değişkenlerinin etkisi araştırılmaktadır. Elde edilen bulgulara göre öz kaynak akışlarında üç borç akışlarında ise iki farklı periyotta ani duruş dönemi tespit edilmiştir. Ayrıca Türkiye örnekleminde yerel değişkenlerin etkisinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Sayının sekizinci sıradaki Hüseyin İcen, N. Melis Esenyel İcen ve Buğra Polat'a ait “Türkiye’de Gıda Fiyatları, Döviz Kuru ve Petrol Fiyatları Arasındaki Asimetrik İlişki” başlıklı çalışma doğrusal olmayan ARDL yöntemiyle gıda fiyatları, döviz kuru ve petrol fiyatları arasındaki ilişkiyi analiz etmektedir. Çalışmada literatürden farklı olarak değişkenleri pozitif negatif bileşenlerine Hodrick-Prescot yöntemi ile ayırtmışlardır. Elde ettiği bulgulara göre gıda fiyatları üzerinde, petrol fiyatı ve döviz kurundaki uzun dönem trend etrafında pozitif değişmelerin negatif değişmelere nazaran daha büyük bir etkisinin bulunmaktadır.

Dokuzuncu sırada “Ekonomik Faaliyet Kollarında Covid-19 Pandemi Etkisinin Çok Boyutlu Ölçekleme Ve K-Ortalamalar Kümeleme Analizi ile İncelenmesi” başlıklı Muhammet Atalay'a ait makaledir. Çalışmada pandeminin hemen öncesi (2019 yılı) ile hızlı ve yoğun olarak görüldüğü erken dönem (2020 yılı) iş yeri sayıları ve zorunlu sigortalı çalışan sayıları, iller bazında incelenerek faaliyet kollarına göre pandeminin etkisi araştırılmaktadır. Elde edilen bulgulara göre iki yılın verileri karşılaştırıldığında, toplamda iş yeri sayısı ve zorunlu sigortalı çalışan sayısının arttığı görülmüştür.

Sayının 10. sıradaki makalesi Hatice Dağaslanı ve Özlem Deniz Başar'a ait “Association Rules Mining on Retail Data” başlıklı makaledir. Çalışmada Türkiye’de perakende sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın sattığı ürünlerin kategorileri arasındaki ilişki veri madenciliğinde kullanılan algoritmalarından biri olan Apriori algoritması kullanılarak analiz edilmiştir.

Sayının 11. sırasında Neslihan Ursavaş tarafından “OECD Ülkelerinde Demokrasinin Çevresel Bozulma Üzerindeki Etkisi” başlıklı makale yer almaktadır. Çevresel bozulmanın politik belirleyicilerini ele alan çalışmada; 1995-2018 yılları arasında 37 OECD ülkesi için kişi başına düşen sera gazı emisyonları ile demokrasi endeksi, yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına düşen gelir, kentsel nüfus verileri ile analiz gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar demokrasi düzeyindeki artışın sera gazı emisyonlarını arttırdığını, diğer yandan yenilenebilir enerji tüketiminin ise sera gazı emisyonlarını azalttığı sonucuna ulaşmıştır.

Sayının 12. sırasında Nazan Şak ve Hatice Gökçen Öcal Özkaya'nın “Türkiye’de 2000 Yılı Sonrasında Altın, Borsa, Döviz Kuru Piyasaları Etkileşimi ve Volatilite Yayılım Etkisi” isimli çalışması yer almaktadır. Çalışmada volatilite yayılım etkisinin hızlandığı 2000 sonrası dönemde finansal varlıkların birbiriyle etkileşimi ve aralarındaki volatilite yayılımının ortaya konması amaçlanmıştır. Diebold ve Yılmaz (2012) yöntemi kullanılarak Dolar, Euro, Altın ve BIST 100 endeksi arasındaki volatilite yayılımı incelenmiştir. Analiz sonucunda Dolar, Euro, Altın ve BIST 100 endeksi arasındaki volatilite yayılım endeksi %46,9 olarak bulunmuştur. Çalışmada ayrıca yıllara göre farklı sonuçlar da elde edilmiştir. Bununla birlikte, genellikle Euro ve Doların volatilite yayıcısı, Altın ve BIST 100 endeksinin volatilite alıcısı finansal varlıklar oldukları görülmüştür.

Sayının 13. sırasında, “Etkin Piyasa Hipotezinin Yapısal Kırılmalı ve Doğrusal Olmayan Birim Kök Testleri ile Analizi: Borsa İstanbul Üzerine Bir Uygulama” başlıklı Müge Özdemir'e ait çalışmadır. Çalışmada, Etkin Piyasa Hipotezi çerçevesinde BIST100 endeksi için günlük, aylık ve yıllık olarak farklı frekanslarda zayıf formda etkinliği, yapısal kırılmalı birim kök testleri, KSS birim kök testi, Runs Testi ve Varyans oran testi ile analiz etmiştir. Analiz sonucunda her bir frekans için BIST100 endeksinin zayıf formda etkin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

**Prof. Dr. Burak GÜRİŞ**

**Baş Editör**



## Improving Forecast Accuracy Using Combined Forecasts with Regard to Structural Breaks and ARCH Innovations

Daud Ali Aser\* , Esin Firuzan\*\* 

### Abstract

Accurate forecasts about the future are vital in time series analyses, but accurately modeling complex structures in the data is always challenging. Two major sources of complexity are autoregressive conditional heteroskedasticity (ARCH) effects on data as well as structural breaks in the data, as these affect the quality of data and hence reduce forecast accuracy. In this regard, combining forecast types has been a helpful strategy for improving forecast accuracy for more than 50 years since Bates and Granger's (1969) original paper. Hence, this paper aims to examine if the gains from combined forecasts are sustained regarding cases with structural breaks and ARCH innovations. Moreover, the study explores which forecast combination schemes are optimal for those cases by combining the exponential smoothing (ETS), autoregressive integrated moving average (ARIMA), and artificial neural network (ANN) forecast models using simple and regression-based combination procedures. These methods are implemented in both simulated series and over empirical data from two popular Turkish stock exchanges (i.e., BIST-30 and BIST-100 Indexes). The study has found regression-based forecast combination methods to significantly improve forecast accuracy regarding cases with structural breaks and conditional heteroscedasticity. Dynamically weighted combinations show greater accuracy improvement compared to their static counterparts when the data contain a trend. Simple combination schemes, including simple averages, just perform better than single methods for ETS and ARIMA, while they barely outperform ANN. In conclusion, ANN is found to be the best-performing individual forecasting method for all cases and designs.

### Keywords

Structural Break, Forecasts Combination, ARCH Effects, Artificial Neural Networks

\* Daud Ali Aser (PhD Student), Dokuz Eylül University, Faculty of Science, Department of Statistics, Izmir, Turkiye  
E-posta: caseyr025@gmail.com ORCID: 0000-0002-6712-5559

\*\* **Corresponding author:** Esin Firuzan (Prof.), Dokuz Eylül University, Faculty of Science, Department of Statistics, Izmir, Turkiye  
E-posta: esin.firuzan@deu.edu.tr ORCID: 0000-0002-1333-0864

**To cite this article:** Aser, D.A., & Firuzan, E. (2022). Improving forecast accuracy using combined forecasts with regard to structural breaks and ARCH innovations. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 37, 1-25. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.37.1183809>



## 1. Introduction

Accurate forecasts about the future are vital in time series analyses, and accurately modeling complex structures in the data is always challenging for forecasters. This complexity involves determining the underlying data-generating processes, as these are not fully known in most cases. Because the observed processes are too complicated to be accurately modeled apart from in certain natural sciences (Weiss et al., 2019), models are used as approximations of real-world data-generating processes (Hansen, 2005). The sources of the complexity in data structures include unexpected changes (breaks) experienced in the model parameters regarding financial time series data that are perhaps caused by policy changes, technological advancements, financial crises, and/or natural disasters. Events like the 2008 global economic crisis and the COVID-19 pandemic are good examples of structural break causes. Another issue often experienced in time series that this study also addresses is the problem of autoregressive conditional heteroskedasticity (ARCH) effects. Many researchers have testified to the presence of structural breaks in economic and financial time series, at the forefront of which are Stock and Watson (1996), who used several standard statistical tests to examine 76 monthly U.S. economic time series relationships for model instability, as well as Koop and Potter (2001) and Siliverstovs and van Dijk (2002). Structural breaks reduce forecasting accuracy, as shown by Clements and Hendry's (1998, 1999) and Hansen's (2001) studies, and consequently mislead policy recommendations and other prediction purposes.

The traditional approach to forecasting is based on the existence of one of the available methods being the best and identifiable, but choosing the best method depends upon the features of the time series. Aggregating inputs from several forecasting techniques using forecasts is an alternative to the conventional strategy. This solves the issue of having to choose and just rely on one method and its forecasts (Winkler & Makridakis, 1983). Numerous studies have demonstrated using several different methods over the same time series and averaging the resulting forecasts to be a simple way to improve forecast accuracy. More than five decades ago, Bates and Granger (1969) wrote their seminal paper showing combined forecasts to often improve forecast accuracy. Two decades later, Clemen (1989) wrote a review paper also arguing forecast accuracy to be improved by combining multiple forecasts. Moreover, Clemen's findings showed one to be able to make impressive performance improvements in many cases by merely averaging forecasts. Although the idea of combining forecasts dates back to half a century, papers describing novel combination techniques are still published in prestigious journals, which encourages additional study (Weiss et al., 2019).

Several combining rules have been proposed when looking for an optimal combination of forecasts. The proposed techniques include a combination based on the variances and covariances of the forecast components (Bates & Granger, 1969), as

well as other equal weighting methods including simple average and median forecast combinations, the ordinary least squares (OLS) regression-based combination (Granger & Ramanathan, 1984), and the eigenvector-based combination methods developed by Hsiao and Wan (2014).

Given the prominence of the forecast combination topic in both theoretical and empirical studies, if the gains of combined forecasts are sustained in specific cases such as for structural breaks and ARCH effects, then these methods should be applied more generically and have need of further study. The studies concerning this area in the literature are very limited. This current paper will examine how forecasting accuracy can be improved in the presence of structural break(s) and ARCH and generalized ARCH (GARCH) innovations, as well as which combination schemes are optimal in the considered cases. This will be done by combining the component forecasts from single models using either simple weighting techniques or regression-based weighting strategies. In the latter, we consider both time combination weights (i.e., varying combination weights [dynamic version] and time) and non-varying combination weights (i.e., static version). Before implementing the combined forecasts, component forecasts are generated from three popular single models: autoregressive integrated moving average (ARIMA), exponential smoothing (ETS), and artificial neural network (ANN). These models are implemented over simulated and empirical data while using the root mean squared forecast error (RMSE) to assess the accuracy and predictive performance of the models under study.

## **2. Methods**

This study employs three individual methods and five forecast combination methods, which are explained in the next subsections.

### **2.1. Methods for Testing Structural Breaks and ARCH Effects**

Before applying forecasting methods, the study tests whether the data under consideration contain structural breaks and ARCH effects. The presence of structural breaks is tested using Bai & Perron's (1998, 2003) tests, which has the nice feature of being appropriate for multiple structural breaks as well as for estimating break locations and dates. Meanwhile, ARCH effects will be checked using the Lagrange multiplier test, as proposed by Engle (1982). This test fits a linear regression model for the squared residuals and then examines the significance of the fitted model.

### **2.2. Forecasting Models**

To forecast beyond the sample observations in both simulated and empirical data, the following individual and combined models are used:

### 2.2.1. Individual Models

The individual methods employed in this study involve two linear (ARIMA and exponential smoothing) models and one non-linear (artificial neural network) model. These methods are described concisely below.

#### 2.2.1.1. EXPONENTIAL SMOOTHING (ETS) MODEL

The exponential smoothing class of models was introduced in the 1950s (Winters, 1960; Holt, 2004) and are capable of producing time series forecasts by employing a weighted average of the historical values and allocating more weight to recent observations. These models consist of observation/ measurement equations that describe the observed data and state equations that describe how states (i.e., levels, trends, seasonal conditions) change over time, which is why these are called state-space models. The ETS in exponential smoothing (ETS) models stands for error, trend, and seasonal. ETS models have many variations because of number of different available trends and seasonal combinations. The trend component may be none (N), additive (A), or additive damped ( $A_d$ ), while the seasonal component may be none (N), additive (A), or multiplicative (M), thus yielding nine variants for exponential smoothing methods (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

The component form of the  $ETS(A,N,N)$  model with additive errors is as follows:

$$\text{Forecast equation} \quad \hat{y}_{t+1|t} = \ell_t \quad (1)$$

$$\text{Smoothing equation} \quad \ell_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)\ell_{t-1} \quad (2)$$

By re-arranging the smoothing equation, one gets:

$$\ell_t = \ell_{t-1} + \alpha(y_t - \ell_{t-1}) = \ell_{t-1} + \alpha e_t \quad (3)$$

where  $\ell_t$  is the estimated level and  $\hat{y}_{t+1|t}$  is the one step-ahead prediction for time  $t + 1$  which results from the weighted average of all historical data, while  $0 \leq \alpha \leq 1$  is the smoothing parameter, and  $e_t = y_t - \ell_{t-1} = y_t - \hat{y}_{t|t-1}$  is the error at time  $t$ . Other ETS models can be written in similar fashion for each of the exponential smoothing methods.

An automated selection procedure is utilized to identify the exponential smoothing models by using the *ets* function from the *forecast* package in R environment, developed by Hyndman and Khandakar (2008). This function automatically identifies which model best suits the given time series, estimates the model parameters, and returns information about the fitted model. It can use all information criteria, but the bias-corrected Akaike criterion ( $AIC_c$ ) is the default information criterion for selecting an appropriate model.

### 2.2.1.2. Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Model

One of the most extensively used models for time series forecasts is the ARIMA model, which was first suggested by Box and Jenkins (1970). The ARIMA model is a generalization of an ARMA model. ARIMA( $p,d,q$ ) is a non-seasonal ARIMA model with non-negative parameters  $p$ ,  $d$ , and  $q$ , where  $p$  is the number of time lags (referred to as the order of the autoregressive model),  $d$  is the degree of differencing, and  $q$  is the order of the moving-average model.

ARIMA models transform a non-stationary series to a stationary series through a sequence of differencing steps. A time series  $y_t$  is integrated of order  $d$  if  $\nabla^d y_t$  is stationary and

$$\nabla y_t = y_t - y_{t-1} \quad (4)$$

where  $y$  is the time series and  $t$  is the time index.

After transforming the time series into a stationary one, the estimation is done as follows:

$$\hat{y}_t = \mu + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t \quad (5)$$

where  $\phi_i$  represents the coefficients of the *AR* terms of order  $p$ ,  $\theta_i$  denotes the coefficients of the *MA* terms of order  $q$ ,  $\varepsilon$  is a random term simulating white noise, and  $\mu$  is a constant. The model parameters are estimated using maximum likelihood estimation (MLE).

For the best ARIMA model selection, this study relies on the *auto.arima* function from the *forecast* package in R, developed by Hyndman and Khandakar (2008). This function identifies the best ARIMA model based on either the Akaike information criterion (AIC), the bias-corrected AIC (AIC<sub>c</sub>), or the Bayesian information criterion (BIC) value. This function searches among the possible models within the provided order constraints.

### 2.2.1.3. Artificial Neural Network (ANN) Model

Artificial neural networks (ANNs) provide a further extension of regression by establishing the sequence of layers as derived variables. The structure of ANN is characterized by three layers: 1) the input layer receives the input values of the predictors (lagged terms in this case); 2) the hidden layer(s) receives inputs from the input layer and then the sigmoid transfer function is applied to produce an output; and 3) an output layer accepts the inputs from the hidden layer and produces forecasted values. An ANN's predicted value is:

$$\hat{y}_t = \sum_{j=1}^k b_j h_j \tag{6}$$

$$h_j = f \left[ \sum_{i=1}^p w_{ji} z_i(t) \right] \tag{7}$$

where  $\hat{y}$  is the forecasted value,  $t$  is the time instant,  $k$  is the number of nodes in the hidden layer,  $p$  is the number of lagged inputs,  $b_j$  and  $w_{ji}$  are the respective linear and nonlinear weights of the ANN connections learned from the data,  $Z_i$  represents the  $i^{\text{th}}$  lagged term, and  $f(x)$  is the sigmoid transfer function denoted by:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \tag{8}$$

In forecasting time series, the relationship is between the output ( $y_t$ ) and the inputs ( $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-p}$ ). Hence, the ANN model performs a nonlinear functional mapping from

the past observations ( $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-p}$ ) to the future  $y_t$ , such as:

$$y_t = f(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-p}, w) + \varepsilon_t \tag{9}$$

Using lagged values of the time series as inputs in a neural network just as lagged values are used in a linear autoregression model is called a neural network autoregression (NNAR) model. This paper only considers feed-forward networks based on  $NNAR(p, k)$ , where  $p$  indicates the lagged inputs and  $k$  indicates the nodes in the hidden layer (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

Neural network autoregression models are identified using the *nnetar* function from the forecast package in *R* as produced by Hyndman (2012). This function automatically fits a neural network model to the given time series with lagged values of the series as inputs, so it is a nonlinear autoregressive model.

### 2.2.2. Forecast Combinations

Forecast combinations have been a well-established strategy for improving forecasting accuracy since Bates and Granger's (1969) seminal paper. Numerous combination procedures have been proposed in theoretical and empirical studies, but so far no theoretical foundations exist regarding an ideal technique to use for combining diverse forecasts; instead, much depends on the features of the available



data. Frequently used approaches for forecast combinations include simple combinations that ignore forecast error correlations and some more sophisticated combination schemes that estimate optimal combination weights such as regression-based and eigenvector weighting approaches. Even Andrawis et al. (2011) proposed combining the combined forecasts, called that strategy the hierarchical forecast combination.

To illustrate notations, this study denotes  $F_{T \times P}$  as the matrix of forecasts with dimension  $T \times P$ , where  $T$  stands for the number of rows and  $P$  the number of columns, and  $f_i$  as the forecast obtained from the model  $i$ , where  $i \in \{1 \dots P\}$ . The weight associated with that forecast in the overall combined forecast is represented as  $w_i$ , and the combined forecast as  $f^c$ .

### 2.2.2.1. Simple Forecasts Combination Methods

This study starts with some simple ways of combining forecasts, simple in that they ignore correlations between forecast errors and have no need to estimate the weight of each forecast to be assigned in the overall contribution.

#### 2.2.2.1.1. Simple Average-Based Combination

This is the most intuitive approach for forecast combinations, perhaps due to its simplicity (Weiss et al., 2019). This is just the arithmetic average of single forecasts and is given as:

$$f^c = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^P f_i \quad (10)$$

where  $f^c$  is the combined forecast,  $P$  is the number of single models to be combined, and  $f_i$  is the forecast obtained from model  $i$ .

This equal weighting strategy is also called the forecast combination puzzle, a term coined by Stock & Watson (2004), and may in some situations may reveal better forecasts than the sophisticated forecast combination approaches for which Clemen (1989) argued. Smith and Wallis (2009) and Claeskens et al. (2016) have provided a rigorous empirical and theoretical explanation as to why this innocent approach outperforms more sophisticated techniques .

#### 2.2.2.1.2. Median-Based Combination

This technique is another simple location-measure combination method that is robust against outliers by using the median of the component forecasts, which can be relevant for certain applications. The simple average may not be an appropriate

combination strategy when bias occurs in some of the component forecasts, as Palm and Zellner (1992) suggested, and the median combination becomes handy in such cases. The combined forecast using the median method is given as follows:

· For odd  $p$ :

$$f^c = f_{(\frac{p}{2}+0.5)} \tag{11}$$

· For even  $p$ :

$$f^c = \frac{1}{2} (f_{(\frac{p}{2})} + f_{(\frac{p}{2}+1)}) \tag{12}$$

**2.2.2.1.3. Bates-Granger Combination**

Bates and Granger’s (1969) influential paper proposed the idea of combining forecasts. Their technique uses the diagonal elements of the estimated mean squared prediction error matrix to compute combination weights. Therefore, the combined forecast is calculated as:

$$f^c = \sum_{i=1}^P f_i' \times \frac{\hat{\sigma}_i^{-2}}{\sum_{j=1}^P \hat{\sigma}_j^{-2}} \tag{13}$$

where  $\hat{\sigma}_i^{-2}$  is the estimated mean squared prediction error of model  $i$ .

Despite this method being derived under the assumption of uncorrelated forecasts, it is able to work well in practice.

**2.2.2.2. Regression-Based Forecasts Combination Methods**

This study implements two regression-based combination methods, the ordinary least squares (OLS) regression-based combination method and the least absolute deviation-based (LAD-based) combination method. These two regression-based combinations consider both the time-invariant combination weighting (static version) and time-varying combination weighting (dynamic version) strategies. This makes the regression-based methods considered here a total of four methods.

**2.2.2.2.1. Ordinary Least Squares (OLS) Regression Combination**

One of the sophisticated rules regarding combining forecasts involves OLS. The idea of regression-based combinations had been developed by Crane and Crotty (1967), with Granger and Ramanathan (1984) later expanding its usage more

successfully. This approach assumes the combined forecast to be a linear function of the individual forecasts, with the weights being determined by regressing the actual values of the individual forecasts.

$$y = \alpha + \sum_{i=1}^P w_i f_i + \varepsilon, \tag{14}$$

The combined forecast is calculated as:

$$f^c = \hat{\alpha} + \sum_{i=1}^P \hat{w}_i f_i, \tag{15}$$

One good feature of OLS forecast combinations is that the combined forecast is unbiased due to the intercept in the equation, even when one of the individual forecasts is biased. One drawback, however, is that it does not restrict the combination weights. Hence, they do not add up to 1 and can be negative, which complicates interpretation.

#### 2.2.2.2.2. Least Absolute Deviation (LAD) Regression-Based Combination

Instead of minimizing the sum of squared errors when estimating the coefficient in Equation 15, one may prefer to estimate the coefficients by minimizing the absolute sum of squares. The LAD method is less sensitive to outliers and can retain its stability when the component forecasts are highly correlated in contrast to OLS. The LAD combination strategy should be preferred over OLS in the above situations (Nowotarski et al., 2014).

### 2.3. Implementing Combined Forecasts

Table 1 shows the combination schemes used in this paper, as implemented with the help of R functions from the package program ForecastComb developed by Weiss et al. (2019).

Table 1

*R Functions for Descriptions of the Forecast Combinations Used in This Paper*

Function	Description
<b>Simple Forecast Combination Functions</b>	
comb_SA	simple average forecast combination
comb_MED	median forecast combination
comb_BG	Bates/Granger (1969) forecast combination
<b>Regression-Based Forecast Combination Functions</b>	
comb_OLS	ordinary least squares (OLS) forecast combination
comb_LAD	least absolute deviation (LAD) forecast combination
rolling_combine	Computes the dynamic version of the combined forecasts (time-varying combination weights). The inside of this function needs to specify the combination method that should be used (OLS or LAD here).

## 2.4. Forecasting Accuracy Metrics

The RMSE is used to compare the forecast methods and assess the accuracy of the out-of-sample forecasts against the reserved observed values in the evaluation sample (i.e., the test set) and is computed as follows:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (\hat{y}_{t+h|t} - y_{t+h})^2}{T}} \quad (16)$$

where  $\hat{y}_{t+h|t} - y_{t+h}$  states the forecast error and training data given by  $\{y_1, \dots, y_t\}$ , and the test data is given by  $\{y_{t+1}, y_{t+2}, \dots\}$ .

RMSE is widely used to compare forecast methods applied to an individual time series or to numerous time series with the same units (Hyndman & Athanasopoulos, 2018). Because this study's time series data simulations are replicated based on the same data generation process, RMSE is an appropriate measure for comparing the predictive performances of the considered forecast methods.

## 2.5. Simulation Procedures

### 2.5.1. Simulation Designs

The simulation considers two different designs regarding data-generating processes:

1. Design 1 is based on the AR (3) process with ARCH (2) effects as shown below,

$$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \phi_3 y_{t-3} + \varepsilon_t \quad (17)$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t a_t \quad (18)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 \quad (19)$$

where  $a_t$  is the white noise  $\omega$ , and  $\alpha_1$  and  $\alpha_2$  are the parameters of the variance model. Substituting for  $\sigma_t^2$  gives:

$$\varepsilon_t = a_t \sqrt{\omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2} \quad (20)$$

2. Design 2 is based on the ARIMA(3,1,0) process with ARCH (2) effects The formulation of Design 2 is same as in Design 1 except the second design process generates time series data with trend effects in addition to ARCH effects.

The simulations from both designs are conducted by specifying fixed stationary and invertible parameters. For Design 1, the parameters for the AR segment are specified

as  $\mu = 5, \phi_1 = 0.65, \phi_2 = -0.55$ , and  $\phi_3 = 0.3$ , while the parameters for the ARCH segment are  $\omega = 0.2, \alpha_1 = 0.45$ , and  $\alpha_2 = 0.3$ . Similarly for Design 2, the stationary and invertible parameters for the ARIMA segment are specified as  $\mu = 5, \phi_1 = 0.45, \phi_2 = 0.3$ , and  $\phi_3 = -0.75$ , while the parameters for the ARCH segment are the same as those from Design 1. That these values are chosen arbitrarily is worth noting. Figure 1 shows the graphical visualization of the simulated data.

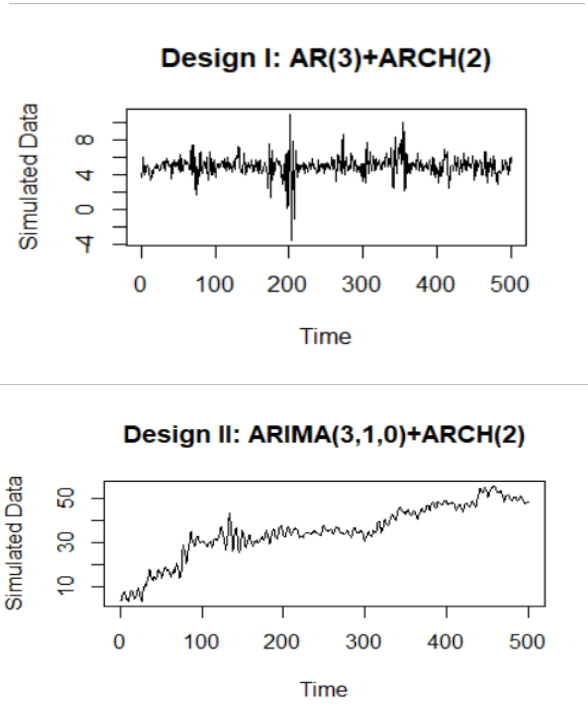


Figure 1. Graphical illustration of the simulated data

The forecasting models under study are applied to the simulated data before the structural break is placed to forecast out-of-sample observations. A single permanent structural break is allowed in the mean of the generated time series in both designs. The structural break is positioned in the 75<sup>th</sup>-percentile observation of the total sample. The break took a multiplicative form, and so the pre-structural break mean of  $\mu$  becomes  $\delta \mu$  after the break, with  $\delta$  having a break size of 10 in this case. Figure 2 below illustrates the data after the structural break.

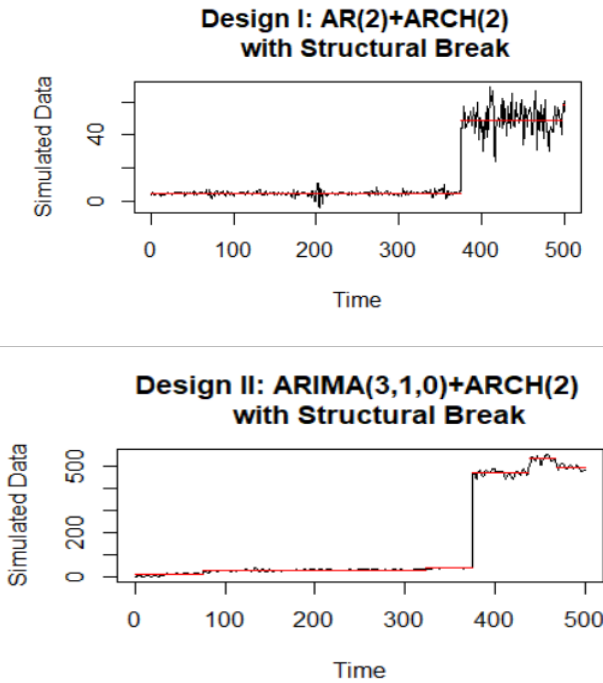


Figure 2. Simulated data after the structural break

Table 2

Summary of the Simulated Data Procedures and Train/Test Sets

Design	Case	Break Size	Break Location	Sample Size	Training Set(size)	Test set (size)
Design 1	Stable	-	-	500	480, 490, 495	20, 10, 5
	Break	10	75 <sup>th</sup> % Observation	500	480, 490, 495	20, 10, 5
Design 2	Stable	-	-	500	480, 490, 495	20, 10, 5
	Break	10	75 <sup>th</sup> % Observation	500	480, 490, 495	20, 10, 5

As shown in Table 2, the total sample size in each case ( $T=n+h$ ) is 500,, where  $T$  is the total sample size,  $n$  is the training sample size, and  $h$  is the prediction sample size. To examine if the horizon size has an impact on forecasting accuracy, the first 480, 490, and 495 ( $n = 480$ ,  $n = 490$ , and  $n = 495$ ) observations are reserved for the training sample, leaving the rest as the prediction sample ( $h = 20$ ,  $h = 10$  and  $h = 5$ ) in three separate experiments per case. The simulation is then repeated 3,000 times per case.

Each case generates forecasts using three single methods: ARIMA, ETS, and ANN. The study sought to improve forecasting accuracy by combining the component forecasts from single models into simple forecast combination and regression-based combination models. The simple forecast combination models considered in this study are the simple average forecast combination, median forecast combination,

and Bates–Granger forecast combination. The regression-based combination models used here are the OLS forecast combination (both statistic and dynamic versions) and the least absolute deviation forecast combination (both static and dynamic versions), with RMSE being used to assess their predictive performance.

### 2.5.2. Simulation Results

The following tables present the RMSE values used to measure forecasting accuracy. An RMSE value being less than the others indicates that the method under consideration outperforms the other competing methods. The smaller the RMSE, the better the forecasting performance is for that given sample.

Table 3

*Design I Stable Case Results*

Model	$h = 20$	$h = 10$	$h = 5$
<b>Individual Models</b>			
ETS	0.03464	0.02664	0.02516
ARIMA	0.03150	0.02310	0.01503
ANN	0.03038	0.02159	0.01013
<b>Simple Forecast Combination</b>			
Comb_SA	0.03200	0.02320	0.01586
Comb_MED	0.03125	0.02311	0.01551
Comb_BG	0.03145	0.02278	0.01437
<b>Regression-Based Forecast Combination</b>			
Comb_OLS_static	0.02912	0.02106	0.01031
Comb_OLS_dynamic	0.02907	0.02109	0.01033
Comb_LAD_static	0.02909	0.02117	0.00966
Comb_LAD_dynamic	0.02906	0.02123	0.00963

<sup>1</sup>Table 3 presents the simulation results for AR (3) with ARCH error design before the structural break is placed. The accuracy evaluation shows ANN to outperform the other stand-alone models used here for all considered horizons. Regression-based combination models (in their static and dynamic versions) exhibit improved accuracy compared to single models and simple combinations. When compared to the static versions of the models, allowing for time-varying combination weights (dynamic version) does not appear to significantly change accuracy.

1 Comb\_SA: Simple average forecast combination,  
 MED: Median forecast Combination,  
 Comb\_BG: Bates-Granger forecast combination  
 Comb\_OLS\_static: Ordinary Least Squares forecast combination (statistic version)  
 Comb\_OLS\_dynamic: Ordinary Least Squares forecast combination (dynamic version)  
 Comb\_LAD\_static: Least Absolute Deviation forecast combination (statistic version)  
 Comb\_LAD\_dynamic: Least Absolute Deviation forecast combination (dynamic version)

Table 4

*Design 1 with Structural Break*

<b>Model</b>	<b><math>h = 20</math></b>	<b><math>h = 10</math></b>	<b><math>h = 5</math></b>
<b>Individual Models</b>			
ETS	0.6977	0.4308	0.2059
ARIMA	0.6676	0.2698	0.1788
ANN	0.4962	0.2299	0.1405
<b>Simple Forecast Combination</b>			
Comb_SA	0.6057	0.2696	0.1549
Comb_MED	0.6256	0.2529	0.1405
Comb_BG	0.5928	0.2646	0.1531
<b>Regression-Based Forecast Combination</b>			
Comb_OLS_static	0.4320	0.1676	0.1395
Comb_OLS_dynamic	0.4339	0.1683	0.1399
Comb_LAD_static	0.4428	0.1971	0.1345
Comb_LAD_dynamic	0.4451	0.1988	0.1354

Table 4 reports the simulation results for AR (3) with ARCH error design using the structural break. Again, ANN performs better than its single-model ARIMA and ETS counterparts for all considered horizons. The results also suggest that all the simple combination models perform better than the single models except for ANN. Moreover, regression-based forecast combination models perform better than any other model considered here, with the two versions of the OLS method performing the best. As in the previous case, dynamic combination weights do not change, with even the static version performing better, suggesting that the combined weight estimates do not change much over time.

Table 5

*Design 2 Stable Case Results*

<b>Model</b>	<b><math>h = 20</math></b>	<b><math>h = 10</math></b>	<b><math>h = 5</math></b>
<b>Individual Models</b>			
ETS	1.8587	1.2474	0.9491
ARIMA	1.7695	1.2573	0.4621
ANN	1.7107	1.1923	0.4426
<b>Simple Forecast Combination</b>			
Comb_SA	1.7429	1.0797	0.5097
Comb_MED	1.8063	1.1909	0.4440
Comb_BG	1.7504	1.0989	0.4904
<b>Regression-Based Forecast Combination</b>			
Comb_OLS_static	1.6734	1.2092	0.4141
Comb_OLS_dynamic	1.6162	1.2031	0.4150
Comb_LAD_static	1.7027	1.1716	0.4295
Comb_LAD_dynamic	1.6825	1.1682	0.4300

Table 5 reports the simulation results for the Design 2 stable case, where data are generated from AR (3) with trend and ARCH (2) errors. The results suggest ANN to exhibit the greatest accuracy compared to the non-combined models. Moreover, all simple forecast combination models perform well compared to the non-combined methods with moderate forecasting horizons ( $h = 10$ ) and even better than ANN, but



they lose their dominance for the long and short horizons. Although all regression-based models show significant improvement in forecasting accuracy, the OLS model performs the best. In contrast to Design 1, the dynamic combination weights show improvement regarding the results for both the OLS and LAD forecast combinations, suggesting that the combined weight estimates change considerably over time.

Table 6 reports the simulation results for Design 2 where the data are generated from AR (3) with trend and ARCH (2) errors after the structural break is positioned in the data. As in the previous cases, ANN is the best single model for all considered horizons. Simple combinations show some improvement with respect to ARIMA and ETS, with the simple average combination model worth mentioning as the most superior for the short horizon ( $h = 5$ ).

Table 6

*Design 2 with Structural Break*

Model	$h = 20$	$h = 10$	$h = 5$
<b>Individual Models</b>			
ETS	11.1834	8.6215	5.4916
ARIMA	11.1829	8.6216	5.4857
ANN	11.0805	8.5229	5.3504
<b>Simple Forecast Combination</b>			
Comb_SA	11.1034	7.2160	2.3155
Comb_MED	11.1831	8.6215	5.4857
Comb_BG	11.1058	7.2384	5.4886
<b>Regression-Based Forecast Combination</b>			
Comb_OLS_static	10.9607	7.5337	4.5216
Comb_OLS_dynamic	10.7620	7.4997	4.4685
Comb_LAD_static	10.1257	7.5863	2.8762
Comb_LAD_dynamic	9.9617	7.5088	2.8344

The regression-based forecast combination methods again improve the forecasting accuracy, with dynamic combination weighting showing particularly significant improvement compared to the static counterparts.

## 2.6 Summary of Simulation Results

1. ANN performs better than its non-combined counterparts across all considered horizons for all examined cases and data-generating designs.
2. Simple forecast combinations (simple average, median, and Bates-Granger) perform better than ETS and ARIMA in most cases.
3. Regression-based forecast combination methods outperform all other competing models for all cases regardless of which design data is the basis or if the structural break is present or not.

4. Allowing for time-varying combination weights (dynamic version) shows a significant improvement in accuracy compared to the static counterparts with regard to trends; this suggests that the estimated combination weights fluctuate much over time. In contrast, dynamic combination weights do not change much with regard to the absence of trends.
5. Other studies, including Hsiao & Wan (2014), have shown regression-based approaches to be favorable if one of the component forecasts outperforms the rest. This also being the case in the current study, the results here agree with this conclusion.
6. Series that contain both the trend and structural break error show the simple average and Bates-Granger combinations to perform better than ANN for  $h = 10$ , with regression-based forecast combinations (both static and dynamic) also performing better than ANN for all horizons. This shows the simultaneous presence of trend and structural break errors to adversely affect ANN's performance.
7. The presence of trend errors in the series with an additional break in the trend similarly increases the RMSEs for all designs and across all horizons and methods. Even removing the trend error by taking the difference is unable to prevent an increase in RMSEs.
8. RMSEs are smaller for short horizons ( $h = 5$ ) than longer horizons ( $h = 10$  and  $h = 20$ ) under all conditions. This also shows working with short-term periods to always be safer for forecasting.

### **3. Empirical Applications**

In line with the simulation evidence, all considered models in the simulation have been applied to forecast daily closing prices of two popular Turkish financial stocks data (i.e., BIST-30 and BIST-100 Indexes). The study has taken Borsa Istanbul (BIST) data into consideration because it has the features that interest this study. As shown in Tables 7 and 8, both considered stock data indexes contain multiple structural breaks and ARCH effects.

Several studies in the literature have used various methods to forecast BIST-100 and BIST-30 Indexes. For instance, Aygören et al. (2012) studied BIST-100 Index forecasting using classical time series models such as ARIMA, numerical search models, and ANN models, arguing ANN to have outperformed the Newton numerical search models and conventional time series models. Telli and Coşkun (2016) also forecasted the BIST-100 Index using ANN models with daily data between July-November 2015 and showed the structured multilayer perceptron (MLP) model to be the best among the several tested models. Ünvan and Ergenç (2022) additionally compared the predictive ability of ANN and regression models applied to the BIST-

100 Index's closing prices between 2010-2020 and found ANN to perform better than the considered regression models.

Raşo and Demirci (2019) used deep learning methods to forecast the Turkish Stock Market on the BIST-30 Index from January 2016-April 2018, with their study's findings revealing the deep learning model to outperform other techniques such as support vector regression (SVR). Furthermore, Alp et al. (2020) conducted a comparative study on BIST Index price prediction, comparing the performance of ARIMA against two deep learning methods (i.e., long short-term memory [LSTM] and gated-recurrent unit [GRU]) for predicting the BIST-30, BIST-50, and BIST-100 price indexes. Their study found the ARIMA models to outperform the deep learning models with regard to predicting the considered price indexes.

Aker (2022) likewise examined price volatility of the BIST-100 Index by comparing LSTM and Facebook Prophet (Fbprophet) methods and suggested the LSTM model to have outperformed the Fbprophet model based on the RMSE, mean absolute error (MAE), and mean squared error (MSE) evaluation metrics. Pakel and Özen (2021) also investigated a volatility analysis of the BIST-100 Index using GARCH models and identified two significant shocks in the BIST-100 (i.e., currency shock and COVID-19 pandemic shock) in 2018 and 2020, respectively. Their research revealed stock market volatility to have increased significantly during the 2018-2020 period and the increase to have been more persistent during the COVID-19 pandemic. Yılmaz and Kale (2022) also analyzed the short- and long-term asymmetrical effects of companies' financial risk ratios, with their findings showing no asymmetrical relationship to be present between risk and financial ratios in the short term.

All these recent studies have indicated producing predictions based on the BIST-30 and BIST-100 Index data to still be important, as these indexes are influenced by the undesirable conditions the Turkish economy experiences in the short and long term. Some of these articles compared classical and modern forecasting methods, while others tried to model variances. Unlike the articles cited above, this study compares classical time series models and ANN models with regard to structural break and ARCH errors over BIST-30 and BIST-100 Index data, where producing high-frequency, volatile, low-error predictions is difficult.

Figure 3 shows the plot for the BIST-30 and BIST-100 Index data. For example, both considered stock datasets contain multiple structural breaks and ARCH effects, as shown in Figure 4 and Tables 7, 8, and 9. Stocks data for the Jan 4, 2010-Jun 20, 2022 period were extracted from this website ([www.investing.com](http://www.investing.com)).

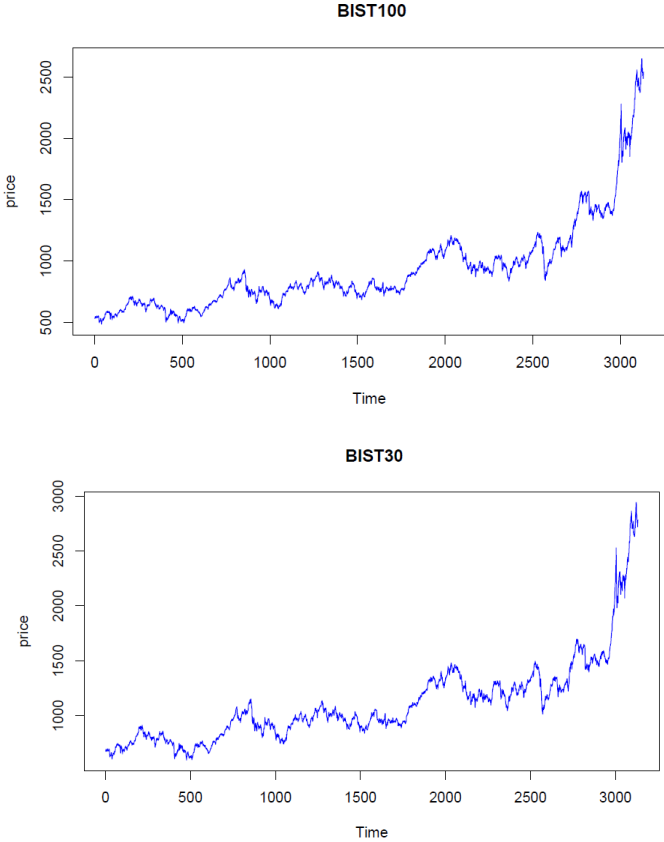


Figure 3. BIST-30 and BIST-100 Index data

### 3.1. Testing ARCH Effects

The Lagrange multiplier (LM) test has been used to test for the presence of ARCH effect in the series. This test is conducted using the *archTest* function in R from the *FinTS* package developed by Tsay (2005). The LM test uses the null hypothesis of no ARCH effects against the alternative hypothesis of ARCH effects presence.

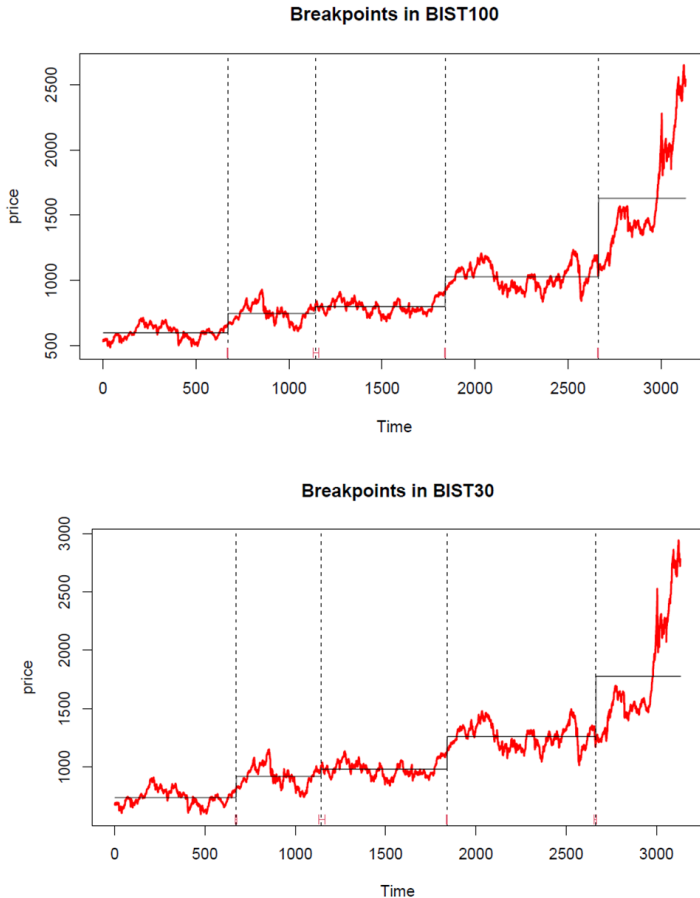
Table 7  
*Lagrange Multiplier Test Results*

Data	LM Test Statistic	<i>p</i> _value
BIST-100	771.6928	0.000
BIST-30	933.8855	0.000

Since the *p* values in Table 7 are zero or close to zero, the null hypothesis regarding residuals exhibiting no ARCH effects is rejected. Therefore, ARCH effects are concluded to be present in both the series under study here.

### 3.2. Structural Break(s) Testing

Before running a forecast with the models under consideration, the presence of structural breaks in the data must be checked first. This is done using Bai-Perron (2003) multiple breakpoint test with the R function *breakpoints* from the *strucchange* package.



**Figure 4.** Break Locations and Segments.

Figure 4 suggests the data from both stock indexes to contain at least four significant structural breaks. Tables 8 and 9 show these breakpoints, the estimated break dates, and optimal segmentation accompanied by the estimated intercepts for each segment. Both the BIST-100 and BIST-30 Indexes have the same number of structural breaks and similar locations for the break dates. This study’s empirical data now clearly contain structural breaks and ARCH effects, thus the time has come to proceed with the forecasting process and measure its accuracy.

Table 8

*BIST100 Break Locations and Segmentation*

<b>Breakpoint</b>	<b>Break Date</b>	<b>Segment</b>	<b>Intercept</b>
672	Aug. 29, 2012	Jan. 4, 2010 – Aug. 29, 2012	600.233
1,141	Jul. 14, 2014	Aug. 30, 2012 – Jul. 14, 2014	748.157
1,839	Apr. 19, 2017	Jul. 15, 2014 – Apr. 19, 2017	800.134
2,663	Aug. 7, 2020	Apr. 20, 2017 – Aug. 7, 2020	1,028.809
		Aug. 8, 2020 – Jun. 20, 2022	1,628.825

Table 9

*BIST30 Breakpoints and Segmentation*

<b>Breakpoint</b>	<b>Break Date</b>	<b>Segment</b>	<b>Intercept</b>
672	Aug. 29, 2012	Jan. 4, 2010 – Aug. 29, 2012	738.596
1,141	Jul. 14, 2014	Aug. 30, 2012 – Jul. 14, 2014	919.286
1,839	Apr. 19, 2017	Jul. 15, 2014 – Apr. 19, 2017	981.905
2,663	Aug. 7, 2020	Apr. 20, 2017 – Aug. 7, 2020	1,260.563
		Aug. 8, 2020 – Jun. 20, 2022	1,777.168

Table 10

*Train-Test Sets Plan of the Empirical Data*

<b>Stock Index</b>	<b>Sample Size</b>	<b>Training Set(size)</b>	<b>Test set (size)</b>
BIST-100	3,132	3,112, 3,122, 3,127	20, 10, 5
BIST-30	3,132	3,112, 3,122, 3,127	20, 10, 5

As Table 10 shows, the total sample size for each case ( $T=n+h$ ) is 3,132, where  $T$  is the total sample size,  $n$  is the training sample size, and  $h$  is the prediction sample size. Although the total sample size of the empirical data is much more than that of the simulated data, the study examined the same prediction sample sizes (horizon size) as in the simulation. In each case, the study reserves the first 3,112, 3,122 and 3,127 (i.e.,  $n_1 = 3112$ ,  $n_2 = 3122$  and  $n_3 = 3127$ ) observations as the training sample sizes and the remainder as the prediction sample size ( $h = 20$ ,  $h = 10$ , and  $h = 5$ ) in the three separate experiments for each case.

Tables 11 and 12 present the empirical results for the two popular Turkish financial stocks data indexes (i.e., BIST-30 & BIST-100). The results from the empirical data are similar to those from Design 2's simulated data. The possible explanation for this similarity is that they have similar components in the sense that both data contain ARCH effects, trends, and structural breaks.

Table 11  
*BIST-30 Results*

Model	$h = 20$	$h = 10$	$h = 5$
<b>Individual Models</b>			
ETS	167.9629	160.405	23.49172
ARIMA	172.8163	156.102	23.48209
ANN	158.327	127.077	23.13754
<b>Simple Forecast Combination</b>			
Comb_SA	166.3248	147.7268	23.28021
Comb_MED	167.9673	156.0968	23.54386
Comb_BG	166.3106	147.2373	23.27600
<b>Regression-Based Forecast Combination</b>			
Comb_OLS_static	156.9727	101.259	23.05612
Comb_OLS_dynamic	135.9082	86.07532	23.15337
Comb_LAD_static	158.0176	121.7372	23.08587
Comb_LAD_dynamic	150.6015	114.8549	23.10114

Table 12  
*BIST-100 Results*

Model	$h = 20$	$h = 10$	$h = 5$
<b>Individual Models</b>			
ETS	164.6264	117.8719	22.70763
ARIMA	165.9428	120.8585	22.85353
ANN	154.2198	89.08681	22.38252
<b>Simple Forecast Combination</b>			
Comb_SA	161.5748	109.0967	22.62900
Comb_MED	164.6226	117.7284	22.67512
Comb_BG	161.4729	108.7855	22.62865
<b>Regression-Based Forecast Combination</b>			
Comb_OLS_static	150.7041	69.4551	22.0219
Comb_OLS_dynamic	138.3404	55.8600	22.0339
Comb_LAD_static	153.8752	99.2405	20.8992
Comb_LAD_dynamic	150.4317	88.8441	20.8992

1. Among the non-combined models, ANN performs much better than its counterparts for all considered horizons. Unlike the simulated data, a large difference occurs between ANN and its counterparts regarding the medium ( $h = 10$ ) and long ( $h = 20$ ) horizons, while the difference is smaller regarding the short horizon ( $h = 5$ ).
2. For simple combination models, Comb\_SA and Comb\_BG perform better than the non-combined models apart from ANN for all horizons.
3. The regression-based forecast combination models significantly improve forecasting accuracy. Dynamic versions of combined weights provide the best results, with the OLS combined weighting being the best performing model in both the BIST-30 and BIST-100 data sets for all horizons.

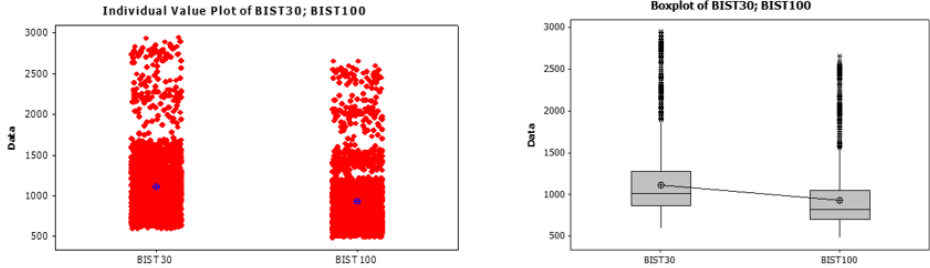


Figure 4. BIST-30 and BIST-100 means and variations

- 4. Both the BIST-30 and BIST-100 time series graphs show similar behaviors and structural breaks; however, the BIST-100 RMSEs are smaller for all cases. This could be explained by BIST-100 including more companies, so its average and standard deviation are lower than in the BIST-30 Index, as shown in Figure 4. The statistical significance of the difference between the variances of the two series (BIST-30 & BIST-100) was tested using the F test and Levene test, which show a statistically significant difference to exist between the two variances. The significance of the statistical difference between the means of the two series was tested using the Mann-Whitney test, which also showed a statistically significant difference to be present between the two averages. Therefore, this study’s models perform better over the BIST-100 dataset because it has less variation compared to the BIST-30 Index.
- 5. Although the results obtained in the study regarding individual models partially parallel the results found in the reviewed studies, the current study’s application forecast combination models and comparison of combined forecast performances under different conditions offer a contribution to the literature.

### 4. Conclusion

This study has aimed to examine if the generally accepted concepts regarding prominence of forecast combinations in forecasting accuracy is sustained with respect to specific cases of structural breaks and conditional heteroscedasticity, which are well known phenomena in financial time series. This paper has also explored which combination schemes are optimal with regard to these cases by combining the ETS, ARIMA, and ANN models, using simple and regression-based combination techniques to combine the individual components of the forecasts. These methods have been implemented using simulated and empirical-based data.

3 The study found regression-based forecast combination methods to be the best forecast combination schemes for cases with structural breaks and conditional heteroscedasticity. Allowing for time-varying combined weights (dynamic version) revealed a significant improvement in accuracy compared to the static counterparts for



the considered time series containing trends. This suggests the estimated combination of weights fluctuate greatly over time. In contrast, the dynamic combined weights did not change much for the case no trends when compared to its static counterpart. Although simple combination schemes that include the simple average model have exhibited wonderful performance in the literature on forecasting, they only perform better than ETS and ARIMA, while hardly outperforming ANN. This is an indication that structural breaks affect the performance of simple combination strategies. Furthermore, ANN was the best individual model for all cases regarding the simulated and empirical data compared to its single counterparts, even outperforming the simple forecast combination methods in most cases.

---

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

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

**Yazar Katkısı:** Çalışma Konsepti/Tasarımı: D.A.A., E.F.; Veri Toplama: D.A.A., E.F.; Veri Analizi /Yorumlama D.A.A., E.F.; Yazı Taslağı: D.A.A.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi: E.F.; Son Onay ve Sorumluluk: D.A.A., E.F.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

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

**Author Contributions:** Conception/Design of study: D.A.A., E.F.; Data Acquisition: D.A.A., E.F.; Data Analysis/Interpretation: D.A.A., E.F.; Drafting Manuscript: D.A.A.; Critical Revision of Manuscript: E.F.; Final Approval and Accountability: D.A.A., E.F.

---

## Kaynakça/References

- AKER, Y. (2022). Analysis of Price Volatility in BIST 100 Index With Time Series: Comparison of Fbprophet and LSTM Model. *European Journal of Science and Technology*, 35, 89–93. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1066722>.
- ALP, S., YİÇİT, Ö. E., & ÖZ, E. (2020). Prediction Of BIST Price Indices: A Comparative Study Between Traditional and Deep Learning Methods. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 38(4), 1693 – 1704.
- Andrawis, R. R., Atiya, A. F., & El-Shishiny, H. (2011). Combination of long-term and short-term forecasts, with application to tourism demand forecasting. *International Journal of Forecasting*, 27(3), 870–886. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2010.05.019>.
- Aygören, H., Sarıtaş, H., & Moralı, T. (2012). İMKB 100 Endeksinin Yapay Sinir Ağları ve Newton Nümerik Arama Modelleri ile Tahmini. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 4(1), 73–88.
- Bai, J. and Perron, P. (2003). Computation and Analysis of Multiple Structural Change Models. *Journal of Applied Econometrics* 18 (1): 1–22.
- Bai, J. and Perron, P. (1998). Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Changes. *The Econometric Society*, 66(1), 47–78.
- Bates, A. J. M., & Granger, C. W. J. (1969). *The Combination of Forecasts* Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/3008764> REFERENCES Linked references are available on JSTOR for this article : *The Combination of Forecasts*. 20(4), 451–468.
- Box, G. and Jenkins, G. (1970). *Time series analysis: forecasting and control*. Holden-Day.

- Claeskens, G., Magnus, J. R., Vasnev, A. L., & Wang, W. (2016). The forecast combination puzzle: A simple theoretical explanation. *International Journal of Forecasting*, 32(3), 754–762. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2015.12.005>.
- Clemen, R. T. (1989). Combining forecasts: A review and annotated bibliography. *International Journal of Forecasting*, 5(4), 559–583. [https://doi.org/10.1016/0169-2070\(89\)90012-5](https://doi.org/10.1016/0169-2070(89)90012-5).
- Clements, M.P. and Hendry, D.F. (1998). *Forecasting Economic Time Series*, Cambridge University Press.
- Clements, M.P. and Hendry D.F. (1999). *Forecasting Non-stationary Economic Time Series*, The MIT Press.
- Crane, D. B. and Crotty, J. R. (1967). A two-stage forecasting model: Exponential smoothing and multiple regression. *Management Science*, 13(8):501–507. <https://doi.org/10.1287/mnsc.13.8.B501>.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50 (4): 987-1007.
- Granger, C. W. and Ramanathan, R. (1984). Improved methods of combining forecasts. *Journal of Forecasting*, 3 (2):197–204. URL <https://doi.org/10.1002/for.3980030207>.
- Hansen, B. E., 2001. The New Econometrics of Structural Change. *Journal of Economic Perspectives*, 15(4), 117–128.
- Hansen, B. E. (2005). Challenges for econometric model selection. *Econometric Theory*, 21(1), 60–68. <https://doi.org/10.1017/S0266466605050048>
- Holt, C. C., (2004). *Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages*. 20, 5–10. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2003.09.015>
- Hsiao, C., & Wan, S. K. (2014). Is there an optimal forecast combination? *Journal of Econometrics*, 178(PART 2), 294–309. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2013.11.003>
- Hyndman, R.J.,(2012). New in forecast 4.0. December 2012. <https://robjhyndman.com/hyndsight/forecast4/>
- Hyndman, R. J., Khandakar, Y., (2008). Automatic Time Series Forecasting : The forecast Package for R. *Journal of Statistical Software*, 27(3). <https://doi: 10.18637/jss.v027.i03>
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G., (2018). *Forecasting : Principles and Practice*. , OTexts, Melbourne. [OTexts.com/fpp2](https://www.otexts.com/fpp2).
- Koop, G., & Potter, S., (2001). Are Apparent Findings of Nonlinearity Due to Structural Instability in Economic Time Series? *The Econometrics Journal*, 4(1),37–55. <https://doi.org/10.2139/ssrn.163151>.
- Nowotarski, J., Raviv, E., Trück, S., & Weron, R. (2014). An empirical comparison of alternative schemes for combining electricity spot price forecasts. *Energy Economics*, 46, 395–412. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.07.014>.
- PAKEL, C., & ÖZEN, K. (2021). Daily Volatility Analysis of Bist 100 Constituents Between 2018-2020. *M U İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 42(2), 340–360. <https://doi.org/10.14780/muiibd.854509>.
- Palm, F. C. and Zellner, A. (1992). To combine or not to combine? issues of combining forecasts. *Journal of Forecasting*, 11(8):687–701. <https://doi.org/10.1002/for.3980110806>.
- Raço, H., & Demirei, M. (2019). Predicting the Turkish Stock Market BIST 30 Index using Deep Learning. *International Journal of Engineering Research and Development*, 11(1), 253 - 265. <https://doi.org/10.29137/umagd.425560>.

- Silverstovs, B., & van Dijk, D., (2003). Forecasting Industrial Production with Linear, Nonlinear, and Structural Change Models. Econometric Institute Report EI 2003-16.
- Smith, J., & Wallis, K. F. (2009). A simple explanation of the forecast combination puzzle. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 71(3), 331–355. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2008.00541.x>
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2004). Combination forecasts of output growth in a seven-country data set. *Journal of Forecasting*, 23(6), 405–430. <https://doi.org/10.1002/for.928>
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (1996). Evidence on Structural Instability in Macroeconomic Time Series Relations. *Journal of Business & Economic Statistics*, 14(3), 11–30
- Tellİ, Ş., & COŞKUN, M. (2016). Forecasting the BIST 100 Index Using Artificial Neural Networks with Consideration of the Economic Calendar Forecasting the BIST 100 Index Using Artificial Neural Networks. *International Review of Economics and Management*, 4(3), 26–46. <https://doi.org/10.18825/irem.67309>.
- Tsay, R. (2005). *Analysis of Financial Time Series*, 2nd ed. (Wiley).
- ÜNVAN, Y. A., & ERGENÇ, C. (2022). Forecasting BIST 100 Index With Artificial Neural Networks and Regression Analysis. *BİLTÜRK Journal of Economics and Related Studies*, 4(1), 20–32. <https://doi.org/10.47103/bilturk.1039669>.
- Weiss, C. E., Raviv, E., & Roetzer, G. (2019). Forecast combinations in R using the ForecastComb package. *R Journal*, 10(2), 262–281. <https://doi.org/10.32614/RJ-2018-052>
- Winkler, R. L., & Makridakis, S. (1983). The Combination of Forecasts. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 146(2), 150. <https://doi.org/10.2307/2982011>
- Winters, P.R., (1960). Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages. *Management Science*, 6(3), 324-342. <https://www.jstor.org/stable/2627346>.
- Yılmaz, K., & Kale, S. (2022). Risk ve Finansal Göstergeler Arasındaki Asimetrik İlişki: BIST İmalat Sektöründe Bir Uygulama. *Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics*, 0(0), 0–0. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.36.1035097>





## G20 Ülkelerinin Covid-19 Pandemisi ile Mücadele Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

### Performance Evaluation of G20 Countries' Fight Against COVID-19 Using Multiple Criteria Decision-Making Methods

Seda Karakaş Geyik<sup>\*</sup> , Mehmet Hakan Satman<sup>\*\*</sup> , Gülin Kalyoncu<sup>\*\*\*</sup> 

#### Öz

Covid-19 pandemisi ilk günden günümüze dünyayı etkisi altına almış ve ülkeleri birçok farklı alanda etkilemiştir. Ülkelerin pandemi ile mücadele performanslarının belirleyicileri arasında mevcut sağlık sistemlerinin gücü, ekonomik yapıları, demografik yapıları, uygulanan önlemler ve yapılan destekler gibi kriterler sayılabilir. Bu süreçte ülkelerin dâhil olduğu uluslararası organizasyonların aldığı ortak kararlar da pandemi ile mücadele aşamasında ülkeleri desteklemektedir. Çalışmanın temel amacı söz konusu uluslararası organizasyonlardan G20 topluluğundaki ülkelerin pandemi ile mücadele performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV) aracılığıyla değerlendirilmesidir. Çalışmada öncelikle kriterler için CRITIC yöntemi ile ağırlıklandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. En önemli kriterler sırasıyla vaka sayısı, ölüm sayısı, likidite destekleri ve sağlık sektörüne yapılan ek harcamalar olarak saptanmıştır. Sonrasında ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS, COPRAS, ARAS, WASPAS, MOORA, MABAC yöntemleri ile analiz gerçekleştirilerek ülkelere ilişkin sıralamalar elde edilmiştir. Nihai olarak ortak bir sıralama için COPELAND yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak en başarılı ülkeler sırasıyla Avustralya, Japonya ve Çin olarak belirlenirken son sıraları Brezilya, Meksika ve Güney Afrika paylaşmaktadır.

#### Anahtar Kelimeler

Çok Kriterli Karar Verme, Copeland Yöntemi, Covid-19 Pandemisi, G20

#### Abstract

The COVID-19 pandemic has affected countries around the whole world in many different areas. The main determinants of a country's performance against the pandemic can be summarized through criteria such as the strength of its current health system, economic structures, demographic structures, restrictions, and support. Countries' strategies also involve the consensus that has been reached by international organizations. The main purpose of this study is to evaluate the performance of G20 countries using multiple criteria decision-making (MCDM) methods. The criteria were first weighted using the CRITIC method, with the number of cases, number of deaths, liquidity supports, and additional expenditures in the health sector having been determined as the most important criteria. The data were then analyzed using MCDM methods to obtain countries' rankings. As a result, the most successful countries were respectively determined as Australia, Japan, and China, while Brazil, Mexico, and South Africa came in the respective last three places.

#### Keywords

Multiple Criteria Decision Making, Copeland Method, COVID-19, G20

\* **Sorumlu Yazar:** Seda Karakaş Geyik (Dr. Öğr. Üyesi), İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye. E-posta: kseda@istanbul.edu.tr ORCID: 0000-0003-2218-6689

\*\* Mehmet Hakan Satman (Prof. Dr.), İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye. E-posta: mhstatman@istanbul.edu.tr ORCID: 0000-0002-9402-1982

\*\*\* Gülin Kalyoncu (Yüksek Lisans Öğrencisi), İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Yöneyim Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye. E-posta: gulinkalyoncu@ogr.iu.edu.tr ORCID:0000-0002-5460-6468

**Atf:** Karakas Geyik, S., Satman, M.H., Kalyoncu, G. (2022). G20 Ülkelerinin Covid-19 pandemisi ile mücadele performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 37, 27-52. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.37.1161945>



### ***Extended Summary***

Since ancient times, the world has struggled with epidemics, and COVID-19 is the latest epidemic the whole world is still fighting. As with other epidemics, countries have invented new vaccines, changed and transformed themselves socioeconomically, and had to take new preventive actions. Working from home, curfews, vaccinations, protections, liquidity supports, health expenditures, and other government expenditures are among the most important actions countries have taken. Although no objective judgment or objective comparison exists about the ranks or importance levels of these measures and actions, they are considered to be important in the fight against COVID-19.

This study, first objectively examines the importance of these criteria in G20 countries' fight against COVID-19. Of the obtained criteria weights, the number of cases, the number of deaths, and the amount of liquidity support are seen to be the most prominent criteria with the highest values. The CRITIC method has been used to obtain criteria weights using the data collected for Australia, Canada, France, Germany, Italy, Japan, South Korea, the United Kingdom, the United States of America, Argentina, Brazil, China, India, Indonesia, Mexico, Russia, Saudi Arabia, South Africa, and Turkey. The European Union (EU) as the other member of G20 countries has been omitted from the study to avoid using duplicate information, as the EU already contains some of the countries that were already mentioned. The dataset has been gathered from the World Health Organization (WHO), Our World in Data, Worldometer, and International Monetary Fund (IMF) databases and contains the most up-to-date data shared according to the data release calendar.

The other objective of this study is to rank the countries according to their criteria and criteria weights. The process of ordering is known to be defined along the set of real numbers (e.g., a sample of  $[1, 5, 9]$  are considered ordered just because  $1 \leq 5$  and  $5 \leq 9$ ). Other terms require the operations ordering and ranking to have perfectly defined binary comparison operators such as  $\leq$ ,  $<$ ,  $>$  and  $\geq$ . On the contrary, a sample in higher dimensions such as  $(1, 3)$ ,  $(5, 7)$ , and  $(7, 1)$  cannot be ordered or ranked in as unique a way because the binary comparison operators are not defined for dimensions of  $p \geq 2$ . Consequently, an infinite number of orderings can occur for the observations in such cases.

A multiple criteria decision-making method (MCDM) defines an exclusive ordering or ranking measure for ordering or ranking multivariate data with respect to predefined criteria, criteria weights, optimization directions, and a decision matrix. From this perspective, obtaining a mathematical ranking of countries with respect to a set of criteria is an ordering problem with an infinite number of solutions over a multi-dimensional space.

This study ranks countries according to the selected criteria. Due to the unique ranking process for each single method, more than one method is used to compare

results. TOPSIS, COPRAS, ARAS, WASPAS, MOORA, and MABAC are the well-known and widely applied members of the MCDM methods family in the relevant literature. Each single method results in similar but different rankings based on how the comparisons are defined. These differences regarding MCDM methods complicate how results are interpreted. For example, according to the MOORA and MABAC method, Japan ranks highest, but ranks as the second most successful country according to the TOPSIS method, fourth according to the COPRAS method, third according to the ARAS method, and second according to the WASPAS method. While all of these methods give the idea that Japan's has had quite high success, they also pose an obstacle to forming a complete ranking.

The COPELAND method has been used to combine and interpret all the results obtained by the different methods. The COPELAND method is a summary measure that combines the results of many MCDM methods by performing pair-comparisons of the rankings. One of the most important findings of this study is the acknowledgement that Australia, Japan, and China have been the most successful countries in the fight against COVID-19. When ranking countries' success rates, Australia, Japan, and China are followed by Germany, South Korea, and the United Kingdom. Meanwhile, Brazil, Mexico, and South Africa were identified as relatively less successful countries in the fight against COVID-19. Turkey ranks 14<sup>th</sup> in the general ranking obtained with the COPELAND method. When separately evaluating the results obtained from the methods, Turkey's rank is seen to vary between 12<sup>th</sup> and 15<sup>th</sup> place.

Important findings were also achieved by comparing the country rankings obtained using the MCDM methods with the results obtained using the COPELAND method. The rankings obtained using the COPRAS, ARAS, WASPAS, and MABAC methods are highly correlated to the ranking obtained using the COPELAND method, whereas TOPSIS and COPELAND have a relatively weak correlation coefficient of 74%. When examining the reported correlation matrix, the results are observed to be highly correlated, with none of the methods achieved an unexpected ranking due to the non-diagonal elements being quite far from zero.

The country rankings as obtained in this study can be a guide for other countries, and even the methods of successful countries can be adopted for fighting the pandemic in the future. Consequently, this study has also revealed the most prominent factors in the fight against COVID-19 pandemic and contributes to the literature in terms of providing a comprehensive analysis by having the model include financial data, current statistics, health data, and vaccination rates. The fact that the different MCDM methods ranked the countries differently is an important limitation for the study, and a summary measurement (i.e., COPELAND) was used to combine the rankings. Future studies may be able to obtain a final common ranking by including more methods and criteria in their analyses.

## G20 Ülkelerinin Covid-19 Pandemisi ile Mücadele Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

Salgın hastalıklar tarih boyunca sürekli var olmuştur. İnsanlık, ortaçağ Avrupa'sında yıkıcı etkileri olan Kara Veba salgınından, 19.yy'ın başlarında kendisini gösteren Kolera'ya, milyonlarca kişinin ölümüne neden olan çiçek salgınından, İspanyol gribine kadar pek çok salgın hastalık ile tarih boyunca mücadele etmiştir. Salgın hastalıklar bir yandan milyonlarca insanın ölümüne neden olurken bir yandan da önemli siyasi, ekonomik ve sosyal sorunlara yol açmakta ve bu sorunların etkileri uzun yıllar sürebilmektedir.

Salgın hastalıklar bilimsel gelişmeler ve yaygın aşılama sayesinde 20. yüzyılda büyük oranda etkisini yitirmiştir (Macar ve Asal, 2020: 227). Ancak buna rağmen içinde bulunduğumuz 21.yy'da bile insanlık en az beş önemli pandemi ile karşı karşıya kalmıştır. Tarihsel sıra ile ifade edersek 2009'da H1N1, 2014'te çocuk felci yine 2014 yılında ilk kez Batı Afrika'da görülen Ebola, 2016 yılında Zika ve 2019'da Demokratik Kongo Cumhuriyetinde yeniden ortaya çıkan Ebola bunlara örnek gösterilebilir (Chakraborty ve Maity, 2020: 2). Son olarak da içinde bulunduğumuz dönemde hala etkilerini yaşamakta olduğumuz ve ilk olarak 2019 yılının Aralık ayında Çin'in Hubei eyaletinin başkenti Vuhan'da ortaya çıkarak kısa sürede küresel bir salgın halini alan ve Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından 11.Mart.2020 tarihinde pandemi olarak ilan edilen Covid-19 salgını 21.yy'da insanlığın yüzleştiği en ciddi problemlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Covid-19 pandemisinde 27 Şubat 2022 itibariyle, küresel olarak 433 milyondan fazla doğrulanmış vaka ve 5,9 milyondan fazla ölüm rapor edilmiştir (DSÖ, 2022: 1). Her ne kadar demografik sonuçları çok ağır olsa da pandeminin tek olumsuz etkisi bu alanda değildir. Pandeminin seyri, hastalığın şiddeti ve bulaşma hızı dikkate alındığında pandemi ülkelerin sağlık sistemleri üzerinde çok ciddi baskılar yaratmıştır. Pandemi döneminde ülkelerin sağlık sistemlerinin sürece yanıtları başarı performansları olarak görülmüştür (Sel, 2021: 184). Hastalığın yayılımını kontrol altına almak isteyen ülkelerin hemen hepsi sosyal izolasyon, sokağa çıkma yasakları, seyahat kısıtlamaları, zorunlu olmayan iş yerlerinin kapatılması vb. kısıtlama önlemleri almak zorunda kalmıştır. Bu tedbirler pek çok sektörde daralmaya neden olurken ülkeleri de ciddi bir ekonomik problemle karşı karşıya bırakmaktadır. Covid-19 pandemisi finansal piyasalar ile kurumların da dâhil olduğu şekilde tüm olası boyutlarıyla küresel anlamda ekonomilere ciddi zararlar vermektedir (Barua ve Barua, 2021: 18). Pandemi ile mücadele kapsamında uygulanan kısıtlamaların yanı sıra ülkelerin aldığı önlemler arasında ekonomik destekler de önemli bir yer tutmaktadır. Bazı gelişmiş ülkeler hem hastalıkla mücadelenin maliyetini karşılamak hem de ekonomik iyileşme başlayana dek firmaların ve çalışanların gelirlerini korumak için ciddi mali destekler sağlamıştır (McKibbin ve Vines, 2020: 297). Uluslararası organizasyonlar örneğin G20 ülkeleri, Covid-19 pandemisinin ilk haftaları ve aylarında çok hızlı bir şekilde



harekete geçerek, ekonomik çöküşü engellemek, işsizliğin önüne geçmek, şirketleri ayakta tutmak ve hane halkını korumak için benzeri görülmemiş seviyede acil durum destekleri sağlamak için adımlar atmışlardır (OECD, 2020: 3). Covid-19 pandemisi ile mücadelede ülkelerin sağlık sistemlerinin gücü, pandeminin olumsuz etkilerine karşı yapılan ekonomik yardımlar gibi önemli mücadele unsurlarına ilaveten aşılama politikaları da güçlü bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Öyle ki salgının ilk dönemlerinde hızlı yanıt oluşturamayan ülkelerde ölüm oranlarının ciddi anlamda yüksek seyrettiği gözlemlenmiştir. Ancak zamanla mücadele önlemlerinin artırılması ve de aşılanmanın başlamasıyla kritik hasta ve ölüm oranlarında gerilemeler başlamıştır (İşlek vd., 2021: 56).

McKibbin ve Vines (2020) pandemi sürecinde bütün ülkelerin ihtiyaç duydukları mali destekler konusunda uluslararası işbirliklerine ihtiyaç duyulduğunu ve bu işbirliğinin G20 ülkeleri ve IMF desteği ile nasıl gerçekleştirileceği ile ilgili bir yol haritası sunmuşlardır. G20, Avrupa Birliği ile dünyanın önde gelen gelişmiş ve yükselmekte olan ekonomilerini temsil eden 19 ülkeden oluşan uluslararası bir organizasyondur. G20 üyesi ülkeler birlikte küresel gayri safi yurtiçi hasılanın (GSYH) %80'inden fazlasını, uluslararası ticaretin %75'ini ve dünya nüfusunun %60'ını oluşturmaktadır. G20 forumu, büyüklüğü ve stratejik önemi dikkate alındığında ekonomik büyümenin geleceğini belirlemede çok önemli bir role sahiptir (G20, 2022). G20 oluşumu Covid-19 pandemisinde de küresel anlamda önemli sorumluluklar üstlenmiştir.

Her ne kadar uluslararası organizasyonlar Covid-19 pandemisi ile mücadele konusunda ortak önlemler alma yolunda çabalar ortaya koymuş olsa da ülkeler kendi sağlık sistemlerinin yapısı, ekonomik güçleri ve siyasi yapıları dikkate alındığında farklı önlem ve uygulamalarla pandemi ile mücadele edebilmektedirler. Bu durumun doğal bir sonucu olarak pandeminin seyri açısından ülkeler arası farklılıklar gözlemlenmek mümkündür. Bu bağlamda pandemi sürecinde ülkelerin pandemi ile mücadele performanslarını değerlendirme çabası literatürde pek çok çalışmaya konu olmuştur. Macar ve Asal (2020) seçilmiş G20 ülkeleri için ülkelerin Covid-19 pandemisi ile mücadele politikalarını uluslararası ilişkiler perspektifinden değerlendirirken, Sel (2021) pandemide G20 ülkelerinde sağlık sistemi gelişmelerinin etkinliğini Veri Zarflama Analizi ile değerlendirmiştir. Aydın ve Sönmüş (2021) ise özellikle Türkiye ve diğer G20 ülkelerinin pandemi sürecindeki mali teşvik politikalarını değerlendirmiş ve aynı ülkelerin pandemi öncesi ve sonrası mali teşviklerini kıyaslamak üzerinden bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Berensmann vd. (2020) ise düşük gelirli ülkelerin Covid-19 pandemisi ile mücadelesinde ihtiyaç duydukları yardım konusunda G20 ülkelerinin üstlenebileceği rolleri incelemiştir. Boyacı (2021), Selamzade ve Özdemir (2020) ve Yiğit (2020)'nin çalışmalarında ise OECD ülkelerinin Covid-19 ile mücadele performansları açısından değerlendirilmesine ilişkin analizlere yer verilmektedir. Arsu (2021), Vinodhini (2020) ve Neogi (2021) çalışmaları ise benzer amaçlarla farklı ülke grupları için yapılmış değerlendirmeleri içeren çalışmalara

örnektir. Literatürde hem G20 ülkeleri özelinde yapılan değerlendirme çalışmaları sınırlı olup hem de ülkelerin pandemi ile mücadele performansını değerlendirmek amacı ile sağlık sistemi verileri, demografik değişkenler, aşılama politikaları ve mali destekler gibi bir çok farklı alandan kriteri bir araya getirerek kapsamlı bir şekilde analiz eden çalışmalar sınırlıdır.

Bu çalışmanın temel amacı G20 ülkelerinin Covid-19 pandemisi ile mücadele performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV) aracılığıyla değerlendirilmesidir. Aynı zamanda çalışmanın amaçlarından bir diğeri de ülkelerin pandemi ile mücadele performanslarını değerlendirmek için ele alınan kriterlerin önem düzeylerinin belirlenmesidir. Bu amaçlar doğrultusunda çalışmanın bir sonraki kısmında araştırmanın kavramsal altyapısı ve literatür taraması yer alacak üç ve dördüncü kısımlarda ise analiz ve bulgular verilecektir.

### **Kavramsal Çerçeve ve Literatür**

Covid-19 pandemisi bilim dünyasında farklı disiplinlerde pek çok çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmalardan bazıları ülkelerin pandemi ile mücadele başarılarını değerlendirmek üzerine yoğunlaşmıştır. Söz konusu değerlendirmeler için literatürde sıklıkla ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığını gözlemlemekteyiz.

Hezer vd. (2021) Covid-19 pandemisi döneminde ülkelerin güvenlik seviyesini değerlendirmek için ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution), VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) ve COPRAS (Complex Proportional Assessment) yöntemlerini kullanarak Deep Knowledge Group (DKG) konsorsiyumu tarafından COVID-19 için güvenli bölgelerin belirlendiği rapordaki sıralamaları, kullandıkları yöntemlerle çeşitlendirerek bölgesel güvenlik değerlendirmesi açısından alternatif bir sıralama sunmuşlardır.

Arsu (2021) ülkelerin pandemi ile mücadelesinin değerlendirilmesinde WASPAS (The Weighted Aggregated Sum Product ASsessment) yöntemini kullanmıştır. Tıp doktoru sayısı, hemşire sayısı, hastane yatağı sayısı, sağlık harcamaları (GSYH içindeki yüzdesi), 65 yaş üstü nüfus (Nüfusun yüzdesi), nüfus yoğunluğu (km<sup>2</sup> alan başına düşen kişi sayısı), vaka sayısı, ölüm sayısı, test sayısı gibi çoğunlukla sağlık sistemine ilişkin kriterleri kullanarak yaptığı değerlendirmede kriterlerin ağırlıklandırılması için Entropi yöntemi benimsenmiş ve araştırma sonucunda seçilen kriterlere göre en başarılı ülkeler Rusya, Almanya, Kanada, ABD, Avusturya ve İsviçre olarak belirlenmiştir. Ayrıca entropi yöntemi sonucu ulaşılan kriter ağırlıklarına göre en önemli kriter sağlık harcamaları olarak bulunmuştur. Arsu (2021)'in çalışmasında 400000'den fazla doğrulanmış vaka gözlemlenen 35 ülke değerlendirmeye alınmıştır. Neogi (2021) ise benzer amaçlar doğrultusunda TOPSIS yöntemi kullanılarak seçilmiş ülkelerin sıralamasının yapıldığı bir diğer çalışmadır.

Boyacı (2021) OECD ülkelerinin pandemi ile mücadelede başarılarını TOPSIS, COPRAS ve ARAS (Additive Ratio Assesment) yöntemi ile değerlendirmiş ve kriterlerin ağırlıklandırılmasında SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis) yöntemini kullanmıştır. Bu çalışmada elde edilen sıralamalar Borda sayım yöntemi ile nihai sıralamaya dönüştürülmüştür. Vaka sayısı, ölüm sayısı, hekim ve hemşire sayısı, hastane yatak sayısı ve sağlık harcamalarının GSYH içindeki payı kriterleri kullanılarak yapılan sıralama sonucunda en avantajlı ülke Japonya olarak yer almıştır.

OECD ülkeleri için yapılan bir diğer değerlendirme ise Yiğit (2020) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yiğit (2020) TOPSIS yöntemini kullanarak yaptığı sıralamada Covid-19 pandemisi ile savaşta en iyi performans puanlarının sırasıyla Slovakya, Letonya, Güney Kore, Yeni Zelanda ve Avustralya'ya ait olduğu ortaya koymuştur. Selamzade ve Özdemir (2020) ise OECD ülkelerinin Covid-19 pandemisi ile mücadelede etkinlik düzeylerini Veri Zarflama Analizi aracılığı ile araştırmıştır. Çalışmalarında en yüksek etkinlik skoru Slovakya ve İzlanda'ya aittir. Sel (2021) ise Covid-19 pandemisinde G20 ülkeleri için sağlık sistemi gelişmelerinin etkinliğinin ölçülmesi amacıyla Veri Zarflama Analizi kullanmış olup sonuç olarak ölçek etkinlik skorlarına göre Amerika, Arjantin, Brezilya, Çin, Fransa, İngiltere ve Türkiye ülkeleri etkin ülkeler olarak belirlemiştir. Seyhan ve Seyhan (2021) ise pandemi döneminde Avrupa Birliği ülkelerindeki yaşam kalitesinin değerlendirilmesinde ARAS ve TOPSIS yöntemlerini kullandıkları çalışmalarında kriterleri ağırlıklandırmak için Entropi yöntemini kullanmışlardır.

Covid-19 pandemisi ile ülkelerin mücadele performanslarının değerlendirilmesinde literatürde yukarıda özetlendiği üzere kullanılan yöntemler genellikle ÇKKV yöntemleri olmuştur. ÇKKV problemleri, birden fazla kriterin optimize edildiği mümkün çözüm setleri içerisinde en iyi alternatifin seçildiği problemler olarak tanımlanabilir (Turan, 2018: 15). ÇKKV problemlerinin çözümünde uygulanabilecek pek çok alternatif yöntem mevcuttur. Ancak bu yöntemler ve kullanılan alternatiflere ilişkin ağırlıkların belirlenmesi için uygulanacak yöntemler çalışmadan çalışmaya farklılık göstermektedir. Karar verici kullanacağı yöntemi belirlerken aynı özelliklere sahip birden fazla çözüm yöntemi ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu yöntemler aynı problem yapısına uygun, aynı amaç ve hedefe hizmet eden yöntemler olduğu zaman karar verme oldukça zorlaşmaktadır. Böyle durumlarda aynı probleme uygulanabilen ve aynı amaca hizmet eden yöntemler birlikte kullanılarak, sonuçlar birleştirilebilmektedir (Arslan ve Bircan, 2020: 111).

Bu çalışmada söz konusu değerlendirme için kullanılacak yöntem sayısının arttırılarak daha kapsamlı sonuçlar elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada kullanılacak yöntemler, literatürde daha önceki çalışmalarda benzer amaçla sıklıkla kullanılan yöntemler olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda nihai

olarak ülkelerin sıralamasını ortaya koymak amacı ile detayları yöntem kısmında verilecek olan COPELAND yönteminin kullanılması ile nihai ortak bir sıralama da elde edilecektir.

## Yöntem

Bu bölümde sırasıyla analizde kullanılan verinin yapısı, veri toplama süreci ve kullanılan yöntemlerin teorik yapısına değinilecektir.

### Veri Toplama Süreci ve Karar Matrisi

ÇKKV probleminin temel unsurlarını alternatifler ve kriterler oluşturmaktadır. Bu çalışmada alternatifler G20 ülkeleri; Avustralya, Kanada, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, Güney Kore, Birleşik Krallık, Amerika, Arjantin, Brezilya, Çin, Hindistan, Endonezya, Meksika, Rusya, Suudi Arabistan, Güney Afrika ve Türkiye dâhil olmak üzere 19 ülke olarak belirlenmiştir. G20 içinde yer alan Avrupa Birliği tekrardan kaçınmak amacıyla analiz dışında bırakılmıştır. Bu çalışma kapsamında G20 ülkelerinin seçilme nedeni, farklı kıtalardan gelişmiş ve yükselen ekonomileri aynı platformda bir araya getiren, dünya nüfusunun yüzde 60'ını, ekonominin yüzde 80'ini ve ticaretin yüzde 75'ini kapsayacak ölçüde bir oluşum olmasıdır (G20, 2022).

G20 ülkelerinin Covid-19 ile mücadele performansının kıyaslanabilmesi için kullanılan kriterleri belirlerken, bir önceki kısımda yer verilen literatür ve kavramsal çerçeve ışığında değerlendirme yapılmış ve *ülkelerin sağlık altyapıları* (C1, C2), *Covid-19 güncel istatistikleri* (C3, C4, C5, C6, C7) ve *pandemi döneminde yapılan finansal destekler* (C8, C9) şeklinde üç ana başlıkta inceleyeceğimiz toplam 9 kritere yer verilmiştir. Tablo 1 ile kriterlere ilişkin bilgiler ve kodlamalara Tablo 2 ile de kriterler ve alternatifler için oluşturulan karar matrisine yer verilmektedir.

Tablo 1

#### Kriterlere İlişkin Açıklamalar

	<b>Kriter</b>	<b>Yön</b>	<b>Birim</b>	<b>Kaynak</b>
C1	Doktor Sayısı	Maks	10.000 kişi başına	DSÖ
C2	Yatak Sayısı	Maks	10.000 kişi başına	DSÖ
C3	Vaka sayısı*	Min	Kişi sayısı/Nüfus	Our World in Data
C4	Ölüm sayısı*	Min	Kişi sayısı/Nüfus	Our World in Data
C5	Aşılama sayısı*	Maks	Kişi sayısı/Nüfus	DSÖ
C6	Tamamen aşılanmış kişi sayısı*	Maks	Kişi sayısı/Nüfus	DSÖ
C7	Toplam test sayısı*	Maks	Kişi sayısı/Nüfus	Worldometers
C8	Likidite desteği	Maks	GSYH içinde%	IMF
C9	Sağlık sektörü ek harcamaları	Maks	GSYH içinde %	IMF

\* Bu değişkenler analizde ülke nüfuslarına oranlanarak kullanılmış olup nüfus verileri Our World in Data veritabanından 11.02.2022 tarihi itibarıyla elde edilmiştir.

Ülkelerin *sağlık altyapıları* başlığı altında yer alan C1 (10.000 kişi başına doktor sayısı) ve C2 (10.000 kişi başına hastane yatak sayısı) DSÖ veri tabanından elde edilmiş olup, veri yayımlama takvimine göre paylaşılan en güncel verileri içermektedir (DSÖ, 2022). Bu kriterlerin araştırmaya dâhil edilmesinin temel nedeni, iyi işleyen bir sağlık sistemi için yeterli sağlık kaynaklarına sahip olmanın değerlendirme açısından önemli olmasıdır. (OECD, 2019)

*Covid-19 güncel istatistikleri* başlığı altında yer alan C3, C4, C5, C6 ve C7 değişkenleri ülkelerin performanslarının karşılaştırılabilir olması açısından ülke nüfuslarına oranlanarak analize dâhil edilmiştir. C3 (toplam vaka sayısı) ve C4 (Covid-19 kaynaklı toplam ölümler) kriterleri dünyadaki yaşam koşullarının nasıl değiştiğini gösteren deneysel araştırma ve verileri sunan bir platform olan Our World in Data veri tabanından 11.02.2022 tarihi itibari ile elde edilmiştir (Our World in Data, 2022). C5 kriteri (toplam aşılama sayısı), en az bir doz aşılama olmuş kişilerin en son veri güncellemesiyle ilgili ülkede aşılamanın başlangıcından itibaren toplamlarını ve C6 kriteri (tamamen aşılama olmuş kişi sayısı) ise bir kişinin tek dozluk bir aşı veya iki dozluk bir aşının her iki dozunu alması durumunu ifade etmektedir. C5 ve C6 kriterlerine ilişkin veriler DSÖ veri tabanından veri yayımlama takvimine göre paylaşılan en güncel veriler kullanılarak analize dâhil edilmiştir. C7 (toplam test sayısı) kriteri ise ülkede Covid-19 virüsünün başlangıcından itibaren ülkede yapılan toplam test sayısı olarak Worldometer veri tabanından 11.02.2022 tarihi itibari ile elde edilmiştir (Worldometer, 2022).

*Pandemi Döneminde Yapılan Finansal destekler* olarak yer verilen C8 (likidite desteği) ve C9 (Sağlık sektörü ek harcamaları veya vazgeçilen gelirler) kriterleri için veri Uluslararası Para Fonu (IMF) veri tabanından derlenmiş olup, veri yayımlama takvimine göre paylaşılan en güncel verileri içermektedir (IMF, 2021). Likidite desteği, pandemi döneminde mücadele için tahsis edilen veya planlanan kaynakların GSYH'deki yüzdesi olarak ele alınmıştır. Bu kriter sermaye takviyesi, krediler, varlık alımları ve borcun nakli gibi etmenleri içermektedir. Sağlık sektörüne yapılan ek harcamalar pandemi döneminde sağlık sektörüne yapılan desteğin GSYH'deki yüzdesi olarak alınmıştır. Tablo 2'de yukarıda bahsedilen şekilde derlenen kriterler ve alternatifler için oluşturulan karar matrisi yer almaktadır.

Tablo 2  
Karar Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Avustralya	41,29	38,4	0,11155	0,000176	1,925846	0,7831	24,10417	1,8	1
Kanada	23,43	25,2	0,083477	0,000929	2,051989	0,790151	1,50442	4	2,8
Fransa	32,74	59,1	0,31972	0,001996	2,073575	0,760241	3,539394	15,2	1,5
Almanya	44,35	80	0,1463	0,001429	1,965142	0,727567	1,068197	27,8	1,8
İtalya	39,48	31,4	0,198635	0,002494	2,091347	0,749564	2,975908	35,3	1,2
Japonya	24,8	129,8	0,029942	0,000159	1,622584	0,791022	0,285124	28,3	2,1
Güney Kore	24,84	124,3	0,025226	0,000137	2,228939	0,857518	0,30804	10,1	0,7
Birleşik Krallık	30,04	24,6	0,267815	0,002338	2,024198	0,7066	6,868061	16,7	4,8
ABD	26,1	28,7	0,233249	0,002759	1,585342	0,622846	2,780597	2,4	3,3
Arjantin	40,6	49,92	0,191137	0,002716	1,935926	0,771591	0,731916	2,6	1,3
Brezilya	23,11	20,87	0,127571	0,002979	1,653385	0,70694	0,298029	6,2	1,5
Çin	22,27	43,1	0,000074	0,000003	2,084107	0,855307	0,110787	1,3	0,1
Hindistan	7,35	5,3	0,030563	0,000365	1,200074	0,513745	0,53672	6,2	0,5
Endonezya	6,23	10,4	0,017036	0,000525	1,151935	0,465611	0,276818	0,9	2
Meksika	24,25	9,8	0,040121	0,002392	1,287269	0,594021	0,111691	1,2	0,4
Rusya	38,19	71,2	0,092701	0,002275	1,056006	0,474993	1,803141	1,5	0,7
Suudi Arabistan	27,38	22,4	0,020501	0,000254	1,659283	0,673981	1,112394	1	2,1
Güney Afrika	7,92	23	0,060585	0,001613	0,502734	0,285786	0,376803	4,1	0,7
Türkiye	19,28	28,5	0,149905	0,001058	1,667144	0,614546	1,60182	9,6	0,4

### Kriterlerin Ağırlıklandırılması : Critic Yöntemi

ÇKKV problemlerinde kriter ağırlıklandırılması, sonuçlar üzerinde etkili değişikliklere neden olmaktadır. Bu nedenle ağırlıklandırma işlemi son derece önemlidir (Belton ve Stewart, 2002). Ağırlıklandırmanın temel amacı, kriterleri bir değer ile eşleştirerek, onların ÇKKV problemindeki önemini belirleyip alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılmasıdır (Zardari vd., 2014). Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi, karar alma sürecinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Kriter ağırlıklandırma için bu çalışmada Critic yöntemi uygulanmaktadır.

Diakoulaki vd. (1995) ile literatüre kazandırılan CRITIC yöntemi (CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation), kriterlerin standart sapmalarıyla birlikte kriterler arası korelasyonları bir arada analize dâhil eden objektif bir ağırlıklandırma yöntemidir. Karşıtlığın yoğunluğu ve karar verme problemlerinin yapısındaki uyumsuzluklara odaklanmaktadır. Bu aşamada korelasyon analizi kullanımı ile kriterler arası zıtlık ortaya konularak ağırlıklar elde edilir.

CRITIC yönteminde ilk olarak karar matrisinin oluşturulmasının ardından  $x_{ij}$  karar matrisinin elemanlarını göstermek üzere;

$$\text{Fayda kriteri için;} \quad r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (1)$$

$$\text{Maliyet kriteri için;} \quad r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (2)$$

formülleriyle normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Sonrasında kriterler arası zıtlığın belirlenmesi açısından tüm kriterler arasındaki korelasyonlar incelenir. Kriterler arasındaki korelasyon katsayıları  $\rho_{jk}$  ve kriterlerin standart sapmaları  $\sigma_j$  ile gösterilmek üzere;

$$c_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - \rho_{jk}) \quad j = 1, \dots, n \quad (3)$$

formülüyle bilgi miktarını ifade eden  $c_j$  değerleri hesaplanır. Son adım olarak  $w_j$  kriter ağırlıkları,

$$w_j = \frac{c_j}{\sum_{k=1}^n c_k} \quad j = 1, \dots, n \quad (4)$$

şeklinde Eşitlik 4 yardımı ile elde edilir (Jahan vd., 2012: 413).

### Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Uygulama çalışmalarında benzer amaç ile kullanılan çok sayıda ÇKKV yöntemi mevcuttur. Bu çalışmada 2. Kısımda yer verilen literatür taraması ışığında daha önce benzer amaçlar için kullanılmış olan TOPSIS, COPRAS, ARAS, WASPAS, MOORA, MABAC yöntemleri için birer sıralama elde edilecektir. Aynı zamanda bahsedilen çalışmaların çoğunda bir ya da birkaç yöntem bazında sıralamalar yapılmıştır. Bu çalışmada ise kullanılan yöntem sayısını artırılarak daha zengin bir seçenek sunulması ve bu yöntemler için elde edilecek sıralamalardan COPELAND Yöntemi kullanılarak nihai bir ortak sıralama elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda yapılan analiz sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmeden önce söz konusu yöntemlerin teorik yapısı aşağıda kısaca özetlenmiştir.

#### TOPSIS Yöntemi

Hwang ve Yoon (1981) ile literatüre kazandırılan TOPSIS yöntemi (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution) temelinde bir ideal ve bir ideal olmayan çözüm belirlenerek, bu çözümlere olan uzaklıklara göre alternatiflerin sıralanması üzerine odaklanır. Hwang ve Yoon (1981)'a göre TOPSIS yönteminin temel varsayımı çözümün pozitif ideal çözüm noktasına en kısa mesafe ve negatif ideal çözüm noktasına en uzak mesafede yer almasıdır. Alternatiflerin pozitif ve negatif ideal çözümlere uzaklığı Öklid mesafesi temeline dayanarak hesaplanmaktadır.

Bu yöntemde karar matrisinin oluşturulmasının ardından  $x_{ij}$  karar matrisinin elemanlarını göstermek üzere;

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}} ; i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (5)$$

formülüyle normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Sonrasında, seçilen kriter ağırlıklandırma yöntemi ile elde edilmiş olan ağırlıklar kullanılarak *ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi*  $v_{ij} = w_j r_{ij}$  ( $\sum w_j = 1$ ) formülüyle oluşturulur. Her bir kriter için pozitif ideal çözümler ve negatif ideal çözümler elde edilir.

Pozitif ideal çözüm;

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} | j \in J), (\min_i v_{ij} | j \in J'), i = 1, 2, 3, \dots, m \right\} = (v_{1*}, v_{2*}, \dots, v_{j*}) \quad (6)$$

olarak kriterin yönüne bağlı olarak en iyi çözümü ifade ederken, negatif ideal çözüm ise;

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} | j \in J), (\max_i v_{ij} | j \in J'), i = 1, 2, 3, \dots, m \right\} = (v_{1-}, v_{2-}, \dots, v_{j-}) \quad (7)$$

olarak kriterin yönüne bağlı olarak en kötü çözümü ifade etmektedir. Burada  $J$  fayda temelindeki kriterler setini,  $J'$  ise maliyet temelindeki kriterler setini ifade etmektedir.  $S_{i*}$  pozitif ideal ayırım,  $S_{i-}$  negatif ideal ayırım olmak üzere; alternatiflerin ideal çözümlere olan uzaklıkları;

$$S_{i*} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{j*})^2} ; i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (8)$$

$$S_{i-} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{j-})^2} ; i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (9)$$

şeklinde Öklid yaklaşımı kullanılarak hesaplanır. Son olarak alternatifleri sıralamada kullanılacak olan ideal çözüm;

$$C_{i*} = \frac{S_{i-}}{S_{i*} + S_{i-}} ; 1 \geq C_{i*} \geq 0 \text{ ve } i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (10)$$

Eşitlik 10 yardımı ile hesaplanmaktadır (Triantaphyllou, 2000: 19-20).

### COPRAS Yöntemi

COPRAS (Complex Proportional Assessment) yöntemi, 1996 yılında Vilnius Gediminas Teknik Üniversitesi araştırmacılarından Zavadskas ve Kaklauskas tarafından “Karmaşık Oransal Değerlendirme” anlamına gelen bir yöntem olarak önerilmiştir (Aksoy vd., 2015: 11). Kriterlerin minimizasyon ve maksimizasyon yönlü oluşlarını dikkate alarak sıralama sonucuna etkilerini ayrı ayrı değerlendirilir (Podvezko, 2011: 138) .



COPRAS yönteminde ilk olarak karar matrisinin oluşturulmasının ardından  $x_{ij}$  karar matrisinin elemanlarını göstermek üzere;

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

formülüyle normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Sonrasında, seçilen kriter ağırlıklandırma yöntemi ile elde edilmiş olan ağırlıklar kullanılarak  $y_{ij} = r_{ij} w_j$  formülüyle *ağırlıklandırılmış karar matrisi* oluşturulur. Ağırlıklandırılmış karar matrisinde daha yüksek değerlerin daha iyi durumu gösterdiği kriterler “ *faydalı kriterler*” ve daha düşük değerlerin daha iyi durumu gösterdiği kriterler “ *faydasız kriterler*” olmak üzere;

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^n y_{+ij} \quad (12)$$

$$S_{-i} = \sum_{j=1}^n y_{-ij} \quad (13)$$

formülleri elde edilir. Buradan hareketle her alternatif için görelî önem değeri ifade eden  $Q_i$  değeri;

$$Q_i = S_{+i} + \frac{S_{-min} \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m (S_{-min}/S_{-i})}; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

Eşitlik 14 yardımı ile elde edilir. En yüksek görelî önem değeri  $Q_{max}$  elde edildikten sonra her bir alternatif için performans indeksi;

$$U_i = \left\lfloor \frac{Q_i}{Q_{max}} \right\rfloor \cdot 100\% \quad (15)$$

şeklinde hesaplanarak sıralama oluşturulur (Chatterjee vd., 2011: 853).

### ARAS Yöntemi

ARAS yöntemi (Additive Ratio Assesment), Turskis ve E. Zavadskas (2010) ile literatüre kazandırılmış bir diğer ÇKKV yöntemidir. Bu yöntem, alternatiflerin değerlendirilmesinde her alternatifin ideal alternatife olan oransal benzerliğini dikkate almaktadır (Dadelo vd., 2012).

Bu yöntemde, ideal pozitif ve ideal negatif çözüme olan görelî mesafeleri göz önünde bulunduran ve mevcut çözümü alternatif çözümlerle karşılaştırarak elde etmeyi temel alan pek çok ÇKKV yönteminden farklı olarak, alternatiflerin fayda fonksiyonu değerleri ile karar problemine araştırmacı tarafından eklenen optimal alternatife ait fayda fonksiyonu değeri karşılaştırılmaktadır (Sliogerience vd., 2013:13).

Yöntemin ilk aşamasında karar matrisinin oluşturulmasının ardından her bir kriter için optimal değer belirlenmesi gerçekleştirilir.  $i=0,1,2,\dots,m$  ve  $j=1,2,\dots,n$   $m$ ; alternatif sayısı ve  $n$ ; kriter sayısı iken,  $x_{ij}$  karar matrisinin elemanlarını göstermek üzere;

$$\text{Fayda kriteri için; } \bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (16)$$

Maliyet kriteri için  $x_{ij}^*$  maliyet yönlü kriterleri göstermek üzere;

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*} \quad (17)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (18)$$

formülleri ile normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Seçilen kriter ağırlıklandırma yöntemi ile elde edilmiş olan ağırlıklar kullanılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi  $\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij}w_j$  şeklinde oluşturulur. Ağırlıklandırılmış normalize değerler kullanılarak;

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}; \quad i = 0,1,2, \dots, m \quad (19)$$

Eşitlik 19 yardımı ile her bir alternatif için optimallik fonksiyonu değeri hesaplanır. Alternatiflerin fayda derecesi, ideal olarak en iyi kriterlerle oluşturulan  $S_0$  ile karşılaştırılarak belirlenir. Her bir alternatif için fayda dereceleri,  $S_i$  ve  $S_0$  Eşitlik 19 yardımı ile elde edilen optimallik kriter değerleri olmak üzere;

$$K_i = S_i/S_0; \quad i = 0,1,2, \dots, m \quad (20)$$

şeklinde sıralamalar gerçekleştirilir. (Zavadskas vd., 2010: 127-128).

### WASPAS Yöntemi

Zavadskas vd.'nin (2012) geliştirdiği WASPAS (The Weighted Aggregated Sum Product Assessment) yöntemi, bilinen WSM (Weighted Sum Model-Ağırlıklı Toplam Modeli) ve WPM (Weighted Product Model-Ağırlıklı Çarpım Modeli) modellerinin tek başına doğruluğuna kıyasla bütünleştirilerek kullanılması sonucu, uygun tercihin belirlenmesinde daha doğru sonuçlara ulaştığından dolayı sıklıkla kullanılmaktadır.

WASPAS yönteminde ilk olarak karar matrisi oluşturulmasının ardından  $x_{ij}$ ;  $m \times n$  boyutlu  $i$ . alternatif  $j$ . kriter için karar matrisinin elemanlarını göstermek üzere;

$$\text{Fayda kriteri için; } \bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad i = 1,2, \dots, m \text{ ve } j = 1,2, \dots, n \quad (21)$$

$$\text{Maliyet kriteri için; } \bar{x}_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (22)$$

formülleriyle normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Daha sonra  $w_j$  seçilen kriter ağırlıklandırma yöntemi sonucunda hesaplanmış olan ağırlıkları ifade etmek üzere;

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} w_j \quad (23)$$

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j}; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (24)$$

formülleri ile ağırlıklı toplam ve ağırlıklı çarpım yöntemleri kullanılarak bütünleştirmede kullanılacak katsayılar bulunur.  $\lambda$  bütünleştirme katsayısı olmak üzere;

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) 0.5 Q_i^{(2)}, \lambda = 0, 0.1, \dots, 1 \quad (25)$$

Eşitlik 25 ile sıralama için kullanılacak  $Q_i$  değerleri elde edilir. En iyi alternatif, en yüksek  $Q_i$  değerine sahip alternatif olacak şekilde belirlenmektedir (Chakraborty ve Zavadskas, 2014).  $\lambda$  değeri 0 olarak alındığında, WASPAS yöntemi WPM yöntemine dönüşürken;  $\lambda$  değeri 1 olarak alındığında WSM yöntemine dönüşmektedir. Bütünleştirme katsayısı eşit ağırlık verilecek şekilde kullanılırsa sıralama doğruluğu ve karar verme sürecindeki etkinlik artırılmış olur (Karabašević vd., 2016).

### MOORA Yöntemi

Brauers ve Zavadskas (2006) ile literatüre kazandırılan MOORA yöntemi (Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis), farklı ve birden fazla kriterli alternatiflerin oransal olarak sıralanması temeline dayanmaktadır. Literatürde çeşitli MOORA yöntemleri mevcuttur. Bu çalışmada MOORA oran metodu yaklaşımı incelenecektir.

MOORA oran yönteminde karar matrisi oluşturulduktan sonra  $x_{ij}$  karar matrisinin elemanlarını göstermek üzere;

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (26)$$

formülüyle normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. MOORA metodunun oran sistemi yaklaşımına göre  $g$  maksimize edilecek kriterleri,  $n$  kriter sayısını ve  $(n - g)$  minimize edilecek kriterleri ifade etmek üzere;

$$y_j^* = \sum_{i=1}^g x_{ij}^* - \sum_{i=g+1}^n x_{ij}^*; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (27)$$

Eşitlik 27 ile elde edilecek  $y_j^*$  değerleri üzerinden nihai sonuçlar hesaplanır. Burada normalize değerler maksimizasyon durumunda eklenirken, minimizasyon durumunda çıkartılmalıdır (Chakraborty, 2011: 1156-1157).

## MABAC Yöntemi

MABAC (Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison) yöntemi, Pamučar ve Ćirović (2015) tarafından ortaya atılmış olup alternatiflerin kriter fonksiyonlarının sınır yakınlık alanına uzaklıklarını dikkate alarak değerlendirme yapmaktadır. Bu yöntemde, bir sınır yakınlık alanı oluşturulur ve her bir alternatif için kriter fonksiyonları yardımıyla uzaklıklar hesaplanarak alternatifler sıralanmaktadır.

Bu yöntemde öncelikle karar matrisinin oluşturulmasının ardından  $x_{ij}$  karar matrisinin elemanları ve  $x^-$  sütunlardaki minimum değerleri,  $x^+$  ise sütunlardaki maksimum değerleri belirtmek üzere;

$$\text{Fayda kriteri için; } t_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-}; \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (28)$$

$$\text{Maliyet kriteri için; } t_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^+}{x_i^- - x_i^+}; \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (29)$$

formülleriyle normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Bu yöntemde de maksimizasyon yönlü kriterler ile minimizasyon yönlü kriterlerin normalizasyon işlemi ayrı olarak gerçekleştirilmektedir. Seçilen kriter ağırlıklandırma yöntemi ile elde edilmiş olan ağırlıklar kullanılarak;  $v_{ij} = w_i t_{ij}^+ + w_i^- t_{ij}^-$  formülüyle ağırlıklandırılmış matris elde edilir;

$$V = [v_{ij}]_{m \times n} \quad (30)$$

Sonrasında,  $m$  alternatif sayısını ifade etmek üzere;

$$g_i = \left( \prod_{j=1}^m v_{ij} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (31)$$

$$G = [g_i]_{1 \times n} \quad (32)$$

her bir kriter için sınır yakınlık değerleri oluşturulur. Oluşturulan her bir değer için sınır yakınlık alanına uzaklığını ifade eden  $q_{ij}$  değerleri;  $Q = V - G = [v_{ij}]_{m \times n} - [g_i]_{1 \times n}$  şeklinde hesaplanır. Sonrasında her bir alternatifin, sınır yakınlık alanında ( $G$ ), üst yakınlık alanında ( $G^+$ ) ya da alt yakınlık alanında ( $G^-$ ) olup olmadığı;

$$A_i \in \begin{cases} G^+ & \text{ise } q_{ij} > 0 \\ G & \text{ise } q_{ij} = 0 \\ G^- & \text{ise } q_{ij} < 0 \end{cases} \quad (33)$$

ifadesiyle saptanır. Bir karar alternatifinin en iyi alternatif olabilmesi için, kriterlere ilişkin değerlerinin çoğunun üst yakınlık alanında ( $G^+$ ) bulunması gerekmektedir. Yöntemin son aşaması olarak, alternatiflerin sıralanması için uzaklık değerleri;

$$S_i = \sum_{j=1}^n q_{ij}; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (34)$$

şeklinde hesaplanmaktadır (Gigović ve Ljubojević, 2017: 509-512).

## COPELAND Yöntemi

Copeland(1951) tarafından önerilen Copeland Yöntemi, alternatifleri üstünlüklerine göre karşılaştırarak sıralama yapma temeline dayanmaktadır. Copeland yönteminin temel adımları aşağıda aktarılmış olup yöntemin teorik detayları için Fishburn (1977), Saari ve Merlin (1996), Klamler (2005) kaynakları incelenebilir.

Copeland yönteminde ilk adımda alternatifler arasında ikili üstünlük karşılaştırmaları yapılmaktadır.  $i$ : satırda yer alan alternatifi,  $j$ : sütunda yer alan alternatifi belirtirken;  $m$ : karar verici sayısı,  $k$ : karar vericinin sıra değeri ve  $r_k(A_i)$   $i$ .alternatifin  $k$ .karar vericiye göre sıra değerini ifade etmek üzere  $i$ . alternatifin  $j$ . alternatifine üstünlüğünü ifade eden  $f_k(i, j)$  değeri;

$$f_k(i, j) = \begin{cases} 1 & r_k(A_i) < r_k(A_j) & \text{ve } i \neq j \\ 0 & r_k(A_i) > r_k(A_j) & \text{ve } i \neq j \\ \text{boş} & r_k(A_i) = r_k(A_j) & \text{veya } i = j \end{cases} \quad (35)$$

şeklinde elde edilir. Böylelikle,  $i$ .satırda yer alan alternatif ile  $j$ .sütunda yer alan alternatifin karşılaştırılması Eşitlik 35 yardımı ile yapılmaktadır. Sonrasında;  $S(i, j)$  satırda yer alan alternatifinin sütunda yer alan alternatife göre her bir karar vericiden elde ettiği toplam oy sayısını göstermek üzere bu değer,

$$S(i, j) = \sum_{k=1}^m f_k \quad \text{ve } i \neq j \quad (36)$$

şeklinde hesaplanır. Her bir alternatifi için elde edilen  $S(i, j)$  değeri kullanılarak galip gelen alternatifler;

$$G(i, j) = \begin{cases} 1 & S(i, j) > (m - S(i, j)) & i \neq j \\ 1/2 & S(i, j) = (m - S(i, j)) & i \neq j \\ -1 & S(i, j) < (m - S(i, j)) & i \neq j \end{cases} \quad (37)$$

Eşitlik 37 yardımı ile oluşturulur ve buradan galibiyet- yenilgi ve beraberlik matrisi elde edilir. Son olarak, her bir alternatif için galibiyet ( $GP_i$ ) ve yenilgi ( $YP_i$ ) puanlarının oluşturulmasının ardından;

$$CP_i = GP_i + YP_i \quad (38)$$

Eşitlik 38 yardımı ile Copeland Puanına ( $CP_i$ ) ulaşılır ve elde edilen puanlara göre sıralamalar oluşturulur (Çakır, 2017: 46-48).

## Ampirik Bulgular

Bu çalışmada Tablo 1 ile verilen kriterler açısından G20 ülkelerinin Covid-19 pandemisi ile mücadele performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Tablo 2 ile verilen karar matrisi üzerinden bahsedilen yöntemler Julia programlama dilindeki (Bezanson vd., 2012) JMcDM paketi (Satman vd., 2021) yardımıyla uygulanmış ve raporlanmıştır. Kullanılan yöntemlerin ortak bir tasarım şablonuyla hazırlanmış olması, sonuçların karşılaştırılabilir şekilde raporlanması, özgür yazılım ilkeleriyle ücretsiz ve kolay erişilebilir olması sebebiyle Julia ve JMcDM yazılımları tercih edilmiştir.

### Kriter Ağırlıklarının CRITIC Yöntemi ile Belirlenmesi

ÇKKV Yöntemleri ile uygulanacak analizlere geçilmeden önce çalışmada kullanılacak kriterlerin ağırlıklandırılması gerekmektedir. ÇKKV süreçlerinde kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde birçok yöntem öne çıkmaktadır. Bunlardan bazıları uzman görüşlerine dayanırken bazıları da veriden otomatik süreçlerle ağırlık belirlenmesine dayanmaktadır. Critic (CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation) yöntemi, kriter ağırlıklarının elde edilme süreci yokken nesnel ve otomatik süreçlerle belirlendiği durumlarda kullanılabilir (Diakoulaki vd., 1995). Bu çalışmada CRITIC yöntemi uygulanarak kriter ağırlıklandırma işlemi gerçekleştirilmiş olup Tablo 3 ile sonuçlar verilmiştir.

Tablo 3

*Kriterlere İlişkin Ağırlıklar*

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
<b>Ağırlıklar</b>	0,1084	0,1004	0,1552	0,1485	0,0832	0,0800	0,0937	0,1185	0,1122

Elde edilen ağırlıklar incelendiğinde en önemli kriterlerin sırasıyla C3, C4, C8 ve C9 olduğu söylenebilir. Daha sonra sırasıyla C1, C2, C7, C5, C6 kriterleri gelmektedir.

### Alternatiflerin TOPSIS, ARAS, COPRAS, WASPAS, MOORA, MABAC ve COPELAND Yöntemleri ile Sıralanması

Kriterlere ilişkin ağırlıkların belirlenmesinin ardından ÇKKV yöntemlerinin uygulanmasına geçilmiştir. TOPSIS, ARAS, COPRAS, WASPAS, MOORA, MABAC yöntemleri için skorlar elde edilerek sıralamalar gerçekleştirilmiştir. Tablo 4 elde edilen bulguları göstermektedir.

TOPSIS yöntemine göre Covid-19 pandemisi ile mücadele performansı açısından en başarılı üç ülke Avustralya, Japonya ve Güney Kore'dir. G20 ülkeleri arasında son üç sırayı paylaşanlar ise Brezilya, ABD ve Arjantin'dir. COPRAS yönteminden elde edilen sonuçlara göre Çin, Avustralya ve Birleşik Krallık ilk üç sırayı paylaşırken son sıralarda ise Hindistan, Meksika ve Güney Afrika yer almaktadır.

Tablo 4

*Alternatiflere İlişkin Sıralamalar*

	TOPSIS	COPRAS	ARAS	WASPAS	MOORA	MABAC
<b>Avustralya</b>	1	2	2	6	2	3
<b>Kanada</b>	7	10	10	9	9	7
<b>Fransa</b>	16	7	7	8	12	10
<b>Almanya</b>	4	5	5	3	4	4
<b>İtalya</b>	9	6	6	5	6	8
<b>Japonya</b>	2	4	3	2	1	1
<b>Güney Kore</b>	3	8	8	7	3	2
<b>Birleşik Krallık</b>	8	3	4	4	7	9
<b>ABD</b>	18	9	9	11	16	17
<b>Arjantin</b>	19	11	11	10	15	11
<b>Brezilya</b>	17	15	14	14	17	16
<b>Çin</b>	6	1	1	1	8	5
<b>Hindistan</b>	11	17	18	18	11	14
<b>Endonezya</b>	10	16	16	17	10	13
<b>Meksika</b>	14	18	17	16	18	18
<b>Rusya</b>	12	13	12	13	13	15
<b>Suudi Arabistan</b>	5	12	13	12	5	6
<b>Güney Afrika</b>	13	19	19	19	19	19
<b>Türkiye</b>	15	14	15	15	14	12

ARAS yönteminde Çin, Avustralya, Japonya olurken son sıralarda Meksika, Hindistan ve Güney Afrika yer almaktadır. WASPAS yönteminde ilk üç sırada Çin, Japonya ve Almanya ve son sıralarda da Endonezya, Hindistan ve Güney Afrika görülmektedir. MOORA yönteminde Japonya, Avustralya, Güney Kore ilk üç sırada olup sıralamanın sonunda yer alan üç ülke ise Brezilya, Meksika ve Güney Afrika'dır. Son olarak MABAC yöntemi ile elde edilen sıralama incelendiğinde ise Japonya, Güney Kore ve Avustralya'nın en iyi performans gösteren ülkeler olduğu ve Amerika, Meksika, Güney Afrika ülkelerinin son sıraları paylaştığı izlenmektedir. Türkiye TOPSIS, ARAS ve WASPAS yöntemlerine göre 15. sırada yer alırken COPRAS ve MOORA yöntemlerine göre 14. ve MABAC yöntemine göre 12. sırada yer almaktadır.

Tablo 4'te görüldüğü gibi farklı yöntemlerle farklı sıralamalar elde edilmiştir. Copeland yöntemi farklı ÇKKV yöntemlerinden elde edilen sıralamaların ikili kıyaslamalarını kullanarak ortak bir sıralama sunabilmektedir. Bu nedenle analizin sonucunda alternatiflerin nihai bir sıralamasını elde etmek için Copeland yöntemi kullanılarak ortak bir sıralama elde edilmiştir. Tablo 5 ile verilen Copeland yöntemi ile elde edilen nihai ortak sıralamaya göre ilk üç sırayı Avustralya, Japonya ve Çin oluştururken son üç sırada Brezilya, Meksika ve Güney Afrika yer almaktadır.

Tablo 5

*Copeland Yöntemi ile Ortak Sıralamalar*

Alternatifler	COPELAND Sıralama Sonuçları	Alternatifler	COPELAND Sıralama Sonuçları
Avustralya	1	Arjantin	11
Japonya	2	ABD	12
Çin	3	Rusya	13
Almanya	4	Türkiye	14
Güney Kore	5	Endonezya	15
Birleşik Krallık	6	Hindistan	16
İtalya	7	Brezilya	17
Kanada	8	Meksika	18
Fransa	9	Güney Afrika	19
Suudi Arabistan	10		

Copeland yöntemi ile elde edilen nihai sıralamanın diğer yöntemlerin sonuçları ile korelasyonlarını göstermek için *Spearman Sıra Korelasyonu* katsayıları hesaplanmış olup elde edilen korelasyon matrisi Tablo 6 ile verilmiştir. TOPSIS, ARAS, COPRAS, WASPAS, MOORA, MABAC yöntemleri ile oluşturulan sıralamaların Copeland yöntemi sonucunda elde edilen nihai ortak sıralama ile korelasyonları Tablo 6'nin son satırından izlenmektedir. Nihai sıralamanın COPRAS, ARAS, WASPAS ve MABAC yöntemleri ile 0,90'ın üzerinde korelasyon gösterdiği gözlemlenmektedir. TOPSIS ve MOORA yöntemlerinin nihai sıralama ile korelasyonları incelendiğinde elde edilen korelasyon katsayılarının sırası ile 0,74 ve 0,87 olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 6

*Yöntemler Arası Korelasyon Matrisi*

	TOPSIS	COPRAS	ARAS	WASPAS	MOORA	MABAC	COPELAND
TOPSIS	<b>1,00</b>						
COPRAS	0,56	<b>1,00</b>					
ARAS	0,55	0,99	<b>1,00</b>				
WASPAS	0,57	0,96	0,97	<b>1,00</b>			
MOORA	0,90	0,72	0,70	0,72	<b>1,00</b>		
MABAC	0,82	0,78	0,77	0,81	0,94	<b>1,00</b>	
COPELAND	<b>0,74</b>	<b>0,95</b>	<b>0,94</b>	<b>0,94</b>	<b>0,87</b>	<b>0,92</b>	<b>1,00</b>

## Sonuç

Covid-19 pandemisinin başlangıcından günümüze kadar geçen sürede dünya üzerindeki bütün ülkeler pandeminin olumsuz sonuçlarından etkilenmiştir. Geçen süre zarfında ülkelerin gelişmişlik düzeyleri, ekonomik altyapıları, sağlık sistemlerinin yapısı gibi kriterler mücadele performanslarını etkilemede belirleyici olmuş olsa da hemen her ülke pandeminin beklenmedik sonuçları ile mücadelede adeta bir sınava tabi tutulmuştur. Bu nedenle pek çok ülke ciddi tedbirler, kısıtlamalar uygulamış ve destek programları sağlamıştır. Bu dönemde özellikle uluslararası işbirliğinin ve bu işbirliğini sağlayan organizasyonların önemi daha da çok ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada uluslararası organizasyonlardan G20 ülkelerinin Covid-19 pandemisi



ile mücadele performanslarının değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu değerlendirmeler için ÇKKV yöntemlerinden yararlanılmıştır.

Mücadele performanslarının değerlendirilmesinde ilk olarak belirlenen kriterlerin ağırlıklarının tespiti için CRITIC yöntemi uygulanmış ve pandemi ile mücadelede en önemli ilk iki kriter “vaka sayısı” (C3) ve “ölüm sayısı” (C4) olarak belirlenmiştir. Bunları “likidite destekleri”(C8) ve “sağlık sektörüne yapılan ek harcamalar” (C9) kriterleri takip etmiştir. Literatür incelendiğinde, Yiğit (2020) vaka sayısı, ölüm sayısı ve ölüm oranı kriterlerine en yüksek ağırlığı verirken, Arsu (2021)’in benzer amaç ile 35 ülkeyi değerlendirdiği çalışmasında ise en önemli kriter GSYH’nin yüzdesi olarak sağlık harcamaları olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda elde edilen sonuçların literatürdeki diğer çalışma sonuçları ile de tutarlı olduğunu söyleyebiliriz.

Analiz sonucunda TOPSIS, ARAS, COPRAS, WASPAS, MOORA, MABAC yöntemleri ile ayrı ayrı sıralamalar elde edilmiştir. Elde edilen sıralamalar tüm yöntemler için belirli bir tutarlılık gösterse de sıralamalar arasında farklılıklar da mevcuttur. Bu durum ÇKKV yöntemleri kullanılarak yapılan analizlerde sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Literatürde genellikle benzer amaçlar için ÇKKV yöntemleri ya da bu yöntemlerin bazı kombinasyonları tercih edilerek sıralamalar yapan çalışmalar yer almaktadır. Az sayıda çalışmada ise nihai sıralama için COPELAND vb. yöntemler tercih edilmiştir. Çalışma bu açıdan da araştırmacılara ortak sıralama yöntemlerinin kullanımına ilişkin bir bakış açısı sunmaktadır.

Araştırmada *ülkelerin sağlık altyapıları* (C1, C2), *Covid-19 güncel istatistikleri* (C3, C4, C5, C6, C7) ve *pandemi döneminde yapılan finansal destekler* (C8, C9) başlıkları altında toplanan 9 kriterler dikkate alınarak yapılan analizde nihai sıralama sonuçlarına göre Covid -19 pandemisi ile mücadele performansında en başarılı ülkeler sırasıyla Avusturalya, Japonya, Çin, Almanya ve Güney Kore olarak bulunmuştur.

Covid-19 pandemisi ile mücadele performansı açısından en başarılı ülke Avusturalya olarak belirlenmiştir. Bir ada ülkesi olmasının da avantajını yaşayan Avusturalya sınırları pandeminin ilk günlerinden neredeyse günümüze kadar geçen sürede yaklaşık iki yıl boyunca kapalı tutmuştur. 2022’nin ilk aylarında sınırlarını açmaya yeni başlayan ülke hakkında, aşı çalışmalarına milyarlarca dolar ayıran iş insanı Bill Gates, Avusturalya’nın başarısını 2022 Münih Güvenlik Konferansındaki konuşmasında, “Her ülke Avusturalya’nın yaptığını yapsaydı, o zaman bir sonraki salgına pandemi denmezdi.” sözleri ile ortaya koymuştur. Gates aynı konuşmasında gelecekte herhangi bir pandemide ülkelerin Avusturalya’nın Covid-19 pandemisi ile mücadeledeki yaklaşımını izleyebileceğini savunmuştur (Sauer, 2022). Özyurda (2021) ise Avusturalya’nın başarısını sınırlarını erken kapatmanın haricinde önemli kapanma önlemleri almasına, federal hükümetten finansal destek sağlanmasına ve önlemlerin yüksek para cezaları ve hapis ile uygulanmasına ve aynı zamanda bir ada ülkesi olmasına bağlı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Nihai sıralama sonuçlarına

göre ikinci sırada yer alan Japonya ise salgının çıkış noktasına coğrafi yakınlığına nedeniyle pandeminin ilk evrelerinde önemli sayıda enfekte vakanın ülkeye girişi ile karşı karşıya kalmıştır. Bu duruma rağmen ülkede sağlık sisteminde sistematik bir bozulma olmadan salgınla mücadele süreci yönetilmiştir. Bu başarının nedenleri ülke genelinde salgın öncesinde de var olan genel hijyen uygulamaları, tokalaşmama ya da sınırlı kucaklaşma gibi geleneklerin varlığı, obezite ve bazı diğer risk faktörlerinin yüksek oranda yaygın olmaması gibi nedenler sayılabilir (Inoue, 2020:131). Macar ve Asal (2020:234) Covid-19 pandemisi ile mücadelede G20 ülkeleri arasında Almanya, Güney Kore ve salgının çıkış noktası olan Çin gibi ülkelerin başarılarını güçlü sosyal güvenlik sistemleri ve başarılı uygulamalarına bağlamaktadır. Benzer şekilde bu çalışma sonucunda da güçlü sosyal güvenlik altyapıları ile ön plana çıkan bu ülkeler ilk sıralarda yer almaktadır.

Türkiye nihai ortak sıralamada 14. sırada yer almaktadır. Yöntemler sonucu elde edilen sıralamalar ayrı ayrı değerlendirildiğinde en yüksek MABAC yöntemi ile yapılan sıralamada 12. sırada en düşük olarak ise TOPSIS, ARAS, WASPAS yöntemleri ile yapılan sıralamalarda, 15. sırada yer almaktadır.

Covid-19 pandemisi ile mücadelede en başarısız olan G20 ülkeleri ise Brezilya, Meksika ve Güney Afrika olarak tespit edilmiştir. Genel olarak gelişmekte olan ekonomilerin listenin son sıralarında yer aldığı gözlemlenmektedir.

Sonuç olarak elde edilen sıralamada başarılı bulunan ülkelerin mücadele yöntemleri ileride diğer ülkelerin izleyeceği süreçler açısından yol gösterici olabilir. Bu açıdan araştırma sonucunda en başarılı bulunan ülkelerin yöntemleri benimsenebilir. Aynı zamanda bu çalışma pandemi ile mücadele etkili olan kriterleri de ortaya koymakta olup finansal veriler, güncel istatistikler, ülkelerin sağlık altyapıları ve aşılama oranlarını da modele dâhil eden kapsamlı bir analiz sunması açısından da literatüre katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada da her çalışmada olduğu gibi bazı kısıtlılıklar söz konusudur. Sonuçlar kullanılan veri ve kullanılan yöntemlere göre elde edilen sıralamaları göstermektedir. Söz konusu sıralamaların farklı yöntemler ve kriterler kullanıldığında değişebilmesi mümkündür. Bu nedenle ilerleyen çalışmalarda daha fazla yöntem ve kriter analize dâhil edilerek nihai ortak sıralama yeniden elde edilebilir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

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

**Yazar Katkısı:** Çalışma Konsepti/Tasarımı: S.K.G., M.H.S., G.K.; Veri Toplama: S.K.G., M.H.S., G.K.; Veri Analizi / Yorumlama: S.K.G., M.H.S.; Yazı Taslağı: S.K.G., G.K.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi: S.K.G., M.H.S.; Son Onay ve Sorumluluk: S.K.G., M.H.S., G.K.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

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

**Author Contributions:** Conception/Design of study: S.K.G., M.H.S., G.K.; Data Acquisition: S.K.G., M.H.S., G.K.; Data Analysis/ Interpretation: S.K.G., M.H.S.; Drafting Manuscript: S.K.G., G.K.; Critical Revision of Manuscript: S.K.G., M.H.S.; Final Approval and Accountability: S.K.G., M.H.S., G.K.

## Kaynakça/References

- Aksoy, E., Ömürbek, N. ve Karaatlı, M. (2015). AHP temelli MULTİMOORA ve COPRAS yöntemi ile Türkiye Kömür İşletmeleri'nin performans değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(4): 1-28.
- Arslan, R. ve Bircan, H. (2020). Çok kriterli karar verme teknikleriyle elde edilen sonuçların Copeland yöntemiyle birleştirilmesi ve karşılaştırılması. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(1): 109-127.
- Arsu, T. (2021). Ülkelerin Covid-19 pandemisine karşı mücadelesinin çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Akademik İzdüşüm Dergisi*, 6(1): 128-140.
- Aydın, K. ve Sönmüş, A. (2021). Türkiye'de ve G-20 ülkelerinde Covid-19 sürecinde devletlerin politikaları. *Al Farabi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(1): 90-95.
- Barua, B., & Barua, S. (2021). COVID-19 implications for banks: evidence from an emerging economy. *SN Business & Economics*, 1(1): 1-28.
- Belton, V., & Stewart, T. J. (2002). *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Springer Science & Business Media.
- Bezanson, J., Edelman, A., Karpinski, S., & Shah, V. B. (2017). Julia: A fresh approach to numerical computing. *SIAM Review*, 59(1), 65-98. <https://doi.org/10.1137/141000671>
- Berensmann, K., Shimeles, A., & Ndung'u, N. (2020). *Covid-19 crisis: How should the G20 support heavily indebted low-income countries?*. T20 Policy Briefing Paper of Task Force, 8.
- Boyacı, A. Ç. (2021). Which OECD countries are advantageous in fight against Covid-19?. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 37(1): 137-148.
- Brauers, W. M., & Zavadskas, E. K. (2006). The MOORA method and its application to privatization in a transition Economy. *Control and Cybernetics*, 35(2): 445-469.
- Chakraborty, S. (2011). Applications of the MOORA method for decision making in manufacturing environment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 54: 1155-1166.
- Chakraborty, S., & Zavadskas, E. K. (2014). Applications of WASPAS method in manufacturing decision making. *Informatica*, 25(1): 1-20.
- Chakraborty, I., & Maity, P. (2020). Covid-19 outbreak: Migration, effects on society, global environment and prevention. *The Science of the total environment*, 728, 138882. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138882>

- Chatterjee, P., Athawale, V. M., & Chakraborty, S. (2011). Materials selection using complex proportional assessment and evaluation of mixed data methods. *Materials and Design*, 32(2): 851-860.
- Çakır, E. (2017). Kriter ağırlıklarının SWARA – Copeland yöntemi ile belirlenmesi: Bir üretim işletmesinde uygulama. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(1): 42-56.
- Copeland, A. (1951). *A reasonable social welfare function*. Seminar on Applications of Mathematics to Social Sciences, University of Michigan, Ann Arbor.
- Dadelo, S., Turskis, Z., Zavadskas, E., & Dadelienė, R. (2012). Multiple criteria assessment of elite security personnel on the basis of ARAS and expert methods. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 46(4): 65-88.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The Critic method. *Computers & Operations Research*, 22(7): 763-770.
- Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ). (2022). Global Health Workforce Statistics. [Available online at: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/health-workforce> ], Retrieved on February 11, 2022.
- Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ). (2022). COVID-19 Weekly Epidemiological Update. pp. 1-14. [Available online at: <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19---1-march-2022> ], Retrieved on March 8, 2022
- Fishburn, P.C. (1977). Condorcet social choice functions. *SIAM Journal of Applied Mathematics*, 33(3): 469-489.
- Gigović, L., Božanić, D., & Ljubojević, S. (2017). Application of the GIS-DANP-MABAC multi-criteria model for selecting the location of wind farms: A case study of Vojvodina, Serbia. *Renewable Energy*, 103: 501-521.
- G20. (2022). About the G20. [Available online at: <https://g20.org/about-the-g20/> ], Retrieved on March 25, 2022.
- Hezer, S., Gelmez, E. ve Özceylan, E. (2021). Comparative analysis of TOPSIS, VIKOR and COPRAS methods for the COVID-19 Regional Safety Assessment. *Journal of Infection and Public Health*, 14(6): 775-786.
- Hwang, C.L., & Yoon, K. (1981). *Methods for multiple attribute decision making*. In: *Multiple attribute decision making*. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, vol 186. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3)
- IMF. (2021). Fiscal Monitor Database of Country Fiscal Measures in Response to the COVID-19 Pandemic. [Available online at: <https://www.imf.org/en/Topics/imf-and-covid19/Fiscal-Policies-Database-in-Response-to-COVID-19>], Retrieved on February 11, 2022.
- Inoue, H. (2020). Japanese strategy to Covid-19: How does it work?. *Global Health & Medicine*, 2(2): 131-132.
- İşlek, E., Özatkan, Y., Uslu, M. K. B., Arı, H. O., Çelik, H. ve Yıldırım, H. H. (2021). Türkiye’de COVID-19 pandemisi yönetimi ve sağlık politikası stratejileri. *Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı Dergisi*, 4(2): 54-65.
- Jahan, A., Mustapha, F., Sapuan, S. M., Ismail, M. Y., & Bahraminasab, M. (2012). A Framework for Weighting of Criteria in Ranking Stage of Material Selection Process. *Int. J. Adv. Manufacturing Technology*, 58: 411-420.

- Karabašević, D., Stanujkić, D., Urošević, S., & Maksimović, M. (2016). An approach to personnel selection based on SWARA and WASPAS methods. *Journal of Economics, Management and Informatics*, 7(1): 1-11.
- Klamler, C. (2005). The Copeland rule and Condorcet's principle. *Economic Theory*, 25(3): 745–749.
- Macar, O. D. ve Asal, U. Y. (2020). Covid-19 ile uluslararası ilişkileri yeniden düşünmek: Tarih, ekonomi ve siyaset ekseninde bir değerlendirme. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Bahar (Covid19-Özel Ek), 222-239.
- McKibbin, W., & Vines, D. (2020). Global macroeconomic cooperation in response to the COVID-19 pandemic: a roadmap for the G20 and the IMF. *Oxford Review of Economic Policy*, 36(S1), S297–S337. graa032. <https://doi.org/10.1093/oxrep/graa032>.
- Neogi, D. (2021). Performance appraisal of select nations in mitigation of COVID-19 pandemic using entropy based TOPSIS method. *Ciência & saude coletiva*, 26: 1419-1428.
- OECD. (2019). Health at a glance 2019: OECD indicators, OECD Publishing, Paris. [Available online at: [https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-2019\\_4dd50c09-en](https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-2019_4dd50c09-en)], Retrieved on March 2, 2022.
- OECD. (2020). Health at a glance: Europe 2020: State of health in the EU cycle, OECD Publishing, Paris. [Available online at: [https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-europe-2020\\_82129230-en](https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-europe-2020_82129230-en) ], Retrieved on March 20, 2022.
- Our World in Data. (2022). Coronavirus pandemic (COVID-19). [Available online at: <https://ourworldindata.org/covid-deaths>], Retrieved on February 11, 2022.
- Özyurda, F. (2021). COVID-19 pandemisinde Avustralya sağlık sistemi. *Toplum ve Hekim*, 36(6): 412-423.
- Pamučar, D., & Ćirović, G. (2015). The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC). *Expert Systems with Applications*, 42(6): 3016-3028.
- Saari, D.G., & Merlin, V.R. (1996). The Copeland method. *Economic Theory*, 8(1): 51-76.
- Satman, M. H., Yıldırım, B. F., & Kuruca, E. (2021). JMCDM: A Julia package for multiple-criteria decision-making tools. *Journal of Open Source Software*, 6(65): 3430.
- Sauer, M. (2022). Bill Gates: 'If every country does what Australia did,' the world could prevent the next pandemic. CNBC. [Available online at: <https://www.cnn.com/2022/02/24/bill-gates-australia-covid-blueprint-could-help-prevent-next-pandemic.html>], Retrieved on April 2, 2022.
- Sel, A. (2021). Covid 19 pandemisinde sağlık sistemi gelişmelerinin etkinliğinin ölçülmesi: G-20 üzerine bir inceleme. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. Cilt 10, Sayı 2, s. 181-202.
- Seyhan, N. ve Seyhan, B. (2021). COVID-19 salgın sürecinde AB ülkelerindeki yaşam kalitesinin çok kriterli karar verme ile değerlendirilmesi. *Journal of Social Research and Behavioral Sciences*, 7(13), s. 158-180.
- Selamzade, F. ve Özdemir, Y. (2020). COVID-19'a karşı OECD ülkelerinin etkinliğinin VZA ile değerlendirilmesi. *Turkish Studies*, 15(4), 977-991. <https://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.43718>
- Sliogeriene, J., Turskis, Z., & Streimikiene, D. (2013). Analysis and choice of energy generation technologies: The multiple criteria assessment on the case study of Lithuania. *Energy Procedia*, 32: 11-20.

- Triantaphyllou, E. (2000). *Multi-Criteria Decision Making Methods: A comparative Study*. Boston: Springer.
- Turan, G. (2018). Çok Kriterli Karar Verme, (Ed.: Yıldırım, F.B. ve Önder E.) *İşletmeciler, Mühendisler ve Yöneticiler için Operasyonel, Yöneltil ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (3. Baskı)*, (s.15-20). Bursa, Dora Yayıncılık.
- Turskis, Z., & Zavadskas, E. K. (2010). A new additive ratio assesment (ARAS) method in multi-criteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy*, (2): 159-172.
- Vinodhini, G. A. F. (2020). Country ranking of COVID 19 using MCDM methods. *Journal of Critical Reviews*, 7(5): 1333-1338.
- Worldometers. (2022). Covid-19 coronavirus pandemic. [Available online at: <https://www.worldometers.info/coronavirus/> ], Retrieved on February 11, 2022.
- Yiğit, A. (2020). The performance of OECD countries in combating with Covid 19 pandemics: A cross-sectional study. *Journal of Current Researches on Social Sciences*, 10(2): 399-416.
- Zardari, N. H., Ahmed, K., Shirazi, S. M., & Yusop, Z. B. (2014). *Weighting methods and their effects on multi-criteria decision making model outcomes in water resources management*. Springer.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Vilutiene, T. (2010). Multiple criteria analysis of foundation instalment alternatives by applying Additive Ratio Assessment (ARAS) method. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 10(3): 123-141.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Antucheviciene, J., & Zakarevicius, A. (2012). Optimization of weighted aggregated sum product assesment. *Elektronika Ir Elektrotechnika*, 122(6): 3-6.



## Hybrid Approaches in Financial Time Series Forecasting: A Stock Market Application

### Finansal Zaman Serileri Tahmininde Hibrit Yaklaşımlar: Bir Hisse Senedi Piyasası Uygulaması

Canberk Bulut\* , Burcu Hüdaverdi\*\* 

#### Abstract

The hybrid approach in time series forecasting is one of the key methodologies in selecting the most accurate model when compared to the single models. Applications of machine learning algorithms in hybrid modeling for stock market forecasting have been developing rapidly. In this paper, we propose hybrid modeling through machine learning approach for four stock market data; two from the developed stock markets (NASDAQ and DAX) and the other two from the emerging stock markets (NSE and BIST). A stock market is known with its volatile structure and has an unstable nature, so we propose several combinations for the hybrid models considering volatility to reach the most accurate time series forecasting model. In hybrid modeling, first ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) models combined with GARCH models (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) are used for modeling of time series, then intelligent models such as SVM (support vector machine) and LSTM (Long-Short term memory) are used for nonlinear modeling of error series. We also compare their performances with single models. The proposed hybrid methodology markedly improves the prediction performances of time series models by combining several models which reflect the time series data characteristics best.

#### Keywords

Hybrid Time Series, Machine Learning, ARIMA, GARCH, SVM, LSTM, Stock Market

#### Öz

Zaman serisi tahmininde hibrit yaklaşım, tekli modellerle karşılaştırıldığında en doğru modeli seçmede anahtar metodolojilerden biridir. Hisse senedi piyasası tahmini için hibrit modellemede makine öğrenmesi algoritmalarının uygulanması hızla gelişmektedir. Bu çalışmada, ikisi gelişmiş hisse senedi piyasasından (NASDAQ ve DAX) ve diğer ikisi yükselen hisse senedi piyasasından (NSE ve BIST) olmak üzere dört hisse senedi verisi için makine öğrenimi yaklaşımıyla hibrit modellemesi uygulanmıştır. Bir hisse senedi piyasası, değişken yapısıyla bilinir ve istikrarsız bir yapıya sahiptir, bu nedenle, bu çalışmada, en doğru zaman serisi tahmin modeline ulaşmak için oynaklığı dikkate alan çeşitli hibrit modeller önerilmektedir. Hibrit modellemede, öncelikle GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic) ile birleştirilen ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) modelleri zaman serilerinin modellemesinde, ardından SVM (support vector machine) ve LSTM (Long-Short term memory) gibi zeki modeller hata serilerinin doğrusal olmayan modellemesinde kullanılmaktadır. Ayrıca, hibrit modellerin performansları mevcut metodolojiler kullanılarak tekli modeller ile karşılaştırılmaktadır. Önerilen hibrit metodoloji, zaman serisi verisinin özelliklerini en iyi yansıtan birkaç modeli birleştirerek tahmin performanslarını önemli ölçüde iyileştirmektedir.

#### Anahtar Kelimeler

Hibrit Yaklaşımlar, Makine Öğrenimi, ARIMA, GARCH, SVM, LSTM, Hisse Senedi Piyasası

\* Canberk Bulut (Ph.D. Student), Dokuz Eylül University, Faculty of Sciences, Department of Statistics, Buca, İzmir, Türkiye. E-mail: canberk.bulut@ogr.deu.edu.tr ORCID: 0000-0001-8203-4770

\*\* Corresponding author: Burcu Hüdaverdi (Prof. Dr.), Dokuz Eylül University, Faculty of Sciences, Department of Statistics, Buca, İzmir, Türkiye. E-mail: burcu.hudaverdi@deu.edu.tr ORCID: 0000-0002-6939-9668

To cite this article: Bulut, C., & Hudaverdi, B. (2022). Hybrid approaches in financial time series forecasting: A stock market application. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 37, 53-68. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.37.1108411>





## Introduction

Time series forecasting is one of the main tasks in many areas, especially finance, economics, logistics, supply chain, etc. It is generally hard to predict financial time series data due to the unpredictable changes in the economy. Market volatility in recent years has caused serious problems for time series forecasting. Therefore, in this study, we have two main tasks: improving forecasting accuracy and model selection. We investigate which time series forecasting methods have the best predictions concerning lower forecast errors.

One of the most used methods in time series forecasting is the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) where Autoregressive (AR) and Moving Average (MA) models are combined. See also, Box and Jenkins methodology (Box, Jenkins, Reinsel, & Ljung, 2015; Zhang, 2003). Moreover, a financial market is a complex, evolutionary, and high volatile system (Chiang, Urban, & Bailridge, 1996), and as a result of this, a financial time series is noisy and non-stationary ( Yaser, & Atiya, 1996). This means forecasting of financial time series is challenging. Also, in order to model the volatility, Engle (1992) suggested the ARCH (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) and also Bollerslev (1986) introduced GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) models.

Machine learning methods have introduced new approaches in time series modelling. Especially, deep-learning based algorithms can define and model non-linear or more complex time-series data.

An artificial neural network (ANN) is a type of machine learning algorithm and widely applied in various fields since it has fewer assumptions and restrictions compared to many conventional statistical methods. ANNs are able to approximate the nonlinearities in the data. Zhang et al. (1998) presented a state-of-the-art survey of ANN applications in forecasting. Generally, ANN is a single hidden layer feedforward network for time series modelling and forecasting. Recurrent neural networks (RNNs) can also be used to learn temporal patterns, so they can model effective sequential data and can be used in time series analyses. As a special type of RNN, recently, the Long-Short term memory (LSTM) method which is a deep-learning based forecasting algorithm has gained interest since generally it has good accuracy and precision in forecasting. Maknickiene and Maknickas (2012) used LSTM to improve prediction performance over feedforward neural networks for financial time series. Chen et al. (2015) presented that LSTM has better performance for predicting returns in Chinese stock market when compared to the random prediction method. With LSTM, there is no need to identify a model for forecasting.

Another method mostly used is called support vector machine (SVM) method which was developed by Vapnik (1995). SVMs are used for pattern recognition problems (Scholkopf, Burges, & Vapnik, 1995). Recently, SVMs have been developed



to solve nonlinear regression estimation problems, and they generally have a good performance (Muller, Smola, & Scholkopf, 1997). Kim (2003) used SVM in financial time series forecasting. In financial applications, SVM is preferable since the method uses risk function consisting of empirical error and regularized term which is based on the structural risk minimization principle. However, in modelling both nonlinear and linear patterns for time series data, these methods may not be sufficient alone.

In this study, hybrid systems combining linear and nonlinear structures of the time series data are used to improve the forecast accuracy of the model. The hybrid approach employs residual-modeling in order to increase the model performance. (Zhang, 2003; Panigrahi, & Behera,2017). Domingos et al. (2019) used a hybrid approach using ARIMA with Multi-Layer Perceptron (MLP) and Support Vector Regression (SVR) for time series forecasting. Zhang (2003) also used ARIMA with neural network models for time series forecasting. Kim and Won (2018) presented a hybrid LSTM model to forecast the stock price. In our hybrid modelling, we consider the time series data composed of linear autocorrelation and nonlinear component. First, we use ARIMA or ARIMA-GARCH models for modeling first component, so the residuals obtained from this model represent the nonlinear structure of the time series data. Second, we use LSTM or SVM for residual modelling in order to detect the nonlinear time-series structure of the data. The hybrid models have advantages because both linear and nonlinear parts of the time-series data are modelled separately by using various models, and then the models are combined to improve the forecasting performance. Several combinations of the forecasting models through the hybrid approach are used to reach the most accurate forecasting result.

The study is organized as follows. In Section 2, the methods used in time series forecasting are given. The hybrid methodology is also given in this section. The stock market analysis and comparisons of the methods are given in Section 3. And Section 4 is devoted to the conclusion.

## Time Series Forecasting Models

### ARIMA

The autoregressive integrated moving averages (ARIMA) model combines the autoregressive model (AR) and the moving averages model (MA) for stationarized time series. This means that the stationary time series is modelled by a linear function of the past observations and the random errors.

The AR part of the model at the p level can be simply expressed as:

$$x_t = c + \sum_{i=1}^p \varphi_i x_{t-i} + \epsilon_t, \quad (1)$$

where  $x_t$  is the stationary variable,  $c$  is constant,  $\phi_i, i=1,2,\dots,p$  are autocorrelation coefficients in lags and residuals  $\epsilon_t$  are the Gaussian white noise series.

MA part of the model at the  $q$  level can be simply expressed as:

$$x_t = \mu + \sum_{i=0}^q \theta_i \epsilon_{t-i} , \tag{2}$$

where  $\mu$  is the expectation of  $x_t$  (usually considered equal to 0),  $\theta_i, i=1,2,\dots,q$  is the weight given to the past and present values in the stochastic period in the time series, and  $\theta_0=1$ .  $\epsilon_t$  is assumed as a Gaussian white noise series. We can combine these two models as follows:

$$x_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i x_{t-i} + \epsilon_t + \sum_{i=0}^q \theta_i \epsilon_{t-i} , \tag{3}$$

where  $\phi_i \neq 0, \theta_i \neq 0$ , and  $\sigma_\epsilon^2 > 0$ . The parameters  $p$  and  $q$  are the orders of AR and MA, respectively. ARIMA methodology is also known as Box and Jenkins (1970) methodology. Box and Jenkins (1970) presented a useful approach for the ARIMA models. This method is also successful when dealing with non-stationary time series because it is “integrated”. The “integrated” component actually includes the operation of taking the difference, which makes the non-stationary time series stationary. The general form of the ARIMA method in terms of machine learning approach is given by Sima et al. (2018).

### GARCH

A GARCH model which has an additional value of conditional variance by restricting the parameters is used to forecast time series volatilities. The negative correlation between future return and volatility is not considered by a GARCH model. The GARCH (1, 1) model is given as in Eq. (7),

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 , \tag{7}$$

By Eq. (7), we obtain Eq. (8) :

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 , \tag{8}$$

The EGARCH is modelled by Nelson (1991). This model also does not require all coefficients of the distribution equation to be negative. Also, this model may include the leverage effect, which reflects the asymmetric effects of negative and positive effects of the same magnitude. We can define the EGARCH model as below:

$$r_t = X_t M + \epsilon_t \tag{9}$$

$$\ln\sigma_t^2 = \alpha'_0 + \beta \ln\sigma_{t-1}^2 + \omega \left( \frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right) + \gamma \left| \frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right|, \quad (10)$$

where  $r_t$  in Eq. (9) is the linear combination of independent variable  $X$ , parameter  $M$  and error term  $\epsilon_t$ . Here, the conditional variance is always positive even the parameter estimation is negative. The parameter  $\omega$  measures the leverage effect. So, for  $\frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} < 0$ ,  $\gamma - \omega$  is obtained, and for  $\frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} > 0$ ,  $\gamma + \omega$ , is obtained, that is reflected asymmetrically. (Kim & Won, 2018)

## LSTM

LSTM is a special type of Recursive Neural Network (RNN) with additional features for memorizing the data string. As a gradient-based method, LSTM has been first introduced by Hochreiter and Schmidhuber (1997). Each LSTM consists of a set of cells or system modules where data are captured and stored. The basic concept of LSTM contains cell states and gates. The cell state provides a communication line and network memory which carries meaningful information across cells for predictions. This information which the cell state carries is determined through the gates.

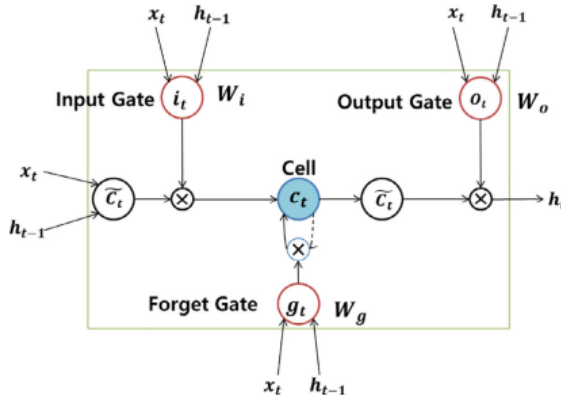


Figure 1. An LSTM flow.

In Figure 1, an LSTM flow is given. An LSTM cell is composed of memory cell ( $C_t$ ), input gate ( $i_t$ ), forget gate ( $g_t$ ) and output gate ( $o_t$ ). For a given time  $t$ ,  $x_t$  is the input,  $h_t$  is the hidden state, and  $\tilde{c}_t$  determines how much new information is received in the cell state. These elements are obtained as Eq.11-16 given below:

$$g_t = \sigma(U_g x_t + W_g h_{t-1} + b_f) \quad (11)$$

$$i_t = \sigma(U_i x_t + W_i h_{t-1} + b_i) \quad (12)$$

$$\tilde{c}_t = \tanh(U_c x_t + W_c h_{t-1} + b_c) \quad (13)$$

$$c_t = g_t \times c_{t-1} + i_t \times \tilde{c}_t \quad (14)$$

$$o_t = \sigma(U_o x_t + W_o h_{t-1} + b_o) \tag{15}$$

$$h_t = o_t \times \tanh(c_t) \tag{16}$$

In these equations,  $U$  and  $W$  are weight matrixes,  $b$  is a bias term, and  $\sigma(\cdot)$  is a sigmoid function. See also, Kim, & Won (2018).

Forget Gate decides which information is necessary or to be ignored. The information from the input and the information from the hidden state  $h_{t-1}$  are passed through the sigmoid function. The sigmoid function produces values between 0 and 1. It is decided whether it is necessary according to the closeness of these generated values to 0 and 1.

Input Gate decides which of the new incoming data will be stored. First, a sigmoid layer which is called as input gate layer chooses which data to change/update. The tanh layer then constructs a vector of new candidate values that could be added to this state.

Output Gate determines the value of the next hidden state. This hidden state contains information from previous entries. The current state and the previous latent state pass through the sigmoid function. The new cell state passes through the tanh function. These two outputs are multiplied by each other. Based on the final value, the network decides what value the hidden state ( $h_t$ ) will take. This hidden state is used for prediction.

### SVM

The support vector machine is an extension of the support vector classifier resulting from extending the feature function in a certain way using Kernel functions. The main idea of the SVM method is to map the original vectors to a higher space and look for a separator hyperplane with a maximum margin in this space. Moreover, two parallel hyperplanes are obtained on either side of the hyperplane that divides it into classes. The separating hyperplane will be the main hyperplane where the distance is maximized between two parallel hyperplanes. For the linearly separable case, we can use following equations:

$$y = w_0 + w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3, \tag{17}$$

where  $y$  is the output,  $x_i$ s are attributes, and  $w_i$ s are weights. In Equation 17, the hyperplane is determined by weights. The maximum margin hyperplane is given as:

$$y = b + \sum \alpha_i y_i x(i) \cdot x, \tag{18}$$

where  $y_i$  can be determined as the  $x(i)$  class value, “ $\cdot$ ” represents the dot product.  $x$ -vector is determined as a test example and  $x(i)$ -vectors represent the support vectors.  $\alpha_i$  and  $b$  both determine a hyperplane given in Equation 19.

Then, SVM builds a linear model to implement nonlinear classes by converting inputs to high-dimensional feature space. For the high-dimensional case, Equation 18 can be re-obtained as

$$y = b + \sum \alpha_i y_i K(x(i)x) , \quad (19)$$

where  $K(x(i)x)$  is the Kernel function. There are different kernels that generate inputs for construction of machines with different types of nonlinear decision surfaces. Choosing the model from different kernels can minimize the estimation error of the models.

### The Hybrid Methodology

All the models mentioned in Section 2 are successful in linear and nonlinear domains. However, none alone works best for all situations. ARIMA or ARIMA-GARCH models may be more suitable for linear problems. On the other hand, LSTM and SVM models can yield complex results for linear problems, moreover, the performance of these models may depend on sample size and noise level. See, Markham and Rakes (1998). Also, ARIMA models may not be adequate to explain nonlinear data structure. Since it is really hard to know the characteristics of the time series structure of a real data, hybrid approaches can be used by combining several methodology to obtain a better predicted model. The hybrid models that combine linear and nonlinear time series models have improved the performances in terms of accuracy in various applicational fields. The proposed hybrid methodology is based on some previous literature. See, Zhang (2003), Kashei and Bijari (2010), Kashei and Bijari (2011), Bildirici and Ersin (2009), Pérez –cruz et al. (2003) and Kim, & Won (2018),etc.

A time series may be a combination of both linear and nonlinear model such as

$$y_t = L_t + N_t , \quad (20)$$

where  $L_t$  is a linear component and  $N_t$  is a nonlinear component. These two components are predicted from the data. First, the linear component is predicted from ARIMA or ARIMA-GARCH models. Then the residuals  $e_t$  are obtained as

$$e_t = y_t - \hat{L} , \quad (21)$$

where  $\hat{L}$  is the prediction for time  $t$ . These residuals contain nonlinear dependence structure of the data. So,  $e_t$  values are used to model nonlinear structure with the machine learning algorithms like LSTM, SVM such as

$$e_t = f(e_{t-1}, e_{t-2}, \dots, e_{t-n}) + \epsilon_t , \quad (22)$$

where  $f$  is a nonlinear function part evaluated by the LSTM or SVM and  $\epsilon_t$  is defined as the random error.  $\widehat{N}_t$  is predicted from (20), the forecast is obtained as

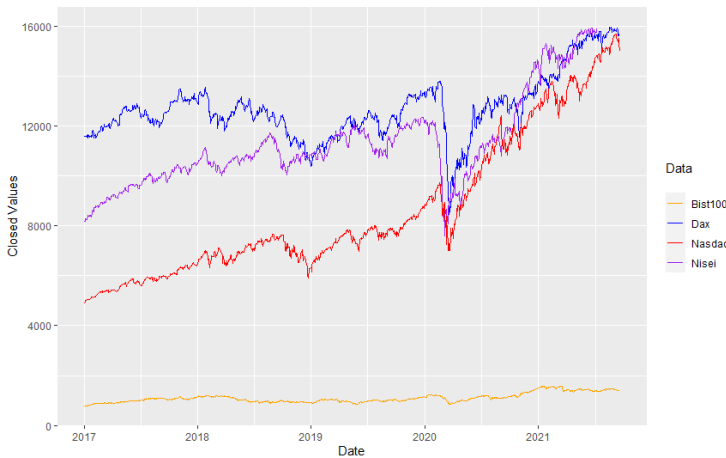
$$\widehat{y}_t = \widehat{L}_t + \widehat{N}_t, \tag{23}$$

In brief, there are two steps to achieve the proposed hybrid methodology. The first step, ARIMA or ARIMA-EGARCH models are used for constructing the relationship by processing historical data. The second step, the residuals that are obtained from ARIMA or ARIMA-EGARCH models are used for nonlinear pattern recognition by developing LSTM or SVM models. So, linear and nonlinear parts are modelled separately with different time series models, and then they can be combined to obtain more accurate forecast values.

## Empirical Results

### Datasets

As an empirical study, the daily closing values of the NASDAQ (USA), DAX (Germany), NSE (India), and BIST100 (Turkey) stock market indices between January 1, 2017 and October 18, 2021 are used. Some significant economic developments in the United States or Germany which have the largest economies in the world affect the emerging economies. The main purpose in the selection of these datasets are to compare time series forecasting models between world’s leading financial markets and emerging markets. We investigate whether these models can differ from each other or not in terms of time series characteristics. Time series plots of daily closing values of the NASDAQ (USA), DAX (Germany), NSE (India), and BIST100 (Turkey) stock market indices are given in Figure 2.



**Figure 2.** Time series plots of daily closing values of the NASDAQ (USA), DAX (Germany), NSE (India), and BIST100 (Turkey) stock market indices

In this application, it is aimed to select the most adequate model for the estimation of stock market index values. In the datasets, we work on log-return values of the data. We investigate the forecasting results of the comparative models, in terms of the performance accuracy measures. These models are ARIMA, EGARCH, LSTM, and SVM as single models and ARIMA-SVM, ARIMA-EGARCH-SVM, ARIMA-EGARCH-LSTM and ARIMA-LSTM as hybrid models. For the first step of constructing hybrid models, in ARIMA-EGARCH modelling, several models are obtained, but all the stock data are fitted with ARIMA(1,1,1) and EGARCH(1,1) for better results. In model selection part, we use the most commonly preferred and highly celebrated criterion, the Akaike's Information Criterion (AIC), and also we consider the significant parameter estimates. We investigate the significance of the parameter estimates of the identified model, then the lowest AIC in model selection. The GARCH (1, 1) model is particularly easy to handle and superior to other financial time-series models ( Bollerslev, 1987).

As a second step, LSTM and SVM are applied. For the forecasting performances of these models, each data is split into two parts called test data and training data. The training data is used for the development of the model and the test part is used to evaluate the predicted model. We split the dataset 70 % train and 30 % test. The train dataset started on January 1, 2017, and the test dataset started on May 5, 2020. The test size and train size are 362 rows and 845 rows respectively for the four log-return data set. The models are trained on the training data set, and then the model performances are given based on the test dataset.

For LSTM, we obtain the results for Epoch=25, batch size=1 and Units=100 by using "Adam" for optimization. For SVM, we apply different types of kernels and obtain the best result for radial kernel function and regularization parameter C=1.

We compare model performances by some forecasting accuracy measures such as Mean Square Error (MSE), Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) which are given in Table 1. Hyndman (2006) investigated the forecast accuracy metrics and compared these metrics for univariate time series forecasts. Model selection is based on the criterion that the evaluation metrics with the lowest values give the best forecasting models. We choose the forecasting models according to these accuracy metrics for which the model is selected the most.

Table 1

Accuracy Metrics

MSE	$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \hat{x}_i)^2$
RMSE	$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \hat{x}_i)^2}$
MAE	$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{ x_i - \hat{x}_i }{ x_i }$
MAPE	$\frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \frac{ x_i - \hat{x}_i }{ x_i }$

For the developed markets, we give the forecasting accuracy measures for NASDAQ and DAX log-return data in Table 2 and Table 3, respectively.

According to the results, for NASDAQ data set, ARIMA-GARCH-SVM model shows better performance compared to the other models. Except from MSE, all the accuracy measures (MAE, MAPE, RMSE) are the smallest for the selected model. For DAX data set, we select ARIMA-SVM model according to the values of MAE and RMSE. MSE is quite sensitive to the outliers since it heavily weights large errors more than small ones, which can be a disadvantage in some situations. (Hyndman, 2006) In order to bring MSE to the unit of the data, we take the square root which is the RMSE.

We can see the prediction performances in Figure 3 and Figure 4 for the selected models ARIMA-EGARCH-SVM and ARIMA-SVM. We can conclude that the model has a good fit to the return data.

Table 2

Forecasting Accuracy Measures for NASDAQ log-return data

Model	MAE	MAPE	MSE	RMSE
LSTM	0.01447	3.91177	0.00038	0.01963
ARIMA-EGARCH	0.00986	59.06250	<b>0.00017</b>	0.01329
ARIMA	0.01001	1.52985	0.00018	0.01344
SVM	0.01009	1.33651	0.00020	0.01435
ARIMA_SVM	0.003322	1.33289	2.19455	0.00468
<b>ARIMA-EGARCH_SVM</b>	<b>0.00244</b>	<b>0.59846</b>	1.34361	<b>0.00366</b>
ARIMA-EGARCH_LSTM	0.00993	1.98392	0.00018	0.01341
ARIMA_LSTM	0.01306	4.29118	0.00031	0.01772



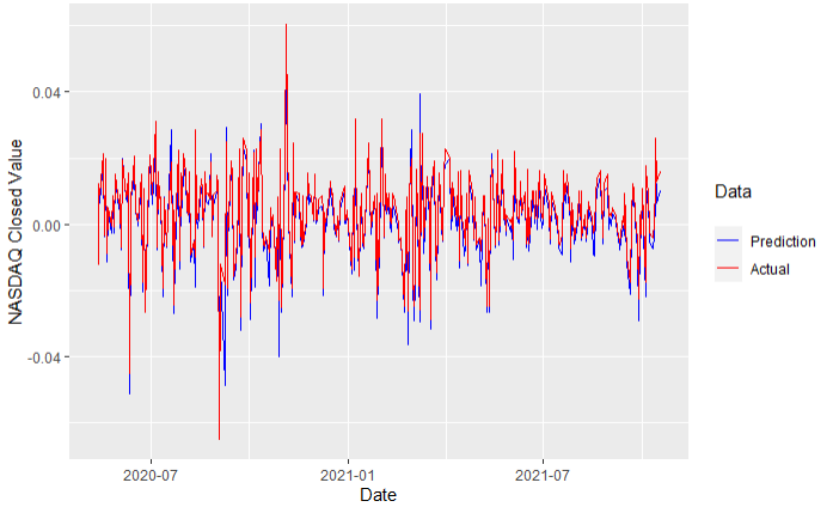


Figure 3. ARIMA-EGARCH-SVM prediction of NASDAQ log-return data.

Table 3

Forecasting accuracy measures for DAX log-return data

Model	MAE	MAPE	MSE	RMSE
LSTM	0.01305	8.34821	0.00032	0.01802
ARIMA-EGARCH	0.00827	76.18057	<b>0.00014</b>	0.01204
ARIMA	0.00832	<b>1</b>	<b>0.00014</b>	0.01209
SVM	0.00901	1.17050	0.00017	0.01308
<b>ARIMA_SVM</b>	<b>0.00158</b>	1.23456	7.67252	<b>0.00276</b>
ARIMA-EGARCH_SVM	0.00166	1.15763	7.83712	0.00279
ARIMA-EGARCH_LSTM	0.00830	2.82786	<b>0.00014</b>	0.01205
ARIMA_LSTM	0.01286	4.23613	0.00031	0.01765

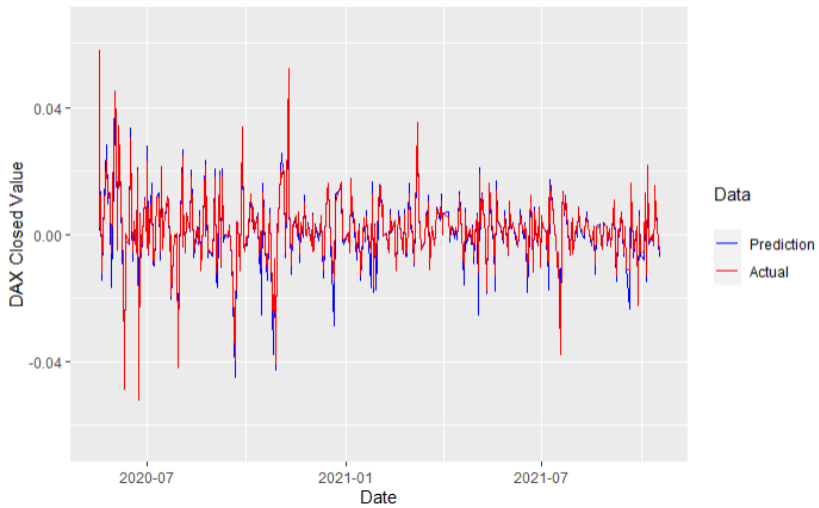


Figure 4. ARIMA-SVM prediction of DAX log-return data

Similarly, again for the emerging markets, we give the forecasting accuracy measures for NSE and BIST log-return data in Table 4 and Table 5, respectively. According to the values MAE, MAPE, and RMSE, for both data set, ARIMA-SVM model shows better performance compared with the other models. Also, we can see the prediction performances in Figure 5 and Figure 6 for the selected model ARIMA-SVM which has a quite good fit to the data.

Table 4  
*Forecasting Accuracy Measures for NSE log-return data*

Model	MAE	MAPE	MSE	RMSE
LSTM	0.01036	4.45507	0.00020	0.01420
ARIMA-EGARCH	0.00765	24.83050	<b>0.00010</b>	0.01027
ARIMA	0.00776	1.23036	<b>0.00010</b>	0.01035
SVM	0.00713	1.59433	0.00011	0.01060
<b>ARIMA_SVM</b>	<b>0.00206</b>	<b>0.48953</b>	1.60821	<b>0.00401</b>
ARIMA-EGARCH_SVM	0.00222	0.52988	1.70980	0.00413
ARIMA-EGARCH_LSTM	0.00765	1.24970	<b>0.00010</b>	0.01025
ARIMA_LSTM	0.00988	15.10841	0.00018	0.01366

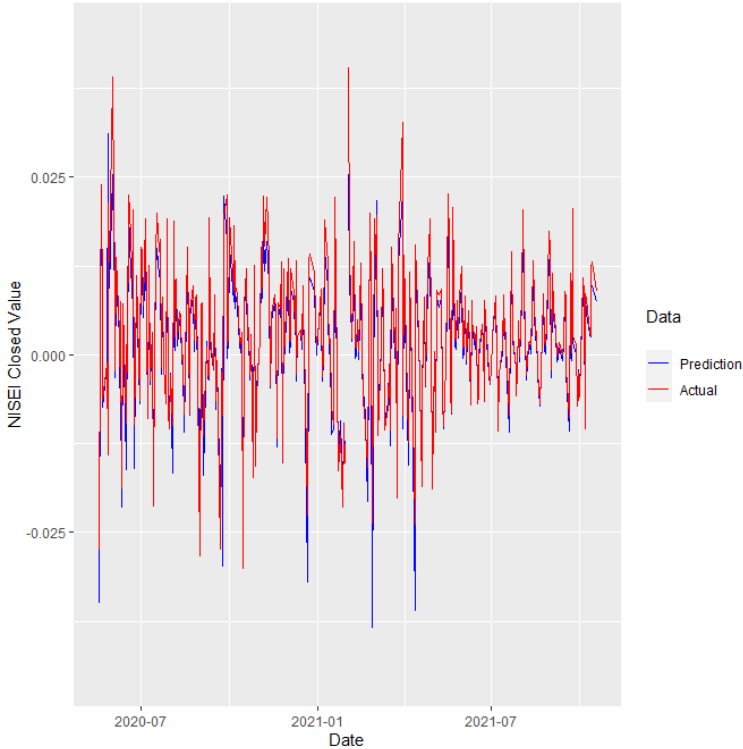


Figure 5. ARIMA-SVM prediction of NSE log-return data

Table 5  
Forecasting Accuracy Measures for BIST100 log-return

Model	MAE	MAPE	MSE	RMSE
LSTM	0.01331	Inf	0.00034	0.01866
ARIMA-EGARCH	0.00930	99.03596	<b>0.00017</b>	0.01339
ARIMA	0.00938	NA	<b>0.00017</b>	0.01341
SVM	0.00930	Inf	0.00019	0.01404
<b>ARIMA_SVM</b>	<b>0.00183</b>	<b>0.82378</b>	9.14861	<b>0.00302</b>
ARIMA-EGARCH_SVM	0.00191	0.93336	9.65127	0.00310
ARIMA-EGARCH_LSTM	0.00952	1.51085	0.00018	0.01349
ARIMA_LSTM	0.01353	5.82403	0.00035	0.01893

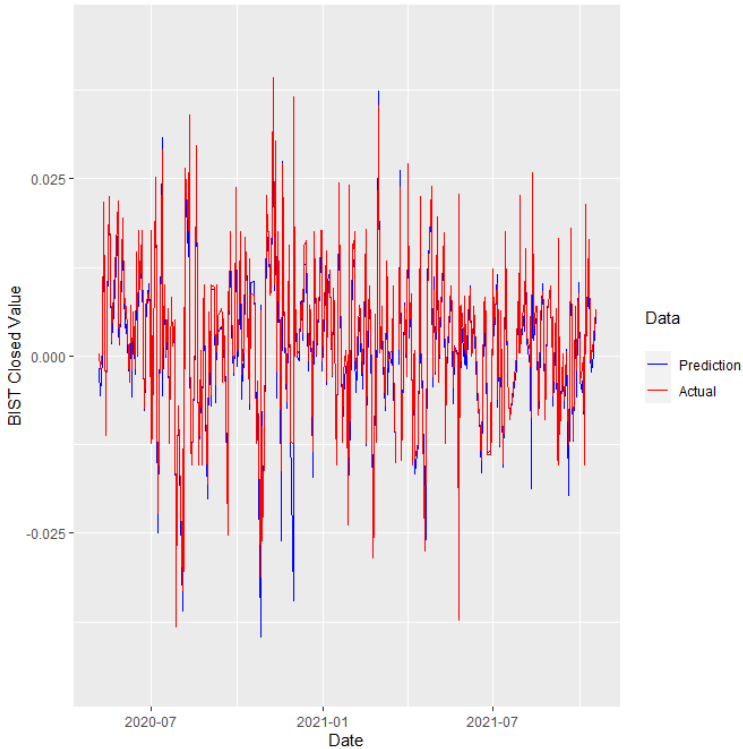


Figure 6. ARIMA-SVM prediction of BIST100 log-return data.

In Table 6, we give the one-day ahead point forecast results of the stock price data and also forecast intervals at 95% and 80% levels according to the selected models.

Table 6  
One-day ahead Forecasts of the selected models

Method	Point Forecast	95% CI	80 %CI
ARIMA_EGARCH_NASDAQ	15545.35838	[15512.98, 15577.72]	[15524.21, 15566.49]
ARIMA_SVM_DAX	15388.38658	[15377.26, 15399.51]	[15381.13, 15395.65]
ARIMA_SVM_BIST	1427.08163	[1426.76, 1427.39]	[1426.87, 1427.28]
ARIMA_SVM_NISEI	18641.56773	[18579.6, 18703.54]	[18601.1, 18682.04]

## Conclusion

The hybrid approaches in time series modelling mainly aim to achieve more accurate results. In this study, we propose some hybrid models combining linear and nonlinear approaches for financial time series data considering its volatility. Some intelligent methods like LSTM or SVM combined with ARIMA methodology, which predicts the future values of data by extracting linear relationships from historical data, are outstanding at learning high-level time dependent patterns in time series data. When financial time series data is considered, volatility forecasting should also be taken into account, so some GARCH models are also combined with these models. The most accurate models are selected according to the accuracy measures (MAE, MSE, RMSE, and MAPE).

Experimental results show that the hybrid models give more accurate results in time series modeling of a stock price index and have very good fit to the data since the forecasting errors are quite small. One of the developed markets NASDAQ has the same time series forecasting model ARIMA-EGARCH-SVM where the volatility is modelled with EGARCH, besides the emerging markets which are NSE and BIST and the other developed market DAX have the same forecasting model ARIMA-SVM. But generally, we can conclude that these two models are not too much different from each other according to the performance results of accuracy measures.

---

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The author has no conflict of interest to declare.

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

**Author Contributions:** Conception/Design of study: B.H., C.B.; Data Acquisition: B.H., C.B.; Data Analysis/Interpretation: B.H., C.B.; Drafting Manuscript: B.H., C.B.; Critical Revision of Manuscript: B.H., C.B.; Final Approval and Accountability: B.H., C.B.

**Acknowledgement:** We thank the anonymous referees and the editor for their helpful suggestions which improved the presentation of the paper.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

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

**Yazar Katkısı:** Çalışma Konsepti/Tasarımı: B.H., C.B.; Veri Toplama: B.H., C.B.; Veri Analizi /Yorumlama: B.H., C.B.; Yazı Taslağı: B.H., C.B.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi: B.H., C.B.; Son Onay ve Sorumluluk: B.H., C.B.

**Teşekkür:** Bildirinin sunumunu iyileştiren yararlı önerileri için anonim hakemlere ve editöre teşekkür ederiz.

---

## References / Kaynakça

- Bildirici, M. & Ersin, Ö. Ö. (2009). Improving forecasts of GARCH family models with the artificial neural networks: An application to the daily returns in Istanbul Stock Exchange, *Expert Systems with Applications*, 36(4), 7355-7362. doi:10.1016/j.eswa.2008.09.051.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307-327.
- Box, G., & Jenkins, G.M., (1970). Time series analysis: forecasting and control. Holden-Day, San Francisco, CA.

- Box, G.E., Jenkins, G.M., Reinsel, G.C., & Ljung, G.M. (2015), *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, John Wiley and Sons.
- Chen, K., Zhou, Y., Dai, F. (2015). A LSTM-based method for stock returns prediction: A case study of China stock market. *In Proceedings of the 2015 IEEE international conference on big data (Big Data) IEEE*, (pp. 2823–2824).
- Chiang, W.C., Urban, T.L., & Baidridge, G. (1996), A neural network approach to mutual fund net asset value forecasting, *Omega* 24 (2), 205–215.
- de Mattos Neto, P.S., Cavalcanti, G.D., & Madeiro, F. (2017), Nonlinear combination method of forecasters applied to PM time series, *Pattern Recognit. Lett.* 95, 65–72.
- Domingos S.O., Oliveira de J.F.L., & Mattos Neto de P.S.G., (2019), An intelligent hybridization of ARIMA with machine learning models for time series forecasting, *Knowledge-Based Systems* 175, pp.72–86
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 987–1007.
- Fayyad, R. Uthurusamy (Eds.), *Proceedings of the First International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, AAAI Press, Menlo Park, CA.*
- Hyndman, Rob. 2006. “Another Look at Forecast Accuracy Metrics for Intermittent Demand.” *Foresight: The International Journal of Applied Forecasting*, 4, 43–46.
- Khashei, M., & Bijari, M. (2010), An artificial neural network (p, d, q) model for time series forecasting, *Expert Syst. Appl.* 37(1), 479–489.
- Khashei, M., Bijari, M. (2011), A novel hybridization of artificial neural networks and ARIMA models for time series forecasting, *Appl. Soft Comput.* 11(2), 2664–2675.
- Kim K-J., (2003) Financial time series forecasting using support vector machines, *Neurocomputing* 55, pp.307 – 319.
- Kim, H.Y., & Won, C.H. (2018), Forecasting the volatility of stock price index: A hybrid model integrating LSTM with multiple GARCH-type models, *Expert Systems With Applications* 103, 25–37.
- Maknickienė N., & Maknickas, A. (2012, May). Application of neural network for forecasting of exchange rates and forex trading, *In Proceedings of the 7th international scientific conference on business and management* pp. 10–11.
- Markham, L.S., & Rakes T.R. (1998), The effect of sample size and variability of data on the comparative performance of artificial neural networks and regression, *Comput. Oper. Res.* 25 251–263.
- Muller, K.R., Smola, J.A., & Scholkopf, B. (1997), Prediction time series with support vector machines, *Proceedings of International Conference on Artificial Neural Networks, Lausanne, Switzerland*, pp. 999–1004.
- Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pp. 347–370.
- Pérez-cruz, F., Afonso-rodríguez, J. A. & Giner, J. (2003), Estimating GARCH models using support vector machines, *Quantitative Finance*, 3(3), pp.163-172. doi:10.1088/1469-7688/3/3/302
- Panigrahi, S., & Behera, H. (2017), A hybrid ETS–ANN model for time series forecasting, *Eng. Appl. Artif. Intell.* 66, 49–59.

- Scholkopf, B., Burges, C., & Vapnik, V. (1995), Extracting support data for a given task, in: U.M. Sima, S.N., Neda, T., & Akbar, S.N. (2018), A Comparison of ARIMA and LSTM in Forecasting Time Series, 2018 17th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA)
- Vapnik, V.N. (1995), The Nature of Statistical Learning Theory, Springer, New York .
- Yaser, S.A.M., & Atiya, A.F. (1996), Introduction to financial forecasting, *Appl. Intell.* 6, 205–213.
- Zhang G.P., Patuwo E.B., & Hu M.Y., (1998) Forecasting with artificial neural networks: the state of the art, *Int. J. Forecasting* 14, pp.35–62.
- Zhang, G.P. (2003), Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model, *Neurocomputing*, 50, 159 – 175.



## Global Uncertainty and Exchange Rate Volatility

Oğuz Tümtürk\*

### Abstract

This paper investigates the impact of global uncertainty on Turkey's exchange rate volatility via quantile regression approach. Using quantile regression approach, estimated uncertainty coefficients are allowed to differ over quantiles of the exchange rate volatility. The EGARCH model is the best fit for measuring exchange rate volatility due to the fact that exchange rate series exhibit "asymmetric volatility". In this study we employed global economic policy uncertainty index-GEPU constructed by Baker et al. (2013) as a proxy of global uncertainty. Empirical results suggest that higher volatility of exchange rate is associated with a greater positive shock of GEPU. However, estimated parameters are statistically significant at lower exchange rate volatility since the CBRT intervenes the foreign exchange markets and restricts the excessive fluctuations in exchange rates to achieve financial stability.

### Keywords

Economic Policy Uncertainty, Exchange Rate Volatility, Quantile Regression

\* **Corresponding author:** Oğuz Tümtürk (Assoc. Prof.), Ordu University Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Ordu, Türkiye E-mail: oguz.tumturk@gmail.com ORCID: 0000-0002-1935-0858

**To cite this article:** Tumturk, O. (2022). Global uncertainty and exchange rate volatility. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 37, 69-84. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.37.1112795>

## 1.Introduction

The macroeconomic effects of uncertainty have received a great deal of attention after the highly influential paper published by Bloom (2009). Bloom documented that uncertainty shocks generate short but effective recession periods. Following by Bloom, a vast number of studies have been published to measure the impact of uncertainty shocks at macroeconomic level. For example, Colombo (2013), Nodari (2014), Alam (2015), Leduc and Liu (2016), Caldara et al. (2016), Alam and Istiak (2020) investigated the impact of uncertainty on prices, output and employment. In a similar vein, Balcilar, Gupta and Pierdzioch (2015), Balcilar et al (2015), Phan et al. (2018), Gupta et al. (2018), Li et al. (2018), Fang et al. (2018), Dong et al. (2019) indicated that uncertainty also has impacts on asset and commodity prices such as oil, stock, gold prices etc., insurance premium and bitcoins. In empirical literature, several indicators (e.g Chicago Board Options Exchange Volatility Index-VIX (Bloom, 2009), Thomson Reuters/University of Michigan consumer surveys (Leduc ve Liu, 2016), political events such as uncertainty in election periods or legislative bills (Leblang and Bernhard, 2006)) have been considered as proxy of uncertainty. However, it is worth noting that, since the seminal paper published by Baker et al. (2013), uncertainty shocks have mostly been identified by the policy-related “economic policy uncertainty (EPU) index” . They constructed the EPU index for the US based on three basic components: newspaper-based component, the number of federal tax code provisions set to expire and a measure of disagreement among forecasters.<sup>1</sup>

In addition to the above, there is an extensive literature on the determinants of exchange rate volatility. The related empirical literature has proposed numerous factors to explain exchange rates changes and their volatilities (e.g. terms of trade (De Gregorio and Wolf, 1994; Cashin, Cesbedes, Sahay, 2004; Broda, 2004; Hausmann, Panizza and Rigobon, 2006), inflation (Ferson and Harvey, 1991; Al Abri, 2013; Liming, Ziqing and Zhihao, 2020), output changes (Ghosh et al.,1997; Alexius, 2005), interest rates (Mueller, Tahbaz-Salehi, Vedolin, 2017; Liming, Ziqing, Zhihao, 2020), external debt ( Devereux and Lane; 2003), trade openness (Obstfeld and Rogoff, 1995 and 1996; Hau, 2002; Calderon and Kubata, 2018), financial openness ( Sutherland, 1996; Calderon and Kubata, 2018) etc.

Even though there have been a large amount of empirical attempts to explain the potential impacts of uncertainty and the main determinants of exchange rate volatility, the literature exploring the effects of uncertainty on exchange rate volatility remains limited. The transmission mechanism behind the link between uncertainty and exchange rate volatility can be explained by macroeconomic fundamentals. In the long run, exchange rates are determined by fundamentals such as prices, output, money supply, interest rates etc. . An increase in uncertainty will therefore change

---

<sup>1</sup> More detailed information of EPU indices for countries around the world and its methodology can be found at <https://www.policyuncertainty.com/methodology.html>



the expectations of economic agents on the fundamentals and generate exchange rate fluctuations. Additionally, empirical studies frequently support and document the positive impacts of uncertainty on exchange rate volatility. Balcilar et al. (2016) employed a causality-in-quantile approach and found evidences that EPU has a causal impact on the variance of exchange rate return but not on the returns themselves. Krol (2014), investigated the impacts of EPU uncertainty on exchange rate volatility for both industrial and emerging economies. He presented evidence that domestic or US economic policy uncertainty tend to rise volatility. Additionally, only domestic uncertainty produced significant effect during recessions. Similarly, Bartsch (2019), Li and Zhong (2020), Wang, Li and Wu (2022), Zhou et al (2020), Liming, Ziqing and Zhihao (2020), Abit and Rault (2021), Bush and Noria (2021) documented that EPU shocks exert positive effects on exchange rate fluctuations. However, literature about the impact of uncertainty on exchange rate volatility in Turkey is still very scarce. Guney (2020) investigated the impacts of the US and Euro area EPU indices on Turkish Lira/dollar and Turkish Lira/Euro nominal exchange rates by ARDL approach. She presented evidence that uncertainty in the US increases the volatility in the Dollar/TL exchange rate. Demirgil (2011) measured uncertainty using six political stability indicators (coups, strikes, general and local elections, referandums and coalition periods) and indicated that the impact of political instability on exchange rates is not significant.

This paper investigates the spillover impact of global uncertainty on Turkey's exchange rate volatility. Simply put, we address the following question: Does elevated global uncertainty produce exchange rate volatility in Turkey? We employ heavily used "global economic policy uncertainty index-GEPU" to represent global uncertainty since GEPU covers uncertainty more broadly than other uncertainty indices as noted by Istiak and Serletis (2018). This paper has three distinctive features. First, most of the traditional methods estimating the impacts of uncertainty on exchange rate volatility rely on the conditional mean of the volatility. This study, however, will employ the quantile regression approach since the conditional mean of the our exchange rate volatility series is not thought to capture the whole picture of the patterns in the data due to fat tails, skewed data, more outliers, nonnormality, and such like. Using quantile regressions, exchange rate volatility with respect to a change in uncertainty varies over quantiles of the conditional distribution of the exchange rate volatility. Second, GARCH (generalized autoregressive conditional heteroscedasticity)-based models appear to be the best fit for measuring exchange rate volatility based on the descriptive statistics and conducted statistical tests of exchange rate return series. However, observed "leverage effect" in our data indicates "asymmetric" volatility in exchange rate series and hence necessitates the usage of the EGARCH model over the GARCH model. Third, even though empirical evidence frequently documents the positive impact of domestic uncertainty on volatility, the spillover impact of global uncertainty is a somewhat more contentious issue. When

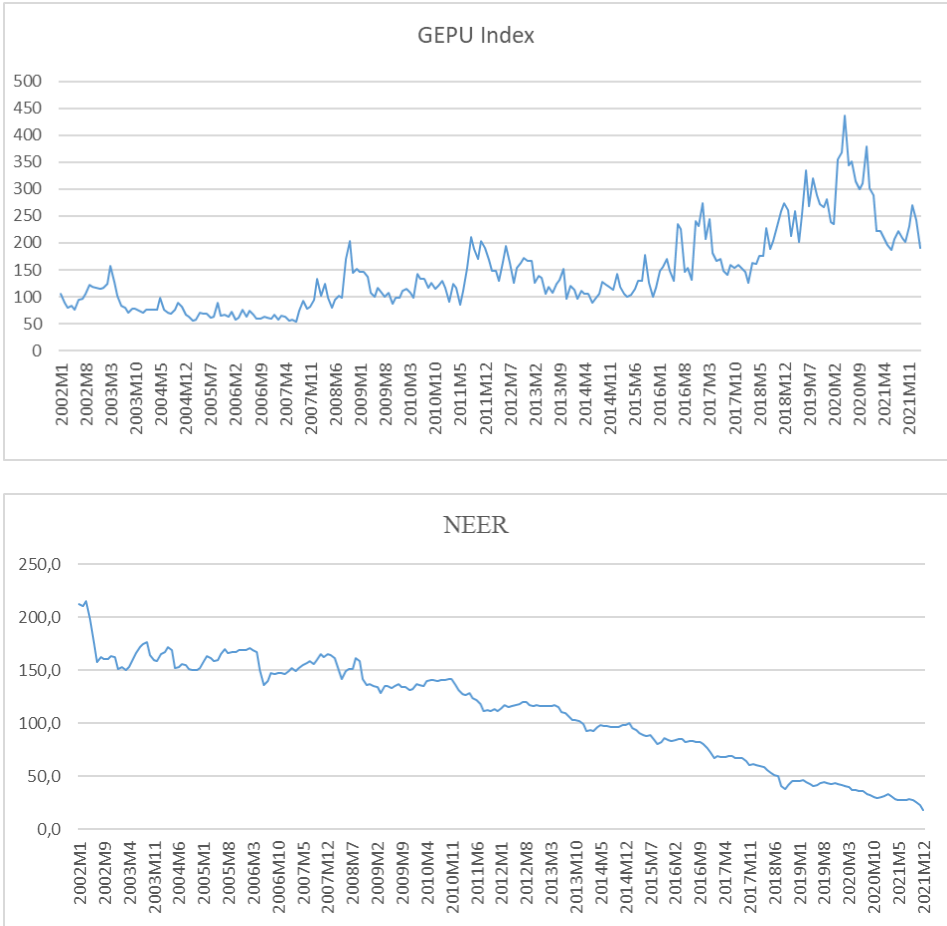
considering the very limited literature on Turkey, this paper intends to clarify the spillover impact of uncertainty in the case of Turkey. The empirical results, on the other hand, revealed that GEPV generates significant positive impacts on exchange rate volatility in Turkey. The remainder of the paper is organized as follows. Section 2 includes methodology and gives details on GEPV and other variables. While empirical results are documented in Section 3, conclusions are drawn in Section 4.

## 2. Methodology and Data

Our sample covers the monthly period of 2002:M1-2021:M12 in which a floating exchange rate regime prevailed. The impacts of global economic policy uncertainty on exchange rate volatility over different quantiles will be analyzed by quantile regression approach. Quantile Regressions have gained popularity, particularly in finance, after a paper was published by Koenker and Basset on the topic (1978). These regressions can be considered as an extension of linear regressions when the conditions of linear regression are not satisfied.

Classical linear regression estimates the mean responses of dependent variables. Simply put, the slope in a classical linear model reveals how much the mean response changes with respect to a one point change in independent variables. By assuming key assumptions of linear regressions such as normality and equal variance, all quantiles of the conditional distribution of the response variable have same slope. However, there are many cases where these assumptions are not met. If the conditional distribution is asymmetric or the tails are fat or the variance of the conditional distribution depends on a dependent variable, then its quantiles change at their own speed with an increasing dependent variable. This immediately gives rise to distinct estimates over the quantiles. That the impacts of the estimated coefficients may differ with a dependency over quantiles of the conditional distribution is a major advantage of quantile regressions over traditional mean regressions.

This study employs quantile regressions since the conditional mean of the exchange rate volatility series is not considered to capture the whole picture of the patterns in the data due to fat tails, skewed data, more outliers, nonnormality etc. Instead, by using quantiles of the conditional distribution of the exchange rate volatility, the relationship between uncertainty and exchange rate volatility is allowed to vary over quantiles. That is, global uncertainty might have a larger effect on the higher quantiles than on the lower quantiles of the volatility series or vice versa.



**Figure 1.** Plots of Time Series of GEPU Index and NEER (2002:M1-2021:M12)

The quantile regression model equation for the  $\tau$ th quantile can be represented as:

$$Q_{\tau}(\text{EXVOL}/\text{GEPU}) = \alpha + \beta^{\tau}\text{GEPU} + \delta^{\tau}\text{Z} + e^{\tau}, \quad \tau \in (0,1) \quad (1)$$

Quantile regression equation (1) expresses the quantiles of the conditional distribution of the dependent variable as a linear function of the independent variables. EXVOL denotes nominal effective exchange rate volatility. Nominal effective exchange rate (NEER) is calculated as geometric weighted averages of bilateral exchange rates. An increase in exchange rate indicates an appreciation of the home currency-Turkish lira against a broad basket of currencies.  $Q_{\tau}(\text{EXVOL}/\text{GEPU})$  refers to the conditional quantile function of exchange rate volatility at  $\tau^{\text{th}}$  quantile. The global uncertainty is represented by “global economic policy uncertainty index (GEPU)” developed by Baker et al. (2013). The GEPU Index is identified as a GDP-weighted average of national economic policy uncertainty indices for 21 countries: Australia, Brazil, Canada, Chile, China, Colombia, France, Germany, Greece, India, Ireland,

Italy, Japan, Mexico, the Netherlands, Russia, South Korea, Spain, Sweden, the UK, and the US. Each national uncertainty index is constructed by reflecting the relative frequency of own-country newspaper articles that contain the words “economy”, “policy” and “uncertainty”.<sup>2</sup> The coefficient vector  $\beta\tau$  measures the impact of GEPU on exchange rate volatility at different quantiles.  $Z$  represents a set of control variables including terms of trade (TOT), consumer prices (CPI), real productivity (PROD) and domestic interest rates (IR) for presenting monetary policy.<sup>3</sup> Non-normal exchange rate returns stimulate us to make statistical inferences based on a bootstrapped estimate of the variance–covariance matrix of the estimators. The bootstrapping approach enables us to detect the statistical significance of the estimates more precisely since it does not assume any underlying distribution of the response variable. Finally, all variables except domestic interest rate are expressed in logarithm and the quantile regression model (1) is estimated using first-differenced stationary data.<sup>4</sup>

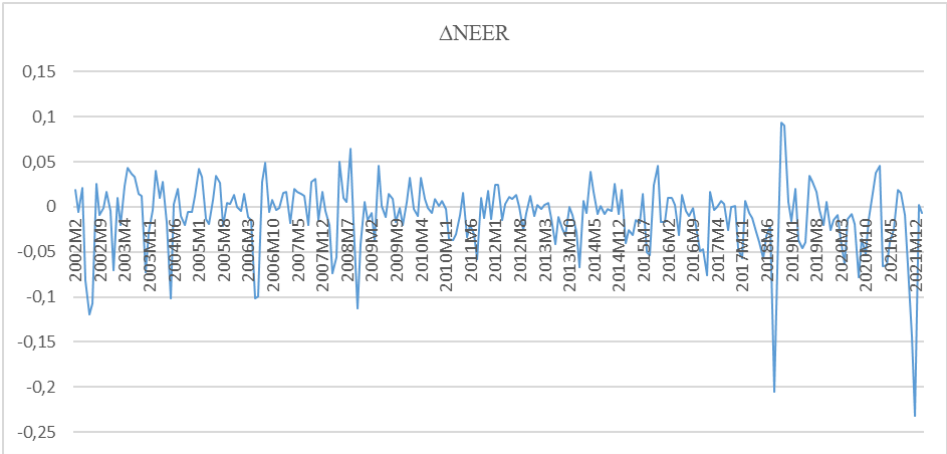


Figure 2. Monthly Exchange Rate Return Series

Descriptive statistics on the return series are presented in Table 1. The Shapiro-Wilk W test (1965) for normality reports that the return series exhibit departures from normality. Besides, similar to many financial time series, the log differenced exchange rate data reveal the presence of excess kurtosis and negative skewness. Leptokurtic distributions, which have kurtosis larger than three, generate more outliers since their tails have more probability mass with respect to a Gaussian normal. Additionally, negatively skewed returns suggest that more values are concentrated on the right tail of the distribution. Since the return series do not follow Gaussian normal with documented excess kurtosis and negatively skewed data, the volatility should be estimated with fat tail distributions such as Student’s t, Generalized Error Distribution

2 For more detailed information on GEPU, see [https://www.policyuncertainty.com/global\\_monthly.html](https://www.policyuncertainty.com/global_monthly.html)  
3 For more detailed data definitions and data sources, see Appendix, Table A.1.  
4 Time series properties of the data set can be found in Appendix, Table A.2. The first difference of logged variables is considered as growth rates of the original variables.

(GED), and Laplace among others. Westerfield (1977) and Hsieh (1989) indicated that leptokurtic returns tend to exhibit volatility clustering.<sup>5</sup> More importantly, volatility clustering suggests conditionally heteroscedastic disturbances which are mostly, and successfully, run by GARCH-based models. Finally, a constant-only model is fitted by OLS and ARCH (autoregressive conditional heteroskedasticity) and the effect of exchange rate return series is investigated by the ARCH-LM Test. The test rejects the null of no ARCH effects. This justifies the existence of autoregressive conditional heteroskedasticity in the disturbances of log differenced exchange rate data. Overall, since all the preliminary findings suggest some empirical irregularities such as volatility clustering, ARCH effect and nonnormality, GARCH-based models with fat tail distributions appear to be the best fit when measuring volatility of exchange rate data.

Table 1

*Descriptive Statistics on Exchange Rate Return Series*

Mean	-.0101
Max	.0935
Min	-.2325
Skewness	-1.7378
Kurtosis	9.9677
Shapiro-Wilk W Test Statistics <sup>a</sup>	0.8804*
ARCH-LM Test Statistics <sup>b</sup>	12.975*

Notes: \*\*\*, Significance at 10%; \*\*, significance at 5%; \*, significance at 1%.

<sup>a</sup> Null hypothesis Shapiro-Wilk (1965) W Test is "data are normally distributed".

<sup>b</sup> Null hypothesis for the Engle's (1982) ARCH-LM test is "No ARCH effect"

## 2.1. GARCH-Based Modelling of Exchange Rate Volatility

This paper first employs a generalized autoregressive conditional heteroscedasticity- GARCH model proposed by Bollerslev (1986) to capture the symmetry effect in exchange rate data.<sup>6</sup> Standard GARCH(1,1) process for exchange rate returns with conditional mean and variance equations is written as:<sup>7</sup>

$$\Delta NEER_t = \alpha + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\sigma_t^2 = \omega_0 + \omega_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \omega_2 \sigma_{t-1}^2 \quad (3)$$

$$\varepsilon_t = z_t \sigma_t \sim \text{GED}(0, \sigma_t^2, \eta) \text{ where } z_t \sim \text{iidN}(0,1)$$

5 Volatility clustering simply states that large changes in exchange rates are followed by large changes and small changes are followed by small changes.

6 In empirical literature, there can be seen different volatility measures such as standard deviation of differenced exchange rate, moving standard deviation measure of volatility and GARCH-based measures.

7 This paper employs the GARCH(1,1) specification since GARCH(1,1) appeared to be the most used specification by many authors in the related literature (see Bollerslev, 1986; Dominguez, 1998; Hsieh, 1989; Narayan, Narayan and Prasad, 2008; Wang and Barrett, 2007; Ghosh, 2011, Hall, Hondroyiannis, Swamy, Tavlas ve Ulan, 2010; Huchet-Bourdon and Korinek, 2011 etc.)

Where  $\varepsilon_t$  is disturbance term or shocks and follows GED distribution with a shape parameter  $\eta$ . The disturbances do not follow the Gaussian normal since our exchange rate returns are leptokurtic and hence have fatter tails than the normally distributed disturbances as previously reported in Table 1. The GED's tails are fatter than the Gaussian normal's when  $\eta$  is less than two.  $\omega_1$  is the ARCH parameter and  $\omega_2$  is the GARCH parameter.  $\sigma_t^2$  is called time dependent conditional variance of the disturbances and simply expresses the volatility of the monthly return series. GARCH models extend ARCH models by adding lagged values of volatility of the return series. That is, future volatility is estimated as a function of past volatility. By volatility symmetry assumption, GARCH models suggest that positive (good news) and negative unanticipated shocks (bad news) have identical impacts on conditional volatility.

Since positive and negative unanticipated shocks might have different weights on exchange rate volatility, this paper also employs Nelson's (1991) exponential GARCH model (EGARCH) to capture the potential asymmetry in exchange rate. According to Black (1976) and Nelson (1991), large unanticipated negative shocks tend to produce higher volatility than large positive shocks of the same size. This is called "negative leverage effect". To capture the possible asymmetric effect, the EGARCH model attaches standardized disturbances  $z_t$  into the conditional variance equation. The EGARCH(1,1) model with conditional mean (4) and variance equation (5) is illustrated below:

$$\Delta S_t = \alpha + \varepsilon_t \tag{4}$$

$$\log(\sigma_t^2) = \beta_0 + \beta_1 z_{t-1} + \beta_2 \ln(\sigma_{t-1}^2) + \beta_3 \left( |z_{t-1}| - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right) \tag{5}$$

$$\varepsilon_t = z_t \sigma_t \sim \text{GED}(0, \sigma_t^2, \eta) \text{ where } z_t \sim \text{iidN}(0,1)$$

Again,  $\varepsilon_t$  follows GED.  $z_t$  is distributed standard normal.  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  and  $\beta_3$  are the parameters to be estimated from the EGARCH(1,1) model. The parameter  $\beta_1$  is "volatility asymmetry" parameter. When  $\beta_1 > 0$ , then positive shocks generate higher volatility than negative shocks of the same size. Similarly, when  $\beta_1 < 0$ , then negative shocks produce higher volatility than positive shocks. Volatility persistent term  $\beta_2$  represents the "GARCH effect" and estimates the persistence of past conditional volatility on current volatility. Finally, magnitude effect  $\beta_3$  measures the size impact of a shock on the current volatility regardless of whether an unanticipated shock is positive or negative.

### 3. Estimation Results

#### 3.1. GARCH/EGARCH Estimation of Exchange Rate Volatility

Table 2

*Estimation Results of Exchange Rate Volatility*

	GARCH (1,1)	EGARCH (1,1)
	<b>Mean Equation</b>	
$\alpha$	-.0038*	-.0031***
	<b>Variance Equation</b>	
$\omega_0$	.0007*	--
$\omega_1$	.6466**	--
$\omega_2$	-.0218	--
$\beta_0$	--	-3.9079*
$\beta_1$	--	-.3059**
$\beta_2$	--	.4240**
$\beta_3$	--	.5369**
	<b>Diagnostics</b>	
<b>ARCH-LM Test Stat.</b>	0.917	1.6720
<b>Box Pierce <math>Q_z(m)</math> Stata.</b>	34.2402	47.6175
<b>Box Pierce <math>Q_z^2(m)</math> Stata.</b>	6.6491	29.9520
<b>Shapiro-Wilk W Test Statistics</b>	.9732	.9891
$\eta$	1.0459	1.0865

Notes: \*\*\*, Significance at 10%; \*\*, significance at 5%; \*, significance at 1%.

<sup>(a)</sup> The null of Box-Pierce test implies absence of autocorrelation up to lags(m). m specifies the number of autocorrelations to calculate for Box-Pierce Q-statistics. Since there is no consensus on how to determine the correct number of m to run the test in empirical literature, the following rule of thumb is used:  $m = \min(\lfloor n/2 \rfloor - 2, 40)$  where n is sample size and  $\lfloor n/2 \rfloor$  is the greatest integer less than or equal to  $n/2$ . Based on the rule of thumb, m is selected as 40. However, the Box-Pierce test results are robust with respect to different selections of m such that  $m = 5, 10, 20, 30$ . The results are available upon request.

Table 2 compares the two competitive models: the GARCH(1,1) with volatility symmetry and the EGARCH(1,1) with volatility asymmetry. First, the shape parameters which are less than two in both specifications confirm the validity of using fat tail GED disturbances over Gaussian normal. Second, negative and significant volatility asymmetry parameter  $\beta_1$  is an indication of (negative) leverage effect or asymmetric volatility. This simply implies that negative unanticipated shocks in the market are more destabilizing than positive shocks. More importantly, highly significant volatility asymmetry term indicates that the EGARCH model outperforms the GARCH model. Third, positive and significant GARCH parameter  $\beta_2$  suggests the persistence of past conditional volatility on current volatility. Finally, magnitude effect  $\beta_3$  is statistically significant.

A number of diagnostics for the EGARCH model are also documented in Table 2. According to the distributional assumptions in the model,  $z_t$  is assumed to be independently and identically (i.i.d) normally distributed. Shapiro-Wilk W test (1965) cannot reject the null of normality of  $z_t$  for any conventional significance level.  $Q_z(m)$  and  $Q_z^2(m)$  represents the Box-Pierce Q-statistic to test for white noise for  $z_t$

and the squared  $z_t$ , respectively. The results indicate that the EGARCH (1,1) model of exchange rate volatility is free from autocorrelation. Additionally, the ARCH-LM test reports no ARCH effects in  $z_t$ . Overall, all statistical results strongly suggest that the EGARCH (1,1) model emerges as the best candidate for measuring volatility of exchange rate in Turkey.

### 3.2. Estimation Results of the Quantile Regression

This section reveals quantile regression estimation of the impact of GEPU on exchange rate volatility measured by EGARCH(1,1). The results are reported at different quantiles and presented in Table 3 and Figure 3.

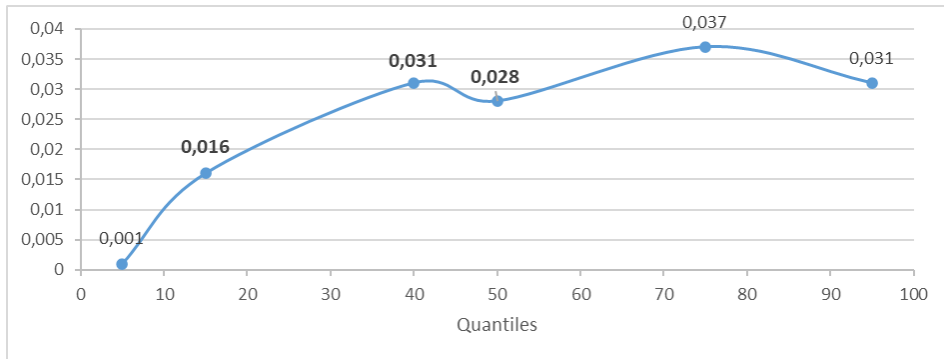
Table 3

*Impact of GEPU on Exchange Rate Volatility over Quantiles*

Quantiles, $\tau$	5%	15%	40%	50%	70%	95%
$\beta^*$	.0010	.016**	.031***	.028***	.037	.031

Notes: \*\*\*, Significance at 10%; \*\*, significance at 5%; \*, significance at 1%.

Significance of the GEPU estimates are reported based on bootstrapped estimates of the variance-covariance matrix with 250 replications.



**Figure 3.** Impact of GEPU on Exchange Rate Volatility at Different Quantiles

**Note:** Bold numbers represent statistically significant estimates.

As shown in Table 3 and Figure 3, estimated values of GEPU are positive at all volatilities of exchange rates. The highest impact is observed at 75% quantile. Additionally, higher volatility of exchange rate is associated with a greater positive shock of GEPU. That is, global uncertainty has a positive larger effect on the higher quantiles than on the lower quantiles of the conditional distribution of exchange rate volatility in Turkey. However, estimated parameters are not significant at higher quantiles (>50) while they are mostly significant at lower quantiles (<50).<sup>8</sup> The

<sup>8</sup> On the other hand, classical linear regression estimates the mean response of volatility with respect to a change in GEPU as 0.004 and more importantly, it is insignificant at any conventional significance levels. However, unlike the mean regression, the quantile regression (1) presents significant estimates in lower quantiles. This result provides support for employing the quantile regression (1).



following question, then, naturally arises: What might the reason for global uncertainty being significantly associated with lower volatilities be?

This might be explained by monetary and exchange rate policies conducted by the Central Bank of the Republic of Turkey (CBRT). After the severe economic crisis in 2001, Turkey adopted floating exchange rate regime in which exchange rates are not used as a policy instrument. On the other hand, the global financial turbulence in 2008 and 2009 also hit Turkey hard. The greatest experience gained from the 2008-2009 crisis was the fact that ignoring financial stability might also endanger price stability. Hence, the CBRT designed a monetary policy framework with the aim of achieving financial stability without compromising price stability. More importantly, the bank may intervene in the foreign exchange market and use foreign exchange transactions including spot or forward purchases and sales and foreign exchange swaps to offset the adverse effects of unexpected exchange rate shocks. As reported in Table 3, a rise in uncertainty changes the expectations on economics fundamentals and triggers the exchange rates fluctuations positively at each one of the quantiles. However, increasing uncertainty leads the CBRT to take measures against extreme volatility of the value of the Turkish lira. Consequently, the CBRT interventions which desire to maintain financial stability lessen the volatility of exchange rates and GEPU's impact is only significant at lower quantiles.

#### **4. Conclusion**

It is crucial for policymakers to determine which factors lead to exchange rate volatility since previous studies have frequently documented a negative relationship between exchange rate volatility and economic activity (Dollar, 1992; Bleaney and Greenaway, 2001; Schnabl, 2008; Aghion et al., 2009; Feldmann, 2011; Belke and Kaas, 2004; Feldman, 2011; Bahmani-Oskooee and Hajilee, 2013). Hence, any factor elevating exchange rate volatility is also expected to cause a decline in economic activities. This paper, however, analyzes the impact of global uncertainty on the volatility of exchange rate in Turkey. Theoretically, an increase in uncertainty is expected to change the expectations of economic agents on the exchange rate fundamentals and hence generates exchange rate fluctuations.

The empirical results first suggested that GARCH-based models appeared to be the best fit for measuring exchange rate volatility in Turkey. This is mainly due to the fact that nominal exchange rate data generate some empirical irregularities such as volatility clustering, non-normality and ARCH effect. Additionally, the EGARCH model outperforms the GARCH model since our data exhibit "asymmetry" in exchange rate series. We employed quantile regression approach that expresses the quantiles of the conditional distribution of the exchange rate volatility as a linear function of the uncertainty. Using quantile regression approach, the estimated

uncertainty coefficients are allowed to differ over quantiles. Our result empirically revealed that higher volatility of exchange rate is associated with a greater positive shock of GEPU. However, estimated parameters are significant at lower quantiles (<50%) since the CBRT intervenes in the foreign exchange markets to achieve and maintain financial stability and restricts the extensive movements in exchange rates.

This result confirms the spillover impact of global uncertainty on a domestic country, Turkey. Maintaining exchange rate stability with the documented spillover effect is not an easy task for policymakers in Turkey since exchange rate stability also necessitates successfully conducted international economic policies that enable a reduction in global uncertainty. Policymakers should take into account that not only domestic uncertainty, but also global uncertainty triggers extensive movements in the exchange rate and generates negative impacts on the Turkish economy.

---

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

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

**Hakem Değerlendirmesi:** Dışbağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

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

---

## References

- Abid, A., & Rault, C. (2021). On The Exchange Rates Volatility and Economic Policy Uncertainty Nexus: A Panel Var Approach For Emerging Markets. *Journal of Quantitative Economics*, 19, 403–425.
- Aghion, P., Bacchetta, R., & Rogoff, K. (2009). Exchange Rate Volatility and Productivity Growth: The Role of Financial Development. *Journal of Monetary Economics*, 56(4), 494–513.
- Al-Abri, A. (2013). Real Exchange Rate Volatility, Terms-Of-Trade Shocks, and Financial Integration in Primary-Commodity Exporting Economies. *Economics Letters*, 120(1), 126-129.
- Alam, M.R. (2015). Economic Policy Uncertainty in the US: Does It Matter for Canada? *Economics Bulletin*, 35(4), 2725-2732.
- Alam, M.R., & Istiak, K. (2020). Impact of US Policy Uncertainty on Mexico: Evidence from Linear and Nonlinear Tests. *Quarterly Review of Economics & Finance*, 77, 355-366.
- Alexius, A. (2005). Productivity Shocks and Real Exchange Rates. *Journal of Monetary Economics*, 52(3), 555-566.
- Bahmani-Oskooee, M., & Hajilee, M. (2013). Exchange Rate Volatility and Its Impact on Domestic Investment. *Research in Economics*, 67(1), 1–12.
- Baker, S., Bloom, N., & Davis, S. (2013). Measuring Economic Policy Uncertainty. *Chicago Booth Paper No: 13-02*

- Balcilar, M., Gupta, R., Kim, W.-J., & Kyei, C. (2015). The Role of Domestic and Global Economic Policy Uncertainties in Predicting Stock Returns and their Volatility for Hong Kong, Malaysia and South Korea: Evidence from a Nonparametric Causality-in-Quantiles Approach. Department of Economics, University of Pretoria, Working Paper No. 201586
- Balcilar, M., Gupta, R., Kyei, C., & Wohar, M.E. (2016). Does Economic Policy Uncertainty Predict Exchange Rate Returns and Volatility? Evidence from a Nonparametric Causality-in-Quantiles Test. *Open Economies Review*, 27, 229–250
- Balcilar, M., Gupta, R., & Pierdzioch, C. (2015). Does Uncertainty Move the Gold Price? New Evidence from a Nonparametric Causality-in-Quantiles Test. Department of Economics, University of Pretoria, Working Paper No. 201592
- Bartsch, Z. (2019). Economic Policy Uncertainty And Dollar-Pound Exchange Rate Return Volatility. *Journal of International Money and Finance*, 98:102067.
- Belke, A., & Kaas, L. (2004). Exchange Rate Movements And Employment Growth: An OCA Assessment Of The CEE Economies. *Empirica*, 31: 247–80.
- Black, F. (1976). Studies of Stock Price Volatility Changes. Proceedings of the American Statistical Association. Business and Economics Statistics, 177-181.
- Bleaney, M., & Greenaway, D. (2001). The impact of terms of trade and real exchange rate volatility on investment and growth in Sub-Saharan Africa. *Journal of Development Economics*, 65, 491–500.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- Broda, C., (2004). Terms of Trade and Exchange Rate Regimes in Developing Countries. *Journal of International Economics* 63, 31–58.
- Bush, G., & Noria, G.L. (2021). Uncertainty and exchange rate volatility: Evidence from Mexico. *International Review of Economics & Finance*, 75, 704-722
- Caldara, D., Fuentes-Albero, C., Gilchrist, S., & Zakrajšek E. (2016). The Macroeconomic Impact of Financial and Uncertainty Shocks. *European Economic Review*, 88, 185-207.
- Calderón, C., & Kubota, M. (2018). Does Higher Openness Cause More Real Exchange Rate Volatility?. *Journal of International Economics*, 110, 176-204.
- Cashin, P., Cespedes, L., & Sahay, R. (2004). Commodity currencies and the real exchange rate. *Journal of Development Economics*, 75, 239–268.
- Colombo, V. (2013). Economic Policy Uncertainty in the US: Does it Matter for the Euro Area?. *Economics Letters*, 121(1), 39–42.
- De Gregorio, J., & Wolf, H. (1994). Terms of Trade, Productivity, And The Real Exchange Rate. NBER Working Paper No. 4807.
- Demirgil, H. (2011). Politik İstikrarsızlık, Belirsizlik ve Makroekonomi: Türkiye Örneği (1970-2006). *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 31(2) , 123-144 .
- Devereux, M.B., & Lane, P.R. (2003). Understanding Bilateral Exchange Rate Volatility. *Journal of International Economics*, 60, 109–132
- Dollar, D. (1992). Outward Oriented Developing Countries Really Do Grow More Rapidly. *Economic Development and Cultural Change*, 4, 523–54.
- Dominguez, K. M. (1998). Central Bank Intervention And Exchange Rate Volatility. *Journal of International Money and Finance*, 17(1), 161-190.

- Dong, H., Liu, Y., & Chang, J. (2019). The Heterogeneous Linkage Of Economic Policy Uncertainty And Oil Return Risks. *Green Finance*, 1(1), 46–66.
- Fang, L., Chen, B., Yu, H., & Qian, Y. (2018). The Importance Of Global Economic Policy Uncertainty in Predicting Gold Futures Market Volatility: A Garch-Midas Approach. *Journal of Future Markets*, 38 (3), 413–422.
- Feldmann, H. (2011). The Unemployment Effect Of Exchange Rate Volatility in Industrial Countries. *Economics Letters*, 111, 268–71.
- Gupta, R., Lahiani, A., Lee, C.C., & Wohar, M. (2018). Asymmetric Dynamics Of Insurance Premium: The Impacts Of Output And Economic Policy Uncertainty. *Empirical Economics*, 57, 1959–1978.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity With Estimates Of The Variance Of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50(4), 987–1007.
- Ferson, W.E., & Harvey, C.R., (1991). The Variation Of Economic Risk Premiums. *Journal of Political Economy*, 99, 385–415.
- Ghosh, S. (2011). Examining Crude Oil Price – Exchange Rate Nexus For India During the Period of Extreme Oil Price Volatility. *Applied Energy*, 88(5), 1886–1889.
- Ghosh, Atish R. & Gulde, A-M., Ostry, J. D., & Wolf, H. C. (1997). Does the Nominal Exchange Rate Regime Matter? NBER Working Paper No. w5874.
- Guney, P.O. (2020), Ekonomik Politika Belirsizliği ve Döviz Kuru Oynaklığı, *Bankacılar Dergisi*, 31(114), 3-16.
- Hall, S., Hondroyannis, G., Swamy, P.A.V.B., Tavlas, G. & Ulan, M. (2010). Exchange-Rate Volatility and Export Performance: Do Emerging Market Economies Resemble Industrial Countries or Other Developing Countries? *Economic Modelling*, 27, 1514–1521.
- Hau, H. (2002). Real Exchange Rate Volatility and Economic Openness: Theory and Evidence. *Journal of Money, Credit and Banking*, 34(3), 611–630.
- Hausmann, R., Panizza, U., & Rigobon, R. (2006). The Long-Run Volatility Puzzle of the Real Exchange Rate, *Journal of International Money and Finance*, 25, 93-124
- Hsieh, D. A. (1989). Modeling Heteroscedasticity In Daily Exchange Rates. *Journal of Business and Economic Statistics*, 7(3), 307-317.
- Huchet-Bourdon, M. & Korinek, J. (2011). To What Extent Do Exchange Rates And Their Volatility Affect Trade? OECD Trade Policy Papers, No. 119, OECD Publishing, Paris.
- Istiak, K. and A. Serletis (2018). Economic Policy Uncertainty and Real Output: Evidence from the G7 Countries. *Applied Economics*, 50(39), 4222-4233.
- Koenker, R. & Bassett, G. (1978). Regression Quantiles. *Econometrica*, 46(1), 33-50.
- Krol, R. (2014). Economic Policy Uncertainty and Exchange Rate Volatility. *International Finance*, 17(2), 241–56.
- Leblang, D., & Bernhard, W. (2006). Parliamentary Politics and Foreign Exchange Markets: The World According to GARCH, *International Studies Quarterly*, 50(1), 69–92.
- Leduc, S. & Liu, Z. (2016). Uncertainty Shocks Are Aggregate Demand Shocks. *Journal of Monetary Economics*, 82, 20-35.
- Li, Z., Dong, H., Huang, Z., & Failler, P. (2018). Asymmetric Effects On Risks Of Virtual Financial Assets (VFAs) In Different Regimes: A Case Of Bitcoin. *Quantitative Finance and Economics*, 2(4), 860–883.

- Li, Z., & Zhong, J. (2020). Impact Of Economic Policy Uncertainty Shocks On China's Financial Conditions. *Finance Research Letters*, 35:101303.
- Liming C., Ziqing, D., & Zhihao H. (2020). Impact Of Economic Policy Uncertainty On Exchange Rate Volatility Of China. *Finance Research Letters*, 32: 101266
- Mandelbrot, B. B. (1963). The Variation Of Certain Speculative Prices. *Journal of Business*, 36(4), 394-419.
- Mueller, P., Tahbaz-Salehi, A., & Vedolin, A. (2017). Exchange Rates And Monetary Policy Uncertainty. *Journal of Finance* 72, 1213–1252.
- Narayan, P. K., Narayan, S., & Prasad, A. (2008). Understanding the Oil Price-Exchange Rate Nexus for The Fiji Islands. *Energy Economics*, 30(5), 2686-2696.
- Nelson, D. B. (1991). Conditional Heteroscedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica*, 59(2), 347-370.
- Nodari, G. (2014). Financial Regulation Policy Uncertainty and Credit Spreads in the US. *Journal of Macroeconomics*, 41, 122-132
- Obstfeld, M., & Rogoff, K.S. (1995). Exchange Rate Dynamics Redux. *Journal of Political Economics*, 103(3), 624-660
- Obstfeld, M., & Rogoff, K.S. (1996). Foundations of International Macroeconomics. The MIT Press, Cambridge, MA
- Phan, D.H.B., Sharma, S.S., & Tran, V.T. (2018). Can Economic Policy Uncertainty Predict Stock Returns? Global Evidence. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money* 55, 134-150.
- Schnabl, G. (2008). Exchange Rate Volatility And Growth In Small Open Economies At The EMU Periphery. *Economic Systems*, 32(1), 70-91.
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An Analysis Of Variance Test For Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 52, 591–61
- Sutherland, A. (1996) Financial Market Integration And Macroeconomic Volatility, *Scandinavian Journal of Economics*, 98 (4), 521-539.
- Wang, K.L., & Barrett, C.B. (2007). Estimating The Effects of Exchange Rate Volatility on Export Volumes. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 32(2), 225-255.
- Wang, P., Li, Y., & Wu, S. (2022). Time-varying Effects of U.S. Economic Policy Uncertainty on Exchange Rate Return and Volatility in China. *Emerging Markets Finance and Trade*, 58(7), 1807-1820.
- Westerfield, J. (1977). An Examination Of Foreign Exchange Risk Under Fixed And Floating Rate Regimes. *Journal of International Economics*, 7(2), 181-200.
- Zhou, Z., Fu, Z., Jiang, Y., Zeng, X., & Lin, L. (2020). Can Economic Policy Uncertainty Predict Exchange Rate Volatility? New Evidence From The GARCH-MIDAS Model, *Finance Research Letters*, 34:101258

## Appendix

Table A1

*Data Definitions and Sources*

Variables	Abbreviations	Data Sources
Nominal Effective Exchange Rate (2015:100)	NEER	Federal Reserve Bank St. Louis (FRED)
Volatility of Exchange Rate	EXVOL	EGARCH(1,1)
Global Economic Policy Uncertainty Index	GEPU	Baker et al. (2013) <a href="https://www.policyuncertainty.com/global_monthly.html">https://www.policyuncertainty.com/global_monthly.html</a>
Terms of Trade (2015:100)	TOT	Turkish Statistical Institute (TSI)
Consumer Prices (2015:00)	CPI	FRED
Interest Rates (Discount interest rate)	IR	The Central Bank of the Republic of Turkey Statistics (EVDS)
Real Productivity (Industrial Production Index, 2015:100)	PROD	FRED

Table A2

*Phillips Perron Unit Root Test Results*

Variables	Phillips-Perron Test Statistics (5% Critical Values)		Result
	Level	$\Delta$	
<b>GEPU</b>			
Trend and Constant	-4.779(-3.431)	--	I(0)
Constant	-2.016(-2.881)	-19.897(-2.881)	I(1)
None	0.329(-1.950)	-19.906(-1.950)	I(1)
<b>NEER</b>			
Trend and Constant	0.656(-3.431)	-10.580(-3.431)	I(1)
Constant	2.577(-2.881)	-10.420(-2.881)	I(1)
None	-3.139(-1.950)	--	I(0)
<b>TOT</b>			
Trend and Constant	-2.260(-3.431)	-15.967(-3.431)	I(1)
Constant	-2.141(-2.881)	-15.966(-2.881)	I(1)
None	-0.827(-1.950)	-15.956(-1.950)	I(1)
<b>CPI</b>			
Trend and Constant	1.533(-3.431)	-6.137(-3.431)	I(1)
Constant	1.745(-2.881)	-6.027(-2.881)	I(1)
None	9.926(-1.950)	--	I(0)
<b>IR</b>			
Trend and Constant	-2.072(-3.431)	-16.094(-3.431)	I(1)
Constant	-3.476(-2.881)	--	I(0)
None	-3.715(-1.950)	--	I(0)
<b>PROD</b>			
Trend and Constant	-4.008(-3.431)	--	I(0)
Constant	-1.045 (-2.881)	-17.395(-2.881)	I(1)
None	2.771(-1.950)	--	I(0)

Note: Null of Phillips-Perron (1988) test indicates the existence of unit root. The test uses Newey-West heteroscedasticity and autocorrelation consistent (HAC) covariance estimator. The estimated Newey-West lag truncation parameter is four.



## Açık Enflasyon Hedeflemesi Döneminde Neo-Fisher Etkisi'nin Geçerliliği: Türkiye Üzerine Ekonometrik Bir Analiz

### The Validity of The Neo-Fisher Effect in The Period of Explicit Inflation Targeting: An Econometric Analysis on Turkey

Sevda Yapraklı\*

#### Öz

Fiyat istikrarının sağlanmasına yönelik Açık Enflasyon Hedeflemesi (EH) şeklindeki para politikası stratejisi açısından son derece önemli olan iki değişken faiz ve enflasyondur. Çünkü Açık EH'de geleneksel olarak nominal faiz oranları yükseltilerek enflasyon oranları hedeflenen değerlere düşürülmektedir. Ancak 2000'li yılların ortalarından itibaren Neo-Klasik ve Neo-Keynesyen görüşlere dayalı tartışmalar ve ülke uygulamaları sonucunda "Nominal faiz oranı ile enflasyon oranı arasında pozitif bir ilişki vardır ve ilişkinin yönü enflasyondan faize doğrudur." cümlesi ile ifade bulan geleneksel Fisher Etkisi'nin geçerliliği tartışılmaya başlanmıştır. Bu çalışmanın temel amacı nominal faiz ile enflasyon arasında ilişki olup olmadığını, varsa ilişkinin yönünü, ilişkinin yönün faizden enflasyona doğru olduğunu ileri süren, Neo-Fisher Etkisi, bağlamında ekonometrik olarak incelemektir. Bu çalışmanın açık EH dönemi, veri seti ve analiz yöntemi açısından farklılaşarak, literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. Bu amaçla Türkiye'de açık EH'nin uygulandığı 2006:01-2021:08 dönemi için devlet iç borçlanma senedi faiz oranı ve tüketici fiyatları indeksi değişkenlerine ait veriler kullanılmıştır. Çalışmada birim kök (Ng-Perron), çoklu yapısal kırılma (Bai-Perron) ve eş-bütünleşme (Johansen) testleri, Dinamik EKK regresyon tahmini ve VEC nedensellik analizi şeklindeki ekonometrik yöntemler kullanılmıştır. Analizler sonucunda değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettikleri ve nedenselliğin enflasyondan faize doğru olduğu tespit edilmiştir. Analizlerden elde edilen bulgulara göre Türkiye'de açık EH'nin uygulandığı dönemde Neo-Fisher Etkisi geçerli değildir. Bu bulgu, açık EH döneminde Türkiye'de enflasyon oranı yükseldikçe tasarruf sahiplerinin reel kazançlarını korumak için daha fazla faiz talebinde bulduklarının göstergesi olarak kabul edilebilir. Analiz sonuçlarından hareketle, Türkiye'de kamu borçlarının reel değerini yükseltmek için enflasyonun aktif olarak kullanılmasının ve diğer temel makroekonomik göstergelerin dikkate alınmasının uygun olacağını söylemek mümkündür.

#### Anahtar Kelimeler

Yapısal Kırılma, Dinamik EKK, Fisher/Neo-Fisher Etkisi, Enflasyon, Faiz Oranı

JEL Sınıflama Kodları: C32, E31, E43, E52

#### Abstract

Interest and inflation rates are two critical variables concerning monetary policy strategies in the form of explicit Inflation Targeting (IT) to ensure price stability. Traditionally, nominal interest rates are raised, and inflation rates are reduced to explicit IT's target values; however, through discussions on Neo-Classical and Neo-Keynesian views, the traditional Fisher Effect has come under scrutiny. This study econometrically examines the relationship and direction of flow between

\* **Sorumlu Yazar:** Sevda Yapraklı (Prof. Dr.), Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Erzurum, Türkiye.  
E-posta: sevda1@atauni.edu.tr ORCID: 0000-0002-1902-899X  
**Atf:** Yapraklı, S. (2022). Açık enflasyon hedeflemesi döneminde neo-fisher etkisi'nin geçerliliği: Türkiye üzerine ekonometrik bir analiz. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 37, 85-105. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.37.1071062>



nominal interest and inflation. This study contributes to the literature by providing a unique view of the open IT period, data set, and analysis method, using data regarding interest rates on government domestic debt securities and consumer price index variables from January 2006 to August 2021, when Turkey applied the explicit IT. This study uses econometric methods, such as unit root (Ng–Perron), multiple structural breaks (Bai–Perron), and cointegration (Johansen) tests, Dynamic OLS regression estimation, and VEC causality analysis. The results indicate that the variables move together in the long run, with causality running from inflation to interest. According to the analysis results, the Neo-Fisher Effect is invalid when explicit IT is applied in Turkey. These findings indicate that savers demand more interest to protect their real earnings as the inflation rate increased in Turkey during the explicit IT period. Based on the analysis results, it would be appropriate to use inflation actively and consider other basic macroeconomic indicators to manage the real value of public debt in Turkey.

**Keywords**

Structural Break, Dynamic OLS, Fisher/Neo-Fisher Effect, Inflation, Interest Rate

**JEL Codes:** C32, E31, E43, E52

***Extended Summary***

The relationship between nominal interest and inflation and the direction and size of the relationship are important for countries' macroeconomic policies concerning price stability. Explicit Inflation Targeting (IT) is one of the primary monetary policy strategies applied to ensure price stability. Explicit IT intervenes upon the nominal interest rate to eliminate the deviations in the targeted inflation rates; traditionally, the nominal interest rates are raised, and the inflation rates are reduced to the targeted values. Accordingly, there is a negative relationship between the nominal interest rate and inflation; however, the economic developments that emerged, especially after the 2008 Global Crisis and the studies of Neo-Keynesian economists, have revealed a positive relationship between interest and inflation in the short term. Through discussions based on Neo-Classical and Neo-Keynesian views, the validity of the traditional Fisher Effect (which claims that there is a positive relationship between the nominal interest rate and the inflation rate and that the direction of the relationship is from inflation to interest) has come under scrutiny.

Most theoretical-applied studies on explicit IT and policy implementations in practicing countries have shown a positive relationship between interest and inflation rates; however, the direction of the relationship is from nominal interest to inflation. The positive effect of interest on inflation began as the Neo-Fisher Effect in the literature; thus, the direction of the relationship between the two variables has become important for academics and policymakers.

This study econometrically examines the direction of the relationship between nominal interest and inflation, which is important in terms of price stability. For this purpose, econometric analyses are made using monthly data from January 2006 to August 2021, when Turkey applied explicit IT. In line with the findings, this study examines whether the Neo-Fisher Effect is valid. The second part of this study is handled in three parts; explanations are made about the literature concerning applied



studies examining the interest-inflation relationship. The third chapter first discusses the data set and method used in the research, and then the results of the analyses are presented and interpreted. The last part provides general evaluations and policy recommendations.

To determine whether the nominal interest-inflation relationship is valid based on the Neo-Fisher Effect, this study uses monthly data on government domestic debt securities interest rates and CPI/inflation variables from January 2006 to August 2021, when the deficit EH was applied in Turkey. The year 2003 (2003=100) is the basis for the CPI, representing inflation. The interest rate includes fixed-rate cash borrowings realized through the auction method and shows the monthly average cost of domestic cash borrowing (compounded % per year). The moving average method is used to adjust the seasonal effects of this study's main variables.

In addition, shadow variables ( $K$ ), related to the structural break periods determined by the Bai–Perron test, are created and added to the estimation equations. The inflation and nominal interest rate variables are given a value of 1 for June 2009–November 2017 and June 2015–November 2018, and 0 for other months. Furthermore, this study investigates the existence of the relationship between nominal interest and inflation using econometric analysis methods. This study's main analysis methods are unit root (Ng–Perron), multiple structural break (Bai–Perron) and cointegration (Johansen) tests, Dynamic EKK regression estimation, and VEC causality analysis.

Since the test statistics for  $MZ$ ,  $MZ_t$ ,  $MSB$ , and  $MPT$  tests are smaller than Ng and Perron's critical values, the basic hypothesis of "There is a unit root" is rejected; the first difference  $[I(1)]$  values of interest rate and inflation–CPI variables become stationary. The Bai–Perron structural break tests show two breaks in this study's variables, and the Johansen cointegration tests indicate that the variables act together in the long run.

Dynamic OLS regression findings with a structural break dummy variable show that a 1% increase in the inflation rate, in the long run, leads to a 0.67% increase in the nominal interest rate; however, the positive effect of the increase in the interest rate on inflation is statistically insignificant. Similarly, the VEC causality analysis results show that there is no unidirectional causality running from the nominal interest rate to inflation, and therefore the Neo-Fisher Effect is not valid in Turkey. Dynamic OLS and VEC causality analysis results indicate that savers demand more interest to protect their actual earnings as inflation rates rise in Turkey during the explicit IT period. Based on the analysis results, it is possible to say that it would be appropriate to use inflation actively and consider other basic macroeconomic indicators to manage the real value of public debt in Turkey.

## Açık Enflasyon Hedeflemesi Döneminde Neo-Fisher Etkisi'nin Geçerliliği:

### Türkiye Üzerine Ekonometrik Bir Analiz

Nominal faiz ve enflasyon arasındaki ilişki ve ilişkinin yönü ile büyüklüğü ülkelerin uyguladıkları makroekonomik politikaların başarısı açısından önem arz etmektedir. Temel iç ekonomik denge amaçlarından biri olan fiyat istikrarının sağlanması amacıyla uygulanan para politikalarının en önemlilerinden biri açık Enflasyon Hedeflemesi (EH)'dir. Açık EH, bağımsız bir merkez bankasının belirlenen bir dönem için kamuoyu tarafından kolay anlaşılabilen ve takip edilebilen sayısal bir enflasyon (nokta) ve/veya hedef aralığı belirlemesi ve buna ulaşmak için para politikası araçlarını kullanması olarak tanımlanabilmektedir (TCMB, 2005: 3-4). Açık EH'de merkez bankasının temel politika aracı kısa vadeli faizlerdir. Açık EH'de hedeflenen enflasyon oranlarındaki sapmaların giderilmesi için nominal faiz oranına müdahalede bulunmakta ve geleneksel olarak nominal faiz oranları yükseltilecek enflasyon oranları hedeflenen değerlere düşürülmektedir (TCMB, 2020:5-6; Williamson, 2016:6-7).

Faiz oranları ekonomik birimlerin tüketim ve yatırım-üretim kararlarını (toplam talebi ve arzı) etkilemek ve döviz kuru üzerinde baskı oluşturmak suretiyle enflasyon oranlarının belirlenen değerlerde tutulmasına yardımcı olmaktadır (Uçak ve Şahan, 2019:55). Yani nominal faiz oranlarındaki artış (azalış) enflasyonu düşürmekte (yükseltmekte) ve nominal faiz oranı ile enflasyon arasında negatif/ters yönlü bir ilişki ortaya çıkmaktadır. Ancak 2000'li yılların ortalarından itibaren özellikle 2008 Küresel Krizi sonrasında ortaya çıkan ekonomik gelişmeler ve Neo-Keynesyen iktisatçıların yaptığı çalışmalar, kısa dönemde faiz ile enflasyon arasında pozitif/aynı yönlü ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Neo-Klasik ve Neo-Keynesyen görüşlere dayalı tartışmalar sonucunda "Nominal faiz oranı ile enflasyon oranı arasında pozitif bir ilişki vardır ve ilişkinin yönü enflasyondan faize doğrudur." cümlesi ile ifade bulan geleneksel Fisher Etkisi'nin geçerliliği yeniden araştırılmaya başlanmıştır (Tayyar, 2019:319).

Fisher Etkisi'ne göre uzun dönemli beklenen enflasyon oranı ile nominal faiz arasında pozitif yönlü bir ilişki söz konusudur ve bu nedenle reel faiz oranı (=nominal faiz oranı - beklenen enflasyon oranı) değişmemektedir (Amano vd., 2016:2). Tam istihdam ve paranın yansız olduğu varsayımları altında, enflasyonun artacağı yönündeki beklentiler para talebinin ve nominal faiz oranlarının aynı oranda artmasına, bu ise reel faizlerin sabit kalmasına yol açmaktadır. Para politikasının reel faiz üzerindeki etkisinin ortadan kalkması, enflasyonun beklentilerden etkilenmesine yol açmaktadır (Awomuse and Alimi, 2012:158-159; Amano vd., 2016:5-6). Kısacası enflasyonda meydana gelen değişiklik, faiz oranının aynı yönde hareket etmesine yol açmakta ve enflasyondan nominal faiz oranına doğru nedensellik ilişkisi ortaya çıkmaktadır.

Küresel finansal kriz döneminde dünyadaki birçok merkez bankası finansal sorunları ve ekonomik durgunluğu (işsizlik ve düşük/negatif büyüme vb.) gidermek

amacıyla çeşitli geleneksel olmayan politikalara başvurmuş ve nominal faiz oranlarını düşürerek genişletici para politikası uygulamıştır. Ancak düşük faiz politikası uygulamaları beklenen reel etkiyi göstermemiş, hatta merkez bankalarının hedefledikleri enflasyon oranlarından daha düşük oranlarla karşılaşmıştır (Williamson, 2016:5; Ioana, 2017:578-579). Bu duruma yönelik çoğu teorik-uygulamalı çalışma ve EH'yi benimseyen ülkelerdeki politika uygulamaları, faiz ve enflasyon oranı şeklindeki iki değişken arasında pozitif bir ilişkinin var olduğunu, ancak ilişkinin yönünün nominal faizden enflasyona doğru olduğunu göstermiştir. Faizin enflasyon üzerindeki pozitif etkisi literatürde Neo-Fisher Etkisi olarak yer almaya başlamıştır. Neo-Fisher Etkisi'nde, Fisher Etkisi'nin tersine nominal faiz oranından enflasyona doğru bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu ileri sürülmektedir. Crowder'e göre 2010 yılında Bullard tarafından ileri sürülen ve Cochrane tarafından kamuoyuna sunulan Neo-Fisher Etkisi ile trend enflasyonun nominal politika faizinin artırılması ile artabileceği gösterilmiştir (Crowder, 2020:2867). Buna göre yeterli düzeyde mali ve parasal koordinasyonun olduğu durumlarda enflasyon nominal faiz oranlarındaki artışa pozitif tepki verebilmektedir (Cochrane, 2016:1). Böylece iki değişken arasındaki ilişkinin yönü akademisyenlerin ve politika yapımcıların önem verdikleri konular arasında yer almaya başlamıştır.

Neo-Fisher Etkisi'nin ortaya çıkmasında nominal ve reel faizin, kısa ve uzun dönemdeki etkileşimlerinin farklı olmasının önemli bir etkisi bulunmaktadır. Rasyonel beklentiler hipotezinin geçerli olduğu varsayımı altında, bir merkez bankasının nominal faizi kalıcı olarak % 1 oranında artırması, iktisadi faaliyetlere ilişkin büyüme, istihdam, yatırım gibi temel makro göstergelerin olumsuz yönde etkilenmesine, yani maliyetlerin artmasına yol açmaktadır. Reel faiz uzun dönemde bağımsız hareket etse bile kısa dönemde (enflasyon bire bir tepki vermemesine rağmen) nominal faizdeki artışla aynı ölçüde yükselmektedir. Zaman içinde reel faiz kendi doğal uzun dönem dengesine doğru inmeye başlamakta ve enflasyon da bununla uyumlu bir şekilde (döviz kuru, talep ve beklentiler yoluyla) yükselerek reel faizin sabitlenmesini sağlamaktadır (Tayyar, 2019:314-315).

Bu çalışmada fiyat istikrarı açısından önem arz eden nominal faiz ve enflasyon ilişkisi ile ilişkinin yönü ekonometrik olarak inceleme konusu yapılmıştır. Bu amaçla Türkiye'de açık EH'nin uygulandığı 2006:01-2021:08 dönemine ait aylık veriler kullanılarak ekonometrik analizler yapılmış ve analizlerden elde edilen bulgular doğrultusunda Neo-Fisher Etkisi'nin geçerli olup olmadığı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Üç bölüm şeklinde ele alınan bu çalışmanın ikinci bölümünde faiz-enflasyon ilişkisini inceleyen uygulamalı çalışmaların ele alındığı yazın taramasına ilişkin açıklamalar yapılmıştır. Üçüncü bölümde öncelikle araştırmada kullanılan veri seti ve yöntem ele alınmış, daha sonra ise yapılan analizlerin sonuçları tablolar halinde sunularak yorumlanmıştır. Son bölümde ise yapılan genel değerlendirmeler sonrasında ve politika önerilerinde bulunulmuştur.

## Yazın Taraması

Ülkelerin uyguladıkları para politikalarının başarısı açısından kritik öneme sahip olması nedeniyle literatürde, faiz (ve bununla uyumlu para arzı) ve enflasyon oranları arasındaki ilişkiyi Neo-Fisher Etkisi bağlamında incelemeye çalışan sınırlı sayıda uygulamalı çalışma olduğu gözlenmektedir. Küresel ekonomik kriz sonrası uygulanan politikaların ve teorik-uygulamalı akademik tartışmaların da etkisiyle uygulamalı çalışmaların özellikle 2000’li yılların sonlarına doğru arttığı görülmektedir. Bu doğrultuda inceleme konusu yapılan belli başlı çalışmalar, elde edilen bulgularına ve bulgulara yönelik ortak görüşlerine göre aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Tymoigne’ye göre enflasyon-faiz ilişkisini araştırmaya yönelik temel çalışma Fisher tarafından 1930 yılında ABD ve İngiltere üzerine yapılmıştır. Çalışmada yapılan analizler sonucunda uzun dönemde beklenen enflasyonun nominal faizi etkilediği belirlenmiştir. Buna göre tasarruf ve yatırımları etkileyen reel faiz oranlarını belirli bir seviyede tutmak için merkez bankalarının enflasyon beklentilerini yönetmesi uygun olacaktır (Tymoigne, 2006:2). Benzer şekilde Fama (1975), Crowder-Hoffman (1996), Berument (1999), Booth-Ciner (2000), Ayup vd. (2014), Atgür-Altay (2015) ve Terzioğlu (2018) tarafından yapılan uygulamalı çalışmalarda da enflasyonun nominal faiz üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu çalışmalarda genel olarak, beklenen enflasyonun nominal faizi etkileyerek reel faizin istikrarlı olmasını (sabit kalmasını) sağladığı belirlenmiştir. Ancak çalışmalarda etkinin büyüklüğünün; beklenti farklılıkları, tercihler, ekonomik koşullar, dışa bağımlılık, beklenen-beklenmeyen para-maliye politikaları vb. gibi nedenlerle her zaman bire bir olmadığına vurgu yapılmıştır.

Kugler (1982), Bullock-Rider (1991), Wallace-Warner (1993), Strauss-Terrell (1995), Said-Janor (2001), Şimşek-Kadılar (2006), Zortuk (2007), Seifollahi vd. (2012), Teker vd. (2012), Ayup vd. (2014), Asemota vd. (2015), Laiboni (2015) ve Sugözü-Yaşar (2020) tarafından yapılan çalışmalarda değişkenler arasında karşılıklı bir ilişki olduğu, ancak ilişkinin yönünün (pozitif/negatif) ele alınan dönemlere, ekonomik-finansal krizlerin olup olmamasına, para politikası uygulamalarına ve ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklılaştığı tespit edilmiştir. Strauss-Terrell (1995), Choudhry (1997), Said-Janor (2001), Wijesinghe (2002), Yılcı (2009), Asemota vd. (2015) ve Doğan vd. (2016)’nin çalışmalarında ise değişkenler arasında doğrudan/birebir ilişki olmadığı, ilişkinin talep, varlık fiyatları, üretim düzeyi, kur, beklenti gibi kanallarla ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Değişkenler arasındaki korelasyon ilişkisi boyutundan ziyade nedensellik boyutunu inceleyen [Sever ve Mızrak (2007), Castelnuovo-Surico (2010), Ioana (2017), Uribe (2017, 2020), Lukmanova-Rabitsch (2018), Tayyar (2019), Sümer (2020), Felek-Ceylan (2021) ve Bias-Hall (2021)] temel çalışmalarda nominal faizin enflasyonun nedeni olduğu, yani Neo-Fisher Etkisi’nin geçerli olduğu yönünde bulgulara ulaşılmıştır.

mıştır. Bununla birlikte Fahmy-Kandil (2003), İncekara vd. (2012), Mercan (2013), Uçak vd. (2014), Köksel-Destek (2015), Doğan vd. (2016), Tunalı-Erönel (2016), Torun-Karanfil (2016), Karahan-Yıldırım (2017), Demirgil-Türkay (2018), Crowder (2020), Baylan-Pazarcı (2020) ve Bias-Hall (2021) tarafından yapılan çalışmalarda ise enflasyonun nominal faizin nedeni olduğu, yani Fisher Etkisi'nin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Yukarıda verilen çalışmalarda nedenselliğin yönüne ilişkin bulguların, örneklem dönemi, ele alınan ülke ve/veya ülke grubu, şok politika uygulamaları, kullanılan yöntem ve makroekonomik koşullara göre farklılık arz ettiği gözlenmiştir. Yukarıda incelenen çalışmalara ait özet bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

*Nominal Faiz ve Enflasyon İlişkisine Yönelik Belli Başlı Çalışmalar/Araştırmalar*

Araştırmacı(lar)/ Çalışma Yılı	Veri Dönemi/ Ülke	Yöntem/ler	Bulgu
Fisher*1930	1890-1927/ABD 1820-1924/İngiltere	Regresyon	Uzun dönemde faiz oranı beklenen enflasyonu etkilememektedir.
Fama*1975	1953-1971/ABD	Regresyon	Enflasyon faizi etkilemektedir.
Kugler*1982	1974-1980/5 GÜ	Regresyon	Enflasyon ile faiz arasında pozitif ilişki vardır.
Bullock/Rider*1991	1960/1991/18 OECD	Regresyon	1970'li yıllarda negatif, 1980'li yıllarda pozitif ilişki bulunmaktadır.
Wallace/Warner*1993	1948-1990/ABD	Eş-bütünleşme	Uzun dönemde enflasyon faizi etkilemektedir.
Strauss/Terrell*1995	1973:01-1989:04/6 GÜ	Eş-bütünleşme	5 ülkede ilişki varken, 1 ülkede yoktur.
Crowder/Hoffman* 1996	1952-1991/ABD	Regresyon	Enflasyondaki artış nominal faizi artırmaktadır.
Choudhry*1997	1955-1994/3 GÜ	EG, Harris İnder eş-büt.	Değişkenler arasında uzun dönemli ilişki yoktur.
Berument*1999	1958Q4-1994Q4/ İngiltere	ARCH	Beklenen enflasyon faiz oranını etkilemektedir.
Booth/Ciner*2000	197801-1997:02/9 AB üyesi ve ABD	Eş-bütünleşme	Değişkenler arasında birebir ilişki bulunmaktadır.
Said/Janor*2001	1986-1996/5 Asya Ülkeleri	Eş bütünleşme	Değişkenler 1 ülkede ilişkili; 4 ülkede ilişkisizdir, nedensellik karşılıklıdır.
Wijesinghe*2002	1960-1990/Sri Lanka	Johansen eş- büt, VAR	Değişkenler arasında uzun dönemli ilişki yoktur.
Fahmy/Kandil*2003	1980-1990/ABD	Regresyon	Enflasyon faizin nedenidir, NF Etkisi geçerli değildir.
Şimşek/ Kadılar*2006	1987:01-2004:04/ Türkiye	ARDL	Değişkenler arasında pozitif yönlü ilişki bulunmaktadır.
Sever/Mızrak*2007	1987:01-2006:06/ Türkiye	Nedensellik, VAR	Faiz enflasyonu pozitif etkilemektedir, nedensellik faizden enflasyona doğrudur.
Zortuk*2007	2001:01-2006:12/ Türkiye	ARDL	Değişkenler arasında uzun dönemli ilişki bulunmaktadır.
Yılancı*2009	1989:01-2008:01/ Türkiye	EG eş-büt.	Değişkenler arasında uzun dönemli ilişki yoktur.
Castelnuovo/ Surico* 2010	1966Q1-2006Q4/ABD	VAR	NF Etkisi geçerlidir, enflasyon tepkileri ele alınan döneme göre değişmektedir.
İncekara vd.*2012	1989-2011/Türkiye	Eş-büt., VAR	Enflasyon faizi etkilemektedir.

Seifollahi vd.*2012	1980-2008/4 AGÜ	Regresyon	Değişkenler arasında karşılıklı pozitif ilişki bulunmaktadır.
Teker vd.*2012	2002:01-2011:03/ Türkiye	TAR/T, VEC	Enflasyon ile faiz arasında aynı yönlü ilişki bulunmaktadır.
Mercan*2013	1992:01-2013:01/ Türkiye	ARDL	Enflasyon faiz oranını etkilemektedir.
Ayup vd.*2014	1973-2010/Pakistan	Johansen eş-büt.	Değişkenler arasında uzun dönemli ilişki bulunmaktadır.
Uçak vd.*2014	1991-2011 aylık/4 AB ülkesi	HT J Hacker nedensellik	Enflasyondan faize doğru nedensellik bulunmaktadır.
Atgür/Altay*2015	2004-2013/Türkiye	Eş-büt., DEKK	Uzun dönemde enflasyon faizi etkilemektedir.
Asemota vd.*2015	1960-2011/ECOWAS	Regresyon	Bazı dönemlerde ilişkili; bazı dönemlerde ilişkisizdir.
Köksel/ Destek*2015	2012:01-2014:12/ Türkiye	Maki eş-büt.	Uzun dönemde enflasyon faizi etkilemektedir, nedensellik enflasyondan faize doğrudur.
Laiboni*2015	2009:01-2015:08/Kenya	Eş bütünleşme	Uzun dönemli ilişki yoktur, ancak karşılıklı nedensellik bulunmaktadır.
Doğan vd.*2016	2003:01-2015:02/ Türkiye	Eş-büt., nedensellik	Değişkenler arasında uzun dönemli ilişki yoktur, nedensellik enflasyondan faize doğrudur. NF Etkisi geçerli değildir.
Tunalı/Erönel*2016	2003:01-2014:02/ Türkiye	GH eş-büt.	Uzun dönemde enflasyon faizi etkilemektedir.
Torun/Karanfil* 2016	1980-2013/Türkiye	Eş-büt, nedensellik	Uzun dönemde enflasyon faizi etkilemektedir.
Karahan/Yılıgör* 2017	2002-2016/Türkiye	Eş-büt, nedensellik	Nedensellik enflasyondan faize doğrudur, NF Etkisi geçerli değildir.
Ioana*2017	2005-2015/EH'li 6 Avrupa Ülkesi	VAR	NF Etkisi geçerlidir.
Uribe*2017	1954:Q3;1955Q2- 2016:Q4/ABD,Japonya	VARs	NF Etkisi geçerlidir.
Demirgil/Türkay* 2018	2003:01-2017:01/ Türkiye	ARDL, nedensellik	Değişkenler arasında ilişki vardır, nedensellik enflasyondan faize doğrudur. NF Etkisi geçerli değildir.
Terzioğlu*2018	1987:Q1-2015:Q3/ Türkiye	MGARCH	Enflasyon (belirsizliği) faizi etkilemektedir.
Lukmanova/ Rabitsch*2018	1947:Q2-2017:Q3/ABD	VAR	Nominal faiz, enflasyonu ve üretimi pozitif etkilemektedir. NF Etkisi geçerlidir.
Tayyar*2019	2002:01-2014:05/ Türkiye	TY Nedensellik	NF Etkisi geçerlidir.
Uribe*2020	1954Q3-2018Q2/ABD	VARs	NF Etkisi geçerlidir.
Crowder*2020	1951:M1-015:M12/ ABD	VAR	NF Etkisi geçerli değildir.
Baylan/Pazarıcı*2020	2005:01-2018:0/ Türkiye	VAR	NF Etkisi geçerli değildir.
Sümer*2020	2010:M5-2019:M12/ Türkiye	Eş-bütünleşme	NF Etkisi geçerlidir.
Sugözü/Yaşar*2020	2001Q1:2019:Q4/32 OECD ülkesi	Panel eş-büt, nedensellik	Değişkenler arası uzun dönemli ilişki vardır, nedensellik çift yönlüdür.
Felek/Ceylan*2021	2012:1-2019:6/Türkiye	Nedensellik, VARs	NF Etkisi geçerlidir.
Bias/Hall*2021	1964:01-2019:04/ABD	Granger nedensellik	NF kriz öncesi dönemde geçerli, kriz sonrası dönemde geçersizdir.

**Not:** Tabloda Neo-Fisher NF; Gelişmiş Ülke, GÜ; Az Gelişmiş Ülke AGÜ kısaltmaları ile temsil edilmiştir.

Tablo 1’de verilen enflasyon-faiz ilişkisine yönelik belli başlı çalışmalar genel olarak değerlendirilecek olursa, iki değişken arasında ilişki olduğuna dair bir görüş birliğinin oluştuğunu, ancak korelasyon ve/veya nedensellik ilişkisi, ilişkinin büyüklüğü ve yönü gibi konularda farklı analiz sonuçlarına ulaşıldığını söylemek mümkündür. Bu çalışmanın literatürdeki diğer çalışmalardan; ele alınan açık EH dönemi, Devlet İç Borçlanma Senedi (DİBS) faiz oranları, eş-bütünleşme ve nedensellik analizlerinin yer aldığı analiz yöntemi açısından farklılaşarak, literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

### Zaman Serisine Dayalı Ekonometrik Analizler

Türkiye’nin 1998 yılında yapmış olduğu IMF Stand-By Anlaşması kapsamında yürürlüğe konulan ve 2000-2002 dönemini kapsayan enflasyonla mücadele programında para politikası aracı olarak döviz kuru çapası kullanılmış ve maliye, gelir, kur ve para politikalarının eş güdümüne önem verilmiştir (Erçel, 1999: 1-2). Ancak ortaya çıkan olumsuz ekonomik ve siyasi gelişmeler nedeniyle enflasyon programı uygulamada başarılı olamamış, 2001 yılında Türkiye’de ekonomik kriz ortaya çıkmıştır. Kriz sonrası dönemde yürürlüğe konulan Güçlü Ekonomiye Geçiş Programı ile esnek döviz kuru sistemine geçilmiş ve fiyat istikrarını sağlamaya yönelik para politikası stratejisi olarak örtük EH uygulanmaya başlanmıştır. Krizin ortaya çıkardığı belirsizlikler giderilinceye ve açık EH için gerekli ön koşullar sağlanıncaya kadar TCMB örtük EH uygulaması ve açık EH’ye kademeli olarak geçiş yapmıştır. Örtük EH uygulamasında TCMB enflasyon hedeflerini açıklamış, ancak EH’ye geçildiğini resmi olarak ilan etmemiştir. Örtük EH’de temel para politikası araçlarından olan kısa vadeli faizler ve parasal taban kullanılmıştır (Yapraklı ve Kaplan, 2012:186, 192).

Kriz sonrası dönemde uygulanan örtük EH ile döviz kuru dalgalanmaları azalmış, enflasyon oranları düşmüştür. Bu ise 2006 yılında açık EH’nin resmi olarak ilan edilerek uygulamaya konulmasına ve sadece kısa vadeli faizlerin para politikası aracı olarak kullanılmasına katkıda bulunmuştur (Peker, 2011:498). Açık EH’nin başarılı bir şekilde uygulandığı 2006 sonrası dönemde temel para politikası amacı fiyat istikrarı olmuştur. Ancak özellikle 2008 Küresel Krizi’nin de etkisiyle ortaya çıkan uluslararası sermaye akımlarının olumsuz etkilerinden korunmak amacıyla Türkiye’de, 2010 yılının ikinci yarısından itibaren fiyat istikrarının yanı sıra finansal istikrarın sağlanmasına yönelik yeni bir para politikası uygulamasına geçiş yapılmıştır. Bu yeni sistemde TCMB, kısa vadeli faizler ile birlikte zorunlu karşılık oranı, faiz koridoru, rezerv opsiyon mekanizması ve likidite yönetimi gibi faiz dışı para politikası araçlarını da kullanarak fiyat ve finansal istikrar amacına ulaşmaya çalışmıştır. Böylece TCMB’nın, açık EH stratejisinin fiyat istikrarı amacıyla uyumlu bir şekilde finansal istikrarı da sağlayarak (kredi genişlemesini, cari açık artışı ve döviz kuru hareketlerini kontrol altına alarak) ekonomik faaliyetlerin olumlu yönde etkilenmesine katkıda bulunması öngörülmüştür (Oktar vd., 2013:11-12, 23-24).



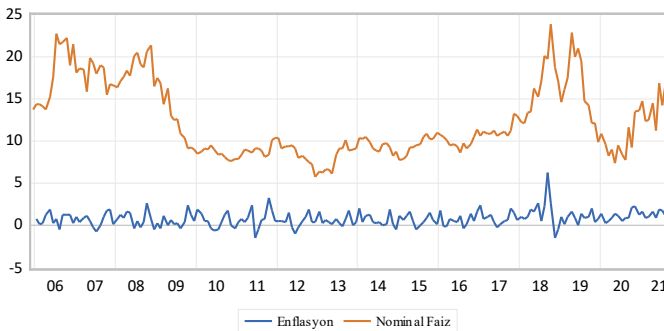
Bu çalışmada açık EH döneminde, finansal istikrar amacı veri iken, fiyat istikrarının sağlanması amacıyla kullanılan faiz oranlarının enflasyon üzerinde etkisinin olup olmadığı, var ise etkinin yönü Neo-Fisher Etkisi bağlamında ekonometrik olarak inceleme konusu yapılmıştır. Bu amaçla kullanılan veri seti, yöntem ve analiz sonuçlarına ilişkin bilgiler aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir.

### Veri Seti ve Yöntem

Nominal faiz-enflasyon ilişkisinin Neo-Fisher Etkisi bazında geçerli olup olmadığını tespit etmek amacıyla Türkiye’de açık EH’nin uygulandığı 2006:01-2021:08 dönemine ilişkin DİBS faiz oranları ve TÜFE/enflasyon değişkenlerine ait aylık verilerden yararlanılmıştır. Enflasyonu temsilen kullanılan TÜFE için 2003 yılı (2003=100) baz alınmıştır. Faiz oranı ise ihale yöntemi ile gerçekleştirilen sabit faizli nakit borçlanmaları kapsamakta ve nakit iç borçlanma aylık ortalama maliyetini (yıllık bileşik %) göstermektedir.

Çalışmada kullanılan temel değişkenlerin mevsimsel etkilerden arındırılması için hareketli ortalamalar yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca Bai-Perron testi ile tespit edilen yapısal kırılma dönemlerine ilişkin (K) gölge değişkenleri oluşturulmuş ve tahmin denklemlerine eklenmiştir. Bu doğrultuda enflasyon ve nominal faiz oranı değişkenleri için sırasıyla 2009:05, 2017: 11 ve 2015:05, 2018:11 dönemlerine 1, diğer aylara 0 değerleri verilmiştir.

Aylık verilerin temininde Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Elektronik Veri Dağıtım Sistemi ve Hazine ve Maliye Bakanlığı veri tabanından yararlanılmıştır (TCMB, 2021; Hazine ve Maliye Bakanlığı, 2021). Değişkenlerin 2006-2021 dönemine ilişkin değişimleri Şekil 1’deki gibidir.



Şekil 1. Enflasyon ve Nominal Faizin Açık EH Dönemindeki Değişimleri Yöntem

Çalışma kapsamında nominal faiz ve enflasyon arasındaki ilişkinin varlığı ekonometrik analiz yöntemleri kullanılarak araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan temel



analiz yöntemleri birim kök (Ng-Perron), çoklu yapısal kırılma (Bai-Perron) ve eş-bütünleşme (Johansen) testleri, Dinamik EKK regresyon tahmini ve VEC nedensellik analizi şeklindedir.

Neo-Fisher etkisinin test edilmesine yönelik denklemlerin belirlenmesinde Crowder tarafından yapılan çalışma baz alınmıştır (Crowder, 2020: 2869-2871). Bu bağlamda çalışmada kullanılan temel denklemler aşağıdaki gibidir.

$$NF_t = \alpha_0 + \alpha_1 ENF_t + u_t \quad (1)$$

$$ENF_t = \beta_0 + \beta_1 NF_t + u_t \quad (2)$$

(1) ve (2) nolu denklemlerde NF nominal faizi, ENF gerçekleşen enflasyonu [rasyonel beklentiler ve hata terimi  $\alpha_t$ 'nin  $Cov(\alpha_t, \alpha_{t-1}) = 0$  olması varsayımları altında ( $ENF_t = ENF_t^{Beklenen} - \alpha_t$ ],  $\alpha_0$  sabit terimi,  $\alpha_1$  eğim katsayısını, t zamanı ve u hata terimini göstermektedir. (1) nolu denklem ile Fisher, (2) nolu denklem ile Neo-Fisher Etkisi'nin varlığına ilişkin tahminler yapılabilmektedir.

Neo-Fisher Etkisi'nin araştırılmasına yönelik tahminler öncesinde, sahte regresyon sonuçlarından kaçınmak için çalışmada kullanılan verilerin birim kök içerip içermedikleri (durağanlıkları) birim kök testi (Ng-Perron) ile incelenmiştir. Durağanlığın varlığını/yokluğunu otaya koyan Ng-Perron birim kök testi, Phillips-Perron birim kök testinin hata terimi hacminde ortaya çıkan boyut dağılımına ilişkin çarpıklığı gidermek amacıyla geliştirilmiştir.  $MZ_\alpha$  ve  $MZ_t$  testleri ile MSB ve MPT testlerinden oluşan Ng-Perron birim kök testinin temel hipotezi “ $H_0$ : Birim kök vardır” biçimindedir. Analizler sonucunda hesaplanan test istatistiklerinin Ng-Perron'nun kritik değerlerinden küçük olması durumunda temel hipotez reddedilmekte ve ele alınan serinin birim kök içermediği kabul edilmektedir (Perron and Ng, 1996: 437-438).

Serilerin durağanlıklarının araştırılması sonrasında çalışmada kullanılan değişkenlerin bir ve/veya daha çok yapısal kırılmaya maruz kalıp kalmadıklarının tespiti Bai-Perron çoklu yapısal kırılma testleri kullanılmıştır. Kırılma noktalarını tespit etmek amacıyla EKK tahminlerinin yapıldığı Bai-Perron testinde bir ile beş arasında kırılma tarihi saptanabilmektedir (Bai and Perron, 1998:49). Bu amaçla üç temel test uygulanmaktadır. Temel hipotezin “Kırılma yoktur” şeklinde olduğu ilk iki test  $supFT(k)$  ve  $UDmax-WDmax$  testleridir. Söz konusu testlerde alternatif hipotezler sırasıyla “k adet kırılma vardır” ve “en fazla M kadar ( $1 \leq m \leq M$ ) bilinmeyen kırılma vardır” şeklindedir. Temel hipotezin “1 adet kırılma vardır” şeklinde olduğu üçüncü test ise  $supFT(1+1/1)$  testidir. Bu testin alternatif hipotezi “1+1 adet kırılma vardır” şeklindedir. Yapısal kırılmaları belirlemek için Liu, Wu ve Zidek (LWZ), Bayesian (BIC) ve Ardışık (Sequential) bilgi kriterleri kullanılmaktadır. Hata terimlerinde oto korelasyon olmaması durumunda, LWZ ve BIC, olması durumunda ise Ardışık (Sequential) Bilgi

Kriteri yapısal kırılma sonuçlarını göstermede daha etkindir (Bai ve Perron, 2003:15).

Çalışmada yapılan birim kök ve yapısal kırılma testlerine ilişkin bulgulardan hareketle, uzun dönemde değişkenler arası ilişkinin varlığını/yokluğunu belirlemek için Johansen eş-bütünleşme testine başvurulmuştur. Eş-bütünleşme testinde, farklarda durağan hale gelen değişkenlerin seviye değerleri cinsinden uzun dönemde beraber hareket edip etmedikleri belirlenmeye çalışılmaktadır. Değişkenlerin birbirleriyle eş-bütünleşmesi, uzun dönemde değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarının durağan hale geldiklerine ve değişkenler arasında gerçek bir ilişkinin varlığına işaret etmektedir.

Johansen eş-bütünleşme testinde uzun dönemli ilişki katsayısını belirlemek için bir denklem üzerinden katsayı tahmini yapılmaktadır. Bu ise bazen yanlış belirlemelere ve sahte regresyon sonuçlarına yol açabilmektedir. Bu nedenle çalışmada bağımsız/açıklayıcı değişkenlerin düzey değerlerinin farklarına ve farklarının gecikme değerlerine göre belirlenen ve böylelikle uzun dönemli katsayı değerlerinin daha etkin tahmin edilmesine olanak sağlayan Dinamik EKK (DEKK) yönteminden yararlanılmıştır. DEKK’de, EKK tahmincilerinde ortaya çıkan sapmalar, olası içsellik sorunları ve otokorelasyon problemleri giderilebilmekte ve değişkenlerin farklı durağanlık düzeyleri birlikte kullanılabilir (Stock and Watson, 1993: 794, 801; Yapraklı, 2020: 1319-1320).

Değişkenler arasında eş-bütünleşme ilişkisinin varlığı durumunda, kısa dönemli uyumsuzlukları ortadan kaldırabilmek ve nedensellik ilişkisini inceleyebilmek için Vektör Hata Düzeltme (VEC) mekanizması işletilmektedir. VEC’te değişkenler arası uzun dönemli ve kısa dönemli ilişkiler bir arada ele alınmakta ve olası sahte regresyon sorunları giderilmeye çalışılmaktadır. Bu amaçla çalışmada hem kısa dönemli dengesizliklerin giderilmesi hem de Neo-Fisher Etkisi’nin test edilebilmesi için (1) ve (2) nolu denklemlerden yararlanılarak hata düzeltme geliştirilmiş Granger nedensellik testine ilişkin denklemler oluşturulmuştur. Nedensellik ilişkisinin incelenmesine yönelik tahmin denklemleri aşağıdaki gibidir.

$$\Delta ENF_t = \alpha_0 + \alpha_1 ECM_{ENF_{t-1}} + \alpha_2 \Delta ENF_{t-1} + \alpha_3 \Delta NF_t + \alpha_4 \Delta NF_{t-1} + e_{1t} \quad (3)$$

$$\Delta NF_t = \alpha_0 + \alpha_1 ECM_{NF_{t-1}} + \alpha_2 \Delta NF_{t-1} + \alpha_3 \Delta ENF_t + \alpha_4 \Delta ENF_{t-1} + e_{2t} \quad (4)$$

$$ECM_{ENF_t} = ENF_t - \alpha_0 - \alpha_1 NF_t; \quad ECM_{NF_t} = NF_t - \alpha_0 - \alpha_1 ENF_t$$

Burada  $\alpha_0$  sabit terimi,  $\Delta$  fark alma işlemcisini ve  $ECM_{t-1}$  gecikmeli hata (düzeltme) terimini göstermektedir.

Hata düzeltme mekanizması, ENF için  $\Delta NF$ ’nin gecikmeli değerleri ya da  $ECM_{ENF_{t-1}}$  ile NF için  $\Delta ENF$ ’nin gecikmeli değerleri ya da  $ECM_{NF_{t-1}}$  ile nedenselliğin iki kaynağı olduğunu göstermektedir. Gecikmeli bağımsız değişken(ler) için F testi, ( $ECM_{t-1}$ ) için t-testi ve VEC denklem tahmini için Wald  $\chi^2$  testleri kullanılarak, bu kaynaklardan

bir ve/veya daha fazlasının istatistiki anlamlılığına bakılmaktadır. İstatistiki anlamlılık, “ENF veri iken NF, ENF'nin Granger nedeni değildir” ve “NF veri iken ENF, NF'nin Granger nedeni değildir” şeklindeki temel hipotezlerin reddedilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte (3) ve (4) nolu VEC denklemlerinden en az birinde hata düzeltme teriminin istatistiki açıdan anlamlı olmaması, denklemlerin hata düzeltme niteliğini kaybetmelerine yol açmaktadır (Charemza ve Deadman, 1993:51-55).

Neo-Fisher Etkisi'nin test edilmesine yönelik analizler için temel ekonometrik analiz paket programlarından biri olan E-Views 12.0 kullanılmıştır.

### Analiz Sonuçları

Neo-Fisher Etkisi'nin geçerliliğine yönelik analizler yapılmadan önce sahte regresyon sorunlarından kaçınmak amacıyla tahminlerde kullanılan değişkenlerin durağanlığa ilişkin testler yapılmıştır. Bunun için Ng-Perron birim kök testleri kullanılmıştır. Yapılan testlerin sonuçları Tablo 2’de verildiği gibidir. Parantez içindeki rakamlar SIC’ye göre belirlenen otokorelasyonun olmadığı (max lag 14) optimal gecikme uzunluklarını göstermektedir.

Tablo 2

*Birim Kök Testlerine İlişkin Sonuçlar (Ng-Perron)*

Değişken Adı*	Seviye Değerleri			
	MZ <sub>a</sub> (S/T)	MZ <sub>t</sub> (S/T)	MSB (S/T)	MPT (S/T)
NF	-6,422 (1)	-1,714 (1)	0,266 (1)	14,209 (1)
ENF	-0,402 (3)	-0,141 (3)	0,350 (3)	35,343 (3)
<b>I. Fark Değerleri</b>				
$\Delta$ NF	-28,971 (2) <sup>a</sup>	-3,745 (2) <sup>a</sup>	0,129 (2) <sup>a</sup>	3,505 (2) <sup>a</sup>
$\Delta$ ENF	-43,853 (2) <sup>a</sup>	-4,639 (2) <sup>a</sup>	0,106 (2) <sup>a</sup>	2,307 (2) <sup>a</sup>
<b>K.D.</b>	<b>% 1</b>	-23,800	-3,420	0,143
	<b>% 5</b>	-17,300	-2,910	0,168
	<b>% 10</b>	-14,200	-2,620	0,185

\*: Tabloda verilen NF, ENF ve S/T; nominal faizi, enflasyon göstergesi olarak TÜFE’yi ve sabitli ve trendli modeli temsil etmektedir.

**a:** % 1 önem düzeyinde değişken durağandır.

**Not:** Kritik değerler için Ng ve Perron’un çalışmasından (Tablo 1’den) yararlanılmıştır (Ng and Perron, 2001:1524).

Tablodaki birim kök test testine ilişkin sonuçlar, açık EH dönem için ele alınan faiz ve enflasyon değişkenlerinin sabitli ve trendli modellerde seviye değerleri için durağan olmadıklarını göstermektedir. MZ<sub>□</sub>, MZ<sub>t</sub>, MSB ve MPT testlerine ilişkin test istatistikleri Ng ve Perron kritik değerlerinden büyük oldukları için “Birim kök vardır” temel hipotezi kabul edilmekte ve ele alınan serilerin seviye değerlerinde birim bulunduğu karar verilmektedir. Değişkenlerin birinci farkları alınarak yapılan test tekrarları sonucunda, faiz ve enflasyon değişkenlerine ilişkin test istatistikleri ile temel hipotezin reddedilmesine karar verilmiştir. Buna göre her değişken birinci fark [I(1)] değeri ile durağan hale gelmektedir.

Çalışma kapsamında ele alınan değişkenlerde yapısal kırılmanın varlığını/yokluğunu, varsa kırılmanın gerçekleştiği tarihi(leri) tespit etmek amacıyla Bai-Perron yapısal kırılma testlerine başvurulmuştur. Test istatistiklerinde normal veri dağılımı varsayımı altında, HAC kovaryanslar (Bartlett Kernel/Newey-West sabit bant genişliği) ele alınmıştır. Kırılma testinde test seçenekleri  $h = 189$ ,  $Z_t=1$ ,  $p=0$ ,  $q=1$ ,  $\square=0.15$  ve  $m=5$  olarak kabul edilmiş ve yapısal değişikliklere göre parametre tahminleri yapılmıştır. Doğrusal regresyon modelleri belirlenirken maximum gecikme uzunluğu 14 olarak alınmış ve en uygun gecikme uzunluğunun tespiti için SIC'ye başvurulmuştur. Tablo 3'te EKK yöntemi ile tahmin edilen modellere uygulanan Bai-Perron testlerinden elde edilen bulgular verilmiştir.

Tablo 3

*Bai-Perron Testlerine İlişkin Sonuçlar*

Testler	(1) Nolu Denklem İstatistik	(2) Nolu Denklem İstatistik	Bai-Perron K.D. (0.05)
<b>SupFT(k) Testi</b>			
SupF <sub>T</sub> (1)	112,206 <sup>a</sup>	13,288 <sup>a</sup>	11,47
SupF <sub>T</sub> (2)	128,689 <sup>a</sup>	31,369 <sup>a</sup>	9,75
SupF <sub>T</sub> (3)	111,979 <sup>a</sup>	41,166 <sup>a</sup>	8,36
SupF <sub>T</sub> (4)	112,917 <sup>a</sup>	44,808 <sup>a</sup>	7,19
SupF <sub>T</sub> (5)	109,468 <sup>a</sup>	37,196 <sup>a</sup>	5,85
<b>Çift Max Testi</b>			
UD <sub>max</sub>	112,206 <sup>a</sup>	30,004 <sup>a</sup>	11,70
WD <sub>max</sub>	128,689 <sup>a</sup>	44,808 <sup>a</sup>	12,81
<b>Ardışık Kırılma Testi</b>			
SupF <sub>T</sub> (1/0)	112,206 <sup>a</sup>	13,288 <sup>a</sup>	11,47
SupF <sub>T</sub> (2/1)	27,880 <sup>a</sup>	10,632	12,95
SupF <sub>T</sub> (3/2)	27,826 <sup>a</sup>	10,524	14,03
SupF <sub>T</sub> (4/3)	3,742	1,607	14,85
SupF <sub>T</sub> (5/4)	0,000	0,000	15,29
<b>Kırılma Tarihleri</b>			
SIC-LWZ	2009:05; 2017: 11	2015:05; 2018:11	

a: Test istatistiği anlamlıdır.

Tablo 3'te verilen açık EH dönemine ait Bai-Perron yapısal kırılma testlerine ilişkin bulgular, (1) ve (2) nolu denklem tahminleri için SupF<sub>T</sub>(k), UD<sub>max</sub>-WD<sub>max</sub> ve SupF<sub>T</sub>(1+1/l) testlerinin % 5 önem düzeyinde anlamlı olduklarını göstermektedir. Buna göre nominal faiz ve enflasyon serilerinde çoklu yapısal kırılma bulunmaktadır. Yapılan testler ve model belirleme kriterlerinden olan SIC-LWZ bilgi kriterleri serilerde iki adet kırılma olduğunu göstermektedirler. Yapısal kırılmaların genel itibariyle iç/dış makroekonomik değişikliklerin (yapısal reformlar, küresel finansal kriz, uluslararası sermaye hareketleri, bağımsız para politikası uygulamaları vb. gibi) olduğu dönemlerde gerçekleştiğini söylemek mümkündür.

Çalışmada kullanılan değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket edip etmedikleri Johansen eş-bütünleşme ile araştırılmıştır. Maximum gecikme uzunluğu 12 olarak alınmış ve en uygun gecikme uzunluğunun tespitinde SIC'ye göre hareket edilmiştir.

Tablo 4'te eş-bütünleşme testine ait bulgular verilmiştir.

Tablo 4

*Eş-Bütünleşme Testine Ait Sonuçlar*

Denklem No.	Öz Değerler	İz İst.	Max Özd. İst.	Kritik Değer		Sonuç H0: $r = 0$ ; Ha: $r \geq 1$
				% 5 İz	% 5 Max	
(1)	0,229	51,799 <sup>a</sup>	47,721 <sup>a</sup>	25,872	19,387	Red
(2)	0,229	51,799 <sup>a</sup>	47,721 <sup>a</sup>	25,872	19,387	Red

a: Test istatistiği anlamlıdır.

Tablo 4'te (1) ve (2) nolu denklemlere ait tahmin sonuçlarının iz test istatistikleri ve maksimum özdeğer test istatistikleri ile bunlara ait % 5 anlamlılık düzeyindeki kritik değerler verilmiştir. İlgili test istatistiklerine göre “Değişkenler arasında eş-bütünleşme yoktur” şeklindeki temel hipotez (1) ve (2) nolu denklemler için reddedilmektedir. Buna göre seviye değerleri ile durağan olmayan enflasyon ve faiz değişkenleri yapısal kırılmaya rağmen uzun dönemde durağanlaşmakta, yani uzun dönemde değişkenler seviye değerleri birlikte hareket etmektedirler.

Joahnsen eş-bütünleşme testinde (1) ve (2) nolu denklemler için katsayı tahminleri yapılmış, ancak değişkenler arasındaki eş-bütünleşme katsayılarının aynı olduğu görülmüştür. Bu durumun ortaya çıkarabileceği sahte regresyon sonucu olasılığını gidermek ve her denklem için farklı katsayı değerleri tahmin edebilmek amacıyla DEKK yöntemine başvurulmuştur. Bu amaçla (1) ve (2) nolu denklemler uygun gecikme uzunluklarına göre yeniden düzenlenmiş ve denklemlere yapısal kırılmaları temsil eden gölge değişken (K)'ler eklenmiştir. En uygun gecikme uzunluğunun tespitinde SIC'den yararlanılmış ve uzun dönem varyans tahmininde Barlett kernel, Newey-West sabit bant genişliği kullanılmıştır. Tablo 5'te DEKK yöntemine dayalı tahmin sonuçları verilmiştir.

Tablo 5

*DEKK Yöntemine İlişkin Bulgular*

Denklem	Değişken/ler	Uzun Dönem Katsayısı	Standart Hata	t İstatistiği	p değeri	
(1)	C	0,161	0,071	2,268	0,025	$R^2 = 0,785$ LRV = 0,057
	ENF	0,673	0,179	3,759	0,005	
	K	0,378	0,130	2,908	0,017	
(2)	C	0,187	0,145	1,289	0,201	$R^2 = 0,689$ LRV = 0,069
	NF	0,231	0,168	1,375	0,172	
	K	0,123	0,078	1,577	0,115	

Tabloda Türkiye'de açık EH'nin uygulandığı döneme ilişkin (1) ve (2) nolu denklemlere ait uzun dönem katsayı değerleri verilmiştir. Buna göre (1) nolu denklem için uzun dönemli katsayı değeri istatistiki açıdan anlamlıdır ve pozitif işaretlidir. Dolayısıyla Türkiye'de açık EH'nin uyguladığı dönemde enflasyon oranında ortaya çıkan % 1'lik artış, faiz oranında % 0.67'lik artışa yol açmaktadır. Ayrıca K gölge değişkeni ile

gösterilen yapısal kırılma katsayısı makroekonomik sorunların nominal faiz oranlarını yükselttiğini göstermektedir. (2) nolu denkleme ait katsayı değeri de pozitif, ancak istatistiki açıdan anlamsızdır. Bu ise uzun dönemde faiz oranındaki artışın enflasyon oranı üzerinde etkisinin olmadığına işaret etmektedir.

Neo-Fisher Etkisi'nin geçerliliğini test etmek amacıyla oluşturulan kukla değişkenli (3) ve (4) nolu denklemler yardımıyla yapılan Granger nedensellik testine ait tahmin sonuçları Tablo 6'daki gibidir. Nedensellik testine ilişkin bulgular, bağımlı değişkenin gecikme değerlerine karşı duyarlıdır. Bu nedenle çalışma kapsamında gecikme uzunluğunun tespiti için Schwarz (SIC) ve Hannan-Quinn (HQ) bilgi kriterlerinden yararlanılmıştır.

Tablo 6

*Nedensellik Test Sonuçları (VEC-Granger)*

Denklemler No	Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	ECMt-1 (t-değeri)	F-İst. (p değeri)	Wald/ $\chi^2$ -İst. (p değeri)	Sonuç
(3)	NF	ENF	-0,090 (-2,0101)	4,826 (0,0004) <sup>a</sup>	19,831 (0,005) <sup>a</sup>	ENF → NF
(4)	ENF	NF	-0,067 (-0,0460)	0,955 (0,4468)	2,292 (0,682)	

a: % 1 önem düzeyini temsil etmektedir.

Tablo 6'da verilen nedensellik testi sonuçları (3) nolu denklem açısından incelendiğinde, gecikmeli hata düzeltme terimi, açıklayıcı değişkenin gecikmeli değerleri ve VEC model tahmininin istatistiki açıdan anlamlı oldukları görülmektedir. Buna göre "Enflasyon nominal faizin nedeni değildir" temel hipotezi % 1 önem düzeyinde hem F hem de  $\chi^2$  test istatistiklerine göre reddedilmektedir. Yani enflasyondan nominal faiz oranına doğru tek yönlü nedensellik bulunmaktadır. Hata düzeltme mekanizmasına göre tahmin edilen (3) nolu denklemde kısa dönemli ilişkiyi gösteren  $ECM_{t-1}$ 'nin katsayısı hem nominal faiz ile enflasyon arasında eş bütünlüşme ilişkisinin olduğunu hem de kısa dönemde ortaya çıkan sapmaların (içsel ve/veya dışsal şokların) yaklaşık % 10 kadarının uzun dönemde düzeltilebildiğini göstermektedir.

Diğer taraftan (4) nolu denkleme ilişkin nedensellik bulgularına göre hata teriminin gecikmeli değerine ilişkin t-testi, gecikmeli bağımsız değişkene ilişkin F testi ve VEC model tahminine ilişkin  $\chi^2$  testi istatistiki açıdan anlamsızdır. Bu bulgu, nominal faizden enflasyona doğru tek yönlü bir nedenselliğin bulunmadığına ve dolayısıyla Türkiye'de Neo-Fisher Etkisi'nin geçerli olmadığına işaret etmektedir.

Çalışmada yapılan analizlerin sonuçlarına göre Türkiye ekonomisinde nominal faiz ve enflasyon değişkenleri uzun dönemde birlikte hareket etmektedirler ve hareketin/ilişkinin yönü enflasyondan nominal faize doğrudur. Neo-Fisher Etkisi'nin geçerli olmadığını gösteren bu bulgu, açık EH döneminde Türkiye'de enflasyon oranı yükseldikçe tasarruf sahiplerinin reel kazançlarını korumak için daha fazla faiz talebinde bulduklarının göstergesi olarak kabul edilebilir.

## Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada fiyat ve finansal istikrar açısından önem arz eden nominal faiz oranı ve enflasyon oranı değişkenleri arasındaki ilişki ve ilişkinin yönü ile büyüklüğü, nominal faizdeki değişmelerin enflasyonda değişmeye yol açtığını ileri süren Neo-Fisher Etkisi bağlamında ekonometrik olarak incelenmiştir. Bu amaçla TÜFE'ye dayalı enflasyon oranı ve devlet iç borçlanma senedine dayalı nominal faiz oranı değişkenleri kullanılmıştır. Değişkenler için Türkiye'de açık EH'nin uygulandığı 2006:01-2021:08 dönemine ait aylık seriler ele alınmıştır. Etki'nin incelenmesinde Ng-Perron birim kök testi, Bai-Perron çoklu yapısal kırılma testi ve Johansen eş-bütünleşme testi ile Dinamik EKK tahminleri ve VEC nedensellik analizi şeklindeki ekonometrik analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bu çalışmanın açık EH dönemi, veri seti ve analiz yöntemi açısından farklılaşarak, literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

Dinamik EKK tahmininden elde edilen sonuçlar, uzun dönemde enflasyon oranında ortaya çıkan % 1'lik artışın, nominal faiz oranında % 0.67'lik artışa yol açtığını, ancak faizdeki artışın enflasyon üzerindeki pozitif etkisinin istatistiki açıdan anlamsız olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde VEC nedensellik analizinin sonuçları da nominal faiz oranından enflasyona doğru tek yönlü bir nedenselliğin bulunmadığını ve dolayısıyla Türkiye'de Neo-Fisher Etkisi'nin geçerli olmadığını göstermiştir.

Çalışmada yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara göre Türkiye ekonomisinde DİBS nominal faizi ve TÜFE-enflasyonu uzun dönemde birlikte hareket etmektedirler ve hareketin/ilişkinin yönü enflasyondan nominal faize doğrudur. Neo-Fisher Etkisi'nin geçerli olmadığını gösteren bu bulgu, açık EH döneminde Türkiye'de enflasyon oranı yükseldikçe tasarruf sahiplerinin reel kazançlarını korumak için daha fazla faiz talebinde bulduklarının göstergesi olarak kabul edilebilir. Analiz sonuçlarından hareketle, Türkiye'de kamu borçlarının (DİBS) reel değerini yükseltmek için enflasyonun aktif olarak kullanılmasının ve diğer temel makroekonomik göstergelerin dikkate alınmasının uygun olacağını söylemek mümkündür. Buna göre politika yapımcıların faiz ve fiyat ilişkisini, kredi talepleri, ithal girdi ve döviz gelirleri düzeylerine uygun şekilde dikkate almalarının ve enflasyonla mücadelede, talep ve arz kaynaklarına göre üretken yatırımları artırmaya yönelik teşvik ve tedbirleri artırmalarının gerekli olduğu ifade edilebilir.

---

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

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

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The author has no conflict of interest to declare.

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

---

## Kaynakça/References

- Amano, R., Carter, T.J. & Mendes, R.R. (2016). A primer on Neo-Fisherian economics. *Bank of Canada: Staff Analytical Note. No. 2016-14*. <https://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2016/09/san2016-14.pdf> (Erişim Tarihi 15.05.2021).
- Asemota, O.J., Bala, D.A. & Yahaya, H. (2015). Fisher Effect, structural breaks and outliers detection in ECOWAS Countries. *International Journal of Statistics and Applications*, 5(5), 181-195.
- Atgür, M. & Oğuzhan, A.N. (2015). Enflasyon ve nominal faiz oranı ilişkisi: Türkiye örneği (2004-2013). *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 22(2), 521-533.
- Awomuse, B.O. & Alimi, S.R. (2012). The relationship between nominal interest rates and inflation: New evidence and implication for Nigeria. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 3(9), 158-164.
- Ayub, G., Rehman, N.U., Iqbal, M., Zaman, Q. & Atif, M. (2014). Relationship between inflation and interest rate: Evidence from Pakistan. *Research Journal of Recent Sciences*, 3(4), 51-55.
- Baylan, M. & Pazarıcı, P. (2020). Türkiye’de enflasyon faiz ilişkisi: Nedensellik analizi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 193-216.
- Berument, H. (1999). The Impact of inflation uncertainty on interest rate in the UK. *Scottish Journal of Political Economy*, 46(2), 207-218.
- Bias, P.V. & Hall, J.D. (2021). A test of Neo-Fisherism: 1964-2019. *The B.E. Journal of Macroeconomics*, 21(1), 221-251.
- Booth, G.G. & Ciner, Ç. (2000). The Relationship between nominal interest rates and inflation: International evidence. *Journal of Multinational Financial Management*, 11(3), 269-280.
- Bullock, M. & Rider, M. (1991). The cross-country relationship between interest rates and inflation over three decades. *Economic Analysis Department Reserve Bank of Australia, Research Discussion Paper*, DP No: 9104, 1-37.
- Castelnuovo, E. & Surico, P. (2010). Monetary policy, inflation expectations and the price puzzle. *The Economic Journal*, 120(549), 1262-1283.
- Charemza, W. & Deadman, D.F. (1993). *New directions in econometric practice: General to specific modelling cointegration and vector autoregression*, Cambridge: Aldershot, Edward Elgar Publishing Limited.
- Choudhry, T. (1997). Cointegration analysis of the inverted Fisher Effect: Evidence from Belgium, France and Germany. *Applied Economics Letters*, 4, 257-260.
- Cochrane, J. H. (2016). Do higher interest rates raise or lower inflation?, <https://bfi.uchicago.edu/wp-content/uploads/fisher.pdf>. (Erişim Tarihi 05.09.2021).
- Crowder, W.J. (2020). The Neo-Fisherian Hypothesis: Empirical implications and evidence?. *Empirical Economics*, 58, 2867-2888.
- Crowder, W.J. & Hoffman, D.L. (1996). The Long-Run relationship between nominal interest rates and inflation: The Fisher Equation Revisited. *Journal of Money Credit and Banking*, 28(1), 102-118.
- Demirgil, B. & Türkay, H. (2018). Enflasyon-faiz ilişkisi: Bir ARDL/Sınır Testi uygulaması. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 515-528.
- Doğan, B., Eroğlu, Ö. & Değer, O. (2016). Enflasyon ve faiz oranı arasındaki nedensellik ilişkisi: Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 405-425.



- Erçel, G. (1999). 2000 yılı enflasyonu düşürme programı: Kur ve para politikası uygulaması, [https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/555855c8-90e0-4740-9188-e5b03bdc96a8/baskan\\_ParaPol100.pdf?MOD=AJPERES&CA](https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/555855c8-90e0-4740-9188-e5b03bdc96a8/baskan_ParaPol100.pdf?MOD=AJPERES&CA) (Erişim Tarihi 23.07.2021).
- Fahmy, Y.A.F. & Kandil, M. (2003). The Fisher Effect: New evidence and implications. *International Review of Economics and Finance*, 12(4), 451-465.
- Fama, E.F. (1975). Short term interest rates as predictors of inflation. *American Economic Review*, 65, 269-282.
- Felek, Ş. & Ceylan, R. (2021). Enflasyon-faiz etkileşimi: Türkiye için Neofisher Yaklaşım. *Türkiye Ekonomi Kurumu ICE-TEA2021 International Conference on Economics*, [https://teacongress.com/papers/Felek\\_Ceylan](https://teacongress.com/papers/Felek_Ceylan) (Erişim Tarihi 10.06.2021).
- Hazine ve Maliye Bakanlığı (2021). *İstatistikler, Kamu Finansmanı İstatistikleri, Merkezi Yönetim İç Borç İstatistikleri*, 5 Kasım 2021, <https://www.hmb.gov.tr/kamu-finansmani-istatistikleri> (Erişim Tarihi 05.11.2021).
- Ioana, P. (2017). Monetary policy and inflation: Is there a Neo-Fisher Effect? Evidence from inflation targeting countries in Central and Eastern Europe. *Ovidius University Annals, Economic Sciences Series*, 17(1), 578-583.
- İncekara, A., Demez, S. & Ustaoglu, M. (2012). Validity of Fisher Effect for Turkish Economy: Cointegration analysis. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 58, 396-405.
- Jushan, B. & Perron, P. (2003). Computation and analysis of multiple structural change models. *Journal of Applied Econometrics*, 18, 1-22.
- Jushan, B. & Perron, P. (1998). Estimating and testing linear models with multiple structural changes. *Econometrica*, 66, 47-78.
- Karahan, Ö. & Yilgör, M. (2017). The causal relationship between inflation and interest rate in Turkey. *Journal of Asian Development Studies*, 6(2), 15-21.
- Köksel, B. & Destek, M.A. (2015). Türkiye Ekonomisinde Fisher Hipotezinin test edilmesi: 2002-2014 dönemi üzerine bir ampirik analiz. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(41), 1247-1253.
- Kugler, P. (1982). The dynamic relationship between interest rates and inflation: An empirical investigation. *Empirical Economics*, 7, 125-137.
- Laiboni, G.M. (2015). The Relationship between inflation pressure and interest rates: An empirical analysis of the Fisher Hypothesis in Kenya. *European Journal of Business and Management*, V7(35), 162-169.
- Lukmanova, E. & Rabitsch, K. (2018). New VAR evidence on monetary transmission channels: Temporary interest rate versus inflation target shocks, *Vienna University of Economics and Business*, Vu WP No: 274, Wien, Australia.
- Mercan, M. (2013). Enflasyon ve nominal faiz oranları arasındaki uzun dönem ilişkinin fisher hipotezi çerçevesinde test edilmesi: Türkiye örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(4), 368-384.
- Ng, S. & Perron, P. (2001). Lag length selection and the construction of unit root tests with good size & power. *Econometrica*, 69(6), 1519-1554.
- Oktar, S., Eroğlu, N. & Eroğlu, I. (2013). 2008 Global finansal krizi, parasal aktarım kanalları ve Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası'nın deneysel politika çabaları. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(2), 1-28.

- Peker, H.S. (2011). Türkiye’de enflasyon ve enflasyon hedeflemesi uygulanmasının değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 11(22), 487-506.
- Perron, P. & Ng, S. (1996). Useful modifications to some unit root tests with dependent errors and their local asymptotic properties. *Review of Economic Studies*, 63(3), 435-463.
- Said, R.M. & Janor, H. (2001). The Long-Run relationship between nominal interest rates and inflation of the Asian Developing Countries. *Journal Economy Malaysia*, 35, 3-11.
- Seifollahi, N., Abbasi, F. & Far, M.M. (2012). Any relation between nominal interest rate and inflation rate upon Fisher Effect. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2(4), 4000-4007.
- Sever, E. & Mızrak, Z. (2007). Döviz kuru, enflasyon ve faiz oranı arasındaki ilişkiler: Türkiye uygulaması. *SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 7(3), 265-283.
- Stock, JH.H. & Watson, M.W.A. (2007). A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems. *Econometrica*, 61(4), 783-820.
- Strauss, J. & Terrell, D. (1995). Cointegration tests of the Fisher Hypothesis with variable trends in the world real interest rate. *Southern Economic Journal*, 61(4), 1047-1056.
- Sugözü, İ.H. & Yaşar, S.S. (2020). Enflasyon ve faiz ilişkisi: OECD ülkeleri üzerine panel regresyon ve nedensellik analizleri. *Maliye Dergisi*, 179, 85-105.
- Sümer, A.L. (2020). Geleneksel olmayan para politikası kapsamında Neo-Fisher etkisi: 2008 sonrası türkiye deneyimi. *Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 1-21.
- Şimşek, M. & Kadılar, C. (2006). Fisher etkisinin Türkiye verileri ile testi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 7(1), 99-111.
- Tayyar, A.E. (2019). Neo-Fisher etkisi ve Türkiye uygulaması. *Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(36), 307-339.
- TCMB-Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (2001). *2021 Yılı para ve kur politikası*, <https://tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/e3eb0402-2ea1-43f6-a75f-> (Erişim Tarihi 20.05.2021).
- TCMB-Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (2005). *Enflasyon hedeflemesi rejiminin genel çerçevesi ve 2006 yılında para ve kur politikası*, <https://tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/63eb10b3-8110> (Erişim Tarihi 15.09.2021).
- TCMB-Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (2021). *İstatistikler, Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS), Tüm Seriler, Fiyat Endeksleri*, <https://evds2.tcmb.gov.tr/index.php?/evds/serieMarket> (Erişim Tarihi 20.11.2021).
- Teker, D., Alp, E.A. & Kent, O. (2012). Long-Run relation between interest rates and inflation: Evidence from Turkey. *Journal of Applied Finance & Banking*, 2(6), 41-54.
- Terzioğlu, M.K. (2018). Effects of inflation uncertainty on economic policies: Inflation-targeting regime. In G. Küçükkocaoğlu & S. Gökten (Eds.), *Financial Management from an Emerging Market Perspective* (pp. 265-281). Intech Open, <https://www.intechopen.com/chapters/57764>, (Erişim Tarihi 25.04.2022).
- Torun, M. & Karanfil, M. (2016). 1980-2013 dönemi Türkiye ekonomisinde enflasyon ve faiz oranı arasındaki ilişki. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Yönetim Bilimleri Dergisi*, 14(27), 473-492.
- Tunalı, H. & Erönel, Y.Y. (2016). Enflasyon ve faiz oranı ilişkisi: Türkiye’de Fisher Etkisi’nin geçerliliği. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(4), 1415-1431.

- Tymoigne, E. (2006). Fisher's theory of interest rates and the notion of real: A critique. *The Levy Economics Institute By Bard Collage, Working Paper*, W.P. No: 483.
- Uçak, H., Öztürk, İ.İ. & Aslan, A. (2006). An examination of Fisher Effect for selected New EU Member States. *International Journal of Economics and Financial*, 4(4), 956-959.
- Uçak, S. & Şahan, B. (2019). Faiz, enflasyon, döviz kuru ve büyüme ilişkisi. *EKEV Akademi Dergisi*, 23(79), 53-68.
- Uribe, M. (2017). The Neo-Fisher effect in the United States and Japan. *National Bureau of Economic Research (NBER) Working Papers*, W.P. No: 23977, Cambridge, Mass.
- Uribe, M. (2020). The Neo-Fisher Effect: Econometric Evidence from Empirical and Optimizing Models. *Columbia University and NBER*, <http://www.columbia.edu/~mu2166/neoFisher/fisher.pdf> (Erişim Tarihi 16.07.2021).
- Wallace, M.S. & Warner, J.T. (1993). The Fisher effect and the term structure of interest rates: Tests of cointegration. *The Review of Economics and Statistics*, 75(2), 320-332.
- Wijesinghe, T. (2002). The relationship between nominal interest rates and inflation in Sri Lanka. *Proceedings of the Midwest Business Economics Association*, <https://www.usi.edu/media/3655196/Relationship-Between-Nominal> (Erişim Tarihi 11.04.2021).
- Williamson, S.D. (2016). Neo-Fisherism a radical idea, or the most obvious solution to the low inflation problem?. *The Regional Economics*, <https://www.stlouisfed.org/~media/Publications/Regional%20Econo> (Erişim Tarihi 12.11.2021).
- Yapraklı, S. & Kaplan, F. (2012). Türkiye'de uygulanan açık enflasyon hedeflemesi stratejisinin başarısı üzerine ekonometrik bir değerlendirme. *Hacettepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 30(2), 185-208.
- Yapraklı, S. (2020). Yabancı portföy yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: Türkiye üzerine bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(3), 1313-1329.
- Yılancı, V. (2009). Fisher hipotezinin türkiye için sınanması: doğrusal olmayan eşbütünleşme analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(4), 205-213.
- Zortuk, M. (2007). Koşulluluk aracı olma bağlamında kısa vadeli faiz oranlarının hedeflenen enflasyondan sapmada kullanımı: Bounds test yaklaşımı (Türkiye örneği). *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 6, 41-68.





## Chasing Volatility of USD/TRY Foreign Exchange Rate: The Comparison of CARR, EWMA, and GARCH Models

Yakup Ari\*

### Abstract

This paper aims to make a comparison between range-based and return-based volatility models. For this purpose, we compare the Conditional Autoregressive Range (CARR) type and Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic (GARCH) type models with different innovation distributions and the Exponential Weighted Moving Average (EWMA) model with fixed and estimated lambda parameters. The out-of-sample forecasts obtained from the volatility processes are compared according to the Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), Heteroskedastic Root Mean Square Error (HRMSE), and Heteroskedastic Mean Absolute Error (HMAE) statistics. We use the USD-TRY exchange rate data for real-life applications since estimating the volatility of forex helps to determine prices for goods and services to avoid the uncertainty created by exchange rate shocks in developing countries such as Türkiye. Although MAE and RMSE show Gumbel CARR and Weibull CARR have the minimum error statistics, respectively, the HMAE and HRMSE statistics indicate that among the range-based models, the EWMA model, in which the lambda parameter is estimated, performs better. Furthermore, we find that Exponential CARR according to RMSE and MAE statistics, and Weibull CARR according to HMAE and HRMSE statistics appear as the return-based volatility models with minimum error.

### Keywords

CARR, EWMA, GARCH, Volatility, USD-TRY

\* Yakup Ari (Asst. Prof.), Alanya Alaaddin Keykubat University, Department of Economics, Alanya, Türkiye.  
E-mail: yakup.ari@alanya.edu.tr ORCID: 0000-0002-5666-5365

**To cite this article:** Ari, Y. (2022). Chasing volatility of USD/TRY foreign exchange rate: The comparison of CARR, EWMA, and GARCH models. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 37, 107-127. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.37.1113670>



## Introduction

The volatility studies have an extensive area in the field of financial economics. Modern Portfolio Theory (Markowitz, 1952) has provided the basis for using volatility as a risk measure. The fact that the return of an asset is assumed as a function of risk in financial studies has led to the increasing importance of modeling volatility. The changes in the volatility of a financial asset affect the asset pricing models used for obtaining equilibrium prices. Therefore, the derivative pricing methods are depending on the most accurate volatility predictions while the mean-variance analysis is a basis for investment management. Volatility is a natural consequence of the trade that takes place with the arrival of news and the subsequent reactions of investors. After reaching information to the markets, the successive movements of market actors will force the price to reach the equilibrium point. The updates of expectations and the subsequent positions of market actors will be reflected in the liquidity of a market. Since the information flow is continuous, information, liquidity, and volatility are expected to be related. This expected relationship reveals the characteristic features of financial time series. Mandelbrot (1963) states that the financial time series has no autocorrelated increments and are not usually stationary, but their squares present autocorrelation. Also, the financial time series are non-normal distributed because of the leptokurtic shape. Moreover, he shows that there exist volatility clusters which are characteristic of financial returns. The source of the volatility clusters is the direction and magnitude of the price changes. Volatility clustering occurs towards major/minor price changes after major/minor changes in both directions. Volatility is first explained by the standard deviation. However, it is not sufficient to express volatility only as a standard deviation. Because today, the assumption that the variance is constant for the variables of financial markets has lost its validity.

Thus, volatility modeling is important since it is a tool to measure risk in financial markets. It has special significance in terms of determining the risks that may arise especially in emerging financial markets such as Turkey. One of the most significant risk factors in the Turkish financial markets is the volatility that occurs in exchange rates these days. Excessive fluctuations in the exchange rate cause a delay in investment decisions and cause uncertainty in the economy. This kind of uncertainty affects investment and investor confidence, productivity, consumption, international trade, and capital flows, thus negatively affecting economic growth. Exchange rate volatility causes a high degree of uncertainty in ensuring price stability and economic growth, and in determining macroeconomic and monetary policy targets. Finding the causes of exchange rate volatility due to possible negative effects is important in terms of developing appropriate economic policies that will minimize fluctuations. Therefore, estimating exchange rate volatility is major in Turkey. The forecasting power of empirical models has a key role in hedging the risk. For these reasons, we utilize the Exponential Weighted Moving Average (EWMA) and Conditional Autoregressive

Range (CARR) models alongside the widely applied Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic (GARCH)-type models in this study. The paper is organized as follows. In the second part, the volatility models are introduced briefly. Then, the study continues with the empirical results of volatility models obtained from the daily range and return series of the USD-TRY exchange rate. In the fourth section, there are model comparisons. Lastly, the fifth section concludes the study.

### **Volatility Models**

One can model the volatility by applying various time series analysis methods. Poon and Granger (2003, 2005) divide volatility models into three groups. These groups are Stochastic Volatility models, Predictions Models Based on Past Standard Deviations, and ARCH Class Conditional Volatility models. All types of models are not considered in this study.

We mention the Historical Average and the Moving Average methods in the following since these models are the basis for Exponential Weighted Moving Average (EWMA) model which is utilized in this study. Each observation has the same weight in the Historical Average method. The method has a mean-reversion feature and assumes that volatility eventually returns to the long-run mean. The Moving Average (MA) method is made by a rolling window with a constant weighting ratio. The MA method discards the older estimates and concentrates on the last period in volatility. It loads more information on the last period. The volatility will become more sensitive to short-term fluctuations if a shorter period is chosen. EWMA model also makes predictions based on historical data. The most important feature of the method is that it gives more weight to recent observations. In other words, the model is designed with the help of an exponential weighting function so that the effect of the last day is more effective in the forecast of the next day (Poon & Granger, 2003, 2005).

Engle (1982) has opened a new page in volatility modeling in his study using UK inflation data. He introduced the Autoregressive Conditional Heteroskedastic (ARCH) model in which the conditional variance is a function of the squares of the residuals obtained from a conditional mean equation. Although the estimation of the conditional variance can model the volatility clustering that is frequently encountered in financial series, the ARCH model is insufficient to capture some of the stylized facts of financial time series. Therefore, Bollerslev (1986) developed the Generalized ARCH (GARCH) model where the conditional variance in the instant period depends not only on the historical values of the error terms but also on the conditional variances in the past. Later, many versions of GARCH-type models took their place in the literature. This study covers the most important GARCH-type volatility models.

Later, Engle and Russell (1998) introduced the Autoregressive Conditional Time (ACD) model and Chou (2005) introduced the Conditional Autoregressive Range

(CARR) model to the literature. The ACD and CARR models use the idea of GARCH models to examine the dynamic nature of the adjusted duration and range, respectively. Since duration and range are necessarily non-negative, the ACD and CARR models are also used to model time series consisting of positive observations. Therefore, the CARR model is essentially an ACD model (Tsay, 2009). We include only the CARR model in this study, as the ACD model uses the time interval between consecutive transactions in irregularly spaced intraday financial data.

The following sections consist of brief introductions to the GARCH-type, EWMA, and CARR-type models, respectively.

### GARCH-type Models

The log-return of the financial time series  $r_t$  is stated as

$$r_t = \mu_t + \varepsilon_t \tag{1}$$

where  $\mu_t$  is conditional mean and  $\varepsilon_t$  is residuals. The residuals can be expressed

$$\varepsilon_t = \sigma_t Z_t, \quad Z_t \sim f_v(0,1) \tag{2}$$

where  $\sigma_t$  and  $Z_t$  are volatility process and innovation process respectively and  $f_v(0,1)$  represent probability density function that has zero mean and unit variance. In a non-normal distribution case,  $v$  is a set of additional distributional parameters which are used for the scale and shape of the distribution.

Bollerslev (2010) has tried to provide an easy-to-use encyclopedic-type reference guide to the long list of ARCH acronyms. Although he has listed well over 100 variants of the original model, we define GARCH model extensions using Hentschel’s approach in the “rugarch” package of Ghalanos (2020a; 2020b) which is an R implementation. The GARCH-family approach allows the decomposition of the residuals in the conditional variance equation to be driven by different powers for residuals and conditional variance (Hentschel, 1995). Further, it subsumes more general and widely applied GARCH-type models. Hentschel’s GARCH-family equation is

$$\sigma_t^\xi = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \sigma_{t-i}^\xi [ |z_{t-i} - \eta_{2i}| - \eta_{1i}(z_{t-i} - \eta_{2i}) ]^\delta + \sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{t-i}^\xi \tag{3}$$

with  $\sigma_t$  denoting the conditional standard deviation,  $\omega$  the intercept, and  $Z_t$  the standardized residuals from the mean filtration process. The shape of the Box-Cox transformation for the conditional standard deviation is determined by  $\xi$ , and the parameter  $\delta$  transforms the absolute value function which is subject to rotations and shifts through the  $\eta_{1i}$  and  $\eta_{2i}$  parameters respectively. Applying the Hentschel approach given in Equation 2.3, the GARCH model and its extensions are obtained as follows



- GARCH if  $\xi = \delta = 2$  and  $\eta_{1i} = \eta_{2i} = 0$  (Bollerslev, 1986).
- Integrated GARCH (IGARCH) if  $\xi = \delta = 2$ ,  $\eta_{1i} = \eta_{2i} = 0$ , (Engle & Bollerslev, 1986).
- Absolute Value GARCH (AVGARCH) if  $\xi = \delta = 1$  and  $|\eta_{1i}| \leq 1$  (Taylor, 1986; Schwert, 1990).
- Exponential GARCH (EGARCH) if  $\xi = 0$ ,  $\delta = 1$  and  $\eta_{2i} = 0$  (Nelson, 1991).
- Nonlinear GARCH (NGARCH) if  $\xi = \delta$  and  $\eta_{1i} = \eta_{2i} = 0$  (Higgins & Bera, 1992).
- Nonlinear Asymmetric GARCH (NAGARCH) if  $\xi = \delta = 2$  and  $\eta_{1i} = 0$  (Engle & Ng, 1993).
- GJR-GARCH if  $\xi = \delta = 2$  and  $\eta_{2i} = 0$  (Glosten et al., 1993).
- Asymmetric Power ARCH (APARCH) if  $\xi = \delta$ ,  $\eta_{2i} = 0$  and  $|\eta_{1i}| \leq 1$  (Ding et al., 1993).
- Threshold GARCH (TGARCH) if  $\xi = \delta = 1$ ,  $\eta_{2i} = 0$  and  $|\eta_{1i}| \leq 1$  (Zakoian, 1994).
- ALLGARCH if  $\xi = \delta$  (Hentschel, 1995).

One can see the studies of Ghalanos (2020a, 2020b) and Ari (2020, 2021b) for details on GARCH-type models. The information criteria and log-likelihood values are used to evaluate the GARCH-type models (Ari, 2020; 2021b). The conditional distributions for innovations of conditional variance models are Normal (norm), Skewed-Normal (snorm), Student-t (std), Skew Student-t (sstd), Generalized Error Distribution (ged), Skewed-GED (sged), Normal Inverse Gaussian (nig) and Johnson's SU (jsu) distributions.

### **EWMA Model**

The prominent measurement in the RiskMetrics Technical Report published by JP Morgan is the concept of value at risk (VaR). VaR is a measure of the loss that may occur in the portfolio at a given probability in a given time horizon. The VaR calculation is based on the asset volatility estimation. The RiskMetrics Technical Document (1996) uses the Exponential Weighted Moving Average (EWMA) model to estimate volatility for VaR calculation. This model has two principles asset returns are distributed symmetrically and independently, and the volatility changes depending on time. EWMA works depending on the lambda parameter, which is known as the decay factor and takes a value between 0 and 1. RiskMetrics recommends that lambda is 0.94 for daily and 0.97 for monthly observations.

We construct the EWMA model based on the study of Tsay (2012). Let  $\{r_1, \dots, r_t\}$  be a sequence of data then the EWMA of the sample with a specified lambda is

$$\hat{r}_{t+1} = \frac{r_t + \lambda r_{t-1} + \lambda^2 r_{t-2} + \dots + \lambda^{t-1} r_1}{1 + \lambda + \lambda^2 + \dots + \lambda^{t-1}} \tag{4}$$

where  $0 < \lambda < 1$ . We can infer from Equation 2.4 that the weights of the last observations are higher and weights decay exponentially in the point prediction of  $\hat{r}_{t+1}$ . Using the Maclaurin series expansion  $1 + \lambda + \lambda^2 + \dots + \lambda^{t-1} = (1 - \lambda^t)/(1 - \lambda)$ , then the formula can be rewritten as

$$\hat{r}_{t+1} = \frac{(1 - \lambda) \sum_{i=0}^{t-1} \lambda^i r_{t-i}}{1 - \lambda^t}$$

For a large t,  $\lambda^t \rightarrow 0$ ,

$$\hat{r}_{t+1} = (1 - \lambda) \sum_{i=0}^{t-1} \lambda^i r_{t-i} = (1 - \lambda)r_t + (1 - \lambda) \sum_{i=0}^{\infty} \lambda^i r_{t-1-i}$$

So, we can conclude the point prediction as follows

$$\hat{r}_{t+1} = (1 - \lambda)r_t + \lambda \hat{r}_t \tag{5}$$

where  $(1 - \lambda)$  and  $\lambda$  denote the effect of recent observation and persistence of the prediction respectively. The Equation 2.5 allows the prediction of  $\hat{r}_{t+1}$  with an initial  $\hat{r}_1$ . Hull (2018) updates Equation 2.5 to estimate the volatility. So, the formula turns to the EWMA model for volatility that is

$$\hat{\sigma}_t^2 = (1 - \theta)\varepsilon_{t-1}^2 + \theta\sigma_{t-1}^2 \tag{6}$$

where  $\sigma_{t-1}$  is volatility at the end of time  $t - 1$  and  $\varepsilon_{t-1}$  is the last change in the market, in other words return on the last period. Moreover, we can define the EWMA model as a special case of the IGARCH (1,1) model (Bollerslev, 2010; Tsay, 2012; Unstarched, 2014). The volatility innovations have infinite persistence is the assumption of the IGARCH model. This assumption may appear theoretically tenuous. But it may be reasonable for short-term volatility forecasting. IGARCH (1,1) is

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

where  $\alpha_1 + \beta_1 = 1$  and  $\omega > 0$ . The EWMA model is effectively a restricted IGARCH model. If the intercept  $\omega$  is equal to zero and the decay parameter  $\lambda$  is equivalent to the autoregressive parameter  $\beta$ , IGARCH (1,1) reduces to EWMA.

## CARR-type Models

It is well known in statistics that range is one of the good estimates of the standard deviation of a random variable. The range value of the distribution of any random variable is proportional to the standard deviation. Parkinson (1980) introduces the first range-based volatility approach. He measures daily volatility utilizing the daily range of the high/low prices and shows that the use of extreme values provides a better estimate.

Chou (2005) develops a range-based volatility model, the Conditional Autoregressive Range (CARR). This model is like standard volatility models such as the GARCH model. A distinct difference between the two models is that the GARCH model uses the rate of return as a measure of volatility, and the CARR model uses range as a measure of volatility. The CARR model is a simple and effective tool for analyzing the volatility clustering feature relative to the GARCH models. In addition, the model is successful in estimating volatility during periods of downward trends (Quiros & Izquierdo, 2011). Exponential CARR, Weibull CARR, CARR-X (Chou, 2005), Asymmetrical CARR (Chou, 2006), Gumbel CARR (Demiralay & Bayraci, 2015), Lognormal CARR (Chiang et al., 2014), Gamma CARR (Xie & Wu, 2017), and Feedback Asymmetric CARR (Xie, 2018) are countable as variants introduced into the literature. The dynamic specification of the CARR(p,q) model constructed for the range values of a time series is as follows.

$$R_t = \lambda_t z_t, \quad z_t \sim f(1, \zeta)$$

$$\lambda_t = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i R_{t-i} + \sum_{i=1}^q \beta_i \lambda_{t-i} \quad (7)$$

where  $R_t$  is the range and is obtained by  $R_t = \max(P_\tau) - \min(P_\tau)$  for  $\tau \in [t-1, t]$ .  $R_t$  is calculated as the difference between the highest and lowest logarithms of the prices of a financial asset observed at time  $\tau$ .  $\lambda_t$  is the conditional mean of the range up to time  $t$ . It is assumed that the distribution of the innovation term  $z_t$  is distributed by a unit-mean density function  $f(\cdot)$ . In addition, the coefficients in Equation 2.7 are all positive to ensure the positivity of  $\lambda_t$ .

One can follow Ratnayake (2021) for details of CARR-type models and their new extensions. This paper focuses on GCARR, ECARR, and WCARR where the distribution of innovations are Gumbel, Exponential, and Weibull respectively.

## Data Set

The data set covers the daily US Dollar - Turkish Lira exchange rate between the period 2019-01-01/2021-12-06. Figure 1 demonstrates the Daily Open, High, Low,

and Close (OHLC) Prices of USD-TRY forex data. The descriptive statistics and the unit root test of the OHLC data are given in Table 1. OHLC series are not stationary according to unit root tests that are Phillips-Perron (PP) and Augmented Dickey-Fuller (ADF).



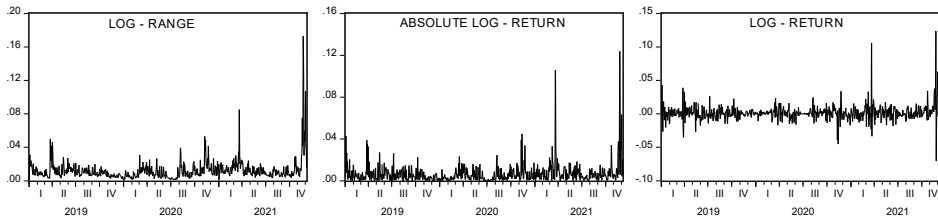
Figure 1. OHLC Prices of USD-TRY Between the Period 2019-01-01/2021-12-06.

Table 1

The Descriptive Statistics and Unit Root Tests for OHLC Prices of USD-TRY

Descriptive Statistics	OPEN	HIGH	LOW	CLOSE
Mean	7.036772	7.088366	6.997997	7.037783
Median	6.858605	6.8706	6.851	6.858205
Maximum	13.7	13.9178	13.648	13.7983
Minimum	5.1803	5.2188	5.16294	5.1802
Std. Dev.	1.3906	1.432857	1.367539	1.391394
Skewness	1.14528	1.289547	1.064084	1.148269
Kurtosis	5.474955	6.199368	5.025325	5.50525
Jarque-Bera	362.0107	537.5912	274.7548	367.6866
Probability	0	0	0	0
<b>Phillips-Perron Unit Root Tests at Level</b>				
With Constant	3.6122	3.3702	3.6067	3.6735
Probability	1	1	1	1
With Constant & Trend	4.0286	3.12	4.5642	4.3603
Probability	1	1	1	1
<b>Augmented Dickey-Fuller Unit Root Tests at Level</b>				
With Constant	3.063	3.0888	3.2989	3.2341
Probability	1	1	1	1
With Constant & Trend	2.5829	2.2577	8.2079	2.9796
Probability	1	1	1	1

Logarithmic range and returns data are calculated from the logarithmic prices of the exchange rate. We apply volatility models to both data sets but given the nature of the CARR models and their conditional probability distributions, we use the absolute values of the log returns to be able to apply these models and make the data positive. Time-series graphs of range and return data are available in Figure 2 and are followed by descriptive statistics in Table 2. Furthermore, Table 2 presents the Phillips-Perron and Augmented Dickey-Fuller unit root tests results which indicate that the mentioned series are stationary at level.



**Figure 2.** Daily Range, Absolute Return and Return Data of USD-TRY FOREX. Between the Period 2019-01-01/2021-12-06

Table 2

*The Descriptive Statistics and Unit Root Tests for Range, Absolute Return and Return of USD-TRY FOREX*

Descriptive Statistics	Range	Absolute Return	Return
Mean	0.011977	0.006500	0.001316
Median	0.009455	0.004076	0.000519
Maximum	0.172834	0.123864	0.123864
Minimum	0.000168	0.000000	-0.070591
Std. Dev.	0.011680	0.009069	0.011082
Skewness	6.416145	6.134065	2.806081
Kurtosis	69.23551	63.63209	36.50768
Jarque-Bera	144899.3	121818.5	36743.98
Probability	0.000000	0.000000	0.000000
<b>Phillips-Perron Unit Root Tests at Level</b>			
With Constant	-15.975	-21.3142	-29.3009
Probability	0.000	0.000	0.000
With Constant & Trend	-16.1799	-21.347	-29.3509
Probability	0.000	0.000	0.000
<b>Augmented Dickey-Fuller Unit Root Tests at Level</b>			
With Constant	-5.8528	-7.3248	-8.9284
Probability	0.000	0.000	0.000
With Constant & Trend	-6.1193	-7.5791	-9.1827
Probability	0.000	0.000	0.000

## Findings

In the findings section, there are the estimation results of the GARCH-type, EWMA, and CARR-type volatility models, respectively. The evaluations of the predictive performance of the models are given at the end of this section.

### The Estimation Output of GARCH-type Models

As mentioned in Section 2.1, we estimate ten GARCH-type volatility models with eight different conditional distributions. So, we compare a total of eighty models according to their log-likelihood (LLH) values alongside the Akaike Information Criteria (AIC) and Bayesian Information Criteria (BIC). Since the parameters of the

first thirty models fitted on the range data are statistically insignificant and the Ljung-Box (LB) and ARCH Lagrange Multiplier (LM) tests are statistically significant, the snorm-GARCH model emerges as the most appropriate model. Another reason for this evaluation is that the range data consists of positive values, and it becomes difficult to fit the conditional probability distributions used in GARCH models. The evaluation results are given in Appendix A. For the return data, the std-NGARCH of which rank is fifth is found to be the best proper model. The NGARCH models the power of conditional standard deviation which is a function of lagged conditional standard deviations and lagged absolute innovations raised to the same power. The estimation outputs of the models are given in Table 3.

One can see that the volatility persistence in both models is very high with a value of 0.99, and the half-life of the shocks is almost two years. LB and ARCH-LM tests show that there is no autocorrelation and heteroskedasticity in the standardized residuals of the models.

### **The Estimation Output of EWMA Models**

In this study, we estimate EWMA volatility using two different approaches. In the first of these approaches, we assume the lambda value, which is the decay coefficient of the EWMA model, as fixed and estimate the volatility. The fixed lambda value is 0.94, recommended by RiskMetrics for daily data. In the other approach, the appropriate lambda value is calculated. The outputs of the estimated models applying the restricted IGARCH (1, 1) model are given in Table 4 for the range data and the return data, respectively.

As the lambda value increases, the weight of the last data decreases, and its persistence increases. The opposite is true for small lambda values. As a result, the model makes its predictions by including the coefficient of recent changes and the average weight of previous predictions. In practical studies, the interval for lambda is approximately between 0.75 and 0.98 (Tsay, 2012). However, the estimated  $\lambda=0.66$  in Table 4 for the range data is outside this interval. In this case, it shows that the final data has more weight and less persistence. For the return data in Table 4, the  $\lambda=0.86$  is estimated by the statistical methods, namely, the Maximum Likelihood method. Last, one can note that both model with all fixed parameters is not estimated.

LB and ARCH-LM tests for EWMA-fix for the range data show that there is autocorrelation and heteroskedasticity in the standardized residuals of the models, while these problems don't occur in the standardized residuals of the EWMA-est and EWMA-fix models for the return data.

Table 3  
The Estimation Output of GARCH-type Models

Data	Model	$\omega$	$\alpha$	$\beta$	skew	$\xi$	shape	AIC	BIC	LLH	LB	LM
Range	Snorm	0.00003 <sup>a</sup>	0.64625 <sup>a</sup>	0.35275 <sup>a</sup>	0.66597 <sup>a</sup>	-	-	-6.190	-6.160	2367.404	4.5570	4.1660
	GARCH	(0.00001)	(0.0887)	(0.0852)	(0.0177)	-	-				[0.1923]	[0.3233]
Return	Std	0.00007	0.3694 <sup>a</sup>	0.7466 <sup>a</sup>	-	1.3211 <sup>a</sup>	3.1565 <sup>a</sup>	-6.920	-6.890	2649.880	5.52200	1.99900
	NGARCH	(0.00015)	(0.0788)	(0.0384)	-	(0.3566)	(0.3738)				[0.1162]	[0.7176]

Notes: (a) denotes statistical significance at the 1% level. The values in parenthesis are standard errors. The corresponding p-values with the test statistics are in brackets. "skew" is the skewness parameter of skewed-normal distribution and "shape" is the shape parameter of the t-distribution. Please check the Equation 2.3 for the other parameters.

Table 4  
The Estimation Output of EWMA Models

Data	Model	(1 - $\lambda$ )	$\lambda$	AIC	BIC	LLH	LB	ARCH-LM
Range	EWMA-est	0.34 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	-5.91	-5.90	2257.56	10.50	0.55
	EWMA-fix	(0.05)	(0.02)				[0.01]	[0.97]
Return	EWMA-est	0.06	0.94	-5.80	-5.80	2216.69	185.90	30.42
	EWMA-fix	-	-				[0.00]	[0.00]
Return	EWMA-est	0.14 <sup>a</sup>	0.86 <sup>a</sup>	-6.59	-6.58	2518.02	6.81	1.82
	EWMA-fix	(0.01)	(0.01)				[0.06]	[0.76]
Return	EWMA-est	0.06	0.94	-6.53	-6.53	2492.79	6.87	2.50
	EWMA-fix	-	-				[0.06]	[0.61]

Notes: (a) denotes statistical significance at the 1% level. The values in parenthesis are standard errors. The corresponding p-values with the test statistics are in brackets. The parameters of the EWMA-fix models are not estimated; therefore, the standard errors are not calculated. The values in parenthesis are standard errors. The corresponding p-values with the test statistics are in brackets.

Table 5  
The Estimation Output of CARR (1,1) Models

Data	Model	$\omega$	$\alpha$	$\beta$	AIC	BIC	LLH	LB	KS
Range	GCARR	0.00057 <sup>a</sup> (0.00026)	0.30236 <sup>a</sup> (0.05377)	0.54032 <sup>a</sup> (0.08436)	-6.364	-6.349	-2435.090	1.37895 [0.24028]	0.06413 [0.08632]
	ECARR	0.00062 <sup>b</sup> (0.00034)	0.34378 <sup>a</sup> (0.07175)	0.54010 <sup>a</sup> (0.09890)	-7.088	-7.072	-2711.627	1.40194 [0.23639]	0.32591 [0.00000]
	WCARR	0.00088 <sup>b</sup> (0.00036)	0.42873 <sup>a</sup> (0.07040)	0.51837 <sup>a</sup> (0.08161)	-7.388	-7.373	-2826.329	1.40194 [0.23639]	0.42539 [0.00000]
Absolute Return	GCARR	0.00022 <sup>b</sup> (0.00008)	0.15426 <sup>a</sup> (0.02140)	0.76925 <sup>b</sup> (0.03368)	-7.358	-7.343	-2814.919	0.52323 [0.46946]	0.14660 [0.00000]
	ECARR	0.00022 <sup>b</sup> (0.00010)	0.17198 <sup>a</sup> (0.02661)	0.76487 <sup>b</sup> (0.03786)	-8.294	-8.278	-3172.291	0.09691 [0.75556]	0.04842 [0.33176]
	WCARR	0.00026 <sup>b</sup> (0.00011)	0.20373 <sup>a</sup> (0.03155)	0.76310 <sup>a</sup> (0.03836)	-8.293	-8.277	-3171.832	0.09691 [0.75556]	0.05628 [0.17769]

Notes: GCARR: Gumbel CARR, ECARR: Exponential CARR, WCARR: Weibull CARR. (a) and (b) denote statistical significance at the 1% and 5% levels, respectively. The values in parenthesis are standard errors. The corresponding p-values with the test statistics are in brackets.

### The Estimation Output of CARR-type Models

We estimate range-based and absolute return-based volatilities using the Type-2 Gumbel, Exponential, and Weibull probability distributions in CARR-type models. Since the Type-2 Gumbel, Exponential, and Weibull probability distributions are defined in positive real values, absolute log-return data are used in the models. Ljung–Box (LB) test for the autocorrelation and Kolmogorov–Smirnov (KS) test for empirical distribution are applied to the residuals. All estimation outputs are presented in Table 5.

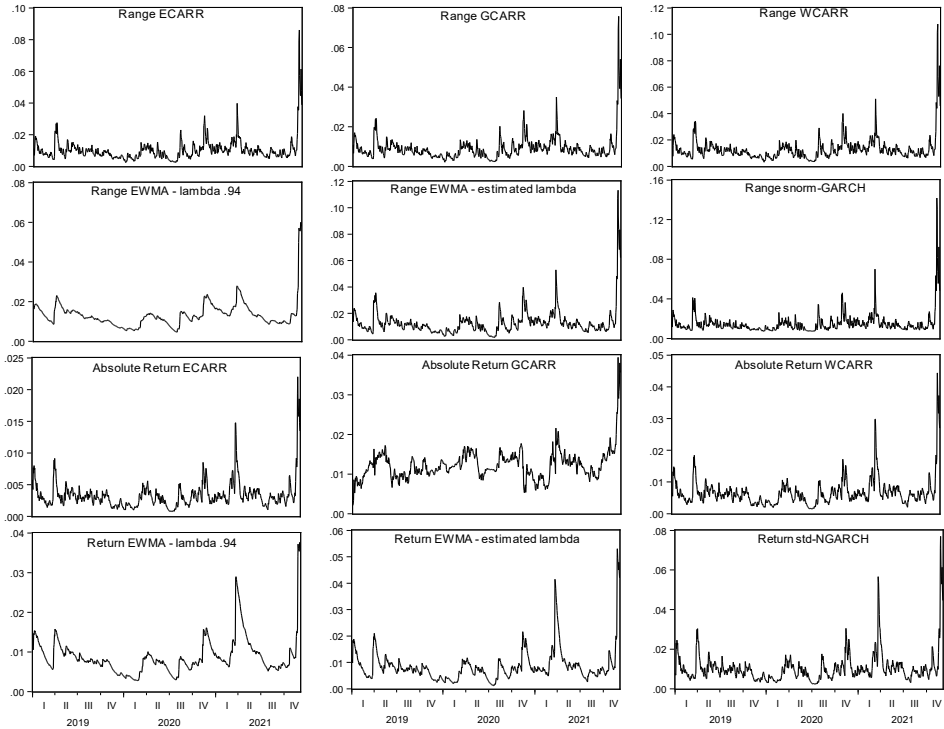
Table 5 demonstrates that all the model parameters are statistically significant at the 1% and 5% levels. The values of parameters for both data imply that the volatility shock impacts in the short term the higher for the range data. parameter shows that the long-term effects of shocks on the absolute return are highly persistent. The is less than one so that the processes are covariance stationary. Further, the LB statistics are evidence of no serial correlations in the standardized innovations of the models. According to the results of KS tests, only Gumbel is the suitable distribution for the model residuals of the range-based CARR models. In addition, the KS results substantiate that Exponential and Weibull are convenient distributions for the return-based models. In



conclusion, these results indicate that the employing dynamic structures are adequate and range-based GCARR, return-based ECARR, and return-based WCARR are correctly specified.

### The Comparison of Out-of-Sample Forecast Performance of The Volatility Models

The time-series graphs of the volatilities obtained from the range-based and return-based models are shown in Figure 3. When we look at the range-based models, it is seen that the models have the same pattern, except for the fixed-parameter EWMA model. This situation is the same in return-based models. All models seem to catch almost all major shocks. Naturally, the use of different data sets such as range and return, as well as the use of different probability distributions, causes the volatility sizes obtained to be different.



*Figure 3.* The Time Series Plot of the Estimated Volatilities for Range and Return Data.

We applied Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), Heteroskedastic Root Mean Square Error (HRMSE), and Heteroskedastic Mean Absolute Error (HMAE) to compare the out-of-sample forecasting performance of the volatility models. Chou (2005) compares the out-of-sample forecast performance of

ECARR and GARCH models using the RMSE and MAE which are popular measures. But Bayraci and Ünal (2014) indicate that when volatility clustering occurs RMSE and MAE are not sufficient for accurate model comparison. Therefore, in addition to RMSE and MAE, we utilize HRMSE and HMAE which measure the error as an average relative error and takes high and low volatility periods into account (Bayraci and Ünal, 2014; Bollen, 2014). The error statistics can be computed using the following formulas

$$\begin{aligned}
 RMSE &= \left( \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (\sigma_t - \hat{\sigma}_t)^2 \right)^{1/2} & HRMSE &= \left( \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left( \frac{\sigma_t}{\hat{\sigma}_t} - 1 \right)^2 \right)^{1/2} \\
 MAE &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |\sigma_t - \hat{\sigma}_t| & HMAE &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{\sigma_t}{\hat{\sigma}_t} - 1 \right|
 \end{aligned}$$

where  $\sigma_t$  represents the range and the absolute log-returns respectively as a proxy for the true volatility,  $\hat{\sigma}_t$  represents the h-step out-of-sample forecast of volatility, and n is the size of the forecasting horizon.

Table 6  
Comparison of Volatility Models

Data	Model/Error	MAE	RMSE	HMAE	HRMSE
Range	GCARR	0.033162	0.053755	0.831872	1.344170
	ECARR	0.033237	0.051636	0.718184	1.128438
	WCARR	0.034223	0.050122	0.593239	0.881575
	EWMA-fix	0.035469	0.052167	0.574214	0.864303
	EWMA-est	0.040401	0.053105	0.564173	0.709144
	snorm-GARCH	0.039188	0.061293	1.072866	1.669907
Absolute Return	GCARR	0.011547	0.012623	0.816009	0.872919
	ECARR	0.006124	0.007354	1.127738	1.310347
	WCARR	0.006886	0.008424	1.046562	1.164102
Return	EWMA-fix	0.024461	0.025356	0.906028	0.919786
	EWMA-est	0.019812	0.022313	0.860581	0.894383
	std-NGARCH	0.035798	0.035966	0.941761	0.946509

**Notes:** The number of decimal places is given as 6 digits to present the comparison results more clearly. The minimum error statistics are colored grey.

Table 6 presents the error statistics of the models based on the range and return data. 764 observations between 2019-01-01/2021-12-06 are used for model fit. The out-of-sample forecast is applied via a 1-step-ahead forecast for the 19-day forecast horizon. Although MAE and RMSE show GCARR and WCARR have the minimum error statistics, respectively, we prefer to use the HMAE and HRMSE statistics.

So, among the range-based models, we see that the EWMA model, in which the lambda parameter is estimated, performs better according to the HMAE and HRMSE statistics. Among the return-based volatility models, ECARR according to RMSE and MAE statistics, WCARR according to HMAE and HRMSE statistics emerge as models with minimum error.

### Concluding Comments

Although RMSE and MAE are widely used in error statistics comparisons, they do not contain any adjustments for heteroskedasticity, which is the general characteristic of financial data. Andersen et al. (1999) state that the heteroskedastic adjusted measures HRMSE and HMAE give different results. This statement occurs when comparing range-based volatility models in this study. Although the dataset is range-based and the MAE and RMSE statistics show that the GCARR and WCARR models have the lowest error, respectively, the HRMSE and HMAE statistics indicate that the EWMA model with an estimated parameter has superior predictive power.

The estimated  $\lambda=0.66$  value of the EWMA model gives better results than the  $\lambda=0.94$  value suggested by the RiskMetrics group for daily data. Of course, the fact that the data is range-based, in other words, it consists of only positive-valued observations can cause this situation. The results that the CARR-type models produce sharper volatility estimates than the GARCH-type models commonly used in the literature are also revealed in this study. The positive valued range data makes it difficult to fit the probability distributions followed by the innovations of GARCH-type models.

The absolute log return of USD-TRY is used because the probability distributions of CARR-type models are defined on positive real numbers. In return-based volatility models, CARR-type models seem to give better forecasting results. Again, the EWMA model, in which the lambda parameter is estimated and is found to be 0.86, has fewer forecasting errors than the std-NGARCH (1,1) model. It turns out that the predictive power of GARCH-type models is low, whether for range-based or return-based error measurements.

When the range data and the absolute log-return data are examined, it is seen that they have a similar structure, even though the skewness and kurtosis values are the same. It is therefore beneficial to apply CARR-type models to both datasets. Moreover, if the time-frequency of the data is changed to weekly it is expected that the forecasting performances of the CARR-type models increase more.

This study:

- provides benefits for policymakers, academics, and practitioners in emerging markets such as Turkey where exchange rate volatility is high.

- recommends comparing models using daily, weekly, and monthly data with different forecasting horizons to find the optimal lambda (decay factor) value of EWMA-filtered USD-TRY exchange rate volatility.
- particularly supports the use of CARR-type volatility models, which do not have many applications in the literature.
- encourages the use of CARR-type models based on the assumption of different probability distributions in future studies.

recommends comparing the ACD, GARCH, and Lévy Driven Continuous GARCH models using not equally spaced intraday data in future studies.

---

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The author has no conflict of interest to declare.

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

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

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

---

## References

- Andersen, T. G., Bollerslev, T., & Lange, S. (1999). *Forecasting financial market volatility: Sample frequency vis-à-vis forecast horizon*. *Journal of Empirical Finance*, 6(5), 457–477. doi:10.1016/s0927-5398(99)00013-4
- Arı, Y. (2020). From Discrete to Continuous: GARCH Volatility Modelling with R. Retrieved from <https://math-stat.net/garch-and-cogarch-modelling.htm>
- Arı, Y. (2021a). Volatility spillovers effect analysis during Covid-19 period using EWMA model: The case of health sector stocks in ISE. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14 (4), 1453-1467 . DOI: 10.25287/ohuiibf.917674
- Arı, Y. (2021b). Engle-Granger Cointegration Analysis Between Garch-Type Volatilities of Gold and Silver Returns. *Alanya Akademik Bakış*, 5 (2), 589-618. Doi: 10.29023/alanyaakademik.838284
- Bayracı, S., & Unal, G. (2014). Stochastic interest rate volatility modeling with a continuous-time GARCH(1, 1) model. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 259, 464–473. doi:10.1016/j.cam.2013.10.017
- Bollen, B. (2014). What should the value of lambda be in the exponentially weighted moving average volatility model? *Applied Economics*, 47(8), 853–860. doi:10.1080/00036846.2014.98285
- Bollerslev, T. P. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity, *Journal of Econometrics*, 31, pp. 307-327.
- Bollerslev, T. (2010) Glossary to ARCH (GARCH\*), in *Volatility and Time Series Econometrics: Essays in Honor of Robert Engle*, Bollerslev, T., Russell, J. and Watson, M. (Eds). doi:10.1093/acprof:oso/9780199549498.001.0001

- Chiang, M.-H., Chou, R. Y., & Wang, L.-M. (2014). Outlier Detection in the Lognormal Logarithmic Conditional Autoregressive Range Model. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 78(1), 126–144. doi:10.1111/obes.12081
- Chou, R. Y. (2005). Forecasting financial volatilities with extreme values: the conditional autoregressive range (CARR) model. *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 37, pp. 561-582.
- Chou, R. (2006). Modeling the asymmetry of stock movements using price ranges. *Advances in Econometrics*, 20, 231-257.
- Demiralay, S. & Bayraci, S. (2015) Central and Eastern European Stock Exchanges under Stress: A Range-Based Volatility Spillover Framework. *Finance a Uver: Czech Journal of Economics & Finance*. Vol. 65 Issue 5, p411-430.
- Ding Z., Engle R.F. and Granger C.W.J. (1993). A long memory property of stock market return and a new model, *Journal of Empirical Finance* 1(1), 83-106.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation, *Econometrica*, 50 (4), pp. 987–1007
- Engle, R. F., & Bollerslev T. (1986). Modelling the persistence of conditional variances. *Econometric Reviews* 5: 1–50.
- Engle, R. F., & Russell, J. R. (1998). *Autoregressive Conditional Duration: A New Model for Irregularly Spaced Transaction Data*. *Econometrica*, 66(5), 1127. doi:10.2307/2999632
- Ghalanos, A. (2020a). rugarch: Univariate GARCH models. R package version 1.4-2. Available at: <https://cran.r-project.org/rugarch.pdf>
- Ghalanos, A. (2020b). Introduction to the rugarch package. Technical Report Available at: [Introduction\\_to\\_the\\_rugarch\\_package.pdf](#)
- Glosten L.R, Jagannathan R. and Runkle D.E. (1993). Relationship between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks, *The Journal of Finance*, 48(5), 1779-1801.
- Hentschel, L. (1995). All in the family Nesting symmetric and asymmetric GARCH models. *Journal of Financial Economics*, 39(1), 71–104. doi:10.1016/0304-405x(94)00821-h
- Higgins, M. L., and Anil. K. B. (1992). A Class of Nonlinear ARCH Models. *International Economic Review* 33: 137–58.
- Hull, J. C. (2018). Options, Futures, & Other Derivatives, Ninth Edition, Global Edition, *Pearson Education Limited*, England
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection\*. *The Journal of Finance*, 7: 77-91. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>
- Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach, *Econometrica* 59: 347-370.
- Parkinson, M. (1980). The extreme value method for estimating the variance of the rate of return. *Journal of Business*, 53, 61-65.
- Poon, S.-H., & Granger, C. W. J. (2003). *Forecasting Volatility in Financial Markets: A Review*. *Journal of Economic Literature*, 41(2), 478–539. doi:10.1257/002205103765762743
- Poon, S.-H., & Granger, C. (2005). *Practical Issues in Forecasting Volatility*. *Financial Analysts Journal*, 61(1), 45–56. doi:10.2469/faj.v61.n1.2683
- Ratnayake, M.I.P.R. (2021). *Modeling time series with conditional heteroscedastic structure*. Unpublished Ph.D. Dissertation. Missouri University, USA.

- Riskmetrics Technical Document (1996) 4th edn, J. P. Morgan. Available at <http://yats.free.fr/papers/td4e.pdf> (accessed 12 December 2021).
- Quiros, J.L., & Izquierdo, J.D. (2011). Volatility forecasting with range models: An evaluation of new alternatives to the CARR model. Available at <https://repositorio.ipl.pt>
- Schwert, G. W. (1990). Stock volatility and the crash of '87. *Review of Financial Studies* 3: 103–6.
- Taylor S. (1986). *Modelling Financial Time Series*, Wiley, New York.
- Tsay, R.S. (2009). Autoregressive Conditional Duration Models. In: *Palgrave Handbook of Econometrics*. Springer, pp. 1004–1024.
- Tsay, R. S. (2012). *An Introduction to Analysis of Financial Data with R* (1st ed.). Wiley.
- Tsay, R. S. (2013). *Multivariate Time Series Analysis: With R and Financial Applications* (1st ed.). Wiley.
- Unstarched. (2014, July 6). *The EWMA model*. <http://www.unstarched.net/r-examples/rugarch/the-ewma-model/>(accessed 12 December 2021).
- Xie H. (2018). Financial volatility modeling: The feedback asymmetric conditional autoregressive range model. *Journal of Forecasting*. 38:11-28.
- Xie, H., & Wu, X. (2017). A conditional autoregressive range model with gamma distribution for financial volatility modelling. *Economic Modelling*, 64, 349-356.
- Zakoian, J.-M. (1994). Threshold heteroskedastic models. *Journal of Economic Dynamics and Control* 18: 931–55

Table A1  
The Ranking of GARCH-type Models

		Range Data						Return Data					
#	Model	AIC	BIC	LLH	#	Model	AIC	BIC	LLH				
1	nig - EGARCH11	-7.61407037	-7.577641827	2914.574881	1	std - EGARCH11	-6.935681097	-6.905323978	2654.430179				
2	nig - TGARCH11	-7.564990687	-7.528562144	2895.826443	2	sstd - EGARCH11	-6.935681097	-6.905323978	2654.430179				
3	nig - AVGARCH11	-7.562619498	-7.520119532	2895.920648	3	jsu - EGARCH11	-6.934237051	-6.897808508	2654.878554				
4	nig - GJRGARCH11	-7.426696367	-7.390267825	2842.998012	4	nig - EGARCH11	-6.931284946	-6.894856403	2653.750849				
5	jsu - EGARCH11	-7.367186182	-7.330757164	2820.265122	5	std - NGARCH11	-6.923766587	-6.893409468	2649.878836				
6	jsu - TGARCH11	-7.324115513	-7.28768697	2803.812126	6	sstd - NGARCH11	-6.923766587	-6.893409468	2649.878836				
7	jsu - AVGARCH11	-7.321496679	-7.278996712	2803.811731	7	std - TGARCH11	-6.922032009	-6.89167489	2649.216228				
8	jsu - GJRGARCH11	-7.220987686	-7.184559143	2764.417296	8	sstd - TGARCH11	-6.922032009	-6.89167489	2649.216228				
9	sged - EGARCH11	-7.009749958	-6.973321415	2683.724484	9	std - APARCH11	-6.921414544	-6.884986001	2649.980356				
10	sged - GJRGARCH11	-6.993173566	-6.956745023	2677.392302	10	sstd - APARCH11	-6.921414544	-6.884986001	2649.980356				
11	jsu - NGARCH11	-6.922591754	-6.886163211	na	11	jsu - TGARCH11	-6.920890245	-6.8827461702	2649.780074				
12	nig - IGARCH11	-6.920643462	-6.896357767	2647.685802	12	std - AVGARCH11	-6.920673415	-6.882744872	2649.697244				
13	nig - GARCH11	-6.917994401	-6.887637282	2647.673861	13	sstd - AVGARCH11	-6.920673415	-6.882744872	2649.697244				
14	sged - APARCH11	-6.901131314	-6.858631347	na	14	jsu - AVGARCH11	-6.920373943	-6.877873976	2650.582846				
15	sged - NAGARCH11	-6.899452824	-6.863024281	na	15	jsu - APARCH11	-6.920305777	-6.877805811	2650.556807				
16	nig - NGARCH11	-6.875706243	-6.8392777	2632.519785	16	std - ALLGARCH11	-6.918992729	-6.876492763	2650.055223				
17	sged - ALLGARCH11	-6.868296202	-6.81972463	na	17	sstd - ALLGARCH11	-6.918992729	-6.876492763	2650.055223				
18	sged - AVGARCH11	-6.827931255	-6.785431288	2615.269739	18	jsu - ALLGARCH11	-6.918287243	-6.869715852	2650.785727				
19	jsu - IGARCH11	-6.7256314	-6.701345704	2573.191195	19	std - IGARCH11	-6.91775238	-6.899538108	2645.581409				
20	jsu - GARCH11	-6.722831542	-6.692474423	2573.121649	20	sstd - IGARCH11	-6.91775238	-6.899538108	2645.581409				
21	sged - IGARCH11	-6.698237566	-6.67395187	2562.72675	21	nig - APARCH11	-6.917283119	-6.874783152	2649.402151				
22	sged - GARCH11	-6.6916184	-6.661261281	2561.198229	22	jsu - IGARCH11	-6.917268931	-6.892983236	2646.396732				
23	sged - TGARCH11	-6.418484308	-6.382055765	2457.861006	23	nig - TGARCH11	-6.917137205	-6.880708662	2648.346412				
24	sged - NGARCH11	-6.402518027	-6.366089484	2451.761886	24	nig - AVGARCH11	-6.917088595	-6.874588628	2649.327843				
25	snorm - NAGARCH11	-6.191767782	-6.161410663	2370.255293	25	ged - EGARCH11	-6.916529378	-6.886172259	2647.114223				
26	snorm - GJRGARCH11	-6.191580156	-6.161223037	2370.183619	26	nig - IGARCH11	-6.915544659	-6.891258964	2645.73806				
27	snorm - NGARCH11	-6.1908399	-6.160482781	2369.900842	27	nig - ALLGARCH11	-6.915423535	-6.866852145	2649.69179				

Table A1  
Continue

#	Range Data					Return Data				
	Model	AIC	BIC	LLH	#	Model	AIC	BIC	LLH	
30	snorm - ALLGARCH11	-6.186944595	-6.144444628	2370.412835	30	jsu - GARCH11	-6.91451277	-6.884155651	2646.343878	
31	snorm - GARCH11	-6.186920975	-6.162635279	2367.403812	31	sged - EGARCH11	-6.914330775	-6.877902232	2647.274356	
32	snorm - EGARCH11	-6.182848739	-6.15249162	2366.848218	32	std - GJRGARCH11	-6.912799367	-6.882442248	2645.689358	
33	snorm - TGARCH11	-6.17936516	-6.149008041	2365.517491	33	ssid - GJRGARCH11	-6.912799367	-6.882442248	2645.689358	
34	snorm - AVGARCH11	-6.176747184	-6.140318641	2365.517424	34	nig - GARCH11	-6.912778149	-6.882421103	2645.681253	
35	ged - IGARCH11	-5.979084666	-5.960870395	2287.010343	35	std - NAGARCH11	-6.912735752	-6.882378633	2645.665057	
36	ged - GARCH11	-5.976457082	-5.952171386	2287.006605	36	ssid - NAGARCH11	-6.912735752	-6.882378633	2645.665057	
37	std - IGARCH11	-5.975478615	-5.957264344	2285.632831	37	jsu - GJRGARCH11	-6.912413235	-6.875984692	2646.541856	
38	ssid - IGARCH11	-5.975478615	-5.957264344	2285.632831	38	jsu - NAGARCH11	-6.912308651	-6.875940108	2646.524825	
39	ged - NGARCH11	-5.974703958	-5.944346839	2287.336912	39	nig - NAGARCH11	-6.910679912	-6.874251137	2645.879727	
40	std - NAGARCH11	-5.974181137	-5.943824018	2287.137194	40	nig - GJRGARCH11	-6.910586732	-6.874158189	2645.844131	
41	std - EGARCH11	-5.974074636	-5.943717517	2287.096511	41	ged - IGARCH11	-6.906690747	-6.888476475	2641.355865	
42	ssid - EGARCH11	-5.974074636	-5.943717517	2287.096511	42	sged - IGARCH11	-6.904155429	-6.879869734	2641.387374	
43	ged - GJRGARCH11	-5.973914097	-5.943556978	2287.035185	43	ged - GARCH11	-6.90393878	-6.879653085	2641.304614	
44	ged - ALLGARCH11	-5.973130707	-5.93063074	2288.73593	44	ged - APARCH11	-6.903355967	-6.866927424	2643.081979	
45	std - GARCH11	-5.972810311	-5.948524616	2285.613539	45	ged - NAGARCH11	-6.901929539	-6.87157242	2641.537084	
46	ssid - GARCH11	-5.972810311	-5.948524616	2285.613539	46	ged - GJRGARCH11	-6.901582324	-6.871225205	2641.404448	
47	std - NGARCH11	-5.972253066	-5.941895947	2286.400671	47	sged - GARCH11	-6.901407731	-6.871050612	2641.337753	
48	ssid - NGARCH11	-5.972253066	-5.941895947	2286.400671	48	sged - APARCH11	-6.901131314	-6.858631347	2643.232162	
49	ged - APARCH11	-5.972086159	-5.935657616	2287.336913	49	ged - AVGARCH11	-6.901015148	-6.864586605	2642.187786	
50	norm - IGARCH11	-5.971834576	-5.959691729	2283.240808	50	ged - TGARCH11	-6.900677796	-6.870320677	2641.058918	
51	std - GJRGARCH11	-5.97132341	-5.940966291	2286.045543	51	sged - AVGARCH11	-6.899573282	-6.857073316	2642.636994	
52	ssid - GJRGARCH11	-5.97132341	-5.940966291	2286.045543	52	sged - NAGARCH11	-6.899452824	-6.863024281	2641.590979	
53	std - NAGARCH11	-5.970984777	-5.940627658	2285.916185	53	sged - GJRGARCH11	-6.899096805	-6.862668262	2641.454979	
54	ssid - NAGARCH11	-5.970984777	-5.940627658	2285.916185	54	sged - TGARCH11	-6.898828589	-6.862400046	2641.352521	
55	ged - EGARCH11	-5.970784139	-5.94042702	2285.839541	55	ged - ALLGARCH11	-6.870501568	-6.828001601	2631.531599	
56	std - TGARCH11	-5.97006291	-5.939705791	2285.564032	56	sged - ALLGARCH11	-6.86829602	-6.81972463	2631.689808	



Table A1  
Continue

#	Range Data				Return Data				
	Model	AIC	BIC	LLH	#	Model	AIC	BIC	LLH
59	ss1d - APARCH11	-5.969568039	-5.931339496	2286.374991	59	norm - EGARCH11	-6.702309565	-6.67802387	2564.282254
60	ged - TGARCH11	-5.969224828	-5.938867709	2285.243884	60	snorm - NAGARCH11	-6.70129316	-6.670936041	2564.893987
61	norm - GARCH11	-5.969190339	-5.950976067	2283.230709	61	snorm - GARCH11	-6.7003542	-6.676068504	2563.535304
62	norm - NGARCH11	-5.968266512	-5.943980817	2283.877808	62	snorm - GJRGARCH11	-6.69834067	-6.667983551	2563.766136
63	std - ALLGARCH11	-5.968185339	-5.925685372	2286.846799	63	snorm - NGARCH11	-6.697828299	-6.66747118	2563.57041
64	ss1d - ALLGARCH11	-5.968185339	-5.925685372	2286.846799	64	norm - IGARCH11	-6.696955544	-6.684812696	2560.237018
65	std - AVGARCH11	-5.967445053	-5.93101651	2285.56401	65	snorm - APARCH11	-6.695770728	-6.659342185	2563.784418
66	ss1d - AVGARCH11	-5.967445053	-5.93101651	2285.56401	66	norm - NAGARCH11	-6.694480671	-6.670194976	2561.291616
67	norm - NAGARCH11	-5.967322073	-5.943036378	2283.517032	67	norm - GARCH11	-6.694116151	-6.675901879	2560.15237
68	norm - EGARCH11	-5.967155561	-5.942869866	2283.453424	68	snorm - ALLGARCH11	-6.692072371	-6.649572404	2563.371646
69	norm - GJRGARCH11	-5.967032684	-5.942746989	2283.406485	69	norm - GJRGARCH11	-6.691764735	-6.66747904	2560.254129
70	ged - AVGARCH11	-5.966606933	-5.930178391	2285.243849	70	norm - NGARCH11	-6.691684552	-6.667398856	2560.223499
71	norm - ALLGARCH11	-5.966325995	-5.929897453	2285.13653	71	norm - APARCH11	-6.689259076	-6.658901956	2560.296967
72	norm - APARCH11	-5.965648696	-5.935291577	2283.877802	72	norm - ALLGARCH11	-6.687289862	-6.650861319	2560.544727
73	norm - TGARCH11	-5.964981395	-5.9406957	2282.622893	73	snorm - AVGARCH11	-6.672420984	-6.635992442	2554.864816
74	norm - AVGARCH11	-5.962363522	-5.932006403	2282.622865	74	norm - AVGARCH11	-6.668870394	-6.638513275	2552.50849
75	nig - APARCH11	na	na	na	75	snorm - TGARCH11	-6.667118586	-6.636761467	2551.8393
76	jsu - APARCH11	na	na	na	76	norm - TGARCH11	-6.661578819	-6.637293123	2548.723109
77	nig - ALLGARCH11	na	na	na	77	ged - NGARCH11	-5.974703958	-5.944346839	na
78	jsu - ALLGARCH11	na	na	na	78	sged - NGARCH11	na	na	na
79	nig - NAGARCH11	na	na	na	79	nig - NGARCH11	na	na	na
80	jsu - NAGARCH11	na	na	na	80	jsu - NGARCH11	na	na	na



## Uluslararası Sermaye Akışlarında Ani Duruş: Türkiye Örneği\*

### A Sudden Stops in International Capital Flows: The Case of Turkey

Emine Ebru Er\* , Cihan Tanrıöven\*\* 

#### Öz

Bu çalışmanın amacı Türkiye için öz kaynak ve borç akışlarındaki ani duruş (sudden stops; SS) dönemlerini tespit etmek ve SS dönemlerinin meydana gelmesinde küresel ve yerel değişkenlerinin etkisini araştırmaktır. Çalışmada 2010:01 – 2021:12 dönemini içerecek şekilde aylık veriler ele alınmaktadır. Öz kaynak ve borç akışlarında meydana gelen SS dönemleri, küresel ve yerel değişkenlere ait veriler kullanılarak probit model ile açıklanmaktadır. Analiz, Türkiye için konunun kantitatif teknikler ile incelendiği ilk çalışmadır. Çalışmanın sonuçlarına göre; öz kaynak akışlarında üç borç akışlarında ise iki farklı periyotta SS dönemi tespit edilmiştir. Buna ek olarak, küresel değişkenler genel olarak öz kaynak akışları ve borç akışlarını etkilemekte ancak yerel değişkenler analize dâhil edildiğinde SS dönemlerinin oluşmasında modellerin başarısı artmaktadır. Sonuç olarak yapılan analizde Türkiye örnekleminde yerel değişkenlerin etkisinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

#### Anahtar Kelimeler

Ani duruş, Öz kaynak akışları, Borç akışları, Probit Model

#### Abstract

The aim of this study is to determine the sudden stops (SS) periods in equity and debt flows for Turkey and to investigate the effects of global and local variables on the occurrence of SS periods. The study addresses monthly data for the January 2010–December 2021 period. The study explains the SS periods that occur in equity and debt flows using the probit model and data based on global and local variables. The analysis is the first study in Turkey to examine this subject with quantitative techniques. According to the study results, SS periods were determined in three different periods with regard to equity flows and in two different periods with regard to debt flows. In addition, global variables generally affect equity and debt flows; however, the success of the models regarding the formation of SS periods increases once local variables are included in the analysis. As a result, the performed analyses have determined local variables to have a greater effect in the Turkish sample.

#### Keywords

Sudden Stops, Equity Flows, Debt Flows, Probit Model

\* İlk yazar Emine Ebru ER'in Ahmet Aksoy danışmanlığında Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Muhasebe Finansman Bilim Dalında 2022 yılında yazılmakta olan "Uluslararası Sermaye Hareketlerinde Ani Duruş (Sudden Stops) Etkisi ve Örnek Ülke Grubunda Araştırma" isimli doktora tezinden üretilmiştir.

\*\* Sorumlu Yazar: Emine Ebru Er (Doktora Öğrencisi), Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İşletme-Muhasebe- Finansman, Ankara, Türkiye. E-posta: eebruer1978@gmail.com ORCID: 0000-0002-7859-1950

\*\*\* Cihan Tanrıöven (Prof. Dr.), Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Ankara, Türkiye. E-posta: c.tanrioven@hbv.edu.tr ORCID: 0000-0003-0192-7628

Atıf: Er, E. E., & Tanrioven, C. (2022). Uluslararası sermaye akışlarında ani duruş: Türkiye örneği. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 37, 129-148. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.37.1128095>

### **Extended Summary**

Financial and money markets developed in the 15th century, and financial crises are not a new concept as they have occurred unexpectedly since then. Financial crises have been dominant for centuries and still continue to manifest and spread in countries today. Crises happen much more often than people realize and are not specific to certain historical periods or emerging market economies (Gorton, 2017, p. 45).

In general, when globalization gained momentum in the 1980s, many crises have served as the basis for both macroeconomic imbalances and deterioration of financial indicators. A financial crisis represents a sharp deterioration of a group of financial and economic indicators, an imbalance between money supply and demand, a fall in asset prices, and failure of financial institutions such as banks (Raluca & Witowski, 2010, p. 33). Financial crises manifest standard features such as the overvaluation of exchange rates, withdrawal of foreign capital, inability to close short-term debts, domestic credit crunch, and savers withdrawing deposit funds from banks and buying securities from capital markets (Furman et al., 1998, p. 1).

International capital movements are one of the factors that negatively affect a country's financial equilibrium. Capital goes to the country where it will appreciate the most as a result of its free movement within the economic system, and this provides an opportunity to support that country's economic growth. However, when international capital movements are unstable, the economy of the country the capital has entered can be seriously affected. In particular, portfolio investments both increase consumption by facilitating access to credit and may cause a divergence between domestic and foreign demand as a result of the overvaluation of the local currency. This state of the country's economy may cause the macroeconomic balance to deteriorate and result in the economy's vulnerability to sudden changes regarding the global risk appetite to increase. As a result, negative aspects may occur in terms of both macroeconomic and financial equilibrium. Sudden capital outflows occur based on these types of developments within the country's economy.

The academic literature shows the reversal of capital inflows to be called a sudden stop (SS). Dornbusch et al.'s (1995) study expressed the concept of SS for the first time during their evaluation of capital outflows from Mexico with regard to the Latin American and Mexican crises, thus revealing the first occurrence of SS in the literature. Rodrik and Velasco (1999) also referred to SS as capital account reversal. The SS phenomenon has also been used as a method for determining financial crises (Radelet & Sachs, 1998, p. 43).

The aim of this study is to determine the SS periods in equity and debt flows for Turkey using monthly data over the January 2010-December 2021 period and to investigate the effect of global and local variables on the occurrence of these periods with respect to both equity and debt flows. In this context, the second section of the

research involves a literature review, and the third section describes the data and methods. The fourth section presents the empirical findings, and the fifth section discusses the results of the study and makes recommendations for policy makers. This study is the first in the literature to examine SSs in equity and debt flows regarding the case of Turkey using monthly data.

The results of the study determined three SS periods to have occurred regarding equity flows (June-July 2013, January 2020, and December 2021) and two SS periods to have occurred regarding debt flows (June-July 2015 and March-May 2018). When examining the effect from the variables on SSs, sudden stops in equity and debt flows are only meaningful to a certain extent with regard to global variables; however, more meaningful results are obtained when local variables are included in the model.

As a result of the study, although global variables are seen to be effective in the formation of SSs, the main effect emerges when local variables are put into play. When looking at these results, a developing country like Turkey should have its own solid economic foundations, from which the country should have financial and price stability, low risk levels, and a balance of all factors that are able to affect local variables. In short, an environment of trust should be provided for both international investors and local investors in order for them to invest. Future studies can compare this one with Turkey and/or other developing and developed countries, can increase the number of independent variables, or diversify the data by taking daily data as the frequency range instead of monthly data.

## Uluslararası Sermaye Akışlarında Ani Duruş: Türkiye Örneği

Finans ve para piyasalarının geliştiği 15 y.y. ortalarından itibaren finansal krizler vardır ve yeni bir kavram değildir. Finansal krizler yüzyıllar boyunca hakimiyetini sürdürmüş ve halen günümüzde ülkelerde kendini göstermeye ve yayılmaya devam etmektedir. Krizler, insanların sandığından çok daha sık gerçekleşir, üstelik belirli tarihsel dönemlere ya da gelişmekte olan piyasa ekonomilerine özgü değildir (Gorton, 2017:45).

1980’li yıllardan itibaren artan küreselleşme nedeniyle hem makro ekonomik dengesizliklerde hem de finansal göstergelerdeki bozulmalar nedeniyle ardı ardına patlak veren krizler kendini göstermiştir. Finansal kriz, bir grup finansal ve ekonomik göstergenin keskin bir şekilde bozulmasını, para arzı ve talebi arasındaki dengesizliği, varlık fiyatlarının düşmesini ve bankalar gibi finansal kurumların başarısızlıklarını temsil eder (Raluca ve Witowski, 2010:33). Döviz kurlarının aşırı değerlenmesi, yabancı sermayenin geri çekilmesi, kısa vadeli borçların kapatılamaması, iç kredi sıkışıklıkları ve tasarruf sahiplerinin kitleler halinde bankalardan mevduat fonlarını çekip bunlarla sermaye piyasasından menkul kıymet satın alma süreci gibi finansal krizlerin standart özellikleri de kendini göstermektedir (Furman, Stiglitz, Bosworth ve Radelet, 1998:1).

Uluslararası sermaye hareketleri bir ülkenin finansal dengesini olumsuz etkileyen unsurlar arasında yer almaktadır. Sermayenin ekonomik sistem içinde serbest dolaşımı sonucunda sermaye, en çok kazanç sağlayacağı ülkeye giderek o ülkenin ekonomik büyümesinin desteklenmesine olanak sağlamaktadır. Fakat uluslararası sermaye hareketlerinin istikrarlı olmadığı süreçlerde sermayenin giriş yaptığı ülke ekonomisi ciddi olarak olumsuz etkilenebilmektedir. Özellikle portföy yatırımları hem krediye ulaşımı kolaylaştırarak tüketimi artırmakta hem de yerel para biriminin aşırı değerlenmesine sonucunda iç ve dış talep arasında ayrışmaya yol açabilmektedir. Ülke ekonomisinin bu durumu, makro ekonomik dengenin bozulmasına neden olabilmekte ve küresel risk iştahındaki ani değişikliklere karşı ekonominin kırılganlığının artması sonucunu doğurmaktadır. Buna bağlı olarak hem makro ekonomik hem de finansal denge konusunda olumsuzluklar yaşanabilmektedir. Ülke ekonomisinde meydana gelen bu gelişmelere bağlı olarak ani sermaye çıkışları meydana gelmektedir.

Akademik yazında sermaye girişlerinin tersine dönmesi “Ani Duruş - Sudden Stop” (SS) olarak adlandırılmıştır. Dornbusch, Goldfajn ve Valdes (1995)’in çalışmasında Latin Amerika ve Meksika krizlerinde ülkelerin sermaye girişleri üzerine yaptıkları değerlendirmeler sırasında Ani Duruş kavramını ilk kez ifade etmişler ve böylece literatürde Ani Duruş kavram yerini almıştır. Rodrik ve Velasco (1999) göre Ani Duruş kavramı “sermaye hesabının tersine çevrilmesi” olarak da adlandırılır. Ani duruş, bir ülke ekonomisine yönelen uluslararası sermaye akımlarındaki ani azalmadır. Ani Duruş fenomeni finansal krizi belirlemede bir yöntem olarak kullanılmıştır (Radelet ve Sachs, 1998:43).

Bu çalışmanın amacı 2010:01 – 2021:12 döneminde aylık veriler kullanılarak Türkiye için öz kaynak ve borç akışlarındaki SS dönemlerini tespit etmek bu dönemlerin meydana gelmesinde küresel ve yerel değişkenlerinin etkisini araştırmaktır. Bu kapsamda araştırmanın ikinci kısmında literatüre, üçüncü kısmında veri ve yöntemle yer verilmektedir. Dördüncü kısımda ampirik bulgular sunulmaktadır. Beşinci kısımda çalışmadan elde edilen sonuçlar ve politika yapımı tartışılmaktadır.

### Literatür

Literatür yapılan araştırma sonucunda SS dönemleri ve Türkiye ile ilgili çalışmaların bazıları aşağıda sunulmuştur.

İnan (2006) kamudan ziyade özeldeki net tasarruflardaki azalmanın altında yatan sebepleri ve buna bağlı olarak tasarruflardaki azalmanın yabancı sermaye ile finanse etme sürecinin ani duruş olasılığını nasıl etkilediğini araştırmaktadır. Türkiye'nin 2002-2005 döneminde ani duruş olasılığını azaltan politikaların ekonomik düzende ne ölçüde entegre edildiği incelenmiştir. Ani duruş olasılığını azaltan politika uygulamalarından bahsedilmiştir. Varlık (2007) çalışmanın amacı Türkiye ekonomisinde ortaya çıkmış olan ani duruş dönemlerinin tespit edilmesi ve ortaya çıkan ani duruş dönemlerinde makroekonomik etkilerin araştırılmasıdır. Küresel finans sistemi içinde yer alan Türkiye ekonomisi 1994, 1998 ve 2001 yıllarında üç kez uluslararası sermaye akımlarında SS (keskin geri dönüş- reversal) yaşamıştır. Ülkede 1994 ve 2001 yıllarında yaşanan ani duruşlar, ekonomide birbirine yakın etkiler yaratmıştır. 1994 ve 2001 yıllarındaki ani duruş sürecinde yatırım, tüketim ve millî gelir verilerinde ciddi çöküşler ile karşı karşıya kalınmış, banka kredi hacimlerinde ve BİST endeksinde ciddi oranda düşüşler yaşanmıştır. Hem 1994 hem de 2001 yıllarında yaşanan ani duruş sürecinde para ve bankacılık krizleri birlikte meydana gelmiş ve cari işlemler hesabında keskin geri dönüşler olmuştur. Ayrıca hem 1994 hem de 2001 yıllarında yaşanan ani duruş sürecinde TL para biriminin değer kaybetmesi sonucunda ithalat azalmış ve ihracat artmıştır. 1998 yılında görülen uluslararası sermaye akımlarındaki ani duruş deneyimde, ani duruş kriterlerinin bir kısmını kendini göstermemiştir. 1998 yılındaki ani duruş sürecinde cari işlemler hesabındaki geri dönüş esnasında ihracat azalmış, TL para biriminde reel değer kaybı sınırlı kalmıştır. Üstelik 1998 ani duruşunda, para ve bankacılık krizi ortaya çıkmamıştır.

Samur (2010) 1980 sonrası Türkiye ekonomisinde SS kriz tecrübeleri üzerine çalışma yapmıştır. Türkiye'de 1980 sonrasında tecrübe edilen 1994 ve 2001 yılları vakaları deneysel olarak ani duruş krizi şeklinde tanımlanmıştır. 1994 krizi bir para krizi olmakla beraber aynı zamanda ani duruş krizidir. 2001 krizi bir ikiz para ve bankacılık krizi tecrübesi olmakla beraber aynı zamanda ani duruş krizidir. 1988 ve 1991 yıllarındaki para krizleri ani duruş fenomenini içermemektedirler, dolayısıyla ani

duruş krizi değildirler. 1984 yılı finansal istikrarsızlık vakası hem krize dönüşmemiş hem de ani duruş fenomeni içermemektedir.

Varlık (2011) çalışması sonucunda yaptığı değerlendirme; ani duruşu önleyici politikalar, ani duruşu tamamen ortadan kaldırmamaktadır. Bu durumda bir ani duruş olayı kendini gösterdiğinde verilecek politika reaksiyonları, çıktı kayıplarını azaltmak açısından son derece önemlidir. Ani duruşa karşı uygulanabilecek politika reaksiyonları, ulusal ve uluslararası düzeyde alınacak önlemlerden oluşacaktır. Bir ani duruş ve bir kriz sırasında para ve maliye politikalarının uygulama konusunda daraltıcı mı yoksa genişletici mi uygulanması konusunda bir tartışma sürmektedir. Yaşanan ülke deneyimleri ve deneysel çalışmalar, ani duruş sürecinde uygulamaya konan genişletici para ve maliye politikası önlemlerinin, daha az çıktı daralmaları ile sonuçlandığını göstermektedir. Ancak, bir ülkenin ani duruş karşısında genişletici politikalar uygulamasının ön şartı, ülke ekonomisinin oldukça güçlü bir makroekonomik ve finansal yapıda olmasıdır. Bu durumda genişleme dönemlerinde yurtiçi ekonomik şartları iyileştirmekten daha iyi bir tercih olamaz. Buna rağmen, ani duruşa yakalanan ülkelerde yurtiçi kırılmalıklar varsa, uluslararası kurumlardan alacakları destekler ya da yerinde politika önlemleri ile ani duruşun negatif etkilerini azaltılabilir.

Yılmaz ve Kurt (2012) çalışmanın amacı, 2008 Küresel Ekonomik Krizinin Türkiye ekonomisindeki gelişim sürecinde ani duruş krizi olup olmadığının değerlendirilmesi ve kaynağının tespit edilmesidir. Yapılan değerlendirmenin zaman aralığı 2006 – 2010 yıllarını kapsamaktadır. Uluslararası sermaye girişlerindeki azalmayı ölçmek için sermaye ve finans hesabının GSYİH'ya oranı hesaba katılmıştır. Bir önceki yıla göre %3,65 oranında farklılık gösterdiği veriler ile elde edilmiş ve kriter olarak alınan %3 oranının üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Cari işlemler hesabında tersine dönüşü sayısal olarak tespit etmek için cari işlemler hesabının GSYİH'ya oranı hesaba katılmıştır. Bir önceki yıla göre %3,45 oranında tespit edilmiş ve eşik oran olan %3'ün üzerinde gerçekleşmiştir. Reel ekonomik daralma kapsamında veriler incelendiğinde bir önceki yıla göre %4,1 oranında düşme gerçekleşmiş, bu sonuçta ekonomik durgunluğun göstergesidir. Türkiye verileri üzerinden yapılan inceleme doğrultusunda 2008 küresel ekonomik krizinin Türkiye ekonomisi üzerinde bir SS krizi etkisi yarattığı gözükmektedir.

Blaszkiewicz-Schwartzman ve Öz (2012) yaptıkları çalışmada ilk olarak Türkiye ekonomisinde art arda çoğalan kırılmalıklar ve gelecekte ortaya çıkabilecek bir kriz olasılığını değerlendirmektedirler. Sonrasında Türkiye'de var olan güvenlik açıklarını tespit etmek ve ekonomik sistemde yer alan sektörler arasında bir krizin kendini gösterebileceği bağlantılar üzerine araştırmaya çalışılmıştır. 2010 yılını baz alan çalışma Türkiye ekonomisinin kırılmalıklarının nedenlerini ve gelecekte ortaya çıkabilecek bir kriz olasılığını değerlendirmiştir. Çalışmanın sonuçları; birinci,



geçmişte kriz deneyimi yaşayan ülkelerin ekonomik yapılarındaki temel zayıflıklar genellikle birbirine çok benzemektedir. İkincisi, önemli göstergelerdeki gelişmeler incelendiğinde, M2'nin rezervlere oranı, kısa vadeli borç rezerv oranı, ithalat ve ticaret hadlerinde yıllık değişim ikinci yarıda en çok uyarıyı göndermiştir. Kırılganlığın bir göstergesi olarak rezervlerin kısa vadeli borç stokunu karşılamadığının tespiti belki de bu raporun en önemli sonuçlarından biridir. Bunun nedeni ise Merkez Bankasındaki mevcut rezervlerin kısa vadeli borçlara oranının, sermaye akışlarının aniden tersine dönüşüyle ilgili olarak ortaya çıkabilecek risklerin yönetilebilmesi sürecinde yeterli olamayabileceğidir.

Dağlaroğlu, Demirel ve Varlık (2013) çalışmalarında 2008-2012 yılları arasında Regresyon yöntemiyle Türkiye'ye gelen kısa vadeli sermaye akımlarının üzerinde itici ve çekici faktörlerin etkileri araştırılmıştır. Swap, faiz, JP Morgan MB, FED faiz oranı, reel döviz kuru, kaldıraç oranı ve CDS, MB politika faiz oranı, VIX değişkenleri modelde kullanılmıştır. Uzun dönemde incelendiğinde bütün değişkenlerle sıcak para arasında ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Kısa dönem incelendiğinde, kısa vadeli sermaye akımlarının reel döviz kuru, kaldıraç oranı ve TCMB politika faiz oranı ile pozitif yönlü ve istatistiki açıdan anlamlı bir ilişkisi olduğu yapılan çalışmada tespit edilmiştir. Dışsal faktörler açısından ise kısa vadeli sermaye akımları arasında negatif bir ilişki vardır. Bu ilişki MSCI, VIX ve CDS'ler gibi küresel ve ülke riskini temsil eden değişkenlerde istatistiki olarak anlamlı çıkması kısa vadeli sermaye akımlarının risk iştahına bağlı olarak yön değiştirdiği kanıtlanmıştır. Sonuç olarak itici veya çekici risklerin artması ani duruş probleminde yol açmakta ve ülke kırılganlığını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Turgutlu (2015) 2003Q1-2013Q3 yılları arasında yaptığı çalışmada Türkiye'de ani duruşların ve uluslararası rezervlerin banka kredileri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırmada GMM tahmin tekniği kullanılmış ve ülkeye gelen sermaye girişlerindeki ani duruşun bankaların kredi verme kararlarını olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda rezerv tutmanın ani duruş dönemlerinde bir tampon görevi gördüğü ve banka kredilerindeki azalmanın önüne geçtiği tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen diğer sonuçlar ise; yüksek likidite ve yüksek mevduat oranının ani duruş evrelerinde bankaları kredi verme yönünde özendirdiği fakat yüksek sermaye oranının olumsuz negatif etkiye sebep olduğudur.

Adaş ve Kartallı (2016) yaptıkları çalışmada, ani duruşların teorik arka planı özetlenmiş, ardından Türkiye'de 1996-2009 dönemi ani duruşları tespit etmeye ve bu tür ani duruşların nedenleri sorgulanmaya çalışılmıştır. Küresel finansal krizlerin hemen öncesi ve sonrası dönemlere özellikle odaklanılmıştır. Ani duruşları belirlenme amaçlanmış ve kullanılan kriterler sonucunda beş ani duruş periyodu tespit edilmiştir. Türkiye'de ani duruş dönemleri Ağustos 1998 Rusya krizi, likidite problemleriyle başlayan Kasım 2000 krizi ve takibinde derinleşen Şubat 2001 krizi, Türkiye

Parlamentosu tarafından Irak'a asker gönderme konusundaki 1 Mart kararının reddedildiği Mart 2003 dönemi ve küresel dalgalanmanın ani duruş olarak öne çıktığı Mayıs 2006'dır. Çalışmada aynı zamanda sermaye hareketlerinin oynaklığını en aza indirmek için giriş kontrol mekanizmaları bulunmaya çalışılmıştır. Çalışma, yalnızca iki kural sağlandığında yabancı sermaye girişine sınırlama getirilmesini önermektedir. İlk kurala göre, kontroller, sermaye girişleri ortalamanın bir standart sapma üzerinde olduğunda uygulanmalı ve sermaye girişi ortalamanın yarım standart sapma altında olduğunda durdurulmalıdır. İkinci kural, ilk kuralın uygulanması için sermaye girişinin GSYİH'nın en az %2'sine ulaşması gerektiği öne sürülmektedir.

Yiğitli ve Turan (2018) yaptıkları çalışmada; Türkiye örneğinde ani duruş problemi ve doğrudan sermaye yatırımların ani duruş problemini azaltıcı etkisi ve döviz yaratma potansiyelinin güçlü olduğu "savunma sanayi" kapsamında değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonucunda; vurgulanmak istenen esas nokta teknolojinin yoğun olduğu sektörlere yatırım yapan doğrudan yabancı sermaye, modern teknolojinin öğrenilmesi ve kullanılması olanağının ortaya çıkması sonucunda ekonomik sistem üzerindeki yayılma etkisinin yarattığı faydalardır. Bu faydaların sağlanabilmesi ancak ev sahibi ülkenin yüksek teknolojileri massetme kapasitesinin yeterliliği sonucunda kendini gösterecektir. Buna bağlı olarak ülkenin beşeri sermayeni yani üretim faktörlerini kullanabilecek derecede işgücü sahibi olmayı gerektirecek eğitim politikaları önem arz etmektedir. Eğitim, teknolojinin öğrenilmesi ve yayılması arasında birbirini takip eden bir süreçtir. Doğrudan yatırımları ülkelere yönlendiren yerel faktörlerde önemlidir. Bu konuda, uluslararası yatırımcıların sermaye akımlarını bu ülkelere yönlendirmeleri kapsamında; şeffaf olan kurumsal yapıların oluşturulması, ülkenin istihdam teşvik mekanizmalarının ve işgücü piyasasındaki katılıkların giderilmesi önem arz etmektedir.

Özdemir ve Öbekcan (2020) yaptıkları çalışmada 2003: 01 - 2019:09 döneminde SS sorununun Türkiye ekonomisine etkilerini araştırmayı amaçlamaktadırlar. Ampirik metod olarak blok dışsallığına sahip SVAR modeli uygulanmıştır. Çalışmanın sonucu olarak; Fed efektif faiz oranındaki beklenmedik bir artışın sermaye girişinde azalışa neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sermaye girişi azaldıkça, sanayi üretimi, özel sektöre verilen krediler ve reel efektif döviz kuru azalmıştır. Diğer taraftan tüketici fiyat endeksi, faiz oranı ve cari işlemler dengesi artma eğilimi göstermiştir. Çalışmanın sonuçları dış etkenlerin ani duruş problemini tetiklemede etkili olduğunu göstermiştir.

Fendoğlu ve Ongena (2020) çalışmada Eylül 2008 ile Eylül 2009 arasındaki dönem ele alınmıştır. Lehman Brothers'ın Çöküşünden sonra Türkiye'ye yönelen uluslararası sermaye akışının aniden duruş sürecini ele alarak, kredi tedarik kanalı vasıtasıyla ekonomik sistemde ani bir duruşun nasıl nüfuz ettiği izlenmiştir. Önceden gelecekteki dış fonlama koşullarına ilişkin daha karamsar banka beklentilerinin

ve daha yüksek banka çevirme risklerinin olduğu uluslararası toptan piyasalarda, ani bir duruştan sonra banka kredi arzındaki azalmayı önemli ölçüde artırdığını göstermişlerdir. Ayrıca, banka kredi arzındaki azalmaya bağlı olarak yerli üretim ağlarından kademeli reel sonuçlar ortaya çıkmakta ve kredi dar boğazının yatırım üzerindeki etkisini artırmaktadır. Mekanizmanın işleyişi, tedarikçilerin önceden küresel likiditeye ihtiyacı çok olan bankalarla daha fazla çalışarak, ani duruştan sonra işletmelere girdi tedariklerini daha fazla azaltmalarındadır.

## Veri ve Model

### Veri

Bu çalışmada kullanılan veriler aşağıda verilen tabloda yer almaktadır.

Tablo 1

Değişkenlere Ait Açıklayıcı Bilgiler

<b>Bağımlı Değişken</b>	Kısaltma
Öz kaynak Akışları	$y_{1t}$
Borç Akışları	$y_{2t}$
<b>Küresel Değişkenler</b>	Kısaltma
Küresel Büyüme	$x_{1t}$
Küresel Faiz Oranı	$x_{2t}$
Küresel Öz sermaye Getiri	$x_{3t}$
Küresel Likidite Riski	$x_{4t}$
Küresel Riskten Kaçınma	$x_{5t}$
Emtia Fiyat Şoku	$x_{6t}$
Makro Ekonomik Politika Belirsizliği	$x_{7t}$
Ekonomik Haber Şoku	$x_{8t}$
<b>Yerel Değişkenler</b>	Kısaltma
Sanayi Üretim Büyümesi (%)	$x_{9t}$
Kısa Vadeli Faiz Oranı (%)	$x_{10t}$
TÜFE Enflasyon (%)	$x_{11t}$
Uluslararası Yabancı Rezervler (% GSYİH)	$x_{12t}$
Hisse Senedi Getirileri (%)	$x_{13t}$
Beklenen REER Düşüşü	$x_{14t}$
Kredi Büyümesi (%)	$x_{15t}$
Ticari Açıklık (% GSYİH)	$x_{16t}$
Finansal Açıklık (% GSYİH)	$x_{17t}$
Portföy Entegrasyonu (% GSYİH)	$x_{18t}$
Portföy Entegrasyonu <sup>2</sup>	$x_{19t}$
DYY Entegrasyonu (% GSYİH)	$x_{20t}$
5 Yıllık CDS	$x_{21t}$

Analizde kullanılan değişkenlere ait detaylı bilgi Ek-1’de yer almaktadır.

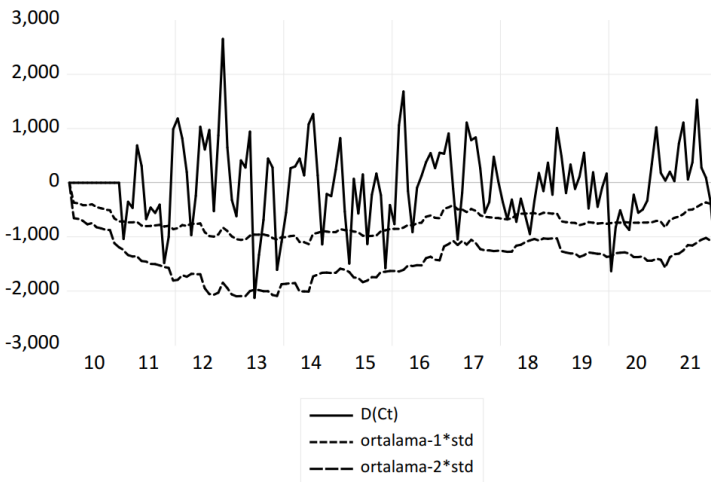
Bu çalışmada öz kaynak ve borç akışlarındaki *SS* dönemi, Calvo vd. (2004) ile Forbes ve Warnock (2012) tarafından belirlenen koşullar yardımıyla elde edilecektir. *SS* dönemlerinin tanımlanması, öz kaynak ve borç akışlarının yıllık değişiminin (ABD doları cinsinden) örneklem ortalamasının altında bir standart sapma olduğu ve sonunda örneklem ortalamasının altında iki standart sapmaya ulaştığı ani bir duruş döneminin başlangıcı olarak tanımlanır. Yıllık değişim, örnek ortalamasının altında bir standart sapmanın üstüne çıktığında ani duruş dönemi sona ermektedir.  $P_t$ , (ABD doları cinsinden) aylık öz kaynak ve borç akışlarını temsil etmektedir. Mevsimsel etkileri arındırmak amacıyla Li vd. (2018) tarafından yapılan çalışmaya benzer şekilde,  $C_t$ , 12 aylık öz kaynak ve borç akışlarındaki gecikmeli değerlerin hareketli ortalaması olarak tanımlanır ve bir önceki yılın aynı ayındaki değişim  $\Delta C_t$ 'dir:

$$C_t = \sum_{i=1}^{12} P_{t-i}, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad (1)$$

$$\Delta C_t = C_t - C_{t-12}, \quad t = 13, 14, \dots, T. \quad (2)$$

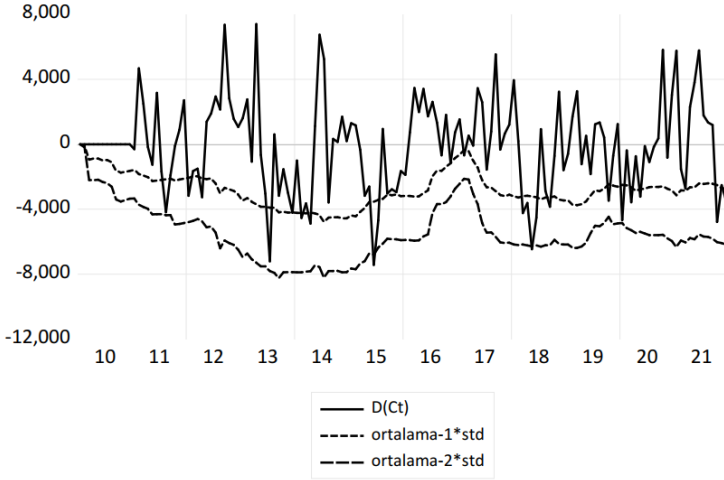
Sonraki aşamada  $\Delta C_t$ 'nin hareketli ortalaması ile standart sapması hesaplanır. Eğer  $\Delta C_t$  serisi, kendisinin 24 aylık hareketli ortalamasının bir standart sapma altına düşerse ve gene hareketli ortalamasının iki standart sapma altında en az bir ay ulaşırsa periyod ani duruş süreci olarak tanımlanır. Bu sürecin bitmesi  $\Delta C_t$  serisinin 24 aylık hareketli ortalamasının bir standart sapma aşmasıyla son bulur.

Şekil 1 ve 2 sırasıyla, Türkiye için öz kaynak ve borç akışlarında *SS* dönemlerinin tanımını göstermektedir. Siyah düz çizgi  $\Delta C_t$  serisini, kısa kesikli çizgi  $\Delta C_t$  serisinin ortalamadan bir standart sapma alt sınırını ve uzun kesikli çizgi ise  $\Delta C_t$  serisinin ortalamadan iki standart sapma alt sınırınıdır.



Şekil 1. Türkiye’de Öz kaynak Akışlarında Ani Duruşların Belirlenmesi

Not: Bu şekil ani duruşun nasıl belirlendiğini göstermektedir.  $D(C_t)$  ve  $std$  sırasıyla  $\Delta C_t$  serisi ile bu serinin standart sapmasını temsil etmektedir.



Şekil 2. Türkiye’de Borç Akışlarında Ani Duruşların Belirlenmesi.

Not: Bu şekil ani duruşun nasıl belirlendiğini göstermektedir.  $D(Ct)$  ve  $std$  sırasıyla  $\Delta Ct$  serisi ile bu serinin standart sapmasını temsil etmektedir.

Şekil 1 ve 2’de elde edilen *SS* dönemlerine ait tarihler Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2

*Türkiye’de SS Dönemleri*

Değişken	SS Dönemleri		
Öz kaynak Akışları	2013:06-2013:07	2020:01	2021:12
Borç Akışları	2015:06-2015:07	2018:03-2018:05	

Bu tarihler dikkate alındığında elde edilen bulgular şu yöndedir. Tablo 2’den görüleceği üzere öz kaynak akışlarında üç *SS* dönemi ve borç akışlarında ise iki *SS* dönemi oluşmaktadır. Öz kaynak akışları için ilk dönem 2013:06-07 tarihlerini işaret etmektedir. Gün, Kutlu ve Karamustafa (2016) çalışmasında 04/01/2010 ve 23/02/2015 tarihleri arasında, gezi parkı olaylarının Türkiye ekonomisi üzerine etkisini incelemiştir. Elde ettikleri bulgular, o dönem Türkiye’nin finansal anlamda ülke riskliliğinin artmasına bağlı olarak Borsa İstanbul’u negatif etkilemiştir. Küresel açıdan bakıldığında ise ABD’nin Mayıs ve Haziran aylarında Taper Tantrum açıklaması piyasalar tarafından erken çıkış sinyali olarak algılanmıştır. İkinci dönem dünya genelinde yıkıcı etkileri olan Covid-19 salgın döneminin başlangıcına denk gelmektedir. Covid-19 ilk olarak 17 Kasım 2019 tarihinde Çin’in Wuhan kentinde görülmüştür. Çin’in dışında ilk vaka 13 Ocak 2020 tarihinde görülmüş ve dünyaya yayılmaya başlamıştır. Covid-19 salgının yarattığı panik sonucunda kendini gösteren şok etkisi ivedilikle küresel finans piyasalarına yayılmıştır. 2020’nin başlarında, COVID-19 salgını, gelişmekte olan piyasalardan portföy akışlarında rekor düzeyde en keskin geri dönüşlerden birini tetikledi (Koepeke ve Paetzold, 2020:4). Üçüncü dönem ise döviz kurunda meydana gelen spekülasyon hareketlerinin başlamış olduğu

dönemin başlangıcıdır. Türkiye ekonomisi için 2021 yılının en önemli konularından biri olarak Türk Lirası'nın değerinde kendini gösteren hızlı düşüş eğilimi olarak ifade edilmektedir. Diğer gelişmekte olan ülke para birimlerinin karşısında 2021 yılının son çeyreğinde Türk Lirası negatif yönde ayrılmıştır. ABD doları karşısında önemli ölçüde değer kaybetmiştir. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası faiz oranının altı ay boyunca sabit tutuktan sonra Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarındaki dört toplantıda düşürmüştür. Borç akışlarında meydana gelen ani duruş dönemlerinden ilki 2015 yılında gerçekleşen seçim dönemidir. Küresel ölçekte ise ABD'nin faiz artırımı kararını sürekli ertelemesi sonucunda piyasalar 2015 yılını dalgalı bir seyirde tamamlamıştır. İkinci dönem ise 2018 Rahip Brunson davası ve Amerika ile F-35 satış uçakları konusunun birlikte anıldığı sürece denk gelmektedir.

### Model

Calvo, Izquierdo ve Mejia (2008), Calderón ve Kubota (2013) ile Ghosh vd. (2014) tarafından yapılan çalışmaların ışığında, Türkiye'de öz kaynak ve borç akışlarında ani duruşların meydana gelmesinde etkili olan değişkenlerin incelenmesi için bir probit modeli kullanılacaktır. Modelin genel yapısı aşağıdaki gibidir:

$$Pr(SS_t) = F(B'_K X_{t-1}^{Küresel}, B'_Y X_{t-1}^{Yerel}), \quad (3)$$

burada  $Pr(.)$  olasılık iken  $SS_t$ , aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$SS_t = \begin{cases} 1 & t \text{ anında Ani Duruş olması durumu} \\ 0 & \text{diğer durumlar,} \end{cases} \quad (4)$$

$X_{t-1}^{Küresel}$  ve  $X_{t-1}^{Yerel}$  ise sırasıyla küresel ve yerel değişkenleri içeren vektörlerdir. Buna ek olarak,  $B_K$  ve  $B_Y$  tahmin edilen parametre vektörleridir.  $F(.)$  kümülatif fonksiyonu standart normal dağılım olan probit fonksiyonudur. Modelde yer alan değişkenler Calderón ve Kubota (2013) ile Forbes ve Warnock (2012)'de belirtildiği sebeplerden şekliyle gecikmelidir.

$X_{t-1}^{Küresel}$  ve  $X_{t-1}^{Yerel}$  vektörlerinde yer alan değişkenler için durağanlık özellikleri Eş. 3'te verilen probit modelin kullanımı açısından önemlidir. Park ve Phillips (2000) zaman serisi verisi ile probit modellerin tahmin edilmesinde serinin durağanlık özelliklerini sağlaması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu sebeple çalışmada serilerin durağanlık ve birim kök özellikleri yapısal kırılmalı birim kök testi ile incelenecektir. Bu amaçla kırılma tarihinin içsel belirlendiği Perron (1997) testi kullanılır. Bu testte temel ve alternatif hipotezler aşağıdaki gibidir:

$H_0$ : Yapısal Kırılmalı Birim Kök

$H_1$ : Yapısal Kırılmalı Durağan (5)

### Ampirik Bulgular

Öncelikle Eş. 3'te yer alan probit modelin uygulanabilmesi için birim kök testlerinin sonuçları ele alınacaktır. Tablo 3 ile Tablo 4 yapısal kırılmalı birim kök testlerinin sonuçlarını gösterir iken elde edilen kırılma tarihleri Tablo 5 ve 6'da sunulur.

Tablo 3

*Serilerin Düzey Değerlerinde Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testine ait Sonuçlar*

Deterministik Yapısı	Sabit	Trend ve Sabit	Trend ve Sabit
Kırılma Yapısı	Sabit	Sabit	Trend ve Sabit
X <sub>1t</sub>	-5.109*	-6.008*	-6.262*
X <sub>2t</sub>	-11.613*	-11.567*	-11.431*
X <sub>3t</sub>	-14.690*	-14.647*	-14.831*
X <sub>4t</sub>	-4.779*	-5.112*	-5.175*
X <sub>5t</sub>	-23.519*	-23.442*	-23.333*
X <sub>6t</sub>	-20.004*	-19.946*	-19.827*
X <sub>7t</sub>	-6.421*	-6.539*	-6.522*
X <sub>8t</sub>	-11.293*	-11.392*	-13.011*
X <sub>9t</sub>	-7.847*	-8.651*	-9.544*
X <sub>10,t</sub>	-3.242***	-3.758**	-7.936*
X <sub>11,t</sub>	-4.647***	-5.326**	-4.318**
X <sub>12,t</sub>	-4.727**	-4.783*	-5.572*
X <sub>13,t</sub>	-13.151*	-13.103*	-13.010*
X <sub>14,t</sub>	-4.778*	-5.360*	-5.824*
X <sub>15,t</sub>	-5.347*	-5.529*	-4.849*
X <sub>16,t</sub>	-4.073**	-5.040*	-5.123*
X <sub>17,t</sub>	-4.636**	-5.880*	-5.796*
X <sub>18,t</sub>	-4.708*	-4.901*	-6.069*
X <sub>19,t</sub>	-5.347*	-5.369*	-5.362*
X <sub>20,t</sub>	-4.467**	-4.619**	-4.731*
X <sub>21,t</sub>	-5.112*	-5.350*	-5.514*

Not: \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %90, %95 ve %99 güven düzeyinde anlamlılıkları göstermektedir. Kritik değerler Vogelsang (1993) Makalesinden elde edilmiştir.

Tablo 4

Serilerin I. Fark Değerlerinde Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testine ait Sonuçlar

Deterministik Yapısı	Sabit	Trend ve Sabit	Trend ve Sabit
Kırılma Yapısı	Sabit	Sabit	Trend ve Sabit
$\Delta x_{1t}$	-12.701*	-12.703*	-10.740*
$\Delta x_{2t}$	-19.950*	-19.883*	-19.856*
$\Delta x_{3t}$	-20.740*	-20.661*	-20.585*
$\Delta x_{4t}$	-14.276*	-14.225*	-14.537*
$\Delta x_{5t}$	-27.970*	-27.867*	-27.931*
$\Delta x_{6t}$	-26.637*	-26.637*	-27.019*
$\Delta x_{7t}$	-16.132*	-16.142*	-6.522*
$\Delta x_{8t}$	-14.735*	-14.682*	-14.630*
$\Delta x_{9t}$	-17.989*	-17.939*	-17.877*
$\Delta x_{10,t}$	-8.822*	-8.839*	-8.916*
$\Delta x_{11,t}$	-8.772*	-8.804*	-8.771*
$\Delta x_{12,t}$	-12.867*	-12.822*	-12.810*
$\Delta x_{13,t}$	-20.791*	-20.710*	-20.456*
$\Delta x_{14,t}$	-9.044*	-9.136*	-9.320*
$\Delta x_{15,t}$	-9.359*	-9.325*	-9.425*
$\Delta x_{16,t}$	-12.958*	-12.915*	-12.731*
$\Delta x_{17,t}$	-11.910*	-11.864*	-11.826*
$\Delta x_{18,t}$	-11.849*	-11.803*	-11.769*
$\Delta x_{19,t}$	-13.473*	-5.369*	-5.362*
$\Delta x_{20,t}$	-12.418*	-12.360*	-12.362*
$\Delta x_{21,t}$	-13.086*	-13.034*	-12.990*

Not: \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %90, %95 ve %99 güven düzeyinde anlamlılıkları göstermektedir. Kritik değerler Vogelsang (1993) Makalesinden elde edilmiştir.

Tablo 5

Serilerin Düzey Değerler için Yapısal Kırılmalı Tarihleri

Deterministik Yapısı	Sabit	Trend ve Sabit	Trend ve Sabit
Kırılma Yapısı	Sabit	Sabit	Trend ve Sabit
$x_{1t}$	2021M03	2021M02	2020M02
$x_{2t}$	2020M03	2020M03	2020M03
$x_{3t}$	2020M03	2020M03	2020M03
$x_{4t}$	2018M09	2018M11	2015M05
$x_{5t}$	2010M05	2010M05	2010M05
$x_{6t}$	2010M05	2010M05	2010M05
$x_{7t}$	2015M12	2015M12	2015M12
$x_{8t}$	2020M11	2020M11	2020M05
$x_{9t}$	2021M02	2021M02	2021M03
$x_{10,t}$	2016M12	2019M05	2018M04
$x_{11,t}$	2021M11	2021M11	2021M10
$x_{12,t}$	2019M12	2019M12	2019M12
$x_{13,t}$	2020M03	2020M03	2020M03
$x_{14,t}$	2016M09	2014M03	2015M09
$x_{15,t}$	2020M03	2020M03	2020M03
$x_{16,t}$	2017M12	2021M09	2020M03
$x_{17,t}$	2017M07	2021M01	2021M01
$x_{18,t}$	2014M07	2010M12	2019M07
$x_{19,t}$	2011M03	2010M12	2011M03
$x_{20,t}$	2015M07	2021M06	2012M03
$x_{21,t}$	2018M07	2018M07	2018M04

Not: M kırılma tarihinin hangi ayda gerçekleştiğini gösterir.



Tablo 6

Serilerin I. Fark Değerleri için Yapısal Kırılmalı Tarihleri

Deterministik Yapısı	Sabit	Trend ve Sabit	Trend ve Sabit
Kırılma Yapısı	Sabit	Sabit	Trend ve Sabit
$\Delta x_{1t}$	2021M04	2021M04	2021M04
$\Delta x_{2t}$	2010M12	2010M12	2010M12
$\Delta x_{3t}$	2010M07	2010M07	2010M07
$\Delta x_{4t}$	2010M08	2010M08	2010M06
$\Delta x_{5t}$	2010M06	2010M06	2010M06
$\Delta x_{6t}$	2010M05	2010M05	2010M06
$\Delta x_{7t}$	2016M08	2016M08	2015M12
$\Delta x_{8t}$	2010M09	2010M05	2010M08
$\Delta x_{9t}$	2010M12	2010M12	2010M12
$\Delta x_{10,t}$	2019M07	2019M07	2018M09
$\Delta x_{11,t}$	2021M11	2021M11	2021M10
$\Delta x_{12,t}$	2020M01	2020M01	2020M01
$\Delta x_{13,t}$	2010M05	2010M05	2010M07
$\Delta x_{14,t}$	2018M08	2018M08	2018M08
$\Delta x_{15,t}$	2021M10	2021M10	2021M03
$\Delta x_{16,t}$	2020M04	2020M04	2020M04
$\Delta x_{17,t}$	2011M01	2011M01	2011M01
$\Delta x_{18,t}$	2011M01	2011M01	2011M01
$\Delta x_{19,t}$	2020M04	2010M12	2011M03
$\Delta x_{20,t}$	2011M04	2011M04	2011M04
$\Delta x_{21,t}$	2020M03	2020M03	2020M03

Not: M kırılma tarihinin hangi ayda gerçekleştiğini gösterir.

Tablo 3 ve 4'te elde edilen bulgular küresel ve içsel değişkenlerin düzeyde durağan olduğunu göstermektedir. Böylelikle Eş. (3)'te verilen probit model uygulanabilecektir. Çalışmanın bu kısmında, (3) numaralı denklemde yer alan genel probit modeli önce küresel değişkenler ile daha sonra da hem küresel hem de içsel değişkenler ile tahmin edilir. Böylelikle farklı probit modeller kullanılarak elde edilen bulgulara ulaşılabilmektedir. SS dönemlerinin belirlenmesinde küresel ve içsel değişkenlerin etkileri gözlemlenmesi açısından bu yaklaşımdan faydalanılacaktır. Sonuçlar Tablo 7'te görülmektedir. Tablo 7'de (1), (2) ve (3) ile ifade edilen yapılar farklı model kalıplarıdır. Bu kalıplardan (1)'de sadece küresel değişkenler, (2)'de küresel ve içsel değişkenler, (3)'te ise küresel, içsel ve portföy entegrasyonunun karesi model içerisindedir.

Tablo 7

SS Dönemlerinin Meydana Gelmesine Ait Temel Modeller

Küresel Değişkenler	Öz Kaynak Akışları			Borç Akışları		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
$x_{1t}$	0.027	-0.209*	-0.291*	-0.060	-0.417*	-0.672*
$x_{2t}$	5.289*	76.491*	137.069*	8.979*	69.520*	58.729*
$x_{3t}$	-11.011	-99.591*	-225.962*	-15.177*	-249.044*	-174.342*
$x_{4t}$	-0.031*	0.340*	-0.391*	0.074*	0.385*	0.322*
$x_{5t}$	-0.015	-0.505*	-0.818*	-0.073*	-0.794*	-0.576*
$x_{6t}$	0.000	0.007*	-0.006*	-0.003*	-0.026*	-0.016*
$x_{7t}$	0.181	2.072*	2.769*	-3.974*	33.400*	22.194*
$x_{8t}$	0.003	-0.041*	-0.083*	-0.012*	-0.338*	-0.269*
Sabit	-2.418			15.381*		
<b>Yerel Değişkenler</b>						
$x_{9t}$		0.561*	1.082*		-1.087*	-1.589*
$x_{10,t}$		-5.167*	-2.288*		4.575*	5.184*
$x_{11,t}$		3.360*	1.838*		-5.718*	-7.869*
$x_{12,t}$		25.598*	13.200*		22.516*	16.429*
$x_{13,t}$		-11.123*	-77.938*			
$x_{14,t}$		-1.026*	-0.063**		-0.150*	-0.229*
$x_{15,t}$		0.373*	0.703*		2.218*	2.154*
$x_{16,t}$		-2.149*	-2.554*		-4.149*	-3.462*
$x_{17,t}$		981.764*	-2355.59*		4035.242*	5589.642*
$x_{18,t}$		-985.284*	2344.435*		-4059.34*	-5601.24*
$x_{19,t}$			-1.961*			7.114*
$x_{20,t}$		-1026.96*	2312.052*		-4092.05*	-5633.73*
$x_{21,t}$		-0.037*	-0.031*		-0.416*	-0.321*
Sabit		-37.172*	-83.787*		-260.951*	-168.096*

Not: Bağımlı değişken, ani bir duruş meydana geldiğinde bir değeri alan ikili bir değişkendir. Tüm modeller probit model kurularak tahmin edilmiştir. Açıklayıcı değişkenler bir önem gecikmelidir. \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %90, %95 ve %99 güven düzeyinde anlamlılıkları göstermektedir. Heteroskedastite'ye karşı dirençli Huber-White yöntemi kullanılarak hesaplanan kovaryans matrisi kullanılmıştır.

Öz kaynak akışlarında küresel değişkenler; küresel büyüme, küresel faiz oranı, emtia fiyat şoku, ABD makroekonomik politika belirsizliği ve ekonomik haber şoku pozitif ilişkili iken; küresel öz sermaye getirisi, küresel likidite riski ve küresel riskten kaçınma negatif ilişkilidir. Borç akışlarında küresel değişkenler ise; küresel faiz oranı küresel likidite riski pozitif ilişkili iken küresel büyüme, küresel öz sermaye getirisi, küresel riskten kaçınma, emtia fiyat şoku, ABD makro politika belirsizliği ve ekonomik haber şoku negatif ilişkili çıkmıştır. Öz kaynak ve borç akışlarında küresel değişkenler arasında en etkili değişken küresel faiz oranıdır. Öz kaynak ve borç akışlarında ani duruş sadece küresel değişkenlerde bir yere kadar anlamlı iken aslında olması gereken yerel değişkenlerin olduğu modellerin anlamlı çıkması beklenebilir.

Öz kaynak akışlarında yerel değişkenler; sanayi üretim büyümesi, enflasyon, rezervler, kredi büyümesi, finansal açıklık pozitif ilişkili iken; kısa vadeli faiz oranı, hisse senedi getirileri, beklenen REER düşüşü, ticari açıklık, portföy entegrasyonu (x2 olduğunda pozitif), doğrudan yatırımlar ve 5 yıllık CDS primleri negatif ilişkilidir.

Borç akışlarında yerel değişkenler; kısa vadeli faiz oranı, rezervler, kredi büyümesi, finansal açıklık pozitif ilişkili iken, sanayi üretim endeksi, enflasyon, beklenen REER düşüşü, ticari açıklık, portföy yatırımı, doğrudan yatırımlar ve 5 yıllık CDS primleri negatif ilişkilidir. Öz kaynak ve borç akışlarda yerel değişkenlerde en etkili değişken rezervler ve finansal açıklıktır.

### **Sonuçlar ve Politika Yapımı**

Bu çalışmanın amacı 2010:01 – 2021:12 dönemi için Türkiye örneğinde ani duruş dönemlerini hem öz kaynak akışları hem de borç akışları için tespit etmek ve aynı zamanda hem öz kaynak akışları hem de borç akışları için küresel ve yerel değişkenlerin etkisini araştırmaktır. Türkiye örneğinde öz kaynak akışları ve borç akışlarında ani duruş konusunda (aylık verilerle) ve analiz kapsamında değerlendirildiğinde de Türkiye için kantitatif tekniklerle incelenen ilk çalışmadır.

Yapılan çalışma sonucunda öz kaynak akışlarında üç ani duruş dönemleri 2013:6-2013:7, 2020:01 ve 2021:12 ve borç akışlarında ise iki ani duruş dönemleri ise 2015:06-2015:7 ve 2018:3-2018:5 tespit edilmiştir. Değişkenlerin ani duruşa etkisi incelendiğinde ise; Öz kaynak ve borç akışlarında ani duruş sadece küresel değişkenlerde bir yere kadar anlamlı iken aslında olması gereken yerel değişkenlerin olduğu modellerde anlamlı çıkması gerekebilir. Öz kaynak ve borç akışlarında küresel değişkenler arasında en etkili değişken küresel faiz oranıdır. Öz kaynak ve borç akışlarda yerel değişkenlerde en etkili değişkenler rezervler ve finansal açıklıktır.

Çalışmanın sonucunda küresel değişkenler ani duruşun oluşmasında etkili olmakla beraber esas etki yerel değişkenler devreye girdiğinde ortaya çıkmaktadır. Bu sonuçlara bakarak Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkenin sağlam ekonomik temellere sahip olması gerekmektedir. Sağlam ekonomik temel kapsamında ülkede mali, finansal ve fiyat istikrarının olması, ülke risk seviyesinin düşük olması ve yerel değişkenlere etki edecek bütün etkenlerin dengeli olması gerekmektedir. Kısaca hem uluslararası yatırımcıya hem de yerel yatırımcıya yatırım yapabilmesi için güven ortamı sağlanmalıdır. Türkiye ile diğer gelişmekte olan ülkeler ve gelişmiş ülkeler karşılaştırılabilir, uluslararası sermaye akımları brüt giriş ve çıkışlar kapsamında incelenebilir, farklı ekonometrik modellerle sınanabilir, bağımsız değişkenler artırılabilir ya da frekans aralığı olarak günlük veriler alınarak çalışma alanı ve içeriği genişletilebilir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

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

**Yazar Katkısı:** Çalışma Konsepti/Tasarımı: E.E.E., C.T.; Veri Toplama: E.E.E.; Veri Analizi /Yorumlama: E.E.E., C.T.; Yazı Taslağı: E.E.E., C.T.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi: E.E.E., C.T.; Son Onay ve Sorumluluk: E.E.E., C.T.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The author has no conflict of interest to declare.

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

**Author Contributions:** Conception/Design of study: E.E.E., C.T.; Data Acquisition: E.E.E.; Data Analysis/Interpretation: E.E.E., C.T.; Drafting Manuscript: E.E.E., C.T.; Critical Revision of Manuscript: E.E.E., C.T.; Final Approval and Accountability: E.E.E., C.T.

---

## Kaynakça/References

- Adas, C.G. ve Kartalli, F.Y. (2016). Sudden Stops and Capital Controls: When to Apply in Turkey. *International Journal of Economics and Finance*, 8(4), 289-305.
- Calderón, C. ve Kubota, M. (2013). Sudden stops: Are global and local investors alike?, *Journal of International Economics*, 89,122–142.
- Calvo, G. A., Izquierdo, A. ve Mejía, L-F. (2004). On the empirics of sudden stops: the relevance of balance-sheet effects, NBER Working Paper Series, Working Paper 10520.
- Calvo, G.A., Izquierdo, A. ve Mejia, L-F. (2008). Systemic sudden stops: The relevance of balance-sheet effects and financial integration, NBER Working Paper Series, Working Paper 14026
- Dağlaroğlu, Demirel ve Varlık. (2013). Bilanço Düzeltme Sürecinde Gelişmekte Olan Piyasa Ekonomilerinde Ani Duruş Problemine Karşı Makro Basiretli Politikalar. *International Conference On Eurasian Economies*, 579-588.
- Dornbusch, R. Goldfajn, I. Valdés, R.O., Edwards, S. ve Bruno, M. (1995). Currency Crises and Collapses. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1995(2), 219- 293.
- Fendoğlu, S. ve Ongena, S. (2020). Tracing the Impact of a Sudden Stop: The Role of Bank Rollover Risks, Expectations, and Domestic Production Networks, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası, Working Paper No: 18/18.
- Forbes, K.J ve Warnock, F.E. (2012) Capital flow waves: Surges, stops, flight, and retrenchment. *Journal of International Economics*, 88 (2012), 235–251.
- Furman, J. Stiglitz, J. E., Bosworth, B.P. ve Radelet, S. (1998) Economic Crises: Evidence and Insights from East Asia. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, 1-135
- Ghosh, A. R., Qureshi, M. S., Kim, J.I. ve Zalduendo, J. (2014). Surges. *Journal of International Economics*, 92(2), 266-285.
- Gorton, G.G. (2017). Finansal Krizleri Yanlış Anlamak – Krizlerin Gelişini Neden Göremiyoruz, Kitabın Orijinal Adı: Misunderstanding Financial Crisis - Why We Don't See Them Coming, Oxford University Press, 2012, Çev: Mehmet Doğan, 1. Basım, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, İstanbul.
- Gün, M., Kutlu, M. ve Karamustafa, O. (2016). Gezi Parkı Olaylarının Türkiye Kredi Temerrüt Swapları (CDS) Üzerine Etkisi, İşletme Araştırmaları Dergisi, 8/1,556-575.
- İnan, E. A. (2006). Türkiye’de 2002-2005 Döneminde Tasarruf Dengeleri ve Ani Kesinti İhtimali. *Bankacılar Dergisi*, 59,16-38.
- Koepke, R. ve Paetzold, S. (2020). Capital Flow Data – A Guide for Empirical Analysis and Real-Time Tracking, IMF Working Paper, WP/20/171, This Version: March 11. 2022.

- Li, S., Jakob, H. ve Scholtens, B. (2018). Sudden stops of international fund flows: Occurrence and magnitude, *Wiley, Rev Int Econ.*, 27, 468–497.
- Özdemir, B.K. ve Öbekcan, M. (2020). The Effects of Sudden Stops on the Turkish Economy: A Structural VAR Approach. *Business and Economics Research Journal*, 11(2), 307-321.
- Park, J. Y., & Phillips, P. C. (2000). Nonstationary binary choice. *Econometrica*, 68(5), 1249-1280.
- Perron, P. (1997). Further evidence on breaking trend functions in macroeconomic variables. *Journal of econometrics*, 80(2), 355-385.
- Radelet, S. ve Sachs, J.D. (1998). The East Asian Financial Crises: Diagnosis, Remedies, Prospects. *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. 1998, No. 1, 1-90.
- Raluca, I ve Witowschi, B. (2010). Theories about the financial crises, Alexandru Ioan Cuza University of Iași, Studies and Scientific Researches; *Economic Edition*, 15, 32-37.
- Rodrik, D. & Velasco, A. (1999). Short Term Capital Flows, NBER Working Paper Series, WP No: 7364, 1-44.
- Samur, C. (2010). Bir Finansal Kriz Türü Olarak SS Krizi ve 1980 Sonrasında SS Krizi Tecrübeleri, İstanbul Üniversitesi. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 60(2), 83-133.
- Blaszkiwicz-Schwartzman, M. ve Öz, S. (2012). External Vulnerability And Crises: The Role Of Capital Flows And Sudden Reversals – The Case Of Turkey, Economic Research Forum Research Report Series, Yayın No: ERF-RR/12–01, Yayın No: TÜSİAD-T/2012,06;528.
- Turgutlu, E. (2015). Impact Of Sudden Stops And International Reserves On Bank Lending: Evidence From Turkey. *Hacettepe University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 33(3), 131-148.
- Varlık, C. (2007). Türkiye Ekonomisinde Sermaye Akımlarındaki Geri Dönüşler ve Ani Durmalar. *Ege Akademik Bakış / Ege Academic Review*, 7(1), 193–216.
- Varlık, C. (2011) Sermaye Akımlarındaki Ani Durmalar ve Politika Seçenekleri. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, (22), 147-177.
- Vogelsang, T. (1993). Unpublished computer program.
- Yılmaz, C. ve Kurt, Ü. (2012). Türkiye Ekonomisinde Küresel Ekonomik Krizin Bir Kriz Türü Olan SS Krizi Kapsamında Değerlendirilmesi, II. Bölgesel Sorunlar ve Türkiye Sempozyumu, 321-330.
- Yiğiteli, N. ve Turan, D. (2018). Ani Duruş Sorunu, Doğrudan Yabancı Yatırımlar ve Savunma Sanayi Özelinde Bir Değerlendirme, *Bulletin of Economic Theory and Analysis Volume III*, Issue 2, 79-108.

**EK-1:**

<b>Değişkenler</b>	<b>Tanım / Hesaplama</b>	<b>Sıklık / Veri Kaynağı</b>
<b>Bağımlı Değişkenler</b>	Öz kaynak ve borç akışları	Aylık, Koepke ve Paetzold (Mart 2022)
<b>Küresel Değişkenler</b>		
Küresel büyüme	ABD, İngiltere ve Japonya'da endüstriyel üretim artış hızının ağırlıklı olmayan ortalaması, aylık% değişim.	Aylık, CEIC
Küresel faiz oranı	ABD 10 yıllık Tahvil Faiz Oranı %	Aylık, Investing
Küresel öz sermaye getirisi	MSCI Dünya Öz sermaye getirisi, % getiri.	Aylık, Investing
Küresel likidite riski ( $\Delta$ )	TED marjı, üç aylık LIBOR ile üç aylık T-bono faiz oranı arasındaki fark olarak hesaplanır. Aylık ortalamada değişim.	Aylık, Thomson.Reuters
Küresel riskten kaçınma ( $\Delta$ )	Chicago Board Options Exchange (CBOE) Volatilite endeksi (VIX). Aylık ortalamada değişim.	Aylık, Thomson.Reuters
Emtia fiyatı şoku	Emtia fiyatlarındaki büyük hareketlerin etkisini yakalamak için gerçek ve trend emtia fiyat endeksi arasındaki log farkı olarak ölçülen Goldman Sachs Emtia Endeksi'ne (GSCI) dayanmaktadır.	Aylık, Thomson.Reuters
Ekonomik haber şoku	Veri sürprizlerinin ağırlıklı tarihsel standart sapması olarak tanımlanan G10 ülkelerindeki Citigroup Ekonomik Sürprizler endeksi (CESI)	Aylık, Thomson.Reuters
<b>Yurtiçi Değişkenler</b>		
Endüstriyel üretim artışı	Yerli sanayi üretimi Y-o-Y büyümesi oranı %	Aylık, CEIC
Kısa vadeli faiz oranı	Para piyasası veya hazine bonosu oranı, %	Aylık, CEIC
TÜFE enflasyonu	TÜFE enflasyon oranı, %	Aylık, CEIC
Uluslararası yabancı rezervler	Nominal GSYİH'nin yüzdesi olarak net uluslararası rezervler	Aylık, CEIC
Öz sermaye getirileri	Aylık% getiri	Aylık, Investing
Beklenen reel efektif döviz kuru (REER) düşüşü	Her bir ülkenin reel efektif döviz kuru serilerinin karşılık gelen HP trendinden çıkarılması. Düşük REER değeri, para biriminin değer kazanması ihtimalinin arttığını gösterir.	Aylık, CEIC
Kredi büyümesi	Yurtiçi kredinin yıllık büyüme oranı.	Aylık, CEIC
Ticarete açıklık	GSYİH üzerinden ithalat ve ihracat toplamı	Aylık, CEIC
Finansal açıklık	Net sermaye akışlarının nominal GSYİH'ye oranı	Aylık, CEIC
FDI entegrasyonu	Lane ve Milesi-Ferretti (2007) tarafından geliştirilen DYY yükümlülükleri artı GSYİH üzerindeki DYY varlıklarının stoğu. IIP verileri.	Aylık, CEIC
Portföy entegrasyonu	Lane ve Milesi-Ferretti (2007) tarafından geliştirilen portföy borçları artı portföy varlıkları stoğu. IIP verileri.	Aylık, CEIC
5 Yıllık CDS	5 yıllık kredi temerrüt takası	Aylık, Thomson.Reuters

## Türkiye’de Gıda Fiyatları, Döviz Kuru ve Petrol Fiyatları Arasındaki Asimetrik İlişki

### The Asymmetric Relationship Among Food Prices, the Exchange Rate, and Oil Prices in Turkey

Hüseyin İçen\* , Nimet Melis Esenyel İçen\*\* , Buğra Polat\*\*\* 

#### Öz

Bu çalışmada Türkiye’deki gıda fiyatları ile döviz kuru ve petrol fiyatları arasındaki kısa ve uzun dönem dinamikleri 2003M1 – 2021M12 dönemleri arasında Doğrusal Olmayan ARDL (NARDL) yöntemi aracılığıyla incelenmektedir. Ampirik sonuçlar pozitif ve negatif değişimlerin etkisinin ayrıştırılmasına olanak sağlayan NARDL yöntemine göre uzun dönemli eşbütnleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir. Çalışmada kullanılan NARDL yönteminde petrol fiyatı ve döviz kurundaki pozitif ve negatif bileşenler farklı bir biçimde ayrıştırılmaktadır. Bağımsız değişkenlerin (petrol fiyatı ve döviz kuru) pozitif negatif bileşenlerine ayrıştırılmasında Hodrick–Prescott (HP) (1997) filtresi kullanılmıştır. Değişkenlerin öncelikle HP filtresi ile trend bileşeni oluşturulmuş, daha sonra bu trend etrafındaki pozitif negatif bileşenlerine ayrıştırılmıştır. Böylelikle uzun dönemli trend etrafında pozitif ve negatif değişimlerin aynı etkiye sahip olup olmadığı ve gıda fiyatlarındaki asimetrik etkilerin varlığının incelenmesi amaçlanmaktadır. Analiz sonucunda gıda fiyatları üzerinde, petrol fiyatı ve döviz kurundaki uzun dönem trend etrafında pozitif değişimlerin negatif değişimlere nazaran daha büyük bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Petrol fiyatlarındaki pozitif değişimlerin negatif değişimlerden daha baskın olması, Türkiye gibi petrolde dışa bağımlı ülkelerde görülmesi beklenen bir durumdur. Bu durum gıda üretim süreçlerinde kullanılan (petrol de dahil olmak üzere) girdilerin ithalat yoluyla elde edilmesi, döviz gelirlerinin yüksek teknoloji ürün ihracatından ziyade turizm gelirlerine ve kısa vadeli doğrudan yabancı sermayeye bağlı olması da döviz kurundaki pozitif şokların negatif şoklara göre yüksek olmasını açıklamaktadır. Genel olarak analizde kullanılan açıklayıcı değişkenlerdeki pozitif şoklardan kaynaklanan etkinin Türkiye’deki gıda fiyatları üzerindeki negatif şoklardan daha derin bir etkiye sahip olduğu söylenebilmektedir.

#### Anahtar Kelimeler

NARDL, Asimetrik İlişki, Gıda Fiyatları, Petrol Fiyatları, Döviz Kuru, Türkiye

#### Abstract

This study examines the short and long-term dynamics among food prices, the exchange rate, and oil prices in Turkey between January 2003-December 2021 using the non-linear autoregressive distributed lag (NARDL) method. The empirical results from the NARDL method, which allows positive and negative decompositions of the effects, reveal the presence of a long-term cointegration relationship. While using the NARDL method in the study, the positive and negative components of oil prices and the exchange rate were seen to decompose in different way. The Hodrick–Prescott (HP; 1997) filter was used with this method to decompose the independent variables (i.e., oil prices and the exchange rate) into their

\* **Sorumlu Yazar:** Hüseyin İçen (Arş. Gör.), İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye.  
E-posta: huseyin.icen@istanbul.edu.tr ORCID: 0000-0002-8982-8386

\*\* Nimet Melis Esenyel İçen (Arş. Gör. Dr.) İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye.  
E-posta: melis.esenyel@istanbul.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1150-2535

\*\*\* Buğra Polat (Arş. Gör.), İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye.  
E-posta: bugra.polat@istanbul.edu.tr ORCID: 0000-0003-4216-2633

**Atf:** İcen, H., Esenyel İcen, N.M., & Polat, B. (2022). Türkiye’de gıda fiyatları, döviz kuru ve petrol fiyatları arasındaki asimetrik ilişki. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 37, 149-169. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.37.1168678>

positive and negative components. The study first extracted the trend component of the variables with the HP filter, then constructed the variables according to the positive and negative components regarding this trend. Thus, the NARDL model revealed the estimated food prices to be sensitive to changes in the exchange rate and oil prices and the positive and negative changes around the long-term trend to have different effects, thus revealing the presence of asymmetric effects regarding food prices. In addition, the study has concluded the positive changes regarding the long-term trend in oil prices and the exchange rate to have a greater effect on food prices compared to the negative changes. The positive changes regarding oil prices being more dominant than the negative changes is an expected situation in oil-dependent countries such as Turkey. Other additional reasons why the positive shocks in the exchange rate are higher than the negative shocks result from the inputs used in food production processes (including oil) being obtained through imports and from foreign exchange income being dependent on tourism revenues and short-term foreign direct capital rather than high technology product exports. In general, the effects from positive shocks on the explanatory variables used in the analysis can be said to have deeper impacts on food prices in Turkey compared to the negative shocks.

**Keywords**

NARDL, Asymmetric relationship, Food prices, Oil prices, Exchange rate, Turkey

***Extended Summary***

Increases in food and commodity prices in recent years have accelerated throughout the world, and the concerns of economists and policy makers regarding food accessibility have also grown because of these increases. The continuous increases in agricultural commodity prices since 2006 has led policy makers to discuss issues such as global food shortages and inflationary pressure. This increase in global food prices is also a relatively new phenomenon. According to Food and Agricultural Organization of the United Nations' (FAO, 2021) Grain Supply and Demand Summary Report, expectations regarding global grain production for 2022 indicate that it will decrease for the first time in the past four years compared to the record production rates of 2021. The effect of this supply-side decline may eventually put pressure on food prices. Many studies have been carried out recently on how to bring this pressure on food prices under control, on the need to make policy recommendations, and on revealing the factors affecting the changes in food prices. Multiple researchers have additionally examined the possible causes and consequences of fluctuations in different commodities in recent years. The increases in oil prices have been revealed to have an indirect effect on global food prices for various reasons. Due to how the increase in crude oil prices increases production costs, producers will either restrict their production to reduce the cost of items or reflect these costs onto their prices. In this case, the issue of accessibility to food emerges due to a shortage of supply or high prices. Moreover, this effect is not limited only to the production stage of food products but also causes higher energy costs as well as higher food processing, packaging, and distribution costs. When considering increased costs, an increase in oil prices causes an increase in food import costs in food importing countries and accordingly an upward pressure regarding the domestic prices of foodstuffs. Therefore, predicting how much of a greater impact the positive changes in crude



oil prices will have compared to negative changes is important for policy makers in preparing the appropriate macroeconomic policies regarding such fluctuations.

This study examines the short-term and long-term dynamics among food prices, the exchange rate, and oil prices in Turkey between January 2003-December 2021 using the non-linear autoregressive distribute lag (NARDL) method. Compared to other linear techniques, the NARDL method decomposes the changes in oil prices and exchange rate into their partial sums and then provides separate estimates for the impact changes in these variables have on food prices. This study focuses on the nonlinear relationship among food prices, oil prices, and the exchange rate in Turkey and reveals the effects from oil prices and exchange rates on food prices by taking into account the asymmetric effects. The empirical results from the NARDL method, which allows decomposition of the effects from positive and negative changes, reveal the presence of a long-term cointegration relationship. While using the NARDL method in the study, the positive and negative components in oil prices and the exchange rate were seen to decompose in different ways. The study uses the Hodrick–Prescott (HP, 1997) filter alongside this method to decompose the independent variables (i.e., oil prices and exchange rate) into their positive and negative components. The study first extracted the trend component of the variables using the HP filter then constructs the variables according to the positive and negative components regarding this trend. The results from the NARDL model have revealed the estimated food prices to be sensitive to changes in the exchange rate and oil prices, the positive and negative changes regarding the long-term trend to not have the same effects; therefore, asymmetric effects are present regarding food prices. Positive changes regarding the long-term trend in oil prices and the exchange rate were additionally concluded to have a greater effect on food prices compared to the negative changes. The fact that positive changes in oil prices are more dominant than negative changes is an expected situation in oil-dependent countries such as Turkey. Other additional reasons why the positive shocks in the exchange rate are higher than the negative shocks result from the inputs used in food production processes (including oil) being obtained through imports and from foreign exchange income being dependent on tourism revenues and short-term foreign direct capital rather than high technology product exports. The effects from positive shocks on the explanatory variables used in the analysis can be said to generally have deeper impacts on food prices in Turkey compared to negative shocks.

## Giriş

Gıda ve emtia fiyatlarında meydana gelen artışların boyutu son yıllarda dünya genelinde hızlanmıştır. Bu artışlara bağlı olarak gıdaya ulaşılabilirlik konusundaki kaygılar da artmaktadır. 2006 yılından bu yana tarımsal emtia fiyatlarındaki meydana gelen sürekli artış, politika yapıcıları tarafından küresel bir gıda kıtlığı ve enflasyonist baskılar gibi sorunların tartışılmasına yol açmıştır (Baumeister ve Kilian, 2014). Buna ek olarak küresel gıda fiyatlarındaki artış ise bunlara nazaran daha yeni bir olgudur. FAO<sup>1</sup>'nin Tahıl Arz ve Talep Özeti raporuna göre, 2022 yılı için küresel tahıl üretimine yönelik beklentiler 2021'deki rekor düzeydeki üretime nazaran son dört yılda ilk kez düşüş göstereceğini işaret etmektedir. Arz tarafındaki bu düşüşün etkisi en nihayetinde gıda fiyatları üzerinde baskı oluşmasına neden olacaktır. Gıda fiyatlarındaki bu baskının kontrol altına alınması ve politika önerileri oluşturma ihtiyacı ile gıda fiyatlarındaki değişimlere etki eden faktörleri gün yüzüne çıkarmak için son zamanlarda pek çok çalışma yapılmıştır (Karakotsios vd., 2021; Cao ve Cheng, 2021; Ertuğrul ve Süven, 2021).

2008 yılının ikinci yarısında küresel mali istikrarın bozulması ve ortaya çıkan küresel ekonomik çalkantılardan dolayı, politika yapıcıların odak noktası küresel emtia fiyatlarındaki artış olmuştur. Çok sayıda araştırmacı, farklı emtialardaki dalgalanmaların olası nedenlerini ve sonuçlarını incelemektedir (Sun vd., 2021; Yating vd., 2021). Petrol fiyatları 2003 yılından itibaren sürekli artış göstermiş, 2008 yılına gelindiğinde ise en yüksek değerine ulaşmıştır (Figuerola-Ferretti, 2020). Özellikle petrol fiyatlarındaki artış çeşitli sebeplerle küresel gıda fiyatları üzerinde dolaylı bir etki oluşturmaktadır (Esmaceli ve Shokhoohi, 2011). Petrol, makine ve ulaşım araçları gibi tarım ekipmanlarını çalıştırmak için gerekli olan üretim süreçlerindeki temel ham maddelerden biridir (Rafiq vd., 2009; Adam vd., 2016). Petrolün gıda fiyatları üzerindeki etkisi üretim süreciyle sınırlı kalmamakta, daha yüksek enerji maliyetleri, gıda işleme, gıda paketleme ve dağıtım maliyetleri olarak karşımıza çıkmaktadır (Baumeister ve Kilian, 2014). Maliyet kalemlerinin etkisi, petrolün bir girdi olarak üretim süreçlerinde yer alması ve fiyat değişimlerine karşı üreticilerin tepkisi ile açıklanabilir. Ham petrol fiyatındaki artış üretim maliyetlerini artıracığından, üreticiler ya maliyet kalemlerini düşürmek için üretimlerini kısıtlayacak ya da bu maliyet unsurlarını fiyatlarına yansıtacaktır. Ham petrolün tarımsal üretimin ana girdilerinden biri olması nedeniyle, ham petrol fiyatlarındaki artış birçok tarımsal ürünün fiyatlarını artırmış ve gıdaya erişim konusunda endişeler yaratmıştır (Bayramoğlu vd., 2016; Adam vd., 2016; Wang vd., 2014). Diğer yandan petrol fiyatlarındaki artış üretim ve nakliye maliyetlerinin artmasına, böylelikle ithal edilen mallar da dahil olmak üzere fiyatlar genel düzeyinin yükselmesi ile enflasyona sebep olmaktadır (Chen, 2009; Alghalith, 2010). Artan maliyetler göz önüne alındığında, gıda ithalatçısı ülkeler için petrol fiyatlarının artması

1 Food and Agricultural Organization

gıda ithalat maliyetlerinin artması ve buna bağlı olarak gıda maddelerinin yurtiçi fiyatları üzerinde yukarı yönlü bir baskı oluşturması anlamına gelmektedir (İbrahim, 2015). Dolayısıyla ham petrol fiyatındaki pozitif değişimlerin ne kadarının negatif değişimlerden daha büyük bir etkisinin olacağını öngörüsü, bu tür dalgalanmalar düşünüldüğünde politika yapımcıların uygun makroekonomik politikalar oluşturması açısından önem arz etmektedir.

2008 yılında yaşanan mali krizinden sonra petrol fiyatlarında bir yumuşama görülmesine rağmen, Türkiye’de gıda fiyatlarındaki artış devamlılık göstermektedir. Türkiye için karşımıza çıkan bir diğer unsur ise döviz kurundaki sürekli artışlardır. Pek çok ürün ve ham maddeye olan ihtiyaç, üretimlerini kendi iç pazarları ve doğal kaynakları aracılığıyla elde edemeyen ülkeler için ürünlerin ithalat yoluyla sağlanması ile giderilmektedir. İhracat ve ithalat işlemlerinde döviz, değişim aracı olarak ele alındığından döviz kurundaki şokların ham petrol ve gıda fiyatlarından kaynaklanan maliyet artışlarını doğurabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Şahin ve Durmuş, 2019; Karacan ve Kılıçkan, 2018). Harri vd. (2009) ve Hatzenbuehler vd. (2016) tarımsal emtia fiyatları ile döviz kurları arasında nedensel bir ilişki olduğunu ifade etmektedir. Öte yandan döviz kurunun gıda fiyatlarını ne ölçüde etkileyeceği hem döviz kuruna hem de gıda fiyatlarındaki değişimlerle ilişkilidir (Reboredo ve Ugando, 2014). Nazlıoğlu ve Soytaş (2012)’de belirtildiği gibi zayıf bir ABD Dolarının gıda fiyatlarına etkisi olmaktadır. Buna göre yatırımcılar dolar değer kaybettiğinde tarımsal emtia piyasalarına yatırım yapmakta ve böylelikle tarımsal emtia fiyatları artmaktadır. Diğer yandan gıdanın dolar fiyatının artması ABD dolarının değer kaybını dengeleyeceğinden gıda fiyatlarının diğer para birimlerindeki değerini düşürecek, dolayısıyla yabancı tüketicilerin satın alma gücü ve gıdaya erişilebilirlikleri artacaktır (Reboredo ve Ugando, 2014).

Sonuç olarak gıda fiyatlarında gözlenen bu artışlar sadece petrol fiyatlarındaki artışa bağlanamamaktadır. Diğer bir ifadeyle, gıda fiyatlarındaki artışın yalnızca petrol fiyatları ile ilişkilendirilmesi gerçek bir öngörü sağlamak için yeterli kanıt sunmamaktadır. En nihayetinde daha yüksek petrol fiyatları ve yerel döviz kurunun ne ölçüde daha yüksek gıda fiyatlarına dönüşeceği ampirik bir sorudur. Petrol fiyatları, döviz kuru ve gıda fiyatları arasındaki bu ilişkiyi incelemek için zaman serisi verilerini kullanan geniş bir literatür bulunmaktadır. Ancak literatürdeki bu araştırmalardan asimetrik ilişkileri dikkate alan az sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Bu çalışmada, eşbütünleşme yöntemine asimetrik bir yaklaşım olan NARDL yöntemi ile petrol fiyatları ve döviz kurundaki değişimler kısmi toplamına ayrıştırılmış ve ardından bu yeni değişkenlerin gıda fiyatları üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Bu çalışmanın diğer çalışmalardan ayrıştığı nokta NARDL yöntemindeki negatif ve pozitif değişimlerin hesaplanmasında trend etrafındaki değişimi dikkate alan Hodrick–Prescott (HP) (1997) filtrelemesi uygulanmasıdır. Çalışma, Türkiye’de gıda fiyatları, petrol fiyatları ve döviz kuru arasındaki doğrusal olmayan ilişkiye

odaklanmakta, petrol fiyatları ve döviz kuru gibi unsurların gıda fiyatları üzerindeki etkisini asimetrik eşbütünleşme yaklaşımı ile ortaya koymaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümü, literatürdeki araştırmalar ve bu çalışmalardan elde edilen bulguların bir derlemesini sunmaktadır. Bölüm 3'te ampirik analizde kullanılan veri ve metodoloji açıklanmaktadır. Bölüm 4'te ampirik analizden elde edilen bulgular ve bu bulguların değerlendirilmesi yer almaktadır.

## Literatür

Gıda fiyatlarının belirleyicilerinin ortaya konulması amacıyla yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda gıda fiyatları ile etkileşim içinde olduğu düşünülen değişkenler ve bunlar arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığının araştırılmasına yoğunlaşıldığı görülmektedir. Bazı çalışmalara göre ham petrol fiyatlarının gıda fiyatları üzerinde doğrudan bir etkisi bulunmamaktadır. Zhang vd. (2010), 1989-2008 yılları arasında tarımsal emtia fiyatları ile enerji fiyatları arasında doğrudan uzun dönemli bir ilişki olmadığı sonucuna varmışlardır. Kısa dönemde ise şeker fiyatları diğer emtia fiyatlarını (pirinç hariç) etkilemektedir. Gilbert (2010) ise analizine dahil ettiği fiyat endeksi değişkenleri arasındaki anlamlı korelasyon ilişkisinin finansal gelişmelerden ve artan talepten kaynaklandığı sonucuna varmıştır. Nazlıoğlu ve Soytaş (2011) Türkiye için yaptıkları çalışmalarında Toda-Yamamoto yöntemi ile tarımsal emtia ve ham petrol fiyatı ile döviz kuru arasındaki nedenselliği test etmişler ancak yakıt ve gıda fiyatları arasında herhangi bir ilişki bulamamışlardır. İbrahim (2015), NARDL yöntemini kullandığı çalışmasında, Malezya'da gıda fiyatının davranışında asimetrisinin varlığını ortaya koymuştur. Uzun dönemde petrol fiyatlarında meydana gelen artış ile gıda fiyatları arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Aksine petrol fiyatlarındaki düşüş ile gıda fiyatları arasında uzun dönemli ilişki olmadığı sonucuna varmıştır. Ding ve Zhang (2020) 2005-2018 yılları arasında petrol, mısır, sığır, altın ve bakır fiyatlarını kullandıkları çalışmalarında endüstriyel metal ve ham petrol fiyatları arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığına işaret ederken, hem petrol ve gıda fiyatları arasında uzun dönemli ilişkinin varlığına dair bir kanıt bulamamışlardır. Fowowe (2016), Gregory-Hansen yapısal kırılmalı eşbütünleşme testine göre, tarımsal emtia fiyatları ile petrol fiyatları arasında kısa ve uzun dönemli bir ilişki olmadığı sonucuna varmıştır. Hau vd. (2020) ham petrol fiyatı ile Çin'in tarımsal vadeli fiyat endeksleri arasındaki heterojen ilişkinin varlığını araştırmışlardır. Ampirik sonuçlar, Çin'in tarımsal vadeli işlemlerindeki oynaklık ve ham petrol fiyat oynaklığı arasındaki heterojen bağımlılığı göstermektedir.

Tablo 1

*Gıda Fiyatlarına İlişkin Literatür*

Yazar (Yıl)	Ülke	Dönem	Frekans	Yöntem	Değişkenler
<b>Kargbo (2000)</b>	Afrika ülkeleri	1980-1996	Yıllık	Engle-Granger eşbütünleşme	Gıda fiyatları, büyüme oranı, kişi başı gelir, yerel gıda üretimi, döviz kuru, ticaret politika kısıtlamalarının göstergesi
<b>Baek ve Koo (2010)</b>	ABD	1989-2008	Aylık	Johansen eşbütünleşme, PVECM	Gıda, tarımsal emtia ve enerji fiyatları, etanol üretimi, döviz kuru
<b>Gilbert (2010)</b>	ABD	1970-2008	Çeyreklik	Granger nedensellik	Tarımsal gıda fiyat endeksi, tahıl fiyat endeksi, sıvı ve katı yağlar fiyat endeksi, ABD döviz kuru, GSYİH, açık faizli FOI, M para arzı, petrol fiyatı
<b>Zhang vd. (2010)</b>	Genel <sup>2</sup>	1989-2008	Aylık	Johansen eşbütünleşme, VECM	Gıda fiyatları (mısır, pirinç, soya fasulyesi, şeker, buğday), enerji fiyatları (etanol, gaz, petrol)
<b>Chen vd. (2010)</b>	ABD	1983-2010	Haftalık	ARDL	Gıda (alt ürünler) ve ham petrol fiyatları
<b>Esmaceli ve Shokoohi (2011)</b>	Genel	1961-2015	Yıllık	Temel bileşenler analizi, Granger nedensellik	Gıda (alt ürünler) ve ham petrol fiyatları, TÜFE, gıda üretim endeksi, GSYİH
<b>Nazlıoğlu ve Soytaş (2011)</b>	Türkiye	1994-2010	Aylık	Toda-Yamamoto nedensellik	Petrol fiyatları, ABD döviz kuru, emtia fiyatları (buğday, mısır, pamuk, soya fasulyesi, ayçiçeği)
<b>Pala (2013)</b>	Genel	1990-2011	Aylık	Johansen eşbütünleşme testi, Granger nedensellik	Gıda fiyat endeksi, ham petrol fiyatları
<b>Krätschell ve Schmidt (2012)</b>	Genel	1980-2011	Aylık	Granger nedensellik	Genel gıda endeksi, soya fasulyesi yağı, mısır, arpa, AB şekeri, pirinç, ayçiçek yağı, palmye yağı, ham petrol fiyatları
<b>Jebabli vd. (2014)</b>	Genel	1980-2012	Aylık	TVP-VAR	Gıda (alt emtialar) ve ham petrol fiyatları, MSCI <sup>3</sup> dünya borsa endeksi
<b>İbrahim (2015)</b>	Malezya	1971-2012	Yıllık	NARDL	Gıda ve petrol fiyatları, GSYİH
<b>Abdlaziz vd. (2016)</b>	Endonezya	1995-2014	Çeyreklik	NARDL	Gıda-TÜFE, GSYİH büyüme oranı, ham petrol fiyatları
<b>Fowowe (2016)</b>	Güney Afrika	2003-2014	Haftalık	Gregory-Hansen eşbütünleşme, Diks-Panchenko nedensellik testi	Gıda (mısır, ayçiçeği, soya fasulyesi) ve petrol fiyatları
<b>Altıntaş (2016)</b>	Türkiye	2000-2013	Çeyreklik	NARDL	Gıda fiyatları, Reel gelir, Petrol ve enerji fiyatları
<b>Çınar ve Hushmat (2016)</b>	Türkiye	1995-2015	Aylık	GARCH	Gıda fiyat endeksi, global petrol fiyatları
<b>Tekeoğlu vd. (2017)</b>	26 OECD ülkesi	1999-2013	Yıllık	Pedroni ve Kao eşbütünleşme testi	Gıda-TÜFE, CO <sub>2</sub> salınımı
<b>Wong ve Shamsudin (2017)</b>	Malezya	2000-2016	Çeyreklik	NARDL	Gıda ve petrol fiyatları, GSYİH, ABD döviz kuru
<b>Ranov ve Baimaganbetov (2018)</b>	Kazakistan	2003-2017	Aylık	SVAR	Gıda ve petrol fiyatları
<b>Pal ve Mitra (2018)</b>	Genel	1990-2016	Aylık	DCCA <sup>4</sup>	Dünya gıda fiyat endeksi (alt ürünler), ham petrol fiyatları

2 FAO Food Price Index

3 MSCI: Morgan Stanley Capital International

4 DCCA: Detrended cross correlation analysis

<b>Meyer vd. (2018)</b>	31 petrol ihracatçısı ülke	2001-2014	Yıllık	Panel NARDL	Gıda fiyat endeksi, petrol fiyatları, TÜFE, ticari açıklık oranı
<b>Hasan ve Masih (2018)</b>	Malezya	2010-2018	Aylık	ARDL, NARDL	Gıda ve ham petrol fiyatları, TÜFE, GSYİH, ABD döviz kuru
<b>Bala ve Abdullahi (2019)</b>	Nijerya	1972-2016	Yıllık	ARDL	Gıda-TÜFE, petrol fiyatları, döviz kuru
<b>Zmami ve Ben-Salha (2019)</b>	Genel	1990-2017	Aylık	ARDL, NARDL	Gıda, et, süt ürünleri, tahıl, bitkisel yağlar, şeker fiyat endeksleri, Brent ve WTI ham petrol fiyatları
<b>Cheng ve Cao (2019)</b>	Genel	1990-2017	Aylık	TVAR, TVECM	Gıda ve ham petrol fiyat endeksi
<b>Damba vd. (2019)</b>	Gana	2000-2015	Aylık	Johansen eşbütünleşme, VECM	Gıda fiyatları (mısır, pirinç, soya fasulyesi, sorgum, fasulye, kakao), ÜFE, ABD döviz kuru, ham petrol fiyatları
<b>Roman vd. (2020)</b>	Genel	1990-2020	Aylık	Johansen eşbütünleşme, VAR, VECM	Gıda (süt ve süt ürünleri, et, yağ, tahıl, şeker) ve ham petrol fiyatları
<b>Hau vd. (2020)</b>	Çin	..-2019	Haftalık	TVP-SVM model	Tarımsal fiyat endeksleri (soya fasulyesi, mısır, buğday, fasulye posası, pamuk, doğal kauçuk), ham petrol
<b>Ding ve Zhang (2020)</b>	Genel	2005-2018	Yıllık	Engle-Granger eşbütünleşme	Ham petrol, mısır, canlı sığır, altın ve bakır fiyatları, piyasa likidite ölçüsü
<b>Adil vd. (2020)</b>	Pakistan	2001-2016	Aylık	Temel bileşenler analizi, SUR	Bileşik endeks (buğday, pamuk, pirinç, nohut, şeker kamışı, mısır), petrol fiyatları, döviz kuru
<b>Chen vd. (2020)</b>	14 OPEC ülkesi	2000-2019	Çeyreklik	FMOLS, DOLS	Gıda ve ham petrol fiyatları, ABD döviz kuru, GSYİH büyüme oranı
<b>Chowdhury vd. (2021)</b>	Genel	1992-2017	Aylık	NARDL ve zaman frekansı dalgacık yaklaşımı	Dünya gıda ve enerji fiyat endeksi, ham petrol, kömür, doğal gaz, pirinç, buğday, mısır, dizel fiyatları, gübre fiyat endeksi, sıcaklık
<b>Olayungbo (2021)</b>	21 petrol ihracatçısı ülke	2001-2015	Yıllık	Panel ARDL	Gıda ve petrol fiyat endeksi, gıda ithalatı, GSYİH
<b>Adeosun vd. (2021)</b>	Nijerya	1995-2019	Aylık	Markov-switching modeli, dalgacık analizi	Gıda ve petrol fiyatları, ABD döviz kuru getirileri
<b>Cherif vd. (2021)</b>	MENA ülkeleri	2000-2020	Yıllık	Panel NARDL	Gıda ve petrol fiyatları, ticari açıklık oranı, enflasyon oranı, kentleşme düzeyi
<b>Algan vd. (2021)</b>	Türkiye	2003-2019	Yıllık	NARDL	Gıda fiyat endeksi hanehalkı tüketim harcamasındaki değişim, ABD dolar kuru, ham petrol fiyat endeksi
<b>Akçağlayan (2021)</b>	Türkiye	1998-2020	Çeyreklik	NARDL	Gıda fiyatları, petrol fiyatları, çıktı açığı, ABD döviz kuru
<b>Kutlu (2021)</b>	Türkiye	2008-2020	Aylık	SVAR	Dünya gıda fiyat endeksi, gıda ve alkolsüz içecekler fiyat endeksi, nominal döviz kuru, sanayi üretim endeksi, gıda ürünleri ihracatı
<b>Aytekin ve Hatırlı (2021)</b>	Türkiye	2016-2020	Aylık	ARDL	İşlenmemiş gıda fiyat endeksi, gıda ürünleri imalatı ithalat birim değer endeksi, tarımsal girdi fiyat endeksi, tarım ürünleri
<b>Gökçe (2021)</b>	Türkiye	2010-2019	Aylık	NARDL	Gıda, petrol ve enerji fiyatları, döviz kuru, sanayi üretim endeksi
<b>Güngör ve Erer (2022)</b>	Türkiye	2006-2021	Aylık	TVP-VAR	Gıda-TÜFE, petrol fiyatları, döviz kuru
<b>Demir (2022)</b>	Türkiye	2006-2020	Çeyreklik	VAR blok Granger ve zamanla değişen nedensellik testi	Enflasyon, küresel emtia ve gıda fiyatları, ABD döviz kuru, M3/GSYİH

Literatür incelendiğinde gıda fiyatları ile enerji fiyatları arasında bir ilişkinin varlığının olduğunu ileri süren çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmalar arasında değişkenler arasındaki uzun dönemli asimetrik ilişkinin varlığının tespit edilmesi için ARDL ve NARDL yöntemlerinin kullanımı dikkat çekmektedir (Chen vd., 2010; Abdalaziz, 2016; Altıntaş, 2016; Algan vd., 2016; Wong ve Shamsudin, 2017; Hasan ve Masih, 2018; Meyer vd., 2018; Bala ve Abdullahi, 2019; Zmami ve Ben-Salha, 2019; Chowdhury vd., 2021; Olayungbo, 2021; Cherif vd., 2021; Algan vd., 2021; Akçağlayan, 2021; AYTEKİN ve Hatırlı, 2021; Gökçe, 2021). Pala (2013) Johansen testini kullanarak dünya gıda fiyat endeksi ile ham petrol fiyatları arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı yönünde kanıtlar sunarken, kısa dönemde iki değişkenin de birbirinin Granger nedeni olmadığı sonucuna varmışlardır. Çınar ve Hushmat (2016) Türkiye için GARCH model tahmini elde etmişler ve küresel petrol fiyatlarının gıda fiyatlarındaki oynaklığı etkilediğini göstermişlerdir. Ranov ve Baimaganbetov (2018) ise petrol fiyatları ile gıda fiyatları arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir ve değişkenler arasındaki kısa dönem etkisini SVAR yöntemi yardımıyla araştırdıkları çalışmalarında, ham petrol fiyatlarının gıda fiyatları üzerinde dolaylı bir etkiye sahip olduğunu göstermişlerdir. Cheng ve Cao (2019) TVAR ve TVECM yöntemlerini kullanarak, ham petrol ve gıda fiyatının birlikte hareketinin temeldeki rejimle ilgili olan bariz yapısal kırılma özelliklerine sahip olduğu bulgusuna ulaşmışlardır.

Literatürde sadece gıda ve petrol fiyatları arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmaların yanı sıra diğer değişkenlerin de dikkate alındığı çalışmalar da bulunmaktadır. Bunlardan Kargbo (2000)’nun elde ettiği ampirik bulgular, gelir, ticaret, döviz kuru ve para politikaları ile yerel gıda üretimindeki değişikliklerin, bölgedeki gıda mevcudiyeti ve gıda güvenliği üzerinde geniş etkileri olan gerçek gıda fiyatları üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Chen vd. (2020), 14 OPEC ülkesi için FMOLS ve DOLS yöntemlerini kullanmışlardır. Gıda ve petrol fiyatlarına ek olarak, döviz kuru ve GSYİH büyüme oranı değişkenlerini de dahil ettikleri çalışmalarında, ekonomik yapının ve belirsiz olayların (krizlerin) gıda ve petrol piyasaları arasındaki davranış ve ilişkiyi belirlediği sonucuna varmışlardır. Adeosun vd. (2021) ek olarak döviz kuru getiri değişkenini ele alarak Markov-switching ve dalgacık analizi yöntemlerini kullanmışlardır. Kutlu (2021) gıda fiyat endeksini etkilediği düşünülen değişkenlerden yalnızca döviz kurunun istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulgusuna ulaşmıştır. Güngör ve Erer (2022) TVP-VAR yöntemini kullanarak, döviz kurunun gıda enflasyonundaki etkisinin pandemi döneminde arttığı ve Ekim 2021’den itibaren kurdaki dalgalanmaların etkisinin en yüksek seviyeye ulaştığı sonucuna ulaşmışlardır. Demir (2022) enflasyon ile küresel emtia fiyatları, küresel gıda fiyatları, döviz kuru, kişi başı milli gelir ve para arzı arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğunu göstermişlerdir. Bununla birlikte zamanla değişen nedensellik yöntemi ile ilişkinin çift yönlü olduğuna ilişkin bulgular elde etmişlerdir. Gıda fiyatları ve diğer değişkenler arasındaki ilişki araştırılırken



gıda fiyatlarının alt emtialar şeklinde ele alındığı çalışmalar da literatürde önemli bir yere sahiptir (Chen vd., 2010; Baek ve Koo, 2010; Esmaceli ve Shokoohi, 2011; Krätschell ve Schmidt, 2013; Jebabli vd., 2014; Pal ve Mitra, 2018; Damba vd., 2019; Roman vd., 2020; Adil vd., 2020).

## Veri ve Yöntem

### Veri

Çalışmada bağımlı değişken olarak kullanılan gıda fiyatları (FP) Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) Elektronik Veri Dağıtım Sistemi'nden (EVDS) alınmıştır. Gıda fiyatlarını temsil etmek üzere 2003=100 baz yılına sahip Tüketici Fiyat Endeksinin alt kalemi olan gıda ve alkolsüz içecekler alt kalemi kullanılmıştır. Döviz kuru (EXC) değişkeni ise 1 ABD dolarına karşılık gelen TL cinsinden döviz alış fiyatıdır. Petrol fiyatlarını (WTI) temsilen varil başına spot piyasada işlem gören ham petrol fiyatı verileri (FOB<sup>5</sup>) kullanılmış ve US Energy Information Administration sitesinden alınmıştır. Veriler aylık gözlemlerden oluşturmakta olup 2003M1 – 2021M12 dönemi kapsamaktadır. Tüm değişkenler analize logaritmik formda dahil edilmiştir. Verilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2

#### Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Ortalama	Std. sapma	Min	Max
EXC	2.8813	2.1838	1.1761	13.5529
FP	269.1262	164.1553	93.6000	874.4200
WTI	66.3161	23.4075	16.5500	133.8800

Döviz kurunun ele alınan veri döneminde ortalama olarak 2.88 TL olduğu görülmektedir. Ancak yaklaşık kendi ortalaması kadar bir standart sapmaya sahiptir. Veri döneminde en yüksek 13.55 en düşük 1.18’dir. En küçük ve en büyük değerleri arasında yaklaşık 12 kat fark bulunmaktadır. Gıda fiyatları endeksinin ortalama değerinin 269 olduğu görülmektedir. Ancak gıda fiyatlarının da oldukça yüksek standart sapmaya sahip olduğu görülmektedir. Ham petrol fiyatları ise ortalama olarak 66 dolar seviyesinde olup veri döneminde en yüksek 134 dolar seviyelerine ulaşmıştır.

### Yöntem

İktisadi değişkenler arasındaki ilişki hesaplama ve yorumlamada kolaylık açısından doğrusal olduğu varsayılmaktadır. Ancak pek çok iktisadi değişken ve aralarındaki ilişki asimetrik bir ilişkiye sahiptir. Özellikle ekonominin daralma ve genişleme dönemlerinde bir değişkendeki değişim başka bir değişkene asimetrik olarak etki etmektedir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin araştırılmasında ARDL

5 “Free on Board”, güvertede teslim şeklini ifade etmektedir.



sınır testi yaklaşımının pek çok avantajı bulunmaktadır. Buna ek olarak NARDL yaklaşımı ARDL sınır testine birtakım esneklikler sağlamaktadır. Shin, Yu ve Nimmo (2014) çalışmalarında, Granger ve Yoon (2002) tarafından geliştirilen saklı eşbütünlüşme olarak adlandırılan yaklaşımını Pesaran, Shin ve Smith (2001)’in ARDL sınır testine uyarlamışlardır. Doğrusal olmayan ARDL (NARDL) olarak adlandırılan bu yöntem ARDL sınır testi yaklaşımına asimetrik eşbütünlüşme yönteminin entegre edilmesidir. Bu yöntemde değişkenler pozitif ve negatif kısmi toplam süreçlerine ayrılarak değişkenlerin altında yatan asimetrik ilişki araştırılmaktadır. Analizde kullanılan açıklayıcı değişkenlerin pozitif ve negatif kısmi toplam süreçleri şu şekilde elde edilmiştir:

$$\begin{aligned}
 EXC_t^+ &= \sum_{j=1}^t \Delta EXC_j^+ = \sum_{j=1}^t \max (EXC_j - EXC_j^*, 0) \\
 EXC_t^- &= \sum_{j=1}^t \Delta EXC_j^- = \sum_{j=1}^t \min (EXC_j - EXC_j^*, 0) \\
 WTI_t^+ &= \sum_{j=1}^t \Delta WTI_j^+ = \sum_{j=1}^t \max (WTI_j - WTI_j^*, 0) \\
 WTI_t^- &= \sum_{j=1}^t \Delta WTI_j^- = \sum_{j=1}^t \min (WTI_j - WTI_j^*, 0)
 \end{aligned}$$

Her bir değişken için elde edilen pozitif ve negatif bileşenler kısıtsız hata düzeltme formunda eşbütünlüşme ilişkisinin araştırılmasında kullanılmaktadır. Burada değişkenlerin Hodrick – Prescott yaklaşımı ile elde edilen trendinden farkları alınarak elde edilmiştir.<sup>6</sup> *NARDL(p,q)* modeli şu şekilde oluşturulmaktadır:

$$\begin{aligned}
 \Delta FP_t &= \rho FP_{t-1} + \theta_1^+ EXC_{t-1}^+ + \theta_1^- EXC_{t-1}^- + \theta_2^+ WTI_{t-1}^+ + \theta_2^- WTI_{t-1}^- \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_j \Delta FP_{t-j} \\
 &+ \sum_{j=1}^{q-1} (\varphi_{1j}^+ \Delta EXC_{t-j}^+ + \varphi_{1j}^- \Delta EXC_{t-j}^- + \varphi_{2j}^+ \Delta WTI_{t-j}^+ + \varphi_{2j}^- \Delta WTI_{t-j}^-) + \varepsilon_t
 \end{aligned}$$

Burada uzun dönem ilişki denkleme  $\rho = \theta_1^+ = \theta_1^- = \theta_2^+ = \theta_2^- = 0$  kısıtının uygulanması ile test edilmektedir. Uzun dönem parametrelerin tahmini ise  $\beta_{EXC}^+ = -\theta_1^+ / \rho$ ,  $\beta_{EXC}^- = -\theta_1^- / \rho$ ,  $\beta_{WTI}^+ = -\theta_2^+ / \rho$ ,  $\beta_{WTI}^- = -\theta_2^- / \rho$  ile hesaplanmaktadır. Literatürde genellikle kısa dönem gecikmeli değişkenlerin tespit edilmesinde adım sal regresyon (*stepwise*) yöntemi kullanılmaktadır. Ardından pozitif ve negatif uzun dönem parametrelerin eşitliği test edilerek asimetrik davranışın varlığı Wald testiyle araştırılmaktadır. Adım sal regresyon sonucu tahmin edilen modelde kısa dönem

6 Bu yaklaşımı NARDL çerçevesinde kullanan farklı bir çalışma için Karataş (2018)’e bakılabilir.

gecikmeli değişkenler arasındaki güçlü ve zayıf asimetri (mümkün ise)<sup>7</sup> benzer şekilde test edilmektedir.

### Ampirik Bulgular

Analizin ilk aşamasında değişkenlerin durağanlık özelliklerini incelemek için Genişletilmiş Dickey Fuller (1981) (ADF) ve Phillips-Perron (1988) (PP) birim kök testleri uygulanmıştır. Değişkenler logaritmik formda analize dahil edilmiştir. Gıda fiyatları (lnFP) ve döviz kuru (lnEXC) değişkenleri düzey değerlerinde hem sabitli hem de sabitli trendli modelde birim köklü bulunmuştur. Ancak değişkenlerin ilk farkında durağan hale gelmektedirler. Petrol fiyatları ise (lnWTI) ise sabitli modelin kullanıldığı ADF testinde %5, sabitli trendli modelin kullanıldığı ADF testinde % 10 düzeyinde durağan bulunmuştur. PP testinde sabitli ve trendli modelde lnWTI birim köklü iken sabitli modelde %10 düzeyinde durağandır.

Tablo 3

*Birim Kök Testleri Sonuçları*

<b>Değişken</b>	<b>ADF Birim Kök Testi</b>		<b>PP Birim Kök Testi</b>	
	<b>Sabitli</b>	<b>Sabitli &amp; Trendli</b>	<b>Sabitli</b>	<b>Sabitli &amp; Trendli</b>
lnFP	2.0374 (1)	-0.2351 (1)	2.8775 (8)	1.8470 (9)
lnEXC	3.0321 (2)	-0.5057 (2)	3.1948 (6)	-0.3513 (7)
lnWTI	-3.1899** (1)	-3.1776*** (1)	-2.7986*** (5)	-2.7561 (6)
<i>Kritik Değerler</i>	%1	-3.4594	-3.4591	-3.9989
	%5	-2.8742	-3.4299	-2.8741
	%10	-2.5736	-3.1385	-2.5735
ΔlnFP	-9.8278* (0)	-10.0818* (0)	-8.8549* (8)	-8.6334* (10)
ΔlnEXC	-9.3491* (1)	-10.2144* (1)	-7.5520* (7)	-7.6754* (10)
ΔlnWTI	-11.2091* (0)	-11.1918* (0)	-10.7330* (14)	-10.7143* (15)

**Not:** \*,\*\* ve \*\*\* sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler ADF testi için uygun gecikme uzunluğunu PP testi için Bartlett Kernel ile seçilen Newey-West band genişliğini göstermektedir.

Çalışmada öncelikle VAR modeli tahmin edilerek uygun gecikme uzunluğuna karar verilmiştir. Belirlenen gecikme uzunluğunda<sup>8</sup> sabit gecikmeli ARDL modeli tahmin edilerek uzun dönem ilişkinin tespiti için ARDL sınır testi uygulanmıştır. Tablo 4.a ile elde edilen test istatistiği %1 düzeyinde üst sınır değerinin üzerinde olduğu için eşbütünlüşme ilişkisinin varlığından söz edilebilmektedir. Tablo 4.b de

7 Kısa dönem gecikmeli değişkenlerin belirlenen istatistiksel anlamlılık düzeyine göre adimsal regresyon sonucunda modelden düşmektedir. Dolayısıyla bir değişkenin pozitif veya negatif bileşenlerine ait kısa dönem gecikmeli değişkenlerinin tamamının modelden düşmesi sonucu kısa dönem asimetrik ilişkinin test edilmesi mümkün olmamaktadır. Burada bahsedilen zayıf formda kısa dönem asimetri olup güçlü kısa dönem asimetrisinin test edilmesi için daha farklı koşullar gerekmektedir.

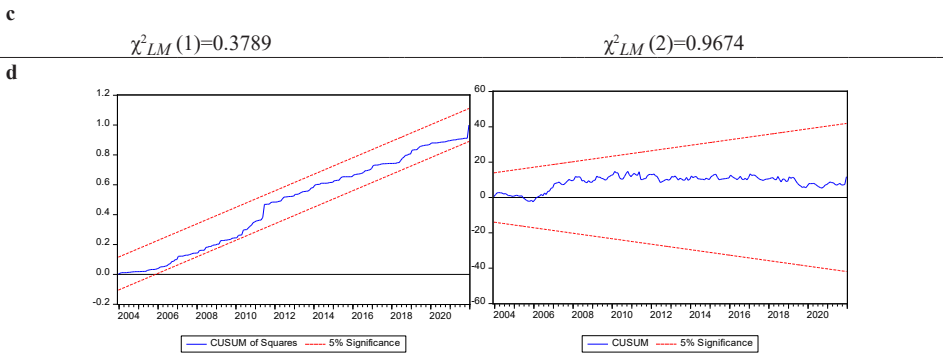
8 AIC bilgi kriterine göre uygun gecikme uzunluğu 3 olarak belirlenmiştir. Tablo 4.c ile yapılan LM testi bulgularına göre seçilen gecikme uzunluğunda otokorelasyon problemi bulunmamaktadır.

ise değişkenlerin farklı gecikmeler almalarına izin verilerek uzun dönem katsayıları elde edilmiş ve raporlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre döviz kurundaki % 1’lik bir değişim gıda fiyatlarında aynı yönde % 1.25’lik bir değişime neden olurken petrol fiyatlarındaki % 1’lik bir değişim gıda fiyatlarında aynı yönde % 0.51’lik bir değişime neden olmaktadır. Tablo 4.d verilen CUSUM ve CUSUMSQ grafiklere bakılarak tahmin edilen uzun dönem katsayıların dinamik olarak kararlı olduğu görülmektedir.

Tablo 4

ARDL Sınır Testi ve Uzun Dönem Katsayıları

a							
k	F istatistiği	Alt Sınır I(0)			Üst Sınır I(1)		
2	6.5189	%10	%5	%1	%10	%5	%1
		2.63	3.1	4.13	3.35	3.87	5.0
b							
Değişken	Katsayı	Standart Hata		t- istatistiği [olasılık değeri]			
lnEXC	1.2542	0.1218		10.3006 [0.0000]			
lnWTI	0.5110	0.1324		3.8588 [0.0002]			
c	2.7631	0.5407		5.1101 [0.0000]			



Tablo 5

Hata Düzeltme Modeli Sonuçları

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t- istatistiği [olasılık değeri]
$\Delta \ln \text{FPt-1}$	0.1974	0.0686	2.8775 [0.0044]
$\Delta \ln \text{FPt-2}$	-0.1371	0.0689	-1.989 [0.0479]
$\Delta \ln \text{FPt-3}$	-0.0808	0.0697	-1.1591 [0.2477]
$\Delta \ln \text{FPt-4}$	-0.2211	0.0681	-3.2502 [0.0013]
$\Delta \ln \text{FPt-5}$	-0.2054	0.0680	-3.0226 [0.0028]
$\Delta \ln \text{FPt-6}$	-0.0260	0.0698	-0.3720 [0.7103]
$\Delta \ln \text{FPt-7}$	-0.1756	0.0690	-2.5444 [0.0117]
$\Delta \ln \text{FPt-8}$	-0.2761	0.0693	-3.9836 [0.0001]
$\Delta \ln \text{EXC}$	0.1538	0.0298	5.1530 [0.0000]
$\text{Ect}(-1)$	-0.0324	0.0041	-8.0883 [0.0000]

Not: ARDL modelinde gecikmelerin farklı değerler almasına izin verilerek uygun modelin ARDL(8,1,0) olduğuna karar verilmiştir. Uygun model yapısı olarak kısıtlı sabit ve trendsiz model (Case 2) kullanılmıştır.

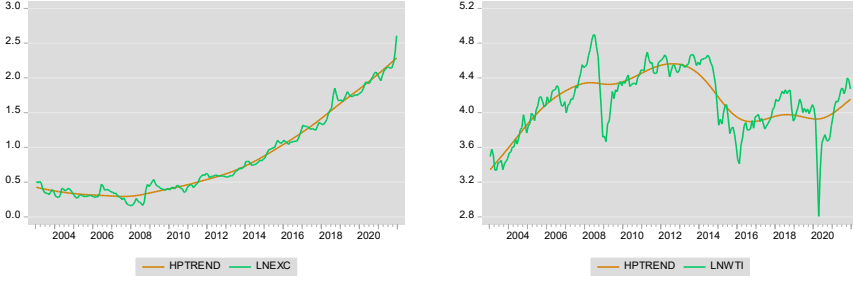
Uzun dönem ilişkinin tespit edilmesinden sonra kısa dönem ilişkinin analizi için hata düzeltme modeli tahmin edilerek Tablo 5’te raporlanmıştır. Kısa dönemde sapmaların yaklaşık % 3.24’ü bir dönemde (1 ay) düzeltilmektedir. Uzun dönem

dengesine gelen şokların yarısı ise yaklaşık 2 yılda elimine olmaktadır<sup>9</sup>. Analizin ilk aşamasında doğrusal ARDL yöntemi ile bağımsız değişkenlere ilişkin elde edilen uzun dönem katsayıların bağımlı değişkeni simetrik bir biçimde etkilediği varsayılmaktadır. Başka bir ifade ile bağımsız değişkendeki artış ve azalışlara bağımlı değişken aynı şekilde tepki vermektedir. Dolayısıyla petrol fiyatındaki veya döviz kurlarındaki bir birimlik artış ve azalışın gıda fiyatları üzerinde aynı işaret ve büyüklükte tepkiye neden olmaktadır. Literatürde petrol fiyatlarının ve/veya döviz kurunun fiyatlara geçişkenliğini inceleyen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Kara ve Ögünç, 2012; Korkmaz ve Bayır, 2015). Bu çalışmalar VAR modelleri çerçevesinde ele alınmış olup genellikle nedensellik bulguları üzerinden yorumlanmıştır. Özdamar (2015) ARDL yöntemi ile çeşitli makro iktisadi göstergeler ile (döviz kuru, petrol fiyatı sanayi üretim endeksi, M2 para arzı) ÜFE arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Benzer şekilde Eştürk ve Albayrak (2018) ise ARDL yöntemi ile TÜFE endeksini döviz kuru, gıda TÜFE, tarım ÜFE ve petrol fiyatları değişkenleri ile analiz etmektedirler.

Analizin ikinci kısmında NARDL yöntemi ile değişkenler arasındaki asimetrik ilişkinin ortaya koyulması amaçlanmaktadır. Altıntaş (2016), Utkulu ve Ekinci (2016), Algan vd. (2021), Gokce (2021) ve Turna vd. (2022), NARDL yöntemi ile çeşitli makro iktisadi değişkenlerin fiyatlara asimetrik etkisini incelemektedirler. NARDL yöntemi ile analiz edilen bu çalışmalarda Türkiye için petrol fiyatları ve/veya döviz kurundaki asimetrik etki araştırılmıştır. Genel olarak Shin vd. (2014)'ün önermiş olduğu yöntemde değişkenler bir önceki gecikmeli değerine göre pozitif ve negatif bileşenlerine ayrılmaktadır. Bu çalışmada da benzer şekilde NARDL yöntemi kullanılmasına karşılık petrol fiyatı ve döviz kurundaki pozitif ve negatif bileşenler farklı bir biçimde ayrıştırılmaktadır. Burada bağımsız değişkenlerin (petrol fiyatı ve döviz kuru) pozitif negatif bileşenlerine ayrıştırılmasında Hodrick – Prescott (HP) (1997) filtresi kullanılmıştır<sup>10</sup>. Değişkenlerin öncelikle HP filtresi ile trend bileşeni oluşturulmuş, daha sonra bu trend etrafındaki pozitif negatif bileşenlerine göre alt bileşenlerine ayrıştırılmıştır. Bu yöntem değişkenlerin bir dönem öncesine göre artışı/azalışı değil uzun dönemli trend etrafındaki artışı/azalışı dikkate alınmış olmaktadır. Petrol fiyatları ile döviz kuru değişkenlerinin trend etrafındaki hareketi Şekil 1'de verilmektedir.

9 Şokun yarı dönem ömrü (*half life*) 21.39 olarak hesaplanmıştır. Veri seti aylık gözlemlerden oluştuğu için yaklaşık 1 yıl 9 ay'a karşılık gelmektedir.

10 HP filtresi çıktı boşluğunun hesaplanmasında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Bknz: Long ve Liang, 2018; Nusair, 2021; Emam, 2021)



Şekil 1: Petrol Fiyatı ve Gıda Fiyatlarının Trend Etrafındaki Davranışı

Değişkenler arasındaki asimetrik ilişkileri dikkate alan NARDL yöntemiyle elde edilen sonuçlar Tablo 6.a’da verilmektedir. Tablo 6.c’de uzun dönem ilişkinin test edilmesinde kullanılan  $F_{PSS}$  test istatistiği anlamlıdır. Dolayısıyla değişkenler arasında bir asimetrik eşbütünlüşme ilişkisi söz konusudur. Pozitif ve negatif uzun dönem parametrelerinin eşitliği Wald testi ile sınanmış ve Tablo 6.c’de raporlanmıştır. Wald test istatistiği her iki değişken için de anlamlıdır. Tablo 6.b’de uzun dönem katsayılar verilmiştir. Döviz kuru ve petrol fiyatlarının trend etrafındaki pozitif değişimleri negatif değişimlere göre oldukça yüksektir. Diğer bir ifade ile döviz kurundaki %1’lik bir artış gıda fiyatlarında yaklaşık %1.11’lik bir artışa neden olurken, döviz kurundaki %1’lik bir azalış gıda fiyatlarında yaklaşık % 0.02’lik bir azalışa neden olmaktadır. Benzer şekilde petrol fiyatlarındaki %1’lik bir artış gıda fiyatlarında yaklaşık % 0.37’lik bir artışa neden olurken, petrol fiyatlarındaki %1’lik bir azalış gıda fiyatlarında yaklaşık % 0.01’lik bir azalışa neden olmaktadır. Bunun yanı sıra her iki bağımsız değişkenin negatif değişimlerine ait hesaplanan uzun dönem katsayıların istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmektedir. Pozitif değişimlerine ait uzun dönem katsayılar ise istatistiksel olarak anlamlıdır. Dolayısıyla asimetrik katsayılarından birinin anlamlı, bir diğeri anlamsız olması da sezgisel olarak bir asimetrinin varlığına işaret etmektedir.

Tablo 6

*NARDL Tahmin Sonuçları*

<b>a</b> Değişken	Katsayı	Standart Hata	t- istatistiği [olasılık değeri]
c	0.3626	0.1187	3.0545 [0.0026]
$\ln FP_{t-1}$	-0.0784	0.0262	-2.9972 [0.0031]
$\ln EXC^+_{t-1}$	0.0873	0.0207	4.2104 [0.0000]
$\ln EXC^-_{t-1}$	0.0013	0.0061	0.2070 [0.8362]
$\ln WTI^+_{t-1}$	0.0291	0.0084	3.4902 [0.0006]
$\ln WTI^-_{t-1}$	0.0007	0.0015	0.4597 [0.6462]
$\Delta \ln EXC^+$	0.2040	0.0349	5.8453 [0.0000]
$\Delta \ln EXC^+_{t-3}$	-0.0884	0.0417	-2.1192 [0.0353]
$\Delta \ln FP_{t-1}$	0.1998	0.0667	2.9948 [0.00031]
$\Delta \ln FP_{t-8}$	-0.3008	0.0661	-4.5518 [0.0000]
$\Delta \ln FP_{t-4}$	-0.2006	0.0682	-2.9392 [0.0037]
$\Delta \ln FP_{t-5}$	-0.1456	0.0668	-2.1802 [0.0304]
$\Delta \ln FP_{t-11}$	0.1539	0.0620	2.4812 [0.0139]
<b>b</b>			
	$\ln EXC^+ = 1.1132$ [0.0000]		$\ln WTI^+ = 0.3718$ [0.0047]
	$\ln EXC^- = 0.0161$ [0.8421]		$\ln WTI^- = 0.0091$ [0.6523]
<b>c</b>			
	$F_{PSS} = 5.8746$ [0.0000]		$\chi^2_{LM(1)} = 0.0690$ [0.7997]
	$\chi^2_{White} = 71.9006$ [0.0000]		$\chi^2_{LM(12)} = 10.0725$ [0.6721]
	$W^L_{EXC} = 32.6511$ [0.0000]		$W^L_{WTI} = 7.6510$ [0.0057]

NARDL yöntemiyle elde edilen bulgular literatürde çeşitli makro iktisadi değişkenlerle gıda fiyatları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Petrol fiyatlarındaki ve döviz kurundaki pozitif ve negatif değişimlerin gıda fiyatları üzerindeki etkisi Gökce (2021)'in elde ettiği tahmin sonuçlarıyla benzerdir. Karoğlu ve Demirel (2021) ise enflasyon üzerinde döviz kurundaki negatif değişimlerin pozitif değişimlerden daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmada, döviz kurunun asimetrik davranış sergilemesi açısından elde edilen bulgular Karoğlu ve Demirel (2021) çalışmasına benzerlik göstermekle birlikte pozitif ve negatif değişimlerin büyüklüğü bakımından farklıdır.

## Sonuç

Gıda fiyatlarındaki değişimler tüm ülkeleri ilgilendiren, pek çok makro iktisadi değişkeni doğrudan ya da dolaylı şekillerde etkileyen bir konudur. Özellikle pek çok gelişmekte olan ülke ekonomisi enflasyonist baskı altındadır. Enflasyon sepetinin önemli bir alt kalemini de gıda fiyatları oluşturmaktadır. Dolayısıyla gıda fiyatlarındaki değişiklikler ülke ekonomisini ciddi bir biçimde etkilemektedir. Pek çok makro değişkenle yakından ilgili olmasına karşılık petrol fiyatları ve döviz kurları gıda fiyatlarını etkileyen en önemli unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla çeşitli ülkeler için söz konusu değişkenlerin gıda fiyatları üzerindeki etkisini ampirik olarak test eden oldukça geniş bir literatür söz konusudur. Ancak az

sayıda çalışma petrol fiyatları ve döviz kurlarının gıda fiyatları üzerindeki asimetrik etkisini araştırmaktadır. Bu çalışma literatürden farklı olarak NARDL asimetrik eşbütünleşme testinde kullanılan ayrıştırma yöntemini Hodrick Prescott yöntemi ile ele almaktadır. Elde edilen bulgular politika yapıcılar ve iktisadi karar alıcılara önemli bilgiler sağlamaktadır. Çalışmayla birlikte döviz kurlarındaki ve petrol fiyatlarındaki pozitif değişimlerin negatif değişimlere göre gıda fiyatları üzerinde daha baskın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca negatif değişimlerin etkisinin daha az olması fiyatların aşağı yönlü rijit olduğuna dair kanıtlar sunmaktadır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

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

**Yazar Katkısı:** Çalışma Konsepti/Tasarımı: N.M.E.İ.; Veri Toplama: H.İ.; Veri Analizi /Yorumlama: H.İ.; Yazı Taslağı:B.P.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi: B.P.; Son Onay ve Sorumluluk: H.İ.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The author has no conflict of interest to declare.

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

**Author Contributions:** Conception/Design of study: N.M.E.İ.; Data Acquisition: H.İ.; Data Analysis/Interpretation: H.İ.; Drafting Manuscript: B.P.; Critical Revision of Manuscript: B.P.; Final Approval and Accountability: H.İ.

## Kaynakça/References

- Abdlaziz, R. A., Rahim, K. A., & Adamu, P. (2016). Oil and food prices co-integration nexus for Indonesia: A non-linear autoregressive distributed lag analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(1), 82-87.
- Adam, P., Rianse, U., Harafah, L. M., Cahyono, E., & Rafiy, M. (2016). A model of the dynamics of the effect of world crude oil price and world rice price on Indonesia’s inflation rate. *Agris on-line Papers in Economics and Informatics*, 8, 3-12.
- Adeosun, O. A., Olayeni, O. R., & Ayodele, O. S. (2021). Oil-food price dynamics in an oil-dependent emerging economy. *International Journal of Energy Sector Management*, 15(1), 36–57.
- Adil, S., Bhatti, A. A., Waqar, S., & Amin, S. (2020). Unleashing the indirect influence of oil prices on food prices via exchange rate: New evidence from Pakistan. *Journal of Public Affairs*, 1–8.
- Akçağlayan, A. (2021). Ham Petrol Fiyatlarından Gıda Fiyatlarına Asimetrik Geçişkenlik: Türkiye Örneği. *Bankacılar Dergisi*, 118, 18–30.
- Algan, N., İçen, E., & Serin, D. (2016). Enerji Fiyatlarının Dünya Gıda Fiyatları Üzerine Etkisi : Bir Sınır Testi Yaklaşımı. *International Conference on Eurasian Economies*, 794–800.
- Algan, N., İçen, E., & Serin, D. (2021). Petrol Fiyatının Gıda Fiyatları Üzerine Asimetrik Etkisi: Türkiye Örneği. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 30(1), 11–21.
- Alghalith, M. (2010). The interaction between food prices and oil prices. *Energy Economics*, 32(6), 1520-1522.
- Altıntaş, H. (2016). Petrol Fiyatlarının Gıda Fiyatlarına Asimetrik Etkisi: Türkiye için NARDL Modeli Uygulaması. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 14(4), 1–24.

- Aytekin, M., & Hatırlı, S. A. (2021). Türkiye’de İşlenmemiş Gıda Enflasyonunu Etkileyen Faktörlerin Analizi: ARDL Yaklaşımı. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*, 8(3), 203–216.
- Baek, J., & Koo, W. W. (2010). Analyzing factors affecting U.S. food price inflation. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 58(3), 303–320.
- Bala, U., Abdullahi, M. M., Sciences, M., Campus, Y., & State, B. (2019). The Impacts of Oil Price and Exchange Rate on Food Prices in Nigeria. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 10(8), 51–56.
- Baumeister, C., & Kilian, L. (2014). Do oil price increases cause higher food prices?. *Economic Policy*, 29(80), 691-747.
- Bayramoğlu, A. T., Çetin, M., & Karabulut, G. (2016). The Impact of Biofuels Demand on Agricultural Commodity Prices: Evidence from US Corn Market. *Journal of Economics*, 4(2), 189-206.
- Cao, Y., & Cheng, S. (2021). Impact of COVID-19 outbreak on multi-scale asymmetric spillovers between food and oil prices. *Resources Policy*, 74, 102364.
- Chen, D., Gummi, U. M., Lu, S. B., & Mu’azu, A. (2020). Modelling the impact of oil price fluctuations on food price in high and low-income oil exporting countries. *Agricultural Economics*, 66(10), 458–468.
- Chen, S. S. (2009). Oil price pass-through into inflation. *Energy Economics*, 31(1), 126-133.
- Chen, S. T., Kuo, H. I., & Chen, C. C. (2010). Modeling the relationship between the oil price and global food prices. *Applied Energy*, 87(8), 2517–2525.
- Cheng, S., & Cao, Y. (2019). On the relation between global food and crude oil prices: An empirical investigation in a nonlinear framework. *Energy Economics*, 81, 422–432.
- Cherif, H. H., Chen, Z., & Ni, G. (2021). Modelling the symmetrical and asymmetrical effects of global oil prices on local food prices: A MENA region application. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 65499–65512.
- Chowdhury, M. A. F., Meo, M. S., Uddin, A., & Haque, M. M. (2021). Asymmetric effect of energy price on commodity price: New evidence from NARDL and time frequency wavelet approaches. *Energy*, 231(120934), 1–14.
- Çınar, G., & Hushmat, A. (2016). Impact of Volatility of World Oil Prices on Turkey’s Food Prices: GARCH Approach. *Küresel İktisat ve İşletme Çalışmaları Dergisi*, 5(9), 1–8.
- Damba, O. T., Birinci, A., & Bilgiç, A. (2019). Gana’da Seçilmiş Gıda Fiyatları İle Makroekonomik Değişkenler Arasındaki Kısa ve Uzun Dönem İlişkinin Tahmini. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(1), 92–105.
- Demir, Y. (2022). Küresel Enerji ve Gıda Fiyatlarının Türkiye’de Enflasyona Etkisinin Zamanla Değişen Nedensellik Analiziyle İncelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 13(33), 189–203.
- Dickey, D. ve Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root, *Econometrica*, 49, 1057-1072.
- Ding, S., & Zhang, Y. (2020). Cross market predictions for commodity prices. *Economic Modelling*, 91, 455–462.
- Emam, H. A. (2021). Interest rate setting in Egypt: A NARDL Approach for Estimating Backward-Looking Monetary Policy Reaction Function. *Applied Economics*, 53(57), 6655-6669.



- Ertuğrul, H. M., & Seven, Ü. (2021). Dynamic spillover analysis of international and Turkish food prices. *International Journal of Finance & Economics*, 1-11.
- Esmaceli, A., & Shokoohi, Z. (2011). Assessing the effect of oil price on world food prices: Application of principal component analysis. *Energy Policy*, 39(2), 1022–1025.
- Eştürk, Ö., & Albayrak, N. (2018). Tarım Ürünleri-Gıda Fiyat Artışları ve Enflasyon Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 147-158.
- FAO Cereal Supply and Demand Brief, World Food Situation, Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb>
- Figuerola-Ferretti, I., McCrorie, J. R., & Paraskevopoulos, I. (2020). Mild explosivity in recent crude oil prices. *Energy Economics*, 87, 104387.
- Fowowe, B. (2016). Do oil prices drive agricultural commodity prices? Evidence from South Africa. *Energy*, 104, 149–157.
- Gilbert, C. L. (2010). How to Understand High Food Prices. *Journal of Agricultural Economics*, 61(2), 398–425.
- Gökçe, C. (2021). Petrol Fiyatı ve Döviz Kurunun Gıda Fiyatları Üzerine Asimetrik Etkisi: Türkiye Örneği. *Business and Economics Research Journal*, 12(3), 599–611.
- Granger, C. W., & Yoon, G. (2002). Hidden Cointegration. University of California, *Discussion Paper*, 1-48.
- Güngör, S., & Erer, D. (2022). Türkiye’deki Gıda Fiyatları İle Petrol Fiyatları Ve Döviz Kuru Arasındaki Doğrusal Olmayan İlişkinin İncelenmesi: Zamanla-Değişen Parametrelili VAR Modelleri. *Alanya Akademik Bakış*, 6(2), 2481–2497.
- Harri, A., Nalley, L., & Hudson, D. (2009). The relationship between oil, exchange rates, and commodity prices. *Journal Of Agricultural and Applied Economics*, 41(2), 501-510.
- Hasan, A. N., & Masih, M. (2018). Determinants of food price inflation : evidence from Malaysia based on linear and nonlinear ARDL. *Munich Personal RePEc Archive*, 91517, 1–26.
- Hatzenbuehler, P. L., Abbott, P. C., & Foster, K. A. (2016). Agricultural commodity prices and exchange rates under structural change. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 204-224.
- Hau, L., Zhu, H., Huang, R., & Ma, X. (2020). Heterogeneous dependence between crude oil price volatility and China’s agriculture commodity futures: Evidence from quantile-on-quantile regression. *Energy*, 213(118781), 1–19.
- Hodrick, R. J & Prescott, E. C. (1997). Postwar US Business cycles: An Empirical Investigation, *Journal of Money, Credit and Banking*, 24, 1 – 16.
- Ibrahim, M. H. (2015). Oil and food prices in Malaysia: a nonlinear ARDL analysis. *Agricultural and Food Economics*, 3(2), 1–14.
- IEA, International Energy Agency, Retrieved from <https://www.iea.org/data-and-statistics>, on 04.05.2022.
- Jebabli, I., Arouri, M., & Teulon, F. (2014). On the effects of world stock market and oil price shocks on food prices: An empirical investigation based on TVP-VAR models with stochastic volatility. *Energy Economics*, 45, 66–98.
- Kara, H., & Öğünç, F. (2012). Döviz kuru ve ithalat fiyatlarının yurt içi fiyatlara etkisi. *İktisat İşletme ve Finans*, 27(317), 9-28.
- Karacan, R., & Yardım Kılıçkan, Z. (2018). Türkiye’de enflasyonun, petrol fiyatları, döviz kuru açısından değerlendirilmesi. *Turkish Studies*, 13(23), 185-194.

- Karakotsios, A., Katrakilidis, C., & Kroupis, N. (2021). The dynamic linkages between food prices and oil prices. Does asymmetry matter?. *The Journal of Economic Asymmetries*, 23 (e00203), 2-10.
- Karataş, A.S. (2018). *Taylor Kuralı: Türkiye için Asimetrik Etkilerin Testi*, Yüksek Lisans Tezi, Adana, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kargbo, J. M. (2000). Impacts of monetary and macroeconomic factors on food prices in eastern and southern Africa. *Applied Economics*, 32(11), 1373–1389.
- Karaoğlu, N., & Demirel, B. (2021). Asymmetric Exchange Rate Pass-Through into Inflation in Turkey: A NARDL Approach. *Fiscaoeconomia*, 5(3), 845-861.
- Korkmaz, S., & Bayır, M. (2015). Döviz Kuru Dalgalanmalarının Yurtiçi Fiyatlara Etkisi. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(4), 69-85.
- Krätschell, K., & Schmidt, T. (2012). Long-Run Trends or Short-Run Fluctuations – What Establishes the Correlation between Oil and Food Prices? *SSRN Electronic Journal*, 1–15.
- Kutlu, Ş. Ş. (2021). Türkiye’de Gıda Enflasyonunun Belirleyicileri: SVAR Modelinden Kanıtlar. *EKEV Akademi Dergisi*, 25(87), 581–589.
- Long, S., & Liang, J. (2018). Asymmetric and nonlinear pass-through of global crude oil price to China’s PPI and CPI inflation. *Economic Research*, 31(1), 240-251.
- Meyer, D. F., Sanusi, K. A., & Hassan, A. (2018). Analysis of the asymmetric impacts of oil prices on food prices in oil-exporting developing countries. *Journal of International Studies*, 11(3), 82–94.
- Nazlioglu, S., & Soytaş, U. (2011). World oil prices and agricultural commodity prices: Evidence from an emerging market. *Energy Economics*, 33(3), 488–496.
- Nazlioglu, S., & Soytaş, U. (2012). Oil price, agricultural commodity prices, and the dollar: A panel cointegration and causality analysis. *Energy Economics*, 34(4), 1098-1104.
- Nusair, S. A. (2021). The Asymmetric Effects of Exchange Rate Changes on Output: Evidence from Asian Countries. *The International Trade Journal*, 1-26.
- Olayungbo, D. O. (2021). Global oil price and food prices in food importing and oil exporting developing countries: A panel ARDL analysis. *Heliyon*, 7 (e06357), 1–10.
- Özdamar, G. (2015). Türkiye Ekonomisinde Döviz Kuru Geçiş Etkisi: ARDL-Sınır Testi Yaklaşımı Bulguları. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 15(32), 66-97.
- Pal, D., & Mitra, S. K. (2018). Interdependence between crude oil and world food prices: A detrended cross correlation analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 492, 1032–1044.
- Pala, A. (2013). Structural breaks, cointegration, and causality by VECM analysis of crude oil and food price. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3(3), 238–246.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Rafiq, S., Salim, R., & Bloch, H. (2009). Impact of crude oil price volatility on economic activities: An empirical investigation in the Thai economy. *Resources policy*, 34(3), 121-132.
- Ranov, Z., & Baimaganbetov, S. (2018). Petrol Fiyatlarındaki Değişimlerin Gıda Fiyatları Üzerindeki Etkisi: Kazakistan Örneği. In *Economics, Finance and Energy*, 105-117.

- Roboredo, J. C., & Ugando, M. (2014). US dollar exchange rate and food price dependence: Implications for portfolio risk management. *The North American Journal of Economics and Finance*, 30, 72-89.
- Roman, M., Górecka, A., & Domagała, J. (2020). The linkages between crude oil and food prices. *Energies*, 13(6545), 1–18.
- Shin, Y., Yu, B., & Greenwood-Nimmo, M. (2014). Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework. In *Festschrift in honor of Peter Schmidt*, Springer, New York, 281-314.
- Sun, T. T., Su, C. W., Mirza, N., & Umar, M. (2021). How does trade policy uncertainty affect agriculture commodity prices?. *Pacific-Basin Finance Journal*, 66 (101514), 1-13.
- Şahin, D., & Durmuş, S. (2019). Türkiye’de reel efektif döviz kuru, ihracat ve ithalat arasındaki nedensellik ilişkisinin analizi. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 210-223.
- TCMB, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası, Elektronik Veri Dağıtım Sistemi, Erişim Tarihi: 04.05.2022, Erişim Adresi: <https://evds2.tcmb.gov.tr/index.php?evds/serieMarket>.
- Tekeoğlu, M., Çiftçi, H., İşcan, E., & Serin, D. (2017). İklim Değişikliğinin Gıda Fiyatları Üzerine Etkisi : OECD Örneği. *International Conference on Eurasian Economies*, 199–205.
- Turna, Y. , Eşmen, S. & Turna, B. (2022). Türkiye’ de Döviz Kurunun Enflasyon Etkisi ve Fiyat Yapışkanlıkları: NARDL Yaklaşımı . *İzmir İktisat Dergisi* , 37(2) , 522-535.
- Utuklu, U., & Ekinci, R. (2016). Uluslararası petrol ve gıda fiyatlarından iç fiyatlara asimetrik ve doğrusal olmayan fiyat geçişkenliği: Türkiye için NARDL modeli bulguları. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (617), 9-22.
- Wang, Y., Wu, C., & Yang, L. (2014). Oil price shocks and agricultural commodity prices. *Energy Economics*, 44, 22-35.
- Wong, K. K. S., & Shamsudin, M. N. (2017). Impact of crude oil price, exchange rates and real GDP on Malaysia’s food price fluctuations: Symmetric or asymmetric? *International Journal of Economics and Management*, 11(1), 259–275.
- Yating, Y., Mughal, N., Wen, J., Ngan, T. T., Ramirez-Asis, E., & Maneengam, A. (2022). Economic performance and natural resources commodity prices volatility: Evidence from global data. *Resources Policy*, 78, 102879.
- Zhang, Z., Lohr, L., Escalante, C., & Wetzstein, M. (2010). Food versus fuel: What do prices tell us? *Energy Policy*, 38(1), 445–451.
- Zmami, M., & Ben-Salha, O. (2019). Does oil price drive world food prices? Evidence from linear and nonlinear ARDL modeling. *Economies*, 7(12), 1–18.



## Ekonomik Faaliyet Kollarında COVID-19 Pandemi Etkisinin Çok Boyutlu Ölçekleme ve K-Ortalamalar Kümeleme Analiziyle İncelenmesi

### Investigating the Impact of the COVID-19 Pandemic on Economic Activities Using Multidimensional Scaling and K-Means Clustering Analysis

Muhammet Atalay\* 

#### Öz

COVID-19 pandemisinin tüm dünyaya yayılmasıyla ekonomik faaliyetlerde küresel bazda önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Türkiye bu durumdan global ve lokal bazda önemli düzeyde etkilenen ülkelerdendir. Çeşitli ekonomik faaliyet kollarında iş yeri ve istihdam sayıları bu etkinin gözlenebildiği önemli göstergelerdendir. Bu çalışmada; pandeminin hemen öncesi (2019 yılı) ile hızlı ve yoğun olarak görüldüğü erken dönem (2020 yılı) iş yeri sayıları ve zorunlu sigortalı çalışan sayıları, iller bazında incelenerek faaliyet kollarına göre pandeminin etkisinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Yöntem olarak istatistiksel veri analizi ve veri madenciliği tekniklerinden çok boyutlu ölçekleme ve kümeleme analizleri kullanılmıştır. Bu yöntemler yardımıyla elde edilen bulgular görselleştirilmiş ve çalışmanın amacı doğrultusunda yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, iki yılın verileri karşılaştırıldığında, toplamda iş yeri sayısı ve zorunlu sigortalı çalışan sayısının arttığı görülmüştür. Faaliyet kolları bazında sonuçlar incelendiğinde değişimlerdeki pandemi etkisi göze çarpmaktadır. Mobiliteye dayalı ve pandemi tedbirlerinin engellediği faaliyet alanlarının iş yeri ve çalışan sayısı bakımından azalma yönünde etkilendiği görülmüştür. Öte yandan bu kısıtlamaların özellikle perakendecilik sektörlerini dijital ortamlara taşıyarak e-ticarette büyümeye sebep olması, posta ve kargo faaliyetlerinde yüksek oranlı artışa neden olmuştur. Bunun yanı sıra evde bakım faaliyetlerinin de pandemi etkisiyle en fazla artışın olduğu kollardan olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

#### Anahtar Kelimeler

Çok Boyutlu Ölçekleme, Kümeleme, K-Ortalamalar, Veri Görselleştirme, Ekonomik Faaliyetler

#### Abstract

With the spread of the COVID-19 pandemic all over the world, significant changes have occurred globally with regard to economic activities. Turkey is one of the countries to be affected by this situation on a global and local basis. The number of workplaces and employment in various segments of economic activity are important indicators through which this impact can be observed. These changes have occurred locally in different regions and different lines of business. This study aims to reveal the pandemic's impact by examining by province the number of workplaces and number of employees with compulsory insurance just before the pandemic (2019) and in the pandemic's early period in 2020 when it was seen spread rapidly and intensely. The study uses multidimensional scaling and clustering analyses from the statistical data analysis and data mining techniques as the research methods. The findings obtained with these methods have been visualized and interpreted in line with the purpose of the study. When comparing the data of these

\* **Sorumlu Yazar:** Muhammet Atalay (Dr. Öğr. Üyesi), Kırklareli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler ABD, Kırklareli, Türkiye E-posta: atalay@klu.edu.tr ORCID: 0000-0003-3960-500X

**Atf:** Atalay, M. (2022). Ekonomik faaliyet kollarında COVID-19 pandemi etkisinin çok boyutlu ölçekleme ve k-ortalamalar kümeleme analiziyle incelenmesi. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 37, 171-198. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.37.1035240>

two years in accordance with the obtained results, the number of workplaces and the number of employees with compulsory insurance were seen to have increased overall. When examining the results on the basis of operating segments, the pandemic is seen to have had a striking impact with regard to the changes, with the operation segments based on mobility and on those prohibited by the pandemic measures being observed to have been affected by a decrease in terms of the numbers of workplaces and employees. Meanwhile, these restrictions led to growth in e-commerce, particularly by moving retail sectors to digital environments, and this caused a high rate of increase in postal and cargo activities. Home care activities were additionally concluded to be among the segments with the highest increase due to the pandemic's effects.

**Keywords**

Multidimensional Scaling, Clustering, K-Means, Data Visualization, Economic Activity

***Extended Summary***

COVID-19 has affected the whole world economically in addition to human health. The measures taken have completely changed social and economic life, with many sectors having been forced to stop or slow down due to restrictions. Turkey is one of the countries whose economy has most felt the effects of the global pandemic. These effects were observed to manifest in different ways with regard to the line of business and sector. While some branches of activity have experienced expansion, others may have experienced contraction. These changes have also had global as well as local effects. When considering that the disease came to the fore in the world as of the end of 2019, examining 2020 in comparison with 2019 will allow the first effects of the crisis to be seen.

This study aims to take a different view of the changes experienced by the Turkish economy due to the impact of the COVID-19 pandemic based on the number of workplaces and the number of employees with compulsory insurance with respect to province for the years 2019 and 2020. Turkey has regions with different characteristics due to its geographical and economic structure. The economic activity structure of each province may differ, and the local effects are thought to be revealable by examining the provinces.

This study uses the statistical data analysis and data mining techniques of multidimensional scaling and clustering analyses with the support of data visualization as the research methods. The cross-industry standard process for data mining (CRISP-DM) model was used in the design of the study's method section. The steps of CRISP-DM are as follows: 1) define the problem, 2) understand the data, 3) prepare the data, 4) set up the model, 5) evaluate and select the model, and 6) apply the model.

The study's dataset consists of the variables of the number of workplaces in the economic operating segments and the number of insured workers with respect to each of Turkey's provinces. The study used the data published by the Republic of Turkey Social Security Institution (SGK) for the years 2019 and 2020. When comparing the data from the two years, the numbers of workplaces and employees with compulsory insurance are seen to have increased overall.

The steps taken while preparing the data for analysis are as follows: Because some provinces have no workplaces regarding certain operating segments, missing data were first arranged. For this purpose, the data for the operating segments were first obtained without omitting any of these areas by collecting the information for the segments where data were available in each province. In addition, operating segments with missing data were deleted and a data set was obtained with the remaining 47 operating segments. Because the aim of the study is to examine the changes that occurred in the operating segments due to COVID-19's impact, new variables were obtained by transforming these datasets and dividing the 2020 values with the 2019 values. The new datasets obtained with these ratios were used in the multidimensional scaling and clustering analyses.

Multidimensional scaling (MDS) is a multivariate data analysis approach used to visualize similarities and uniqueness between samples by turning units into points and plotting them on k-dimensional graphs. The MDS algorithm takes as input data a similarity or differences/dissimilarity matrix representing the distances between pairs of objects. In cases where this matrix (i.e., the distance matrix) can be obtained, metric scaling can be performed. In metric scaling, the original distances between objects and the distances on the map that have been calculated by scaling are scaled the same. This study has preferred the Euclidean Squared distance metrics.

Cluster analysis is a method that aims to group objects or variables in the data matrix according to the values they take. When clustering, the distance or similarity matrix is first created using the distance and similarity measures from the data matrix. Clusters are then created using the determined clustering method. Clustering methods are divided into hierarchical and non-hierarchical. In non-hierarchical methods, the number of clusters is determined in advance, and a single optimal clustering result is obtained according to the number of clusters determined using distance or similarity measures. This study uses the k-means algorithm, which is one of these methods. The Euclidean Squared distance metric was used as the metric distance. In this way, the study aims to use the outputs from the two analyses by overlapping them.

The analyzes were interpreted through visual mappings obtained in 2-dimensional space. In addition, the findings were made more understandable by comparing them with the values in the data set. According to the analysis findings, the pandemic has had a striking impact with regard to operating segments. The numbers of workplaces and employees were observed to have decreased with regard to the operating segments that are based on mobility or that had been prohibited due to pandemic restrictions and measures. The measures that were taken were determined to have caused high increases in postal and cargo operations as well as home care operations.

## Giriş

Dünyanın bir bölümünde veya genelinde yaşanan olağanüstü olaylar, küresel etkilere neden olarak tüm ülkelerin ekonomilerini etkileyebilmektedir. Savaşlar, askeri veya siyasi gerginlikler, finansal krizler, enerji sorunları, iklim sorunları, kıtlıklar ve salgın hastalıklar ekonomileri küresel bazda etkileyen önemli olağanüstü durumlara örnektir. 2019 yılı aralık ayında Çin'in Wuhan kentinde tespit edildikten sonra kısa sürede dünyanın büyük bir kısmını etkisi altına alan, 11 Mart 2020'de WHO tarafından pandemi olarak ilan edilen ve iki yıldan uzun bir süre etkisini sürdüren COVID-19 koronavirüs hastalığı, tüm dünyayı insan sağlığı yanında ekonomik olarak da etkilemiştir. Alınan önlemler toplumsal ve ekonomik hayatı baştan aşağı değiştirmiş, kısıtlamalarla birlikte pek çok sektör durmaya veya yavaşlamaya mecbur kalmıştır. Dünya çapında üretimde daralmalar yaşanmış, küresel ekonomik faaliyetler yavaşlamıştır. Üretim ve tüketim kalıpları bozularak piyasalarda anormal gelişmeler gerçekleşmiştir. Küresel finans piyasaları da yaşanan olağanüstü duruma farklı çaplarda tepkiler vermektedir (McKibbin & Fernando, 2020, s. 45). Ülkelerin para birimleri, sanal para birimleri, sermaye piyasaları, kıymetli maden ve petrol fiyatları gelişmelerden etkilenecek dalgalanmalar yaşanmıştır. Öte yandan bir ekonomik krize dönüşen bu duruma karşı olası siyasi ve ekonomik tepkilerin; önceki etkilerin onarımı, ekonomik büyümenin önündeki engellerin kaldırılması, yeşil toparlanma ve dönüştürücü ekonomik yeniden yapılanma şeklinde olacağı öngörülmektedir (Sandbrook, Gómez-Baggethun, & Adams, 2020). Birçok insanın işsiz kaldığı süreçte hükümetler ekonomik önlemler yanında sosyal güvenlik politikaları geliştirmişlerdir. Uzaktan ve hibrit çalışma gibi yeni çalışma modelleri, işletmelerde teknolojilerin kullanımını artırarak dijitalleşmeye hızla uyum sağlamalarına imkân sağlamış ve yeni ekonomik gelişmelere önayak olmuştur.

Türkiye, ekonomisi küresel salgının etkilerini en fazla hisseden ülkelerden biridir. Birçok mali ve parasal önlem uygulanmış ancak salgın öncesinde ekonominin sahip olduğu sorunlara ilaveten özellikle Türk lirasının değer kaybetmesi, yüksek enflasyon ve işsizlik gibi hızla gelişen olumsuz sonuçlar gözlenmektedir (Sertkaya & Baş, 2021). Bu etkilerin iş kolları ve sektörler bazında farklı şekillerde tezahür ettiği görülmektedir. Bazı faaliyet kollarında genişleme yaşanırken bazılarında daralma yaşanabilmektedir. Bu durum -normalin dışında- yeni açılan veya kapanan işyerleri sayısı ve istihdam sayılarında değişimler anlamına gelmektedir. Elbette bunların global olduğu kadar yerel etkileri de bulunmakta ve farklılıklar arz etmektedir. Örneğin turizm faaliyetlerinin yoğun olduğu bölgeler ulaşımda yaşanan engellemelerin çok yoğun etkisiyle karşılaşmıştır (Bahar & Çelik İlal, 2020). Genel olarak ise COVID-19 pandemisi tarım, hizmetler sektörü (eğitim, finans, turizm başta olmak üzere) ve endüstriyel faaliyetlerde ciddi ekonomik etkiler yaratmıştır. Yaşanan olumsuz gelişmelere karşı hükümet, özellikle sosyal kısıtlamaların esnasında, vatandaşları ve işletmeleri desteklemek için bütçeden önemli miktarda kaynak



aktarıldığını bildirmiştir. Sektörler bazında vergi indirimi, sübvansiyonlar, istihdam destekleri, kredi olanakları gibi çeşitli araçlarla ekonomik faaliyetler yaşanan krizden korunmaya çalışılmıştır.

Pandeminin hızlı ve yoğun bir şekilde etkisini gösterdiği 2020 yılına ait göstergeler önceki yıllarla karşılaştırılarak ekonomide yaşanan değişim gözlenebilecektir. Hastalığın dünyada 2019 yılı sonu itibarıyla gündeme geldiği düşünüldüğünde, 2020 yılının 2019 yılı ile karşılaştırılarak incelenmesi krizin ilk etkilerini görmeyi sağlayacaktır. Ekonomik değişimlerin kısa ve uzun vadeli sonuçlarının devam edeceği apaçık olduğuna göre, bu etkilerin saptanması alınacak önlemler veya yakalanacak fırsatlar anlamında önemlidir. Türkiye'nin coğrafi ve ekonomik yapısı itibarıyla farklı özellikler taşıyan bölgeleri bulunmaktadır. Her ilin ekonomik faaliyet yapısı farklılık arz edebilmekte olup yerel etkinin iller bazında ortaya çıkarılabileceği düşünülmektedir. Bu çalışma, 2019 ve 2020 yıllarına ait iller bazında faaliyet kollarına göre iş yeri sayıları ve zorunlu sigortalı çalışan sayıları üzerinden, Türkiye ekonomisinin COVID-19 pandemisi etkisiyle yaşadığı değişime farklı bir bakış gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Yöntem olarak istatistiksel veri analizi ve veri madenciliği tekniklerinden olan çok boyutlu ölçekleme ve kümeleme analizleri kullanılacaktır. Bu yöntemler veriyi görselleştirerek altında yatan ilişki, örüntü veya yapının anlaşılır hale gelmesine yardımcı olmaktadır (Çelik & Akdamar, 2018; Gorodov & Gubarev, 2013). Bu eksende çalışmanın amacı, ekonomik faaliyet kollarına ait veriler yardımıyla, Türkiye'deki iller bazında ve faaliyet kolları bazında 2019 ve 2020 yılları için yaşanan değişimin kümeleme ve çok boyutlu ölçekleme yöntemlerinin bulguları görselleştirilerek ortaya çıkarılmasıdır. Araştırmada istatistik ve veri madenciliği yöntemleri veri görselleştirme ile sentezlenerek sunulacaktır.

Çalışmanın bundan sonraki ilerleyişi şöyledir: Önce konuyla ilgili yapılmış çalışmalar taranacak ve çalışmanın literatürde tamamlayacakları ortaya konacaktır. Sonrasında araştırmada kullanılan veri ve yöntem tanıtılacaktır. Ardından analiz bulguları verilecek ve son olarak bulgular tartışılarak çıkarılan sonuçlar paylaşılacaktır.

### **Literatür İncelemesi**

Kümeleme ve çok boyutlu ölçekleme ile yapılan analizler ekonomi ve işletme araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye'deki illerin farklı kümeleme yöntemleri yardımıyla gruplandırıldığı çalışmalarda; kredi kullandırma düzeyleri bakımından k-ortalamlar yöntemiyle (Tekin & Temelli, 2020b), vergi gelirleri açısından k-ortalamlar yöntemi ve diskriminant analiziyle (Allahverdi & Alagöz, 2019), turizm verilerine göre Ward yöntemiyle (Atalay, 2019), sağlık göstergeleri bakımından k-ortalamlar yöntemiyle (Çelik, 2013) ve Ward yöntemiyle (Tekin, 2015), yıllık konut satış sayıları ve konut satışlarını etkileyen faktörler bakımından SWOT analizi ve panel veri kümeleme analiziyle (Çelik &

Kıral, 2018), bankacılık hizmetlerine erişim ve kullanım göstergeleri bakımından ortalama bağlantı yöntemiyle (Sarigül, 2014) incelenmiştir. Sektörel bazda yapılan çalışmalarda da kümeleme analizi yaygın olarak kullanılmaktadır. Tekin & Temelli (2020a) Türkiye’de faaliyet gösteren ticari bankaları yedi farklı sermaye yeterlilik rasyosuna göre kümelemişler ve benzerliklerini incelemişlerdir. Borsa İstanbul’da farklı sektör endeksleri içinde yer alan hisse senetlerini geçmiş fiyat verilerine göre kümeleyen Gazel & Akel (2018) hiyerarşik kümeleme yöntemlerini kullanılmışlar ve Ward yönteminin BIST100’deki sektör sınıflandırmasına en benzer sonuçları verdiğini bulmuşlardır. Hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan üç kümeleme yönteminin birlikte kullanıldığı çalışmada (Tekin, 2018) finansal göstergeler kullanılarak Borsa İstanbul’da işlem gören 69 hisse senedi gruplandırılmış; Ward, k-ortalamlar ve iki adımlı kümeleme yöntemleri ile benzer kümeleme sonuçlarına ulaşılmıştır. Çeşitli faaliyet alanlarında bulunan işyerleri ve sigortalı çalışan sayıları yardımıyla illerin Canopy kümeleme algoritmasıyla incelendiği çalışmada (Başdeğirmen & Yalçiner Çal, 2021), 2019 yılı verileri kullanılarak Türkiye’de 80 il ve 89 faaliyet grubu için illerin altı gruba ayrıldığı sonucuna varılmıştır. Çalışmada işyeri ve zorunlu sigortalı sayıları bazında illerin oluşturduğu kümelerde en fazla faaliyette bulunan sektörler de belirlenmiştir.

Yerleşim birimlerinin çeşitli değişkenler bakımından birbirlerine göre konumlarını inceleme ve aralarındaki benzerlik veya farklılıkları ortaya koyma amacıyla çok boyutlu ölçekleme yöntemine çalışmalarda sıkça rastlanmaktadır. Türkiye’deki illerin farklı çalışmalarda; hayvancılık istatistikleri (Çelik, 2015), turizm verileri (Çakır Zeytinoğlu & Sadıç, 2013), (Kuvat, 2021), suç istatistikleri (Tüzüntürk, 2009), kamu hizmetleri memnuniyet düzeyi ölçümleri (Şenaras & Çetin, 2017), sosyoekonomik gelişmişlik göstergeleri (Arı & Hüyüktepe, 2019), tarımsal üretim ve kredi performansı (Adanacıoğlu, Artukoğlu, & Güneş, 2017), sağlık hizmetleri kapasite değişkenleri (Ataş & Gündüz, 2020), toplumsal cinsiyet ve toplumsal yapı değişkenleri (Koçak, 2021), tarımsal makine parkları ile tarımsal mekanizasyon düzeyleri (Çukur, Saner, & Güler, 2010) bakımından çok boyutlu ölçekleme analiziyle incelendiği görülmektedir. İller bazında yapılan çalışmalar yanında ülkeler, uluslararası örgütler, bölgeler gibi birimlere göre de analizler yapılmaktadır. Bülbül ve Köse (2009) Türkiye’deki 12 bölgeyi demografik özellikler, sosyoekonomik göstergeler ve göç verileri bakımından çok boyutlu ölçekleme analiziyle iki ve üç boyutlu geometrik gösterimle konumlandırarak bölgeler arası göç hareketliliğini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre İstanbul ve Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi diğer bölgelerden ayrılmakta, Akdeniz ile Ege Bölgesi, Batı Marmara, Doğu Marmara ve Batı Anadolu Bölgeleri birbirlerine benzerlik göstermektedir. Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin sağlık göstergelerine göre incelendiği çalışmada (Sığırlı, Ediz, Cangür, Ercan, & Kan, 2006) ülkelerin, iki boyutlu uzayda üç gruba ayrıldığı ve Türkiye’nin dahil olduğu grupta bulunanların diğerlerinden sağlık harcamaları ve milli gelirden ayrılan pay değişkenlerine göre farklılaştığı bulunmuştur. Benzer bir

çalışma (Horozoğlu, Hallaç, & Sığırlı, 2017) AB üye ülkelerle birlikte aday ülkeleri dahil edilerek yapılmış ve mortalite hızı değişkeninin önemi vurgulanmıştır. Türkiye ve OECD ülkelerinin işgücü ve istihdam göstergeleri bakımından karşılaştırıldığı çalışmada (Beyhan Acar, 2018) ise çok boyutlu ölçeklemeyle elde edilen iki boyutlu uzayda Türkiye'nin ele alınan değişkenler bakımından diğer ülkelerden farklılaştığı görülmüştür. Enflasyon, ithalat ve ihracat verilerine göre Türkiye'nin OECD ülkeleri arasındaki konumunu araştıran Önay (2015), incelenen sekiz yıllık dönemde Türkiye'den en farklı ülkelerin Lüksemburg ve Japonya, en benzer ülkelerin Meksika ve İzlanda olduğu sonucuna ulaşmaktadır.

Kümeleme ve çok boyutlu ölçekleme yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmalarda, incelenen birimlerin gruplandırılması ve bu grupların görselleştirilmesi için iki yöntem sentezlenerek analizler yapılmaktadır. AB üyesi 28 ülke ve Rusya Federasyonu için Uluslararası Dijital Ekonomi ve Toplum İndeksinin (I-DESI) beş temel boyutu kullanılarak yapılan çalışmada veri seti önce temel bileşenler analizi ile iki boyuta indirgenmekte, ardından ülkeleri gruplandırmak için kümeleme, bu grupları ve ülkeleri düzlemde görselleştirmek için çok boyutlu ölçekleme kullanılmaktadır (Tokmergenova, Bánhidi, & Dobos, 2021). Kümeleme ve çok boyutlu ölçekleme, finansal zaman serileri arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak, bu ilişkilerde yüksek öneme sahip nitelikleri değerlendirmek ve verilerin görsel olarak yorumlanabilmesi için boyut azaltmak amacıyla kullanılabilir (Chen, Rehman, & Vo, 2021). Kentsel hava kalitesi indeksi için dalgacık paket ayrıştırması ve parçacık sürüsü optimizasyonu sonrası tahmin sonuçlarının alt seriler halinde kümeleneğinde çok boyutlu ölçekleme ve k-ortalamalar kümeleme yöntemleri kullanılmış ve önerilen hibrit yöntemin öngörü yeteneğinin mükemmel performans gösterdiği bulunmuştur (Jiang, He, & Tian, 2019). Öğrenci öğrenme özellikleri ve davranışlarıyla ilgili 11 öznelikle yapılan analizde, k-ortalamalar kümeleme, hiyerarşik kümeleme ve medoidler etrafında bölümlenme (PAM) yöntemleriyle elde edilen gruplar çok boyutlu ölçekleme ile görselleştirilmiş ve PAM ve k-ortalamalar kümelemenin hiyerarşik kümelemeye göre daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmiştir (Hussain, Atallah, Kamsin, & Hazarika, 2018). Sosyoekonomik göstergeler bakımından Türkiye'deki illerin bölgesel bazda benzerlik ve farklılıklarını kümeleme ve çok boyutlu ölçekleme analiziyle inceleyen Kılıç, Saraçlı ve Kolukısaoğlu (2011), iki yöntemin sonuçlarının örtüştüğünü bulmuşlardır. Aynı yöntemlerle Türkiye'de sosyoekonomik gelişmişlik ile kamu hizmetlerinden yararlanma göstergelerine göre illerin olası benzerlik ve farklılıklarını inceledikleri çalışmada yazarlar, illerin sosyoekonomik gruplanmalarıyla kamu harcamalarına ait gruplanmalarının yakın sonuçlar verdiğini söylemektedirler (Atılğan Yaşa & Yüzbaşı Künc, 2020). Filiz (2005) illeri sosyoekonomik göstergelere göre gruplandırmak için kümeleme, diskriminant, temel bileşenler ve çok boyutlu ölçekleme analizlerini uygulamıştır. Güler (2021) ipek böcekçiliği üretimi bakımından Türkiye'de bölgeler arası, Aydın ve Başkır (2016) ise sermaye yeterlilik rasyoları bakımından bankalar arası benzerlik ve farklılıkları kümeleme ve çok boyutlu ölçekleme analizi kullanarak araştırmışlardır.

Bu yöntemler yardımıyla yapılan ve COVID-19 pandemi dönemini konu alan çalışmalar da mevcuttur. New Jersey’de COVID-19 vaka sayıları, COVID-19 ile ilişkili ölüm sayıları ve bunların seyri üzerindeki çeşitli yerel sosyoekonomik faktörlerin olası etkisinin araştırıldığı çalışmada, çok boyutlu ölçekleme kullanılarak ilçelerin dağılımları elde edilmiştir (Amaratunga, ve diğerleri, 2021). Analiz ilçeler arasındaki vaka ve ölüm oranlarındaki farklılığın nedeninin sosyoekonomik faktörlerle açıklanabileceğini göstermiştir. Tekin (2020a); bir milyon nüfus başına vaka, test ve ölüm sayıları, bazı finansal göstergelerin değişim oranı ve ülkelerin salgın öncesi sağlık göstergelerinin düzeyi değişkenlerini kullanarak kümeleme analizi gerçekleştirmiş ve COVID-19 salgınının ülkelere etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Hiyerarşik kümeleme ve Ward’s yöntemi kullanılarak yapılan çalışmada, hiyerarşik kümeleme yöntemi ile dört farklı veri seti ile dört farklı kümeleme analizi uygulaması yapılmıştır. Kanada bankalarının sağlık krizi esnasında müşterilerini nasıl desteklediğini hiyerarşik kümeleme ve çok boyutlu ölçekleme ile araştıran çalışmada (Talbot & Ordóñez-Ponce, 2022), kapsamlı eylemler, ihtiyatlı eylemler ve bekle-gör şeklinde politika geliştiren üç banka kümesi belirlenmiştir. Salgınla ilgili ülke bazlı gerçekleşmiş verilerin kullanılarak hiyerarşik kümeleme ve çok boyutlu ölçeklemeyle ülkelerin karşılaştırılması ve verilere dayalı görselleştirilme çalışmaları (Machado & Lopes, 2020; Güre, Kayri, & Şevgin, 2021) mevcuttur. Pandemi sürecinin makroekonomik göstergelerde neden olduğu oynaklığı, makroekonomik göstergelerdeki yüzde değişimleri ve OECD ülkelerinin pandemi sürecinde oynaklıklar açısından benzer eğilimler gösterip göstermediğini araştıran çalışmada (Koç, Kutlar, Gülmez, & Öncel, 2021) kümeleme ve çok boyutlu ölçekleme analizi kullanılarak, her dönem için makroekonomik göstergelerdeki değişim açısından benzer özelliklere sahip ülkeler gruplandırılmış ve bu gruplamanın pandemi sürecinde değişip değişmediği araştırılmıştır. Türkiye, İzlanda, İrlanda, Yeni Zelanda ve Meksika gibi ülkelerin pandemi sırasında ekonomik etki açısından diğer ülkelerden önemli ölçüde farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

COVID-19 pandemisinin Türkiye ekonomisi üzerindeki etkilerini araştıran yayınlar bilim dünyasınca hızla üretilmiştir. Bu çalışmalar makro ve mikro düzeyde çeşitli alanlarda farklı yöntemlerle yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, özellikle turizm ve dış ticarete yüksek oranda bağımlı olan ülkelerin, bu süreçten olumsuz yönde daha fazla etkilendiğini göstermektedir (Fernandes, 2020). Açıkgöz & Günay (2020) pandeminin ekonomik sonuçları ile ilgili güncel raporları ve tartışmaları özetleyerek çıkarımlar yaptıkları çalışmalarında, etkisi uzun sürecek küresel bir ekonomik durgunluk ve daralmanın yaşanacağını, bu durumun pek çok alanda ciddi değişimlere yol açacağını ve krizler yanında fırsatlar da doğurabileceğini söylemektedirler. COVID-19 salgınından en çok etkilenen ilk on ekonomi arasında Türkiye’ye de yer veren Bakırtaş & Ozan (2021), finansal piyasalar, döviz kuru, kamu harcamaları ve enerji fiyatları özelinde makroekonomik göstergeler üzerinden salgının ekonomik etkilerini incelemekte ve ulusal-uluslararası düzeyde politika koordinasyonunu

artırarak COVID-19'un olumsuz ekonomik etkilerinin sınırlandırılabilceği sonucuna varmaktadırlar. Aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 64 ülkede salgının ilk aylarına ait günlük COVID-19 nedenli vaka ve ölümler ile borsa getirileri verilerini panel veri analizi kullanarak inceleyen Ashraf (2020), borsa getirilerinin COVID-19 teyitli vakalardaki büyümeye hızla negatif tepki verdiği sonucuna ulaşmıştır. Yazar bir başka çalışmasında ise hükümetlerin salgın ve etkilerine karşı önlem ve politikalarının borsa getirisi üzerindeki etkisini panel regresyon modeli yardımıyla araştırmıştır (Ashraf, 2020). Türkiye dahil 77 ülke için salgının ilk aylarına ait verilerle elde edilen modele göre, sosyal kısıtlamaların ekonomik aktivite üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle borsa getirileri üzerinde doğrudan olumsuz bir etkisinin olduğu, hastalıkla mücadele önlemleri ve ekonomik destek paketlerinin ise büyük ölçüde olumlu olarak etki ettiği görülmektedir. Tunalı (2020) COVID-19 pandemisinin dünyada ve Türkiye'de ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini değerlendirdiği çalışmasında; pandeminin kontrol altına alınması, etkilenme düzeyleri dikkate alınarak tüm sektörler için teşvik ve desteklerin verilmesi ve uluslararası iş birlikleriyle uygulanacak destekler yoluyla ekonomik sorunların etkilerinin onarılabilceğini söylemektedir. Pandeminin Türkiye'de genel ekonomik faaliyetlere ve hisse senedi borsa endeksine etkisini araştıran Çetin (2020), hisse senetlerinin fiyat performansı olarak Borsa İstanbul BIST100 Endeksi, genel ekonomik faaliyetlerin düzeyi için Satın Alma Yöneticileri Endeksi değişkenlerini çok değişkenli regresyon tekniğiyle modellemiştir. Analiz bulgularına göre, incelenen dönemde pandemi nedeniyle uygulanan kısıtlamaların genel ekonomik faaliyetlerin seviyesini düşürdüğü, hisse senedi fiyatlarını ise etkilemediği anlaşılmaktadır. Salgının dünya ve Türkiye'deki ekonomik ve finansal etkilerini inceleyen Tekin (2020b); bu konuda yapılan çalışmaları derleyerek salgın nedeniyle yaşanan krizin boyutlarını ortaya koymaktadır. Diğer ekonomik krizlere nazaran farklı bir boyutta ve etkide ortaya çıkan krize genel olarak ülkelerin hazırlıksız yakalandığı vurgulanan çalışmada, finans sektöründe en hızlı ve büyük yıkımın ise hisse senedi piyasalarında yaşandığı tespit edilmektedir. Türkiye ekonomisinin de başta finans sektörü olmak üzere olumsuz etkilendiği ve ekonomide risk ve korku ortamının meydana geldiği aktarılmaktadır. COVID-19'un BIST100 ve sektör endeksleri üzerindeki etkisini araştırarak geçmişte yaşanan finansal krizlerle karşılaştırdığı ve yaşanan sürecin bir finansal kriz olup olmadığını tartıştığı çalışmasında Soy Temür (2021), COVID-19'un finansal belirsizliklere yol açarak BIST100'de kısa dönemde düşüşlere yol açtığı, ancak 2000-2001 ve 2007-2008 finansal krizlerine kıyasla bu etkinin çok daha kısa ve az olduğu sonucuna ulaşmaktadır. Çalışmada incelenen dönemlere ait veriler grafikler yardımıyla karşılaştırılmaktadır.

Faaliyet kolları ve sektörler bazında yapılan çalışmalar incelendiğinde, en çok etkilenen sektörlerden olan turizm sektörü üzerine önemli sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Bahar ve Çelik İlal (2020) turizm işletmelerinde pandeminin etkisiyle hijyen ve dijitalleşmenin ön plana çıkacağını, Türkiye ekonomisi içinde %8 civarında istihdam oranına sahip olan sektörün alınacak önlemler ve doğru kriz yönetimi

ile kayıplarını telafi edebileceğini söylemektedirler. Soylu (2020) COVID-19 pandemisinin Türkiye ekonomisinde sektörel etkilerini araştırdığı çalışmasında; ihracat ve turizm gelirlerinde daralmaya, hane halkı tüketim davranışlarında değişime, sanayi üretim endeksi ve gayrisafi sabit sermaye oluşumundaki daralmaya dikkat çekmektedir. Yazar bu daralmadan yatırım odaklı politikalarla çıkılabileceğini öngörmektedir. COVID-19'un Türkiye'de turizm, seyahat ve ulaşım gibi sektörler üzerindeki etkileri için düşen petrol fiyatlarının telafi edici rolünü analiz ettikleri çalışmalarında Aydın & Arı (2020), çok sektörlü hesaplanabilir bir genel denge modeli olan ORANI-G kullanarak, Türkiye'nin ham petrol ithalatına olan bağımlılığının bir telafi olanağı sağlayabileceği sonucuna varmışlardır. Güler & Aydınbaş (2021) COVID-19 sonrası Türkiye'nin istihdam yapısını onarmak için çözüm arayışlarını tartışmaktadırlar. Türkiye ve Çin'in hesapladıkları kısmî doğrudan geri bağlantı katsayılarına Leontief benzerlik testi ile Spearman korelasyon testi uygulamışlardır. Küresel tedarik zincirindeki kopmayı fırsata çevirerek Türkiye'nin; gıda ürünleri imalatı, tekstil imalatı, diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı, inşaat, saz, saman ve benzeri malzemelerden örülerek yapılan eşyalar, bilgisayar, elektronik ve optik ürünlerin imalatı ve elektrikli teçhizat sektörlerinde Çin'e alternatif olabileceği sonucuna ulaşmışlardır. COVID-19 krizi ve 2008 mali krizi kaynaklı tedarik zinciri hasarları arasındaki farklılıkları 35 ülke/bölgede 56 sektör için inceledikleri çalışmalarında Yagi & Managi (2021), sektörlerdeki ekonomik hasarı arz odaklı girdi-çıkıtı (IO) modeli ile tahmin etmektedirler. Buna göre, Türkiye'nin de dahil olduğu bu ülkelerde COVID-19'un dört aylık genel hasarının 2008 krizinin 1,4 katı olduğu anlaşılmaktadır. Türk bankacılık sektöründe COVID-19 pandemi sürecinde etkin ve pasif yönleri, kazanç ve riskleri SWOT analizi ile araştırdığı çalışmasında Yetiz (2021), bankalar tarafından alınan önlemleri, destek paketlerini ve bankacılık faaliyetlerinde güncel durumlara göre değişen hizmetleri açıklamıştır. Salgın sürecinde bankaların kendilerinden beklenen fonksiyonları eksiksiz yerine getirebildiği ve değişen koşullara güvenli bir şekilde hızlıca uyum sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Genel olarak salgının ekonomik etkileri üzerine yapılan çalışmaların makroekonomik göstergeler üzerine yoğunlaştığı, analiz tekniği olarak ekonometrik yöntemlerin daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Faaliyet kolları ve sektörler üzerine yapılan çalışmalarda ise temel betimsel yöntemler takip edilerek genel istatistiksel verilerin yorumlanması üzerine durulduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışma, iş yeri ve sigortalı çalışan sayısı değişkenleri kullanılarak, çok değişkenli veri analizleri yardımıyla hem iller bazında hem faaliyet kolları bazında Türkiye ekonomisi üzerine sonuçlara ulaşmayı amaçlayacaktır. İstatistik, veri madenciliği ve veri görselleştirme uygulamalarının bir arada sunulacağı çalışmanın, bu yönüyle de literatüre ve alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



## Gereç ve Yöntem

Veri madenciliği verilerden anlamlı bilgileri üretme süreci olup, değişkenler arasındaki ilişkilerin, örüntülerin ve kuralların modellenmesi ve keşfedilmesi süreci olarak tanımlanabilir. İstatistik, bilgisayar bilimleri, makine öğrenmesi, veri tabanı yönetimi gibi alanların tekniklerinden bir ya da birkaçı kullanılarak veriden bilgiye erişilir (Albayrak & Koltan Yılmaz, 2009). Bu çalışmanın yöntem kısmının dizaynında Veri Madenciliği-Çapraz Endüstri Standart Süreç Modeli (CRISP-DM) kullanılmıştır. CRISP-DM; problemin tanımlanması, veriyi anlama, veri hazırlama, model kurma, model değerlendirme ve seçimi ile modelin uygulamaya geçirilmesi adımlarından oluşmaktadır (Kartal, Balaban, & Bayraktar, 2021). Tüm analizler R programlama dili kullanılarak RStudio’da gerçekleştirilmiştir (RStudio, 2021; The R Foundation, 2020). Çalışmada kullanılan R paketleri şunlardır: Veriyi analize hazırlama işlemlerinde *readxl*, *dplyr* (Wickham & Bryan, 2019; (Wickham, François, Henry, & Müller, 2020), çok boyutlu ölçekleme ve kümeleme analizlerinde *magrittr*, *ggpubr*, *smacof*, *MASS*, *stats* (Bache & Wickham, 2020; Kassambara, 2020; Leeuw & Mair, 2009; Mair, Groenen, & Leeuw, 2021; Venables & Ripley, 2002; R Core Team, 2022). Problemin tanımlanması önceki bölümlerde tartışıldığı için yöneme veriyi anlama adımından itibaren devam edilecektir.

### Veriyi Anlama

Çalışmanın veri setini, Türkiye’deki illere göre, ekonomik faaliyet bölümlerinde 5510 sayılı Kanununun 4/1-a bendinde düzenlen iş sözleşmesi ile çalışanların bulunduğu işyerlerinin sayısı ve sigortalıların sayısı değişkenleri oluşturmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından yayımlanan 2019 ve 2020 yıllarına ait bu verilere SGK İstatistik Yıllıklarından (SGK, 2021) ulaşılmıştır. Veri setinde her iki yıl için 89 faaliyet bölümüne ait 4-1/a kapsamındaki işyerlerinin sayısı ve sigortalıların sayısı değerleri verilmektedir. Faaliyet bölümleri, ekonomik faaliyetlerin istatistiksel sınıflandırması NACE Rev.2’ ye göre (Eurostat, 2006) oluşturulmuştur ve 81 il için her bir faaliyet bölümüne ait veriler mevcuttur. Bu sınıflandırmada faaliyet kolları kısım, bölüm, grup ve sınıf düzeyinde kodlanmış olup, veri setinde 21 kısımda 89 faaliyet bölümü bulunmaktadır (Tablo 1). Kısımlar harflerle kodlanırken bölümler 01-99 aralığındaki sayılarla kodlanmaktadır. Yalnızca bir faaliyet bölümü (Ev Hizmetlerinde 10 Günden Fazla Çalışanlar) Ek-9 olarak kodlanmakta olup tek başına bir kısım da oluşturduğundan “W” olarak kodlanmıştır.

Tablo 1

Veri Setinde Bulunan Faaliyet Kısımları ve Bölüm Sayıları

Kısım No	Kısım Kodu	Faaliyet Kısımı	Bölüm Kodları	Faaliyet Bölümü Sayısı
1	A	Tarım-Orman-Balıkçılık	01-03	3
2	B	Madencilik ve Taş Ocakçılığı	05-09	5
3	C	İmalat	10-33	24
4	D	Elektrik, Gaz, Buhar ve İklimlendirme Üretimi ve Dağıtımı	35	1
5	E	Su Temini; Kanalizasyon, Atık Yönetimi ve İyileştirme Faaliyetleri	36-39	4
6	F	İnşaat	41-43	3
7	G	Toptan ve Perakende Ticaret; Motorlu Kara Taşıtlarının ve Motosikletlerin Onarımı	45-47	3
8	H	Ulaştırma ve Depolama	49-56	7
9	J	Bilgi ve İletişim	58-63	6
10	K	Finans ve Sigorta Faaliyetleri	64-66	3
11	L	Gayrimenkul Faaliyetleri	68	1
12	M	Mesleki, Bilimsel ve Teknik Faaliyetler	69-75	7
13	N	İdari ve Destek Hizmet Faaliyetleri	77-82	6
14	O	Kamu Yönetimi ve Savunma; Zorunlu Sosyal Güvenlik	84	1
15	P	Eğitim	85	1
16	Q	İnsan Sağlığı ve Sosyal Hizmet Faaliyetleri	86-88	3
17	R	Kültür, Sanat Eğlence, Dinlenme ve Spor	90-93	4
18	S	Diğer Hizmet Faaliyetleri	94-96	3
19	T	Hane Halklarının İşverenler Olarak Faaliyetleri; Hane Halkları Tarafından Kendi Kullanımlarına Yönelik Olarak Ayrım Yapılmamış Mal ve Üretim Faaliyetleri	97-98	2
20	U	Uluslararası Örgütler ve Temsilciliklerinin Faaliyetleri	99	1
21	W	Ev Hizmetlerinde 10 Günden Fazla Çalışanlar	Ek-9	1

Faaliyet bölümlerinin bir kısmında, bazı illerde işyeri ve sigortalı çalışan bulunmadığından veri setinde hücrelerde eksik veriler mevcuttur. Bu durumu ortadan kaldırmak için veri üzerinde iki farklı işlem yapılmıştır: Öncelikle hiçbir faaliyet bölümünü silmeden, kısımlara ait bölümleri kendi içinde toplayarak faaliyet kısımlarının verileri elde edilmiştir. Böylelikle T, U ve W faaliyet kısımları haricinde eksik veri bulunan kısım olmamıştır. Bu kısımlar dâhil edilmeyerek analizler kalan ilk 18 faaliyet kısmı (A, B, C, ... , S) üzerinden yapılmıştır. İkinci ve ayrıca yapılan işlem ise eksik veri bulunan faaliyet bölümlerinin silinmesidir. Eksik veri bulunan faaliyet bölümleri silindiğinde geriye 47 faaliyet bölümü kalmaktadır. Artık bu veri seti faaliyetlerin iller bazında detaylı olarak incelenmesi için kullanılacaktır.

### Veri Hazırlama

Çalışmanın amacı COVID-19 pandemisi etkisiyle faaliyet kollarında gerçekleşen değişimi incelemek olduğu için, veri seti dönüştürülerek yeni değişkenler elde edilmiştir. Burada yapılan, 2020 değerlerinin 2019 değerlerine oranlanmasından ibarettir. Elde edilen oranlar yani çalışmanın değişkenleri şunlar olacaktır:



$$\text{İşyeri Sayısında Değişim Oranı (İSD}_i^j) = \frac{2020' \text{deki İşyeri Sayısı}}{2019' \text{daki İşyeri Sayısı}} \quad (1)$$

$$\text{Sigortalı Sayısında Değişim Oranı (SSD}_i^j) = \frac{2020' \text{deki Sigortalı Çalışan Sayısı}}{2019' \text{daki Sigortalı Çalışan Sayısı}} \quad (2)$$

Bu  $İSD_i^j$  ve  $SSD_i^j$  değişkenleri hem faaliyet kısımları hem faaliyet bölümleri için iller bazında elde edilmiştir. Burada  $i$ : İller,  $j$ : Faaliyet Kısımları veya Faaliyet Bölümleri ni gösterir.

Açıktır ki bu oranların alacakları değerler şu anlamlara gelecektir:

$$İSD_i^j \text{ eğer } \begin{cases} > 1; & \text{bu durumda işyeri sayısı artmıştır} \\ = 1; & \text{bu durumda işyeri sayısı değişmemiştir} \\ < 1; & \text{bu durumda işyeri sayısı azalmıştır} \end{cases} \quad (3)$$

$$SSD_i^j \text{ eğer } \begin{cases} > 1; & \text{bu durumda sigortalı çalışan sayısı artmıştır} \\ = 1; & \text{bu durumda sigortalı çalışan sayısı değişmemiştir} \\ < 1; & \text{bu durumda sigortalı çalışan sayısı azalmıştır} \end{cases} \quad (4)$$

Bu veri matrislerinin devriği alınarak illerin faaliyet kolları ve bölümleri bazında incelenmesi sağlanmıştır. Bu durumda elde edilen değişkenler;  $İSD_j^i$  ve  $SSD_j^i$  olmaktadır. Böylelikle 8 farklı veri seti kullanılarak analizler yapılacaktır. Elde edilen değişkenlerin açıklamaları Tablo 2'de verilmiştir. Değişkenlerin aldığı değerler oranlar olduğu için herhangi bir standardizasyona gerek duyulmamıştır.

Tablo 2

*Değişkenlerin Açıklamaları*

Değişken	Açıklama
$SSD_i^j$	Türkiye'deki 81 ilde 2019 yılına oranla 2020 yılında faaliyet kısımlarında veya faaliyet bölümlerinde sigortalı çalışan sayısında meydana gelen değişimi iki yılın değerlerini birbirine oranlayarak gösterir
$İSD_i^j$	Türkiye'deki 81 ilde 2019 yılına oranla 2020 yılında faaliyet kısımlarında veya faaliyet bölümlerinde işyeri sayısında meydana gelen değişimi iki yılın değerlerini birbirine oranlayarak gösterir
$SSD_j^i$	Faaliyet kısımlarında veya bölümlerinde 2019 yılına oranla 2020 yılında sigortalı çalışan sayısında meydana gelen değişimi Türkiye'deki 81 ilde iki yılın değerlerini birbirine oranlayarak gösterir
$İSD_j^i$	Faaliyet kısımlarında veya bölümlerinde 2019 yılına oranla 2020 yılında işyeri sayısında meydana gelen değişimi Türkiye'deki 81 ilde iki yılın değerlerini birbirine oranlayarak gösterir

### **Çok Boyutlu Ölçekleme**

Çok boyutlu ölçekleme (ÇBÖ), birimleri birer nokta haline getirip k-boyutlu grafiklerde çizerek örnekler arasındaki benzerliği/benzersizliği görselleştirmek için kullanılan çok değişkenli bir veri analizi yaklaşımıdır. Amaç nesnel arasındaki ilişkilerin uzaklıklardan faydalanılarak haritalandırılması ve ortaya çıkarılmasıdır (Orhunbilge, 2010, s. 529). ÇBÖ, en uygun çözümü boyut sayısının ( $p$ ) araştırmacı tarafından önceden belirlendiği değişken sayısından ( $k$ ) daha düşük  $p$ -boyutlu bir

uzayda verileri, temsil etmek için uzaklıklara dönüştürür. Örneğin,  $p = 2$  seçilirse, iki boyutlu bir dağılım grafiği için nesnelere/birimlerin konumları  $k$ -boyutlu uzaydaki orijinal konumlarına çok yakın bir şekilde belirlenir. Yöntem verilerin dağılımıyla ilgili bir varsayım gerektirmemektedir (Alpar, 2017, s. 375).

Bir ÇBÖ algoritması, girdi verisi olarak, nesne çiftleri arasındaki mesafeleri temsil eden benzerlik veya farklılıklar/benzemezlikler matrisini alır. Uzaklıklar matrisi denen bu matrisin elde edilebildiği durumlarda metrik ölçekleme yapılabilir. Metrik ölçeklemede nesnelere arası orijinal uzaklıklarla ölçeklemeyle hesaplanan haritadaki uzaklıklar aynı ölçektir. Öte yandan uzaklık değerlerinin yalnızca sıralama ifade ettiği durumlarda metrik olmayan ölçekleme tercih edilmelidir (Gürsakar, 2019, s. 181-183). Metrik uzaklıklar olarak Euclid, karesel Euclid, Minkowski, Manhattan City-Block; metrik olmayan uzaklıklar olarak ise chi-kare ölçüsü ve phi-kare ölçüsü tercih edilmektedir (Shanti, 2019, s. 328). Orijinal uzaklıklar ile gösterim uzaklıkları arasındaki uygunluk ise Kruskal stress ölçüsü (Kruskal & Carmone, 1967) veya bu uzaklıklar arasındaki korelasyonun karesi ( $R^2$ ) yardımıyla incelenir. Stress değerinin sıfıra yakın olması (Kruskal, 1964) beklenirken (Tablo 2),  $R^2$  değerinin 0,60 ve üzeri olması (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2014, s. 497) istenmektedir.

Tablo 3

*Stress ve uyum iyiliği*

Stress	Uyum İyiliği
0,20	Zayıf
0,10	Orta
0,05	İyi
0,025	Çok İyi
0,00	Mükemmel

Uzaklıklar matrisi  $D$ 'nin, daha düşük boyutlu bir  $p$ -boyutlu uzayda yapılandırılmış  $X$  noktalarının noktalar arası mesafelerine yaklaşık olduğunu varsayalım. Yani,  $D$ 'nin  $d_{ij}$  ile gösterilen elemanları, aşağıdaki formül kullanılarak  $X$ 'den hareketle hesaplanabilir:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (7)$$

Klasik ÇBÖ algoritmasının adımları aşağıdaki gibidir (Torgerson, 1952):

1.  $D$  yardımıyla  $A = \left\{ -\frac{1}{2} d_{ij}^2 \right\}$  hesaplanır.
2.  $A$  yardımıyla  $B = \{ a_{ij} - a_{i.} - a_{.j} + a_{..} \}$  hesaplanır. Burada  $a_{i.}, j$  ye karşılık gelen tüm  $a_{ij}$ 'lerin ortalamasıdır.

3.  $B$ 'nin en büyük  $p$  tane özdeğeri  $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_p$  ve bunlara karşılık gelen  $L = (L_{(1)}, L_{(2)}, \dots, L_{(p)})$  özvektörleri bulunur. Bu özvektörler,  $L'_{(i)} L_{(i)} = \lambda_i$  olacak şekilde normalize edilmiştir. Özdeğerlerin tümünün nispeten büyük ve pozitif olacak şekilde bir  $p$  değerinin seçildiği varsayılmaktadır.

#### 4. Nesnelerin koordinatları $L'$ nin satırlarıdır.

Klasik metrik çözüm, en küçük kareler yöntemine göre optimaldir. Yani, bulunan  $L$  çözümü,  $D'$  nin  $d_{ij}$  elemanları ve  $L'$  nin  $\hat{d}_{ij}$  elemanları arasındaki farklarının kareleri toplamını en aza indirir (NCSS, 2021).

Bu çalışmada, metrik (klasik) çok boyutlu ölçekleme uygulanacak olup 2020 yılı ile 2019 yılı verilerinin oranlanması ile elde edilen değişkenler kullanılarak iller ve faaliyet kolları haritalandırılacaktır. Analizde metrik uzaklık olarak kareli Euclid ölçüsü tercih edilecektir.

#### **K-Ortalamalar Kümeleme**

Kümeleme analizi, veri matrisindeki nesnelere veya değişkenlere aldıkları değerlere göre gruplandırmayı amaçlayan yöntemlerdir. Elde edilecek kümelerde, küme içi uzaklıkların birbirine olabildiğince yakın, kümeler arası uzaklıkların ise olabildiğince fazla olması hedeflenir (Alpar, 2017, s. 303). Kümelemede de önce veri matrisinden uzaklık ve benzerlik ölçüleri kullanılarak uzaklık ya da benzerlik matrisi oluşturulur. Ardından belirlenen kümeleme yöntemiyle kümeler oluşturulur. Kullanılan benzerlik ve uzaklık ölçüleri; Minkowski uzaklığı, Manhattan City-Block uzaklığı, Euclid, karesel Euclid ve binary Euclid uzaklığı, Pearson ve karesel Pearson uzaklığı, Mahalanobis uzaklığı, Gamma benzerlik ölçüsü, Jaccard benzerlik ölçüsü, Dice benzerlik ölçüsü, Sorenson benzerlik ölçüsü, Kulczinski benzerlik ölçüsü, Ochiai benzerlik ölçüsü, Simpson benzerlik ölçüsü, Bray-Curtis benzerlik ölçüsü ve Gower benzerlik ölçüsüdür (Özdamar, 2018, s. 282-292).

Kümeleme yöntemleri hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan olarak ayrılmaktadır. Hiyerarşik yöntemlerde küme sayısı baştan bilinmemekte olup analiz sonrasında çeşitli kriterler dikkate alınarak tespit edilmektedir. Bu yöntemler aşamalı bir süreç izlemekte olup, her bir aşamada bir önceki aşamada oluşan kümeler kullanılmaktadır. Böylelikle uzaklık veya benzerlik ölçüleri yardımıyla oluşabilecek optimal kümelemelerin tümü görülmektedir. Merkezi yöntem, tek bağlantı yöntemi, tam bağlantı yöntemi, gruplar içi ve gruplar arası ortalama bağlantı yöntemi ve Ward yöntemi en bilinen hiyerarşik kümelemelerdir (Orhunbilge, 2010, s. 473-475). Hiyerarşik olmayan yöntemlerde ise küme sayısı önceden belirlenmekte olup, uzaklık veya benzerlik ölçüleri kullanılarak belirlenen küme sayısına göre tek bir optimal kümeleme sonucu elde edilmektedir. Bu yöntemlerin başlıcaları ise; k-ortalamar, en çok olabilirlik (Gürsakal, 2019, s. 131-132), medoid kümeleme, bulanık kümeleme ve yığıma kümeleme yöntemleridir (Özdamar, 2018, s. 321).

K-ortalamar yöntemi, veri setinden elde edilen kümelerdeki gözlemlerinin küme merkezine olan küme içi uzaklıklarının kareler toplamını en küçükleme dayanır. Bir  $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_N\}$  veri seti verildiğinde,  $M$ -kümeleme problemi bu veri setini,

bir kümeleme kriterini optimize edecek şekilde  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_M$  ayrık alt kümelerine bölmeyi amaçlar. En yaygın kullanılan kümeleme kriteri, her  $x_i$  veri noktası ile  $x_i$  yi içeren  $C_k$  alt kümesinin küme merkezi  $m_k$  arasındaki kareli Euclid uzaklıklarının toplamıdır. Bu kriter kümeleme hatası olarak adlandırılır ve  $m_1, m_2, m_3, \dots, m_M$  küme merkezlerine bağlı olarak hesaplanır:

$$E(m_1, m_2, m_3, \dots, m_M) = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^M I(x_i \in C_k) |x_i - m_k|^2 \quad (8)$$

Burada  $X$  doğruysa  $I(X) = 1$  dir, aksi takdirde  $I(X) = 0$  dir (Likas, Vlassis, & Verbeek, 2001, s. 2).

K-ortalamalar algoritması, kümeleme hatasına göre yerel olarak en uygun çözümleri bulur. Birçok kümeleme uygulamasında kullanılan hızlı yinelemeli bir algoritmadır. Başlangıçta rastgele konumlara yerleştirilen küme merkezleriyle başlayan ve kümeleme hatasını en aza indirmek için her adımda küme merkezlerini hareket ettirilerek ilerleyen nokta tabanlı bir kümeleme yöntemidir.

Çok boyutlu ölçekleme ve kümeleme analizi, kullandıkları uzaklıklar veya benzerlikler yanında nihai olarak ulaşılmaya çalışılan amaç bakımından birbirine benzer yöntemlerdir. Veri setinin sahip olduğu özellikleri ortaya koymaya çalışan ve bu anlamda içsel bağımlılık içeren birer teknik olan (Orhunbilge, 2010, s. 3-4) bu iki yöntem birlikte kullanıldığında sonuçlarını daha anlaşılır kılar. Özellikle iki boyutlu uzayda haritalandırılan birimlerin kümelenerek sunulması sonuçları daha anlaşılır kılacaktır (Kaygısız & Gürbüz, 2005). Bu çalışmada da kareli Euclid uzaklığı kullanılarak ÇBÖ ile elde edilen 2-boyutlu haritalamada yine aynı uzaklıklarla elde edilen kümeler aynı düzlemde sunulacaklardır. Hem iller bazında hem faaliyet kolları bazında elde edilen bulguların sunulan görselleştirme ile daha anlaşılır olacağı düşünülmektedir.

## Bulgular

Bu bölümde Eşitlik 1-4 ile elde edilmiş değişkenler yardımıyla, Türkiye'deki illerin 2019 yılına oranla 2020 yılında ekonomik faaliyet kollarında çalışan iş yerleri ve sigortalı çalışan sayısında meydana gelen değişim incelenecektir. Bunun için önce çok boyutlu ölçekleme ile iller bazında ve faaliyet kolları ile faaliyet bölümleri bazında 2-boyutlu algısal haritalar elde edilmiştir. Elde edilen gösterim uzaklıkları ile orijinal uzaklıklar arasındaki uygunluk Kruskal stress ölçüsü ve uzaklıklar arasındaki korelasyonun karesi ( $R^2$ ) yardımıyla incelenmiştir (Tablo 3). Son olarak stress ölçüsü ve  $R^2$  değeri en az kabul edilebilir düzeyde olan 2-boyutlu algısal haritalar için iller, faaliyet kolları veya faaliyet bölümleri kümelenerek elde edilen kümeler, bu saçılım grafikleri üzerinde gösterilecektir. Böylelikle hem incelenen nesnelere birbirlerine göre yakınlık veya uzaklıklarının hem de bahse konu değişkenler bakımından benzerliklerinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır.

Tablo 4

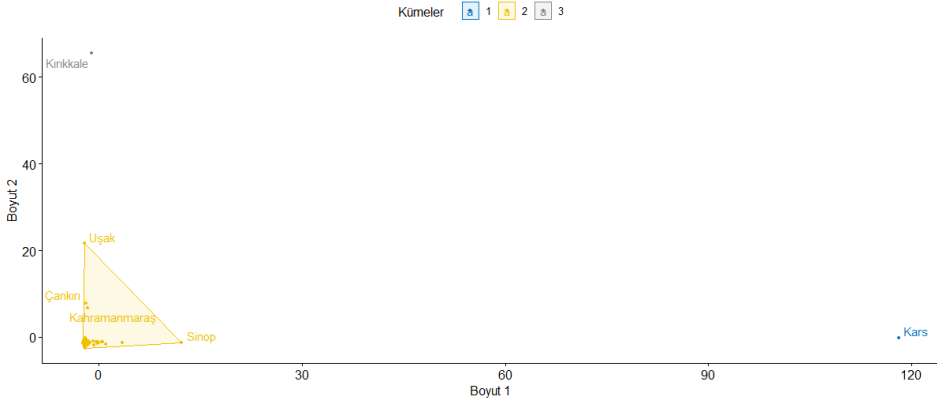
Uygunluk Değer ve Ölçüleri

Değişken	$R^2$	stress
(1) Faaliyet Kısımlarında İşyeri Sayısında Değişim Oranları (İller Bazında)	0,742	0,2377273
(2) Faaliyet Kısımlarında Sigortalı Çalışan Sayısında Değişim Oranları (İller Bazında)	0,756	0,2148469
(3) Faaliyet Bölümlerinde İşyeri Sayısında Değişim Oranları (İller Bazında)	0,788	0,2229625
(4) Faaliyet Bölümlerinde Sigortalı Çalışan Sayısında Değişim Oranları (İller Bazında)	0,986	0,04419779
(5) İşyeri Sayısında Değişim Oranları (Faaliyet Kısımları Bazında)	0,853	0,1839565
(6) İşyeri Sayısında Değişim Oranları (Faaliyet Bölümleri Bazında)	0,887	0,1994345
(7) Sigortalı Çalışan Sayısında Değişim Oranları (Faaliyet Kısımları Bazında)	0,897	0,1469455
(8) Sigortalı Çalışan Sayısında Değişim Oranları (Faaliyet Bölümleri Bazında)	0,993	0,04113892

Hesaplanan  $R^2$  değerleri ve stress ölçüleri incelendiğinde, 8 değişkenin tümü için  $R^2 > 0,60$  olmasına rağmen yalnızca 5 tanesi için stress ölçüsünün kabul edilebilir düzeyde ( $<0,20$ ) olduğu görülmektedir. Bu nedenle yalnızca bu 5 değişken için uzaklık değerleri kümelenecek elde edilen grafikler yorumlanmıştır. Uzaklık değerleri ile k-ortalamar kümeleme analizi, küme sayısı 3 olacak şekilde yapılmış ve kümeler de aynı şeklin üzerinde gösterilmiştir.

### İllerde Faaliyet Bölümlerine Göre Sigortalı Çalışan Sayısında Değişim

Ekonomik faaliyet bölümlerinde, 2019 yılına oranla 2020 yılında sigortalı çalışan sayısında meydana gelen değişime göre illerin 2-boyutlu uzayda dağılımı ve uzaklıklarla elde edilen kümeler Şekil 1’de verilmektedir.



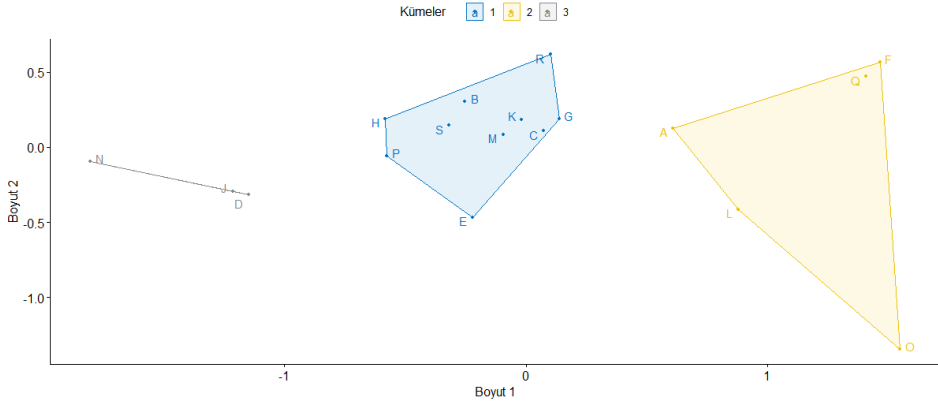
Şekil 1. Faaliyet Bölümlerinde Sigortalı Çalışan Sayısındaki Değişim Bakımından İllerin Uzaklıkları ve Kümeleri

47 faaliyet bölümü için çalışan sayısında meydana gelen değişim oranları incelendiğinde ise Kars ve Kırkkale diğer illerden belirgin bir şekilde ayrılmıştır. Kars'ta Yatılı Bakım Faaliyetleri (120 kat) ve Giyim Eşyaları İmalatında (10 kattan fazla) çok ciddi istihdam artışı olduğu en göze batan durumdur. Ayrıca Diğer

İmalatlarda %80 kadar azalma görülmektedir. Kırıkkale’de ise Posta ve Kurye Faaliyetlerinde 68 kattan fazla istihdam artışı olmuştur.

### Faaliyet Kısımlarında İşyeri Sayısında Değişim

Türkiye’deki 81 ilde 2019 yılına oranla 2020 yılında işyeri sayısında meydana gelen değişime göre faaliyet kısımlarının (18 faaliyet kısmı) 2-boyutlu uzayda dağılımı ve kümeleri Şekil 2’de verilmektedir.



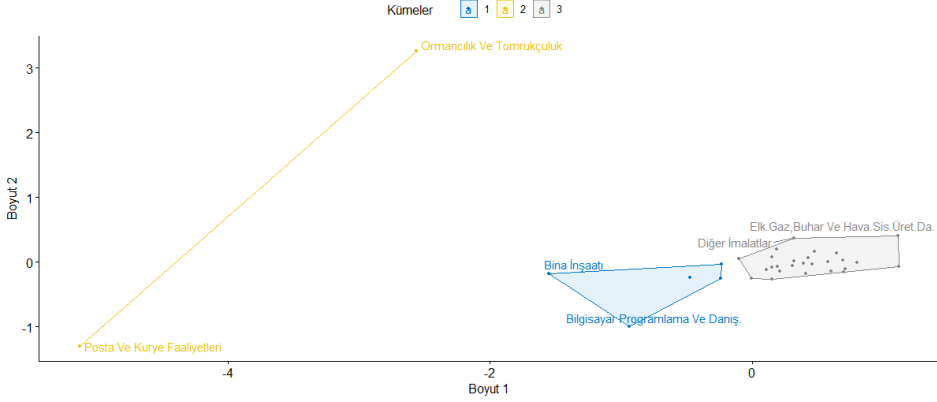
Şekil 2. İşyeri Sayısında Değişim Bakımından Faaliyet Kısımlarının Uzaklıkları ve Kümeleri

Faaliyet kısımlarının illerde değişim oranlarının düzlemde görünüşleri incelendiğinde; N, J ve D faaliyet kısımlarının üçüncü kümede, A, F, L, O, Q faaliyet kısımlarının ikinci kümede, diğerlerinin birinci kümede gruplandıkları görülmektedir. İkinci kümedeki faaliyet kısımları genel olarak işyeri sayısının arttığı faaliyetlerdir. Üçüncü kümedeki faaliyetlerde illere göre artış ve azalışlar görülebilmektedir. Bu faaliyet kısımlarını oluşturan faaliyet bölümleri bir sonraki başlıkta incelenecektir.

### Faaliyet Bölümlerinde İşyeri Sayısında Değişim

İşyeri sayısındaki değişime göre faaliyet bölümlerinin (47 faaliyet bölümü) 2-boyutlu uzayda dağılımı ve kümelennmeleri Şekil 3’te verilmektedir.

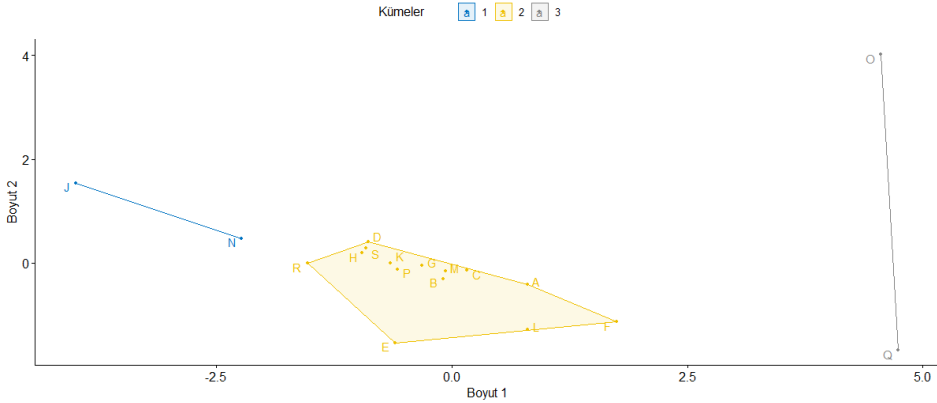
Faaliyet bölümlerinden ikinci kümede bulunan Ormancılık ve Tomrukçuluk ile Posta ve Kurye Faaliyetleri, işyeri sayısındaki değişime göre diğerlerinden belirgin olarak ayırmıştır. Bunlardan Posta ve Kurye Faaliyetleri, pandemi dönemindeki kısıtlamalar nedeniyle satışların e-ticaret ortamına çok hızlı bir şekilde kayması nedeniyle hemen hemen tüm illerde artmıştır. İstisna olarak Ağrı, Bingöl, Kilis ve Van’da işyeri sayısı azalmıştır. Üçüncü kümedeki faaliyet bölümleri; Bitkisel ve Hayvansal Üretim, Bina İnşaatı, Bilgisayar Programlama ve Danışmanlık, Finansal Hizmetler, Finansal ve Sigorta Hizmetleri İçin Yardımcı Faaliyetler ve Gayrimenkul Faaliyetleridir. Diğer tüm faaliyetler bir kümede toplanmaktadır.



Şekil 3. İşyeri Sayısında Değişim Bakımından Faaliyet Bölümlerinin Uzaklıkları ve Kümeleri

### Faaliyet Kısımlarında Sigortalı Çalışan Sayısında Değişim

2019 yılına oranla 2020 yılında sigortalı çalışan sayısında meydana gelen değişime göre 18 faaliyet kısmının 2-boyutlu uzayda dağılımı ve kümeleri Şekil 4'te verilmektedir.

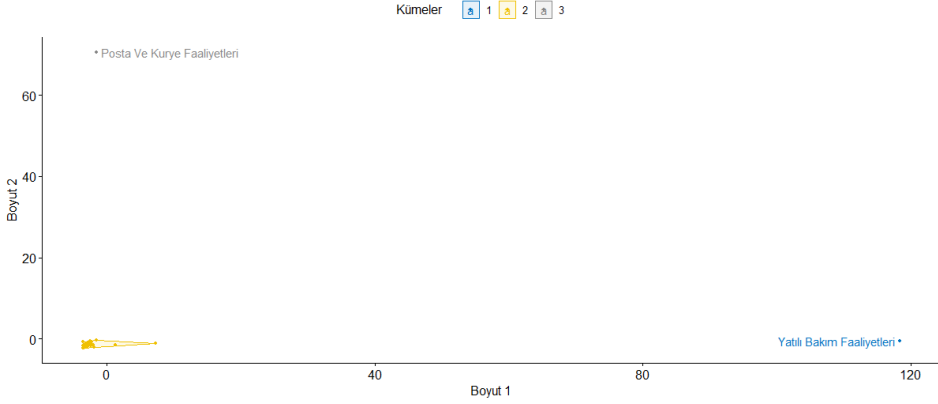


Şekil 4. Sigortalı Çalışan Sayısında Değişim Bakımından Faaliyet Kısımlarının Uzaklıkları ve Kümeleri

Faaliyet kısımlarının illerde değişim oranlarının düzlemde görünüşleri incelendiğinde; N (İdari ve Destek Hizmet Faaliyetleri) ve J (Bilgi ve İletişim) faaliyet kısımlarının birinci kümede, O (Kamu Yönetimi ve Savunma; Zorunlu Sosyal Güvenlik) ve Q (İnsan Sağlığı ve Sosyal Hizmet Faaliyetleri) faaliyet kısımlarının ikinci kümede, diğerlerinin üçüncü kümede gruplandıkları görülmektedir. Birinci kümedeki faaliyet kısımları genel olarak hemen hemen her ilde sigortalı çalışan sayısının azaldığı faaliyetlerdir. İkinci kümedeki faaliyetlerden İnsan Sağlığı ve Sosyal Hizmet Faaliyetlerinde tüm illerde sigortalı çalışan sayısı artmıştır. Özellikle Amasya, Bilecik, Burdur gibi nispeten küçük illerde bu artışın daha yüksek olduğu görülmektedir. Üçüncü kümede illere göre artış ve azalışlar görülebilmektedir. Bu faaliyet kısımlarını oluşturan faaliyet bölümleri sonraki başlıkta incelenecektir.

## Faaliyet Bölümlerinde Sigortalı Çalışan Sayısında Değişim

Sigortalı çalışan sayısındaki değişime göre 47 faaliyet bölümünün 2-boyutlu uzayda dağılımı Şekil 5'te verilmektedir.



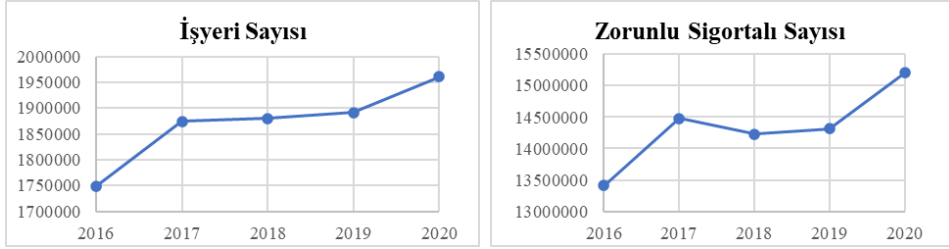
Şekil 5. Sigortalı Çalışan Sayısındaki Değişim Bakımından Faaliyet Bölümlerinin Uzaklıkları ve Kümeleri

Faaliyetler bölümlerinde sigortalı çalışan sayısındaki değişime göre Yatılı Bakım Faaliyetleri ile Posta ve Kurye Faaliyetleri, diğerlerinden belirgin olarak ayırmıştır. Posta ve Kurye Faaliyetlerinde, ulaşım ve sokağa çıkma yasaklarının etkisiyle, Ağrı, Bingöl, Kilis ve Van haricinde hem işyeri sayısı hem çalışan sayısı bakımından artış görülmüştür. Benzer şekilde Yatılı Bakım Faaliyetlerinde de Sivas hariç tüm illerde sigortalı çalışan sayısı artmıştır. En fazla artış Kars, Bingöl, Hakkâri, Sinop ve Yozgat'ta olmuştur. Kars'ta 2019 yılında yalnızca 1 sigortalı çalışan bulunurken 2020'de bu sayı 121 olmuştur. Bu faaliyet kolundaki çalışan sayısının artması, pandemi döneminde aileleri tarafından kısıtlamalar ve hastalık bulaşma riski nedeniyle bakımı yapılamayan aile bireyleri akla getirmektedir.

## Sonuç

Türkiye'de 2020 yılında, 2019 yılına göre işyeri sayısı ve zorunlu sigortalı sayısında toplamda artış görülmüştür (Şekil 6). Bu artışın ekonomik faaliyet kollarına yansıma türüne göre benzerlik ve farklılıkları ile illerin bu değişimden etkilenme durumlarına göre benzerlik ve farklılıkları bu çalışmanın konusudur. Bu amaçla iki yılın iller ve faaliyet kolları bazında aldığı değerler oranlanarak meydana gelen değişimi temsil etmek üzere oransal değişkenler elde edilmiştir. Bu değişkenler kullanılarak, çok değişkenli istatistik ve veri madenciliği yöntemlerinden çok boyutlu ölçekleme ve kümeleme analizleri gerçekleştirilmiştir.





Şekil 6. 2016-2020 Yıllarında Türkiye’de İşyeri Sayısı ve Zorunlu Sigortalı Çalışan Sayısı (SGK, 2021)

Analiz bulguları görsel haritalandırmalar yardımıyla yorumlanmıştır. Buna göre işyeri ve sigortalı çalışan sayılarındaki değişim incelendiğinde, İdari ve Destek Hizmet Faaliyetlerinde azalışın belirgin olduğu illerin diğerlerinden ayrıştığı görülmektedir. Bu faaliyet kısmı, pandemi tedbirlerinden önemli derecede etkilenen rezervasyon, seyahat acentesi ve tur operatörleri, kiralama ve leasing, istihdam acenteleri, çevre düzenleme ve temizlik, büro yönetimi, büro desteği ve iş destek, güvenlik ve soruşturma gibi faaliyet gruplarını içermektedir. Bu sonuç, pandeminin mobiliteye dayalı sektörleri ciddi olarak etkilediği gerçeğini ortaya koymaktadır. Literatürde de turizm ve seyahat sektörlerinin pandemiden en çok etkilenen sektörlerden olduğuna dair araştırmalar mevcuttur. Fernandes (2020) ekonomisi turizm ve dış ticarete yüksek oranda bağımlı olan ülkelerin, bu süreçten olumsuz yönde daha fazla etkilendiğini söylemektedir. Soylu (2020) pandeminin ihracat ve turizm gelirlerinde daralmaya neden olduğunu tespit etmektedir. Bahar ve Çelik İlal (2020)’e göre Türkiye’de önemli bir istihdam oranına sahip olan turizm sektörü, alınacak önlemler ve doğru kriz yönetimiyle bu etkiyi olumluya çevirebilecektir. Çalışmanın bulguları özellikle mobiliteye dayalı sektörlerde yaşanan etkiyi ortaya koymakta olup, bundan sonra yaşanabilecek salgın benzeri küresel sorunlara yine en başta bu sektörlerin maruz kalacağı unutulmamalı ve tedbirler alınmalıdır.

Sigortalı çalışan sayısındaki değişime göre illerin uzaklıkları 2-boyutlu uzayda incelendiğinde, Bilgi ve İletişim ile Kamu Yönetimi ve Savunma, Zorunlu Sosyal Güvenlik faaliyet gruplarının illeri ayrıştıran faaliyetler olduğu görülmüştür. Bilgi ve İletişim kısmında yayıncılık faaliyetleri, sinema, müzik, TV programcılığı, radyo yayıncılığı, web hizmetlerinde çalışan sayısında azalma etkili olmuştur. Kamu Yönetimi ve Savunma, Zorunlu Sosyal Güvenlik kısmında ise genel kamu idaresi ile ilgili faaliyetler bulunmakta olup buralarda kamuda istihdam sağlandığı anlaşılmaktadır. Pandeminin ekonomik etkileri nedeniyle yaşanan işsizliğin azaltılmasında başta sağlık sektörü olmak üzere kamunun işe alım yapması alınan tedbirlerden biri olmuştur. Türkiye’nin salgından en çok etkilenen ilk on ekonomi arasında olduğu (Bakırtaş & Ozan, 2021) ve etkisi uzun sürecek küresel bir ekonomik durgunluk ve daralmanın beklendiği (Açıkgöz & Günay, 2020) göz önünde bulundurulduğunda, alınan tedbirlerin yaşanan sarsıntıyı hafifletmeye yönelik olduğu söylenebilir. Diğer ekonomik krizlere nazaran farklı bir boyutta ve etkide ortaya çıkan krize Türkiye dahil

genel olarak ülkelerin hazırlıksız yakalandığı ve ekonomide risk ve korku ortamının meydana geldiği (Tekin, 2020b) değerlendirildiğinde, hükümetlerin piyasaya güven veren adımlar atması daha da önemli hale gelmektedir. Nitekim Ashraf (2020), hastalıkla mücadele önlemleri ve ekonomik destek paketlerinin finansal piyasaları önemli ölçüde olumlu olarak etkilediğini söylemektedir.

Araştırmanın bulgularına göre işyeri ve çalışan sayısındaki artışla dikkat çeken diğer bir faaliyet kısmı ise Posta ve Kurye Faaliyetleridir. Hastalığın yayılımını engellemek amacıyla uygulanan kısıtlamalar, bu sektörün çok hızlı ve büyük oranlarla artış kaydetmesi sonucunu doğurmuştur. Çetin (2020) uygulanan kısıtlamaların genel ekonomik faaliyetlerin seviyesini düşürdüğünü, Soylu (2020) ise hane halkı tüketim davranışlarında değişim yaşandığını tespit etmektedir. Satın alma kanallarının dijital ortamlara taşınarak e-ticaret sektörünün önemli ivme kazandığı, literatürdeki çalışmalarda da vurgulanmaktadır. Avrupa’da COVID-19 nedeniyle e-ticaret gelirleri 2020 yılında ilave %10 artmıştır (Jílková & Králová, 2021). Pandeminin ekonomik faaliyetlerde en önemli etkilerinden birinin dijitalleşmeyi hızlandırması ve kalıcı hale getirmesi olduğu söylenebilir. İşletmelerin bu dönüşüme ayak uydurarak müşteri kazanma, memnun etme ve siber güvenliği sağlama yönünde politikalar geliştirmesi gerekmektedir. Öte yandan e-ticaretin dayandığı ayaklardan olan lojistik sektörünün önemi bu çalışmanın bulgularıyla da ortaya konmuştur. Bu sektörün önümüzdeki yıllarda büyüyerek daha da önemli hale geleceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Artışı dikkat çeken diğer faaliyet kolları İnsan Sağlığı ve Sosyal Hizmet Faaliyetleri ile Yatılı Bakım Faaliyetleri olmuştur. İlkinde sağlık çalışanlarının pandemi dönemindeki iş yoğunluğu dikkate alındığında tüm illerde yaşanan artışını açıklamak zor olmayacaktır. Yatılı Bakım Faaliyetleri pandemi döneminin öne çıkan iş kollarından biri olmuş görünmektedir. Bakıma muhtaç kişilerin hastalıkta risk grubunda yer alması, hastalığı aile bireylerinden alma ihtimalinin ortaya çıkması ve kısıtlamalar gibi nedenlerle bu kolda istihdam olanaklarının ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Bulgular, pandeminin pek çok alanda ciddi değişimlere yol açacağını ve krizler yanında fırsatlar da doğurabileceğini söyleyen Açıkgöz & Günay (2020)’ı desteklemektedir.

Bu çalışma, sonuçları literatürdeki diğer çalışmalarla paralellik göstermekle beraber, veri görselleştirme destekli veri analizi yardımıyla bulgulara ulaşılması yönüyle yeni katkılar sağlamaktadır. Çok boyutlu ölçkleme ve kümeleme gibi içsel bağımlılık araştıran temel bileşenler analizi gibi diğer teknikler yardımıyla da bu veriler incelenebilir. İncelenen değişkenleri etkileyen faktörler araştırılıp, ilişki analizleri ve sınıflandırma gibi denetimli makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak tahmin ve öngörüler gerçekleştirilebilir.

## Not:

Bu çalışmanın verilerine ve kullanılan R kodlarına; [https://github.com/matalay1/ekoist\\_makale.git](https://github.com/matalay1/ekoist_makale.git) adresinden erişilebilir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

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

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The author has no conflict of interest to declare.

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

## Kaynakça/References

- Açıkgöz, Ö., & Günay, A. (2020). The early impact of the Covid-19 pandemic on the global and Turkish economy. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 2020(50), 520-526.
- Adanacioğlu, H., Artukoğlu, M., & Güneş, E. (2017). Türkiye’de Tarımsal Kredi Performansının Çok Boyutlu Ölçekleme Yaklaşımıyla Analizi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(2), 195-204. doi:10.24181/tarekoder.364932
- Albayrak, A. S., & Koltan Yılmaz, Ş. (2009). Veri Madenciliği: Karar Ağaçları ve İMKB Verileri Üzerine Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(1), 31-52.
- Allahverdi, M., & Alagöz, A. (2019). İllerin Vergi Gelirleri Açısından Sınıflandırılmasında Kümeleme Analizi Kullanımı. *Maliye Dergisi*(176), 441-473.
- Alpar, R. (2017). *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Yöntemler* (5. b.). Ankara: Detay Yayıncılık.
- Amaratunga, D., Cabrera, J., Ghosh, D., Katchakis, M. N., Wang, J., & Wang, W. (2021). Socio-economic impact on COVID-19 cases and deaths and its evolution in New Jersey. *Annals of Operations Research*. doi:10.1007/s10479-021-03941-4
- Arı, E., & Hüyüktepe, B. (2019). Sosyo-Ekonomik Göstergeler İçin Çok Değişkenli Veri Analizi: Türkiye İçin Ampirik Bir Uygulama. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 7-20. <http://aksarayıibd.aksaray.edu.tr/en/pub/issue/47272/527996> adresinden alındı
- Ashraf, B. N. (2020). Economic Impact of Government Interventions during the COVID-19 Pandemic: International Evidence from Financial Markets. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 27, 100371. doi:10.1016/j.jbef.2020.100371
- Ashraf, B. N. (2020). Stock markets’ reaction to COVID-19: Cases or fatalities? *Research in International Business and Finance*, 54(Aralık 2020), 101249. doi:10.1016/j.ribaf.2020.101249
- Atalay, M. (2019). Kümeleme Analizi ile Türkiye’deki İllerin Turizm Verileri Açısından İncelenmesi. *Ekonomi Maliye İşletme Dergisi*, 2(2), 103-115. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/emid/issue/52225/682061?publisher=adil-akinci> adresinden alındı
- Ataş, H., & Gündüz, S. (2020). Türkiye’nin Sağlık Hizmetleri Kapasitesinin Çok Boyutlu Ölçekleme Tekniği ile Analizi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(36), 355-382. doi:10.14520/adyusbd.790074
- Atılğan Yaşa, A., & Yüzbaşı Küncü, G. (2020). Kamu Harcamaları ve Sosyoekonomik Gelişmişlik Düzeyleri Bakımından İllerin Gruplandırılması: Türkiye Üzerine Bir Uygulama. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 12(22), 276-297. doi:10.20990/kilisiibfakademik.597161

- Aydın, L., & Ari, I. (2020). The impact of Covid-19 on Turkey's non-recoverable economic sectors compensating with falling crude oil prices: A computable general equilibrium analysis. *Energy Exploration & Exploitation*, 38(5), 1810-1830. doi:10.1177/0144598720934007
- Bache, S. M., & Wickham, H. (2020). magrittr: A Forward-Pipe Operator for R. *R package version 2.0.1*. <https://CRAN.R-project.org/package=magrittr> adresinden alındı
- Bahar, O., & Çelik İlal, N. (2020). The economic effects of Coronavirus (COVID-19) in the tourism industry. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 6(1), 125-139.
- Bakırtaş, İ., & Ozan, E. C. (2021). COVID-19'un Ekonomik Etkileri Üzerine Genel Bir İnceleme. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(4), 59-74. doi:10.52791/aksarayiibd.984183
- Başdeğirmen, A., & Yağcıner Çal, D. (2021). Sektör Bazında İşyerleri ve Zorunlu Sigortalıların İllere Göre Kümelemesi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 10(28), 409-429. doi:10.31199/hakisderg.921647
- Başkur, D. A. (2016). Bankaların 2012 Yılı Sermaye Yeterlilik Rasyolarına Göre Kümeleme Analizi ve Çok Boyutlu Ölçekleme Sonucu Sınıflandırılma Yapıları. *Bankacılık ve Sigortacılık Araştırmaları Dergisi*, 1(5), 29-47. doi:10.1501/bsad\_0000000015
- Beyhan Acar, A. (2018). İşgücü Piyasası Temel Göstergeleri Bakımından Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi ile Türkiye ile Diğer OECD Ülkelerinin Karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 24(75), 121-144. <https://dergipark.org.tr/en/pub/iuiieyd/issue/9206/115580> adresinden alındı
- Bülbül, S., & Köse, A. (2009). Türkiye'de bölgelerarası iç göç hareketlerinin çok boyutlu ölçekleme yöntemi ile incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 39(1), 75-94. <https://dergipark.org.tr/en/pub/iuisletme/issue/9249/115718> adresinden alındı
- Chen, J. M., Rehman, M. U., & Vo, X. V. (2021). Clustering commodity markets in space and time: Clarifying returns, volatility, and trading regimes through unsupervised machine learning. *Resources Policy*, 73, 102162. doi:10.1016/j.resourpol.2021.102162
- Çakır Zeytinoğlu, F., & Sadıç, C. (2013). Türkiye'deki İllerin Turizm Verileri Açısından Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi ile İncelenmesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(2), 77-94. <https://dergipark.org.tr/en/pub/trakyasobed/issue/30216/326174> adresinden alındı
- Çelik, C., & Kırıl, G. (2018). Kümeleme Yöntemiyle Konut Talebinin İncelenmesi: Türkiye İl Grupları Üzerine Bir Uygulama. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27(1), 123-138. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cusosbil/issue/36563/415459> adresinden alındı
- Çelik, S., & Akdamar, E. (2018). Büyük Veri ve Veri Görselleştirme. *Akademik Bakış Dergisi*(65), 253-264.
- Çelik, Ş. (2013). Kümeleme Analizi ile Sağlık Göstergelerine Göre Türkiye'deki İllerin Sınıflandırılması. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 14(2), 175-194. <https://dergipark.org.tr/en/pub/doujournal/issue/66669/1043083> adresinden alındı
- Çelik, Ş. (2015). Çok boyutlu ölçekleme analizi ile hayvancılık açısından Türkiye'de illerin sınıflandırılması. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 31(4), 159-167. <https://dergipark.org.tr/en/pub/erciyesfen/issue/25543/269498> adresinden alındı
- Çetin, A. C. (2020). Koronavirüs (Covid-19) Salgınının Türkiye'de Genel Ekonomik Faaliyetlere ve Hisse Senedi Borsa Endeksine Etkisi. *MAKÜ-Uyg. Bil. Derg.*, 4(2), 341-362.
- Çukur, T., Saner, G., & Güler, H. (2010). Türkiye'de Tarımsal Mekanizasyon Düzeyi ve Tarım Makineleri Parkının Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi ile İncelenmesi: Ege Bölgesi Örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2), 33-40. <https://dergipark.org.tr/en/pub/aduziraat/issue/26427/278203> adresinden alındı

- Eurostat. (2006, Aralık 20). *NACE Rev. 2 - Statistical Classification of Economic Activities*. (Statistical Office of the European Union.) Kasım 2, 2021 tarihinde European Union Statistics: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/nace-rev2> adresinden alındı
- Fernandes, N. (2020, March 23). *Economic Effects of Coronavirus Outbreak (COVID-19) on the World Economy*. doi:10.2139/ssrn.3557504
- Filiz, Z. (2005). İllerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Düzeylerine Göre Gruplandırılmasında Farklı Yaklaşımlar. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(1), 77-100.
- Gazel, S., & Akel, V. (2018). Borsa İstanbul'da Sektör Sınıflandırmasının Kümeleme Analizi İle Belirlenmesi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*(77), 147-164. doi:10.25095/mufad.401472
- Gorodov, E. Y., & Gubarev, V. V. (2013). Analytical review of data visualization methods in application to big data. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2013(Article ID 969458), 7 Pages. doi:10.1155/2013/969458
- Güler, D. (2021). Türkiye'de İpek Böcekçiliğinin Çok Boyutlu Ölçekleme ve Kümeleme Analizleri ile İncelenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg*, 24(1), 212-220. doi:10.18016/ksutarimdogavi.723998
- Güler, İ., & Aydınbaş, Y. E. (2021). Being Stronger in New Global Supply Chain After the Pandemic: Seeking to Increase Foreign Trade Volume and Employment Simultaneously in Turkey Economy. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(3), 1476-1498. doi:10.30798/makuiibf.859593
- Güre, Ö. B., Kayri, M., & Şevgin, H. (2021). Kayri, M., & Sevgin, H. (2021). Investigation of Coronavirus Pandemic Indicators of the Countries with Hierarchical Clustering and Multidimensional Scaling. *Eastern Journal of Medicine*, 26(2), 308-315.
- Gürsokal, S. (2019). *Sosyal Bilimlerde SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz Teknikleri*. Bursa: Dora Yayıncılık.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate Data Analysis* (7. b.). Edinburgh Gate: Pearson.
- Horozoğlu, Ö., Hallaç, Y., & Sığırlı, D. (2017). Türkiye ile Avrupa Birliği'ne Üye ve Aday Ülkelerin Sağlık Düzeyi Ölçütlerinin Çok Boyutlu Ölçekleme Analiziyle İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 43(2), 49-52. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uutfd/issue/35309/391941> adresinden alındı
- Hussain, S., Atallah, R., Kamsin, A., & Hazarika, J. (2018). Classification, clustering and association rule mining in educational datasets using data mining tools: A case study. R. Silhavy (Dü.) içinde, *Advances in Intelligent Systems and Computing, Cybernetics and Algorithms in Intelligent Systems, CSOC2018* (Cilt 765). Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-319-91192-2\_21
- Jiang, F., He, J., & Tian, T. (2019). A clustering-based ensemble approach with improved pigeon-inspired optimization and extreme learning machine for air quality prediction. *Applied Soft Computing*, 85, 105827. doi:10.1016/j.asoc.2019.105827
- Jílková, P., & Králová, P. (2021). Digital Consumer Behaviour and eCommerce Trends during the COVID-19 Crisis. *International Advances in Economic Research*(27), 83-85. doi:10.1007/s11294-021-09817-4
- Kartal, E., Balaban, M. E., & Bayraktar, B. (2021). Küresel COVID-19 Salgınının Dünyada ve Türkiye'de Değişen Durumu ve Kümeleme Analizi. *Journal of Istanbul Faculty of Medicine*, 84(1), 9-19. doi:10.26650/IUITFD.2020.0077
- Kassambara, A. (2020). ggpubr: 'ggplot2' Based Publication Ready Plots. *R package version 0.4.0*. <https://CRAN.R-project.org/package=ggpubr> adresinden alındı

- Kaygısız, Z., & Gürbüz, H. (2005). Gayrisafi Yurtiçi Hasılabın Coğrafi Dağılımının Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi, Kümeleme Analizi ve Temel Bileşenler Analizleri ile Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(1), 101-112.
- Kılıç, İ., Saraçlı, S., & Kolukısaoglu, S. (2011). Sosyo-ekonomik göstergeler bakımından illerin bölgesel bazda benzerliklerinin çok değişkenli analizler ile incelenmesi. *İstatistikçiler Dergisi: İstatistik ve Aktüerya*, 4(2), 57-68. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jssa/issue/10045/123884> adresinden alındı
- Koç, P., Kutlar, A., Gülmez, A., & Öncel, A. (2021). The Analysis of the Effect of Covid 19 on Macroeconomic Indicators via MDS and Clustering Methods. *Research Square*, Preprint (Version 1). doi:10.21203/rs.3.rs-194221/v1
- Koçak, A. (2021). Türkiye’ de Toplumsal Cinsiyetin Çok Boyutlu Ölçekleme ile İncelenmesi. *İstatistik Araştırma Dergisi*, 11(2), 71-82. <https://journal.tuik.gov.tr/> adresinden alındı
- Kruskal, J. B. (1964). Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika*, 29(1), 1-27.
- Kruskal, J. B., & Carmone, F. J. (1967). *How to Use MDSCAL, Version 5-M, and Other Useful Information*. Murray Hill, NJ.: Bell Laboratories.
- Kuvat, Ö. (2021). Türkiye’ de illerin turist geliş ve geceleme sayılarına göre konumlandırılmasında çok boyutlu ölçekleme analizi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(UTK 2021 Turizm Özel Sayısı), 1433-1447. doi:10.31795/baunsobed.1023477
- Leeuw, J. d., & Mair, P. (2009). Multidimensional Scaling Using Majorization: SMACOF in R. *Journal of Statistical Software*, 31(3), 1-30. <https://www.jstatsoft.org/v31/i03/> adresinden alındı
- Likas, A., Vlassis, N., & Verbeek, J. (2001). *The Global K-Means Clustering Algorithm*. University of Amsterdam Computer Science Institute. Amsterdam: Intelligent Autonomous Systems.
- Machado, J., & Lopes, A. (2020). Rare and extreme events: the case of COVID-19 pandemic. *Nonlinear Dynamics*, 100(3), 2953–2972. doi:10.1007/s11071-020-05680-w
- Mair, P., Groenen, P. J., & Leeuw, J. d. (2021). More on Multidimensional Scaling in R: smacof Version 2. *Journal of Statistical Software*.
- McKibbin, W., & Fernando, R. (2020). The economic impact of COVID-19. R. Baldwin, & B. W. Mauro içinde, *Economics in the Time of COVID-19*. London: CEPR Press.
- NCSS. (2021, Ağustos 30). *NCSS Documentation*. Kasım 15, 2021 tarihinde NCSS Statistical Software: [https://www.ncss.com/wp-content/themes/ncss/pdf/Procedures/NCSS/Multidimensional\\_Scaling.pdf](https://www.ncss.com/wp-content/themes/ncss/pdf/Procedures/NCSS/Multidimensional_Scaling.pdf) adresinden alındı
- Orhunbilge, N. (2010). *Çok Değişkenli İstatistik Yöntemler*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi.
- Önay, O. (2015). Enflasyon, İthalat ve İhracat Açısından Türkiye ve Diğer OECD Ülkelerinin Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi ile Karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 44(2), 77-93. <https://dergipark.org.tr/en/pub/iuisletme/issue/9259/115853> adresinden alındı
- Özdamar, K. (2018). *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi*. Eskişehir: Nisan Kitabevi.
- R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/> adresinden alındı
- RStudio. (2021, Eylül 1). *RStudio | Open source & professional software for data science teams*. Kasım 5, 2021 tarihinde RStudio: <https://www.rstudio.com/> adresinden alındı
- Sandbrook, C., Gómez-Baggethun, E., & Adams, W. M. (2020). Biodiversity conservation in a post-COVID-19 economy. *Oryx*, 1– 7. doi:10.1017/S0030605320001039



- Sarıgül, H. (2014). Kümeleme Analizi İle İllerin Bankacılık Hizmetlerine Erişim ve Kullanım Göstergelerinin Karşılaştırılması. *Bankacılar Dergisi*(89), 41-62.
- Sertkaya, B., & Baş, S. (2021). COVID-19 Salgınının Türkiye Ekonomisi Üzerine Etkileri: Riskler ve Olası. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(21), 147-167.
- SGK. (2021, Ekim 14). Sosyal Güvenlik Kurumu İstatistik Yıllığı Sigortalı ve İş Yeri İstatistikleri 2020. Ankara, Balgat, Türkiye. Kasım 2, 2021 tarihinde [http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk\\_istatistik\\_yilliklari](http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari) adresinden alındı
- Shanti, R. (2019). *Multivariate Data Analysis: Using SPSS and AMOS*. Chennai: MJP Publisher.
- Sığırlı, D., Ediz, B., Cangür, Ş., Ercan, İ., & Kan, İ. (2006). Türkiye ve Avrupa Birliği'ne Üye Ülkelerin Sağlık Düzeyi Ölçütlerinin Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi ile Ölçülmesi. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 13(2), 81-85.
- Soy Temür, A. (2021). COVID-19 Finansal Kriz mi? Borsa İstanbul (BIST) Üzerindeki Etkilerinin Geçmiş Finansal Krizlerle Karşılaştırılması. *International Conference on Economics (ICE-TEA2021)*. Turkish Economic Association.
- Soylu, Ö. B. (2020). Türkiye Ekonomisinde COVID-19'un Sektörel Etkileri. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(6), 169-185.
- Şenaras, A. E., & Çetin, İ. (2017). Kamu Hizmetlerinden Memnuniyetin Çok Boyutlu Ölçekleme ile Analizi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(2), 195-209. <https://dergipark.org.tr/en/pub/basbed/issue/38797/456377> adresinden alındı
- Talbot, D., & Ordenez-Ponce, E. (2022). Canadian banks' responses to COVID-19: a strategic positioning analysis. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 12(2), 423-430. doi:10.1080/20430795.2020.1771982
- Tekin, B. (2015). Temel Sağlık Göstergeleri Açısından Türkiye'deki İllerin Gruplandırılması: Bir Kümeleme Analizi Uygulaması. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 389-416. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ckuifbd/issue/32905/365558> adresinden alındı
- Tekin, B. (2018). Ward, K-Ortalamalar ve İki Adımlı Kümeleme Analizi Yöntemleri ile Finansal Göstergeler Temelinde Hisse Senedi Tercihi. *Balikesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(40), 401-436. doi:10.31795/baunsobed.492464
- Tekin, B. (2020a). COVID-19 Pandemisi Döneminde Ülkelerin COVID-19, Sağlık ve Finansal Göstergeler Bağlamında Sınıflandırılması: Hiyerarşik Kümeleme Analizi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 336-349. doi:10.29106/fesa.738322
- Tekin, B. (2020b). Koronavirüs (COVID-19) Salgını ve Ekonomik Finansal Etkileri: Bir Literatür İncelemesi. F. Kalay, & Y. A. Ünvan (Dü) içinde, *İktisadi ve İdari Bilimlerde Güncel Araştırmalar* (s. 39-64). Cetinje: IVPE.
- Tekin, B., & Temelli, F. (2020a). K-Ortalamalar Yöntemi ile Bankaların Sermaye Yeterlilik Rasyolarına Göre Kümelenmesi. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 11-36. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kusbd/issue/52299/617882> adresinden alındı
- Tekin, B., & Temelli, F. (2020b). Türkiye'deki İllerin Kredi Kullanım Düzeyleri Açısından Kümelenmesi: K-Ortalamalar Yöntemi Yaklaşımı. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(1), 91-124. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iibfdkastamonu/issue/55279/734428> adresinden alındı
- The R Foundation. (2020, Ekim 10). *The R Project for Statistical Computing*. Kasım 5, 2021 tarihinde R Project: <https://www.r-project.org/> adresinden alındı

- Tokmergenova, M., Bánhidi, Z., & Dobos, I. (2021). Analysis of I-DESI dimensions of the digital economy development of the Russian Federation and EU-28 using multivariate statistics. *St Petersburg University Journal of Economic Studies*, 37(2), 189-204. doi:10.21638/spbu05.2021.201
- Torgerson, W. S. (1952). Multidimensional Scaling: I. Theory and Method. *Psychometrika*, 17(4), 401-419.
- Tunalı, Ç. B. (2020). Covid-19 Pandemisinin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi. D. Demirbaş, V. Bozkurt, & S. Yorgun içinde, *Covid-19 Pandemisinin Ekonomik, Toplumsal ve Siyasal Etkileri* (s. 25-34). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınevi.
- Tüzüntürk, S. (2009). Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi: Suç İstatistikleri Üzerine Bir Uygulama. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28(2), 71-91.
- Venables, W. N., & Ripley, B. D. (2002). *Modern Applied Statistics with S* (4. b.). New York: Springer. <https://www.stats.ox.ac.uk/pub/MASS4/> adresinden alındı
- Wickham, H., & Bryan, J. (2019). readxl: Read Excel Files. *R package version 1.3.1*. <https://CRAN.R-project.org/package=readxl> adresinden alındı
- Wickham, H., François, R., Henry, L., & Müller, K. (2020). dplyr: A Grammar of Data Manipulation. *R package version 1.0.2*. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr> adresinden alındı
- Yagi, M., & Managi, S. (2021). Iobal supply constraints from the 2008 and COVID-19 crises. *Economic Analysis and Policy*, 69(March 2021), 514-528. doi:10.1016/j.eap.2021.01.008
- Yetiz, F. (2021). COVID-19 Pandemi Sürecinin Türk Bankacılık Sektörü Çalışanlarına ve Müşterilerine Etkileri: SWOT Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(22), 109-117.





## Association Rules Mining on Retail Data

Hatice Dağaslanı\* , Özlem Deniz Başar\*\* 

### Abstract

The development in information technologies, artificial intelligence, and data mining benefits people in many areas. With this development, data stacks are formed through the storage of ever-increasing data. Accessing useful information from the data heaps is a very difficult process. This has led to the emergence and development of the concept of data mining. In this study, the relationship between the categories of the products sold by a company in the retail sector operating in Turkey was analyzed using the Apriori algorithm, which is an algorithm used in data mining. In the application, one-day sales data of the company was used. The data obtained was provided to extract the association rules with the help of Python. In this way, the purchasing habits of customers were determined by finding meaningful relationships between products using association rules.

### Keywords

Apriori Algorithm, Association Rules Analysis, Data Mining

\* **Corresponding author:** Hatice Dağaslanı (Master Student), Istanbul Commerce University, Natural and Applied Sciences, Department of Statistics, Istanbul, Türkiye. E-mail: hatice.dagaslani@istanbulticaret.edu.tr ORCID: 0000-0002-2190-4135

\*\* Özlem Deniz Başar (Prof. Dr.), Istanbul Commerce University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Statistics, Istanbul, Türkiye. E-mail: odeniz@ticaret.edu.tr ORCID: 0000-0002-9430-8975

**To cite this article:** Dağaslanı, H., & Başar, O. D. (2022). Association rules mining on retail data. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 37, 199-211. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.37.1145052>



## Introduction

Data science enables businesses to make good decisions and generate insights that can be used to create innovative structures in products and services. Statistical methods and various algorithms are being developed to transform large amounts of data from meaningless to meaningful. With the application of these algorithms, an attempt is made to obtain meaningful results. Machine learning models are used to facilitate decisions for businesses by obtaining meaningful results.

Machine learning models on the detailed behavior of consumers contribute to the analysis of insights. Thus, strategies can be developed to reveal a stronger understanding of purchasing decisions of customers. In this context, one of the most used methods to analyze customer behaviors is the association analysis method. With the association analysis method, risk analyses can also be done on the habits of customers, and especially for risk management in the banking sector, association analysis rules are applied (Kalikov, 2006: 10).

Firms have large amounts of data of varying nature about their customers. The information obtained by the companies is important in terms of their competitiveness. The techniques used in data mining are from data sets; they are used for obtaining useful information easily. Methods such as clustering, classification, association rules and estimation, aim to extract data that companies can apply under the scope of data mining.

By examining the shopping carts that reflect the shopping habits of the customers, and analyzing which products are bought together, it is possible to update and arrange the aisles and shelves accordingly. With this technique, the products purchased by the customers are analyzed. Thus, products that will increase sales are offered as advice to customers, with suggestions that will be beneficial according to their shopping carts. In this way, the purchasing habits of customers can be determined by finding meaningful relationships between the products sold using association rules. Examining the movements of customers can provide managers with effective marketing development opportunities (Aksoy, 2019: 64).

The analysis of the products purchased by customers can be used as a motion point in cases where it is generally composed of commercially meaningful data, but it is not known which relations to look for on the data set. In this way, various campaigns can be used to increase sales opportunities (Karagöz, 2007: 26).

In the application part of the article, one-day sales data of a retail company in Turkey was used in a five-day period. Due to confidentiality principles, the name of the company will not be disclosed. Purchasing movements of customers shopping for products in more than one category out of 2,521 invoice transactions were examined. The association analysis of the purchased products on the dataset with 1,528 customer (single) transactions was carried out with the help of Python.

## Literature

Timor et al. (2011) applied clustering and association rules analysis by examining customer shopping movements in practice in the retail sector. The application was carried out using the SPSS program. According to the result analysis, they suggested that the production should be arranged in accordance with the sales trends, taking into account the company-specific market focus strategy, marketing and awareness activities.

In their study, Söylemez et al. (2016) examined the traffic accidents that occurred in Ankara in a year and tried to establish correlated rules via association rule analysis with the help of SPSS Clementine 12.0 program. In the first part of the work, the pre-processing of the data, the proper arrangement of the accident data was provided. In the next part, outlier values were determined and removed and data types were converted to binary type. In the last part, they performed rule extraction using the application of the Apriori algorithm and evaluated the obtained rules.

Çalışkan et al. (2020) used the Apriori algorithm and the FP-Growth algorithm in their study, and performed association rules analysis with the help of the R program on the data set consisting of crime data from July 2016 to April 2018 in the US state of Maryland.

Waterson et al. (2016) used the system-based systematic accident analysis technique developed by Rasmussen, which can be used for accident analysis. With this technique, they examined the change of accidents over time.

Ona et al. (2013) investigated the traffic accidents that occurred on rural highways in the Spanish province of Granada between 2005 and 2008 and tried to determine the severity of damage in traffic accidents by using latent class cluster analysis and Bayesian network techniques together.

Nahar et al. (2013) used three different association rule mining algorithms in their study. They provided association rule extraction on the heart disease data they used. They performed data mining analysis. They found critical risk factors for heart disease for men and women.

Brossette et al. (1998) used infection control data in their study, and examined them in six-month, three-month and one-month time periods. By performing association rules analysis with these data, they produced up to 20,000 association rules.

### Association Analysis and Apriori Algorithm

Analyzing large data sets, separating and filtering the patterns throughout the information discovery process and making them ready for the next step is also a part of this process. No data mining algorithm is beneficial, no matter how effective, if

the characteristics of the work and data on which the analysis is carried out are not known (Savaş, Topaloğul and Yılmaz, 2012: 7).

Data mining usage areas include database analysis, decision support, identification of similarities between customers, market basket analysis, cross-market sales analysis, competition analysis, customer credit risk research, optimal use of corporate resources, determination of customers' purchasing patterns, finding connections between customer demographics, increasing the response rate in mail campaigns and evaluation of loan requests (Sivri, 2015: 4).

### Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM)

The cycle in Figure 1 is commonly followed in data mining processes. This cycle is referred to as CRISP-DM. The developers of the process, which is expressed as Turkish cross-industry data mining process, are Daimler-Chrysler (later Daimler Benz AG, Germany), NCR Systems Engineering Copenhagen (Denmark), SPSS (England) and OHra Verzegeringen en Bank Groep BV (Netherlands) (Küçükşille, 2009).

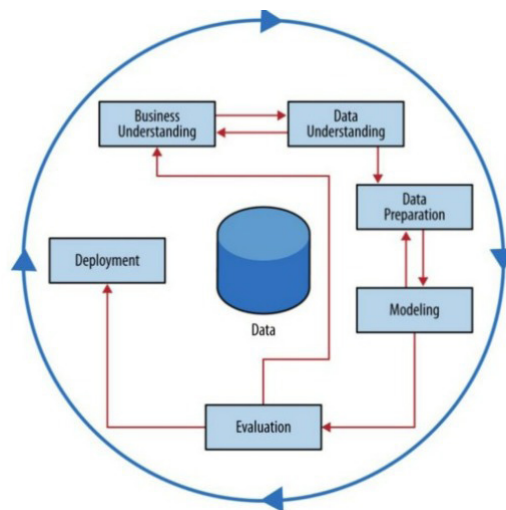


Figure 1. Data Mining Process (Chapman et al., 2000).

The beginning of the data mining process starts with understanding the business. This is the part that needs to be analyzed for the progress of the process. When the process is completed, the goals that are planned to be achieved should be expressed clearly and precisely.

The second stage is understanding the data. A close familiarity with the database will make it possible to process the data analysis to produce the desired results. Missing and incorrect data in the database should be thoroughly analyzed. After this

analysis phase, the data preparation phase begins. The data should be converted into a format ready for the algorithms and software to be used, and if there are incomplete or missing data, it should be cleaned.

The modeling stage is the part where the process is technically implemented. In this section, the selection of the modeling technique that is planned to be applied, the creation of the design of the model and the evaluation of the model are carried out.

Bringing the process into report format and documenting it is the final stage. Considering that the process is carried out by the research firm, this part is an important step for the companies that purchase the service.

### **Properties of Simulation Environment**

Association analysis is used as an analysis technique that describes the strength of the relationship between pairs of products purchased together and identifies patterns of co-occurrence. Association analysis is applied in data mining as a method generally used to predict the purchasing behaviors of customers (Sagin, 2018: 10-19).

In association analysis, the aim is to find the relationships between the parts of the set (number set, word set). The relationships found can be used to increase the firm's profits or to make scientific predictions. If it is known that those who buy product X and Y also buy product Z at a high rate, if a customer buys product X and Y but does not buy product Z, that customer is a potential customer Z. Thus, product Z can be advertised to potential customers of product Z. In addition, if the probability of X being together with Y is high and Y is found in a region, then X should be sought in the region (Alpaydin, 2000).

The association analysis technique simply reveals which products are bought together, which products should be included in which campaign, and consumer behavior. It analyzes product data to determine the proximity of product combinations with each other. Based on the result of this analysis, managers can plan and apply in order to implement more effective sales strategies and develop promotional offers to customers (Alan, 2016: 46).

Sales analysis built by association rules is used as a solution to many problems, such as customer purchasing habits, which products will be discounted, how catalogs will be designed, how products on the shelf will be arranged, etc. (Esen, 2009: 33).

### **Terms Used in Association Rules**

The products purchased by the customers, all the transactions performed and the set of objects bought together during these transactions constitute the association analysis. There are some important terms used when applying this analysis, and they

are as follows (Dolgun, 2006: 36): antecedent as representing the left side of the rule, antecedent support as the probability of seeing the first product alone, consequent as the result expressing the right side of the rule, consequent support as the support value probability of seeing the second product alone, support as the confidence value probability of seeing two products together, confidence as the probability of selling the second product when the first product is sold, leverage or lift as the value of how much the probability of selling the second product increases when the first product is sold, minimum support as the minimum support value specified, minimum confidence as the minimum confidence value specified.

Association analysis is based on the calculation of various probability measures. The three main metrics covered are support, confidence and lift (Aksoy, 2019: 73). The letters X, Y and N that we will use to define these metrics are explained below.

- “X: first product, Y: second product and N: total purchase”
- **X&Y:** Represents the number of times X and Y are purchased simultaneously. There may be products other than X and Y in the customer’s shopping cart.
- **X⇒Y:** Represents the situation of *those who get X, get Y*. The difference from X&Y is that in special cases, when X and Y are swapped, the result also changes (i.e., Y⇒X). As an example, X and Y are taken as five; when X and Y are analyzed separately, ‘X’ might be purchased 7 times and ‘Y’ is 12 times.
- **Support:** It is the simultaneous occurrence of X and Y in the entire data set. It is the probability of seeing X and Y together (Bhasin, 2020).

$$\text{Support} = (\text{Simultaneous purchase}(X\&Y)) / (\text{Total purchase}(N))$$

- **Confidence:** Probability that product Y will be sold when product X is purchased. It is between 0 and 1 (Dolgun, 2006: 37-38).

$$\text{Confidence} = (\text{Simultaneous purchase}(X\&Y)) / (\text{Individual purchase}(\text{for } X))$$

The high percentage of Confidence and Support values indicates that association rules are reliable. Finding association rules from common object sets provides the smallest support (minimum\_support or min\_support) and the smallest confidence (minimum\_confidence or min\_confidence) (Döşlü, 2008: 27-28).

- **Lift (Leverage):** It is applied to find out how much they are purchased together if X and Y are statistically independent. It is used to conclude the rate of increase in purchases of product Y, in between the customers of X. If the lift value is greater than 1, the variables can be dependent on each other and rules can be created about the variables. The result of lift answers the following question; “If there is a relationship, how many times could those who buy

product X affect the sales status of product Y?” Lift value is between 0 (zero) and  $\infty$  (infinite) (Han and Kamber, 2006: 266-272).

$$\text{Lift} = \text{Support}(X \square Y) / (\text{Individual purchase}(X) * \text{Individual purchase}(Y))$$

Results obtained with the association analysis may affect the decisions to be made in the planning of the sales process, the catalog and the shelf image, because, while calculating in association analysis, support and confidence criterion are taken as basis in the connection between goods and services. Association rules calculated according to the level of support and confidence indicate the potential relationships of the data. A strong association rule has great support and a high level of confidence (Aras, 2008: 27).

There are two important aspects for association rules to be useful: the rule is relevant to the subject, and the rule is understandable. Understandability and clarity have always been the strength of association rules. The reason for this is that association rules are symbolic and intuitive. In association rules, there are many steps that the number and type of rules can control (Döşlü, 2008: 27).

Association rule is a rule-based machine learning technique for finding relationships in large databases. With this approach, rules are also produced for new analyses, since large amounts of data are analyzed. Apriori algorithm, as a method used to reveal product associations from user shopping, provides the opportunity to see the associations of products purchased according to a threshold value to be determined. Substantially, it has an iterative nature on the basis of the Apriori algorithm (Han and Kamber, 2006: 1-35). It is used to discover frequent item sets in databases containing departure points.

### **Types of Association Rules**

The types of association rules can be classified in many different ways and are listed under three main headings as follows (Döşlü, 2008: 31):

- According to the types of values used in the rule: If the rule is about associations between the presence and absence of objects, this is called a Boolean association rule. These rules are derived from association analysis. If it describes associations between quantitative objects or properties, it is a quantitative association rule. In these rules, quantitative values or properties for objects are divided into ranges.
- According to the dimensions of the data contained in the rule: If the attributes or objects in an association rule represent only one dimension, then the rule is said to be a single dimension association rule

- According to various dimensions of association rules (Dolgun, 2006): Association rules analysis can be an extension of correlation analysis. When the data contains various dimensions of association rules, it is called a multi dimension association rule. At the same time, it can be an extension of the “maxpattern” and “frequent closed itemset” analysis.

With the association rules, the products purchased together by the customers are analyzed. It is used to explain the relationships that occur simultaneously. For example, the customer who buys plane tickets for all family members to go on holiday will be able to rent a car in the holiday region with a probability of over 90% (Şimşek, 2006: 53). More than half of the female customers who buy ready meals also buy care products. Firms use this technique to determine the purchasing targets of their customers.

### **Apriori Algorithm**

The most well-known algorithm in association rules extraction is the Apriori algorithm. This algorithm uses the a priori information of common objects, that is, takes the information from the previous step, therefore, the name “Apriori” is derived from the word “prior.” Unlike other algorithms, there is a difference in the way candidate object sets are produced and the selection of candidate object sets to be counted. The Apriori algorithm focuses on this significant point. Apriori creates candidate object sets by combining common object sets formed in the previous transition. Without dealing with the movements in the data pool, it deletes the smaller subsets formed in the previous transit from the data pool (Döşlü, 2008: 34). The Apriori principle states that if an item set is sparse, all its subsets must be sparse as well. The Apriori algorithm is one of the best algorithms available for joint decision making.

The steps of the algorithm are detailed below (Şekeroğlu, 2010):

- In the first step, threshold values are determined in order to compare support and confidence values. It is expected that the results obtained from the analysis will be greater than or equal to the threshold values.
- In the second step, the number of repetitions for the products to be included in the analysis, that is, the support value, is calculated and the database is scanned for this. After the support values are obtained, they are compared with the threshold support value. If the obtained support value of the product is less than the threshold support value, the relevant rows are excluded from the analysis. Only appropriate records are considered.
- When we come to the third step, the products selected in the second step are grouped in pairs and the support values, that is, the number of repetitions,



are obtained. As in the previous step, these values are compared with the support values, and the lines less than the threshold value are excluded from the analysis.

- In the fourth step, the grouping values are gradually increased by one, and the threshold values are compared in groups of three and four. The process continues as long as the number of repetitions is above or equal to the threshold value. At the last stage, after the product group is determined, association rules are produced by looking at the rule support criterion. Confidence criteria are calculated for each of the rules.

The criteria for applying the Apriori algorithm in probability metrics are as follows (Döşlü, 2008: 34):

- The minimum value is determined for the support and confidence value, and those above that value are included in the rule.
- Support values are checked by listing how many times all products are purchased one by one.
- Binary groups are formed with the remaining products. The same process is applied to the binary groups, and after the ones below the support value are removed, the confidence value of the remaining ones is checked. Those with a confidence value higher than the minimum are chosen as association rules.

### **Implementing Association Analysis with Data Mining Technique**

The data used in the applied study were one-day shopping data in a five-day time period of a company operating in the retail sector in Turkey. The association analysis of the products was carried out with the help of Python by examining 6 categories of products over the dataset, which includes 1,528 customer (single) transactions, including customers who choose one or more products, out of 2,520 invoice transactions.

The variables used in the data are shown in Table 1 below. The main features of the application are as follows:

- Includes shopping information between January 4, 2021 (Monday) and January 8, 2021 (Friday).
- It consists of 6 categories of outerwear, youth wear, casual, women's outerwear, special collection, and sportswear.
- Consists of 1,528 different customer numbers.

Table 1

*Variables Used in the Data Set*

<b>Variable Name</b>	<b>Definition</b>
Invoice Number	The unique number of each transaction, namely the invoice.
Product Group	Information about category names of products.
Invoice Date	Shows when the product was being purchased.
Price	Shows how much was paid for the product or products purchased.
Customer number	The unique customer number.

In the Apriori algorithm, it is calculated whether the frequency value (number of repetitions) of each product is found in the data studied. The number of repetitions and support values are calculated. A new table is created with products with a support value equal to or above the minimum support (min\_support). The larger the minimum support value, the less co-occurrence of products.

The Apriori algorithm was invoked to generate frequent item sets and the minimum support was pulled to 80%. The Apriori algorithm was applied with a minimum support of 80% in the sample dataset. Thus, the probability of purchasing a minimum of 80% of the purchased products in all sales was examined.

Table 2

*Minimum support 80% sample frequency table*

<b>Support</b>	<b>Items</b>
0.95	Youth Clothing
0.95	Outerwear
0.95	Casual
0.82	Women's Outerwear

As table 2 presents above, according to the minimum support 80%, when the Apriori algorithm is applied, it is seen that sales are made from four categories of products. These product categories are youth wear, outerwear, casual and women's outerwear. It is seen that the larger the minimum support value, the lower the rate of co-occurrence of products.

Table 3

*Association Analysis Result Table*

<i>Antecedent</i>	<i>Results</i>	<i>The Probability of Seeing the First Product Alone Support Value</i>	<i>Possibility of Seeing Second Product Alone Support Value</i>	<i>Support</i>	<i>Confidence</i>	<i>Lift</i>
Youth Clothing	Outerwear	0.95	0.95	0.95	1.0	1.044
Outerwear	Youth Clothing	0.95	0.95	0.95	1.0	1.044
Casual	Outerwear	0.95	0.95	0.95	1.0	1.044
Outerwear	Casual	0.95	0.95	0.95	1.0	1.044
Women's Outerwear	Outerwear	0.82	0.95	0.82	1.0	1.044

According to Table 3, the results of the association analysis in shopping are given below:

- Products purchased from the youth clothing and outerwear categories are seen in 95% of all purchases.
- Products purchased from women's outerwear and outerwear categories are seen in 82% of all purchases.
- The probability of seeing a product from the youth clothing category alone is 95%.
- The probability of seeing a product taken from the category of women's outerwear alone is 82%.
- In 95 out of 100 purchases, products from the youth clothing and outerwear categories are purchased together.
- In 82 out of 100 purchases, women's outerwear and outerwear products are purchased together.
- The sales of the casual category product increase 1.044 times in outerwear purchases.

### **Discussions and Conclusions**

The way for companies to be protected and survive in the developing competitive environment depends on making use of scientific techniques, especially during the decision phase. One of the most important ways to stand out in a competitive environment is to ensure customer satisfaction. It is to determine the expectations and needs of the customers correctly. Companies can increase customer satisfaction with their efforts to protect their existing customers and gain their customers' loyalty. Increasing customer satisfaction and gaining potential customers is possible with a correct understanding of customer purchasing habits. One of the most important steps in becoming a customer-oriented company is to design the stores in a customer-friendly way. Customer likes and habits can be determined by monitoring their purchasing movements. Based on the data obtained, answering questions such as which product is sold with which product, and whether there is a close relationship between these products being sold together, can be important for companies in terms of developing customer-oriented strategies. In the campaigns to be designed by companies, it is possible to determine which product groups should be directed to which group of customers, in which category, and which product groups should be brought to the fore during seasonal changes. The customer-oriented store layout and the arrangement of the shelves according to their purchasing habits can be determined

by the results that can be obtained from the data. For all these, association rules extraction, which is one of the data mining models, can be used.

Behavior patterns that enable companies to make effective decisions were revealed using data mining in the implementation process. In the study, which was carried out using the Apriori algorithm, ideas were produced about which products were more focused by examining the behaviors of the customers. Also, the data includes a specific period. In future studies, extended research can be done for data belonging to different periods of the year or the whole year.

By using association rules in the study, it can be shown that customers' purchasing habits are determined by finding meaningful relationships between products. A large amount of reliable data (without errors and omissions) is a prerequisite in association analysis, because the quality of the extracted rules primarily depends on the quality of the data. In addition to this type of study, which is carried out on the data obtained from the purchasing preferences of the company in the product category, it is also possible to analyze the forecasts of future purchases by examining all product categories or using the data consisting of the product groups that are desired to be more prominent.

---

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** : Conception/Design of study: H.D., Ö.D.B.; Data Acquisition: H.D.; Data Analysis/ Interpretation: H.D., Ö.D.B.; Drafting Manuscript: H.D.; Critical Revision of Manuscript: H.D., Ö.D.B.; Final Approval and Accountability: H.D., Ö.D.B.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

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

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkısı:** Çalışma Konsepti/Tasarımı: H.D., Ö.D.B.; Veri Toplama: H.D., Ö.D.B.; Veri Analizi /Yorumlama: H.D., Ö.D.B.; Yazı Taslağı: H.D., Ö.D.B.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi: H.D., Ö.D.B.; Son Onay ve Sorumluluk: H.D., Ö.D.B.; H.D., Ö.D.B.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

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

---

## References

- Aksoy, A. (2019). *Pazarlama ve müşteri ilişkileri yönetiminde veri madenciliği uygulamaları: pazar sepeti analizinde apriori algoritmasının uygulanması* (Yüksek lisans tezi), İstanbul Aydın Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü.
- Alan, B. (2016). Veri madenciliği ve market veri tabanında birliktelik kurallarının belirlenmesi (Yüksek lisans tezi), Recep Tayyip Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Alpaydın E. (2000). Ham veriden altın bilgiye ulaşma yöntemleri. Boğaziçi Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 25-42.
- Aras, Ü. (2008). Finansal veri madenciliği (Yüksek lisans tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bhasin, R. (2020). ApacheSpark kullanarak keşifçi ve pazar sepeti analizi (Çevrimiçi). <https://medium.com/analytics-vidhya/shopper-behavior-exploration-and-market-basket-analysis-using-spark-650656d6a0e1>

- Brossette, Stephen E., Sprague, Alan P., Hardin, J. Michael, Waites, Ken B., Jones, Warren T., Moser, Stephen A., (1998). Data mining in hospital infection control and public health surveillance, *Journal of the American Medical Informatics Association*, 5, 373-381.
- Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaz, T., Reinartz, T., Shearer, C., & Wirth, R. (2000). Adım adım veri madenciliği kılavuzu.
- Çalışkan, D., Yıldız, K., Doğan, B., ve Aktaş, A. (2020). Crime data analysis with association rule mining. *Int. Per. of Recent Tech. in App. Eng.*, 2(2), 42-50. DOI: 10.292228/porta.1,
- De Oña, J., López, G., Mujalli, R., and Calvo, F. J. (2013). Analysis of traffic accidents on rural highways using latent class clustering and bayesian networks. *Accident Analysis and Prevention*, 51, 1-10.
- Doğun, M. Ö. (2006). Büyük alışveriş merkezleri için veri madenciliği uygulamaları (Yüksek lisans tezi), Hacettepe Üniversitesi İstatistik Anabilim Dalı, Ankara.
- Döşlü, A. (2008). Veri madenciliğinde market sepet analizi ve birliktelik kurallarının belirlenmesi (Yüksek lisans tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Esen, F. (2009). Veri tabalarından bilgi keşfi: veri madenciliği ve bir sağlık uygulaması (Yüksek lisans tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Han, J. ve Kamber, M. (2006). Data mining concepts and techniques, Morgan Kauffmann Publishers Inc., 1-35.
- Kalıkov, A. (2006). Veri madenciliği ve bir e-ticaret uygulaması (Yüksek lisans tezi), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karagöz, N. E. (2007). Market veri tabanında veri madenciliği uygulaması (Yüksek lisans tezi), İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Küçükşille E. (2009). Veri madenciliği süreci kullanılarak portföy performansının değerlendirilmesi ve İMKB Hisse Senetleri Piyasasında bir uygulama (Yüksek lisans tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Nahar J., Imam T., Tickle KS., Chen YP (2013). Association rule mining to detect factors which contribute to heart disease in males and females. *Expert systems with applications*, (40), 1086–1093.
- Sağın, A.N. ve Ayyaz., B., 2018. Determination of association rules with market basket analysis: an application in the retail sector. *Southeast European journal of soft computing*, 7(1), 10-19.
- Savaş, S., Topaloğlu, N. ve Yılmaz., M. (2012). Veri madenciliği ve Türkiye'deki uygulama örnekleri. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, (7-8).
- Shearer, C. (2000). The crisp-dm model: the new blueprint for data mining. *Journal of data warehousing*, 5(4), 13-23.
- Sivri, E.Ş. (2015). Veri madenciliği/e-ticaret için ürün tavsiye sistemi geliştirilmesi (Yüksek lisans tezi), İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şekeroğlu, S., (2010). Hizmet sektöründe bir veri madenciliği uygulaması (Yüksek lisans tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 135, İstanbul.
- Söylemez, İ., Doğan, A. ve Özcan, U. (2016). Trafik kazalarında birliktelik kuralı analizi: Ankara ili örneği. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 16, 11-20. DOI: 10.21121/eab.2016OZEL24423.
- Şimşek, U. T. (2006). Veri madenciliği ve müşteri ilişkileri yönetiminde bir uygulama (Doktora tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Timor, M., Ezerçe, A., Gürsoy., U.T., 2011. Müşteri profili ve alışveriş davranışlarını belirlemede kümeleme ve birliktelik kuralları analizi: perakende sektöründe bir uygulama. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitü Yönetim Dergisi*, 128-147.
- Waterson, P., Jenkins, D. P., Salmon, P. M., & Underwood, P. (2016) Remixing rasmussen: the volution of accimaps within systemic accident analysis applied ergonomics, 59(B), 483-503.5393 sayılı Belediye Kanunu (2005). Resmî Gazete Sayı: 25874.





## OECD Ülkelerinde Demokrasinin Çevresel Bozulma Üzerindeki Etkisi

### The Impact of Democracy on Environmental Degradation in OECD Countries

Neslihan Ursavaş\*

#### Öz

Çevresel bozulma ve belirleyicileri literatürde kapsamlı bir şekilde tartışılmaktadır. Bununla birlikte, literatür çoğunlukla ekonomik büyüme, açıklık ve küreselleşme gibi çevresel bozulmanın ekonomik belirleyicilerine odaklanmaktadır. Ancak sürdürülebilir bir çevre için çevresel bozulmanın politik belirleyicileri de oldukça önemlidir. Bu bağlamda konuyla ilgili teorik yaklaşımlar ise birbirinden farklıdır. Bazı çalışmalar demokrasinin çevresel bozulmayı azalttığını iddia ederken; bazı çalışmalar ise demokrasinin çevresel bozulmayı artırdığını savunmaktadır. Dolayısıyla demokrasi ve çevre arasındaki ilişkiyi açıklamaya yönelik yaklaşımlar arasında demokrasinin çevreyi nasıl etkilediği konusunda bir fikir birliği olmadığı görülmektedir. Bu çalışmanın temel amaçlarından biri, çevresel bozulmanın demokrasi gibi politik bileşenlerine odaklanmaktır. Bununla birlikte çalışmada konu ile ilgili teorik argümanlar çerçevesinde demokrasinin çevresel bozulma üzerindeki etkisi incelenmektedir. Belirtilen amaçlar doğrultusunda 37 OECD ülkesinde 1995-2018 dönemi için demokrasinin kişi başı sera gazı emisyonu üzerindeki etkisi test edilmektedir. İlk olarak seriler arasında yatay kesit bağımlılığı ve eğitim katsayısının homojen olup olmadığı test edilmektedir. Elde edilen bulgulara göre seriler arasında hem yatay kesit bağımlılığı olduğu hem de eğitim katsayısının heterojen olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle yatay kesit bağımlılığı ve heterojenliği dikkate alan Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup (CCEMG) tahmincisi kullanılmaktadır. Elde edilen bulgulara göre demokrasi düzeyindeki artış kişi başı sera gazı emisyonunu artırırken; yenilenebilir enerji tüketimi sera gazı emisyonunu azaltmaktadır.

#### Anahtar Kelimeler

Demokrasi, Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Çevresel Bozulma, CCEMG Yöntemi

#### Abstract

Environmental degradation and its determinants have been extensively discussed in the literature. With the literature mostly focusing on the economic determinants of environmental degradation, such as, economic growth, openness, and globalization. However, the political determinants of environmental degradation are also significant for a sustainable environment. The theoretical approaches differ in this context, with some studies claiming that democracy reduces environmental degradation, while others argue that democracy increases it. Therefore, one can say that no consensus exists among the approaches explaining the relationship between democracy and the environment with regard to how democracy impacts the environment. One of the main goals of this study is to focus on the political components of environmental degradation, such as, democracy. This study additionally investigates the impact of democracy on environmental degradation within the scope of theoretical approaches. Within this context, the study tests the impact of democracy on greenhouse gas emissions per capita in 37 OECD countries for the period of 1995-2018. In order to do this, the study first tests cross-sectional dependence and homogeneity across the variables. The results show the presence of both cross-sectional dependence, as well as slope heterogeneity between the variables. Therefore, the

\* **Sorumlu Yazar:** Neslihan Ursavaş (Dr.), Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, İktisat Bölümü, Zonguldak, Türkiye.

E-posta: neslihan.karakoc@beun.edu.tr ORCID: 0000-0001-9922-9662

**Atf:** Ursavaş, N. (2022). OECD ülkelerinde demokrasinin çevresel bozulma üzerindeki etkisi. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 37, 213-235. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.37.1118226>



common correlated effects mean group (CCEMG) estimator, is used, as it takes cross-sectional dependence and heterogeneity into consideration. According to the results, democracy is positively related to environmental degradation. In other words, an increase in the level of democracy increases greenhouse gas emissions per capita, whereas higher levels of renewable energy consumption reduce greenhouse gas emissions.

**Keywords**

Democracy, Renewable Energy Consumption, Environmental Degradation, CCEMG Method

***Extended Summary***

This study investigates the relationship between environmental degradation and democracy in 37 OECD countries. The dataset covers the period of 1995-2018. The literature on environmental degradation can be classified as follows: The first group of studies investigates the relationship between environmental degradation and its economic indicators, and the second group focuses on the relationship between environmental degradation and its political indicators. While some of these studies state democracy to increase environmental degradation, other studies argue opposite, with democracy decreasing environmental pollution.

No consensus is observed to exist regarding how democracy impacts environmental degradation. Using this motivation, this study focuses on the political determinants of environmental degradation, unlike the existing literature which has mainly focused on the economic determinants of environmental pollution. This study examines the relationship between democracy and greenhouse gas emissions per capita in 37 OECD countries over 1995-2018 the period using the common correlated effects mean group (CCEMG) estimator.

Many studies are found to have examined the determinants of environmental degradation. A significant portion of these studies has analyzed the impacts of economic factors such as economic growth, trade openness, and globalization on environmental pollution. While some of these studies (Jalil & Mahmud, 2009; Lau et al., 2014; Destek et al., 2016; Doğan & Turkecul, 2016; Shahbaz et al., 2017; Zhang et al., 2017; Pata, 2019; Ling et al., 2021; used carbon emissions as a proxy for environmental degradation, a second group of studies (Ahmed et al., 2019; Apaydın et al., 2021; Apaydın, 2020) used the ecological footprint index. However, very little research is found in the literature regarding political determinants on environmental degradation, such as democracy. While some of these studies have argued democracy to positively affect environmental degradation, others have argued a negative



relationship to exist between democracy and the environment. Studies such as those from Binder and Neumayer (2005), Li and Reuveny (2006), Bernauer and Kaubi (2004; 2009), Romuald (2016), and Hotunluoğlu and Yılmaz (2018) have shown democracy to reduce environmental pollution. However, a few studies such as those from Brenna (2015), and Gallagher and Thacker (2008) have argued democracy to have a positive or negligible impact on the environment.

The results from the cointegration test show a long term relationship to exist among the variables. According to the CCEMG results, democracy has a positive and statistically significant impact on greenhouse gas emissions per capita. Alongside this, the study also uses renewable energy consumption, income per capita, and urban population as control variables. The results show the impacts of income per capita and urban population to not be statistically significant, while also showing a negative and significant relationship to exist between democracy and renewable energy consumption.

This study investigates the impact of democracy on greenhouse gas emissions per capita over the period 1995-2018 for 37 OECD countries. The results show democracy to be positively related to greenhouse gas emissions per capita. An increase in democracy levels increases greenhouse gas emissions per capita. Meanwhile, democracy leads to environmental degradation. On the other hand, an increase in renewable energy consumption levels decreases greenhouse gas emissions per capita in OECD countries, as expected. An increase in the percentage that renewable energy makes up overall energy consumption increases quality of the environment. Therefore, countries with high renewable energy consumption are able to provide a sustainable solution to environmental problems. According to the other important finding from the study, an increase in democracy increases the amount of greenhouse gas emissions per capita. This result supports the approaches claimed by studies such as those from Drzek (1987) and Bernauer and Koubi (2004), which showed democracy to increase environmental degradation. Therefore, regulatory institutions are able to reduce the negative impact that democracy has on environmental quality by limiting the power lawmakers have to permit excessive resource use. An ecological constitution may also be prepared in order to ensure the sustainability of environmental policies as well as to prevent the problem of political myopia.

## OECD Ülkelerinde Demokrasinin Çevresel Bozulma Üzerindeki Etkisi

Çevresel bozulma, küresel iklim krizi ve iklim değişikliği gibi çevresel sorunlar sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir parçasıdır. Öyle ki 2012 yılında düzenlenen Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı'nda çevresel bozulmadaki artışa dikkat çekilmekte ve iklim değişikliği ile mücadeleye odaklanılmaktadır. İklim değişikliği ile mücadelede ortaya konan temel hedeflerden biri de güçlü kurumların oluşturulması, şeffaf düzenlemelerin teşvik edilmesi ve birey ve insan haklarının korunmasıdır (BM, 2019). Ancak sürdürülebilir kalkınma araştırmalarının pek çoğu ekonomik büyüme ve çevre ilişkisine odaklanmakta ve kurumlar ve çevre ilişkisi büyük ölçüde göz ardı edilmektedir. Özellikle demokrasi ve çevrenin nasıl etkileştiği konusunda farklı yaklaşımlar ortaya atılmaktadır.

Demokrasi ve çevre ilişkisi ile ilgili teorik yaklaşımlar temel olarak iki gruba ayrılabilir. Birincisine göre daha demokratik ülkelerde çevre kalitesi ile ilgili daha sıkı politikalar uygulanmakta ve dolayısıyla demokrasi çevre kalitesini artıran bir faktör olmaktadır. Bu yaklaşıma göre demokratik ülkelerde bireyler çevre kalitesi hakkında bilgi sahibi olmakta özgürdür. Çevre ile ilgili tercihlerini özgürce ifade edebilir, örgütlenebilir ve hükümete baskı yapabilirler. Bununla birlikte demokratik ülkelerde vatandaşlar çevre sorunlarının daha çok farkındadır. Bunu sağlayan ise özgür bir medyanın olmasıdır. Özgür bir medyanın olması bireylerin çevre ile ilgili bilgiye daha kolay ulaşmasını sağlamakta ve bu bireylerin çevre konusunda farkındalığını artırmaktadır. Dolayısıyla bireyler çevre ve ekolojik politikalar hakkındaki görüşlerini, ve önceliklerini ifade edebilir ve seçim yoluyla hükümete siyasi baskı uygulayabilirler (Acemoğlu ve Robinson, 2006; Payne, 1995). Bununla birlikte hem ulusal hem de uluslararası düzeyde çevrenin korunması için örgütlenme hakları vardır (Romuald, 2011). Demokrasinin temel öncülü politikaya dahil olan herkesin demokrasinin oluşumunda bir sese sahip olmasıdır. Böylece, daha iyi çevresel kalite talepleri, karar verme sürecinde kolaylıkla iletilebilir ve siyasi liderlerini çevre standartlarını yükseltmeye zorlayabilirler (Pande, 2003). Bunun yanında demokratik rejimlerde i) liderlerin çevresel bozulmadan kişisel olarak yararlanmalarını zorlaştıran hesap verilebilirliğin olması, ii) kamu oyunu bilgilendirmeye yardımcı olabilecek sivil toplum kuruluşlarının varlığı, iii) çevrenin korunmasında bir araç olarak kullanılan hukuk davalarının mevcudiyeti, iv) çevresel sorunlarla ilgili bilginin paylaşımında demokratik ülkelerin etkileşimi, v) çevresel sorunların iyileştirilmesi konusunda uluslararası anlaşmaların geliştirilmesi gibi unsurlar demokrasinin çevresel kaliteyi artırdığını savunan yaklaşımın ortaya koyduğu diğer unsurlardır. Buna karşın otokratik rejimlerin çevre kalitesini koruma olasılığı daha düşüktür. Bunun sebepleri, i) liderlerin seçmene karşı sorumluluk eksikliği, ii) gücün çevresel bozulmayla ilişkili faaliyetlerden kar sağlayan küçük bir seçkin grubunun elinde toplanması, iii) serbest bilgi akışı üzerindeki kısıtlamalar sayılabilir (Desai, 1998; Winslow, 2005, s.772).

Demokrasi ve çevre ilişkisini ele alan diğer yaklaşım ise demokrasinin çevresel bozulmaları artırdığını iddia etmektedir. Diğer bir ifadeyle demokrasi çevre kalitesini artıracak politikaların uygulanmasını engellemektedir. Bu yaklaşıma göre, demokratik ülkelerde özel çıkar grupları toplum üzerinde orantısız bir etkiye sahip olabilmektedir. Bu ise çevre politikalarına karşı çıkan özel çıkar gruplarının varlığında kamu mallarının (çevre kalitesi) yetersiz sağlanabileceği anlamına gelmektedir. (Bernauer ve Koubi, 2004, s.2). Örneğin Dryzek (1987), demokrasinin, kâr maksimizasyonu peşindeki lobi gruplarının önemli bir siyasi etkiye sahip olduğu bir rejim olduğunu ileri sürmektedir. Böylece hükümet lobicilikten etkilenebilir ve özel çıkarları kamu çıkarının önüne koyabilir. Buna karşılık, otokratik rejimler, kamu yararı lehine çevresel kaliteye zarar veren lobicilik taleplerini reddedebilir. Demokrasinin çevresel bozulmayı artırdığı yönündeki yaklaşımın diğer bir argümanı ise siyasi miyopidir. Siyasi miyopi nedeniyle, demokratik olarak seçilmiş hükümetler aynı zamanda, uzun vadeli eylem planlarına bağlılıkta seçilmemiş otokratik rejimlere göre daha güçsüz olabilir. (Bernauer ve Koubi, 2009, s.1356-1357; Congleton, 1992). Başka bir deyişle, kirliliğin azaltılması uzun vadeli bir taahhüt gerektirmektedir ve demokratik olarak seçilmiş hükümetler, kaynak kullanımını sınırlayan ve ekonomik büyümeyi yavaşlatan politikalar seçme konusunda isteksiz olabilir. Bu nedenle, demokratik olarak seçilmiş hükümetler, temiz bir çevre gibi kamu mallarını sağlamada otokratik rejimlere göre daha az başarılı olabilirler. Diğer yandan liderlerin daha güçlü olduğu otokratik rejimlerde de tüm kaynakları elinde bulunduran liderlerin daha sıkı çevre politikalarına yatırım yapacağı ve çevresel kaliteyi koruyacağı varsayımı da zayıf kalmaktadır (Hotunluoğlu ve Yılmaz, 2018, s.136).

Demokrasi ve çevre arasındaki ilişkiyi açıklamaya yönelik yaklaşımlara bakıldığında demokrasinin çevreyi nasıl etkilediği konusunda bir fikir birliği olmadığı görülmektedir. Bu çalışmanın temel amaçlarından biri ortaya atılan teorik argümanlar ışığında demokrasinin çevresel bozulma üzerindeki etkisinin ne yönde olduğunu araştırmaktır. Çalışmanın diğer amacı ise mevcut literatürden farklı olarak çevre kirliliğinin ekonomik belirleyicilerine değil, politik belirleyicilerine odaklanmaktır. Çünkü çevresel bozulma ile ilgili yapılan çalışmalar genel olarak çevre kirliliğinin ekonomik faktörler ile ilişkisini analiz etmektedir. Fakat çevre kirliliğinin politik belirleyicileri üzerine odaklanan geniş bir ampirik literatür bulunmamaktadır. Belirtilen amaçlar doğrultusunda bu çalışmada 37 OECD ülkesinde 1995-2018 dönemi için demokrasinin çevresel bozulma üzerindeki etkisi araştırılmaktadır.

### Literatür İncelemesi

Çevre kirliliğinin belirleyici unsurlarını inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların önemli bir kısmı çevre kirliliği ile ekonomik büyüme ve dışa açıklık gibi ekonomik faktörlerin çevre üzerindeki etkisini ele almaktadır. Örneğin, Jalil ve Mahmud (2009), 1971-2005 dönemine ait verileri kullanarak Çin’de kişi başı gelir

ile karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemektedir. EKC hipotezinin test edildiği çalışmada ARDL yöntemi uygulanmakta ve EKC hipotezi doğrulanmaktadır. Ayrıca ekonomik büyümeden karbon emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi gözlenmektedir. Lau, Choong ve Eng (2014), 1970-2008 dönemi için Malezya'da ekonomik büyüme ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemektedir. EKC hipotezinin test edildiği çalışmada elde edilen bulgulara göre uzun dönemde ekonomik büyüme ve karbon emisyonu arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğu gözlenmektedir. Benzer şekilde Kasman ve Duman (2015) çalışmasında AB ülkelerinde 1992-2010 dönemi için, karbon emisyonu, ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ticari açıklık arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Panel nedensellik analizinin yapıldığı çalışmaya göre, enerji tüketimi ve ticari açıklıktan karbon emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi gözlemlenmektedir. Benzer şekilde Destek, Ballı ve Manga (2016), 1990-2011 dönemine ait dışa açıklık, enerji tüketimi ve GDP verileri kullanarak 10 CEEC ülkesinde EKC hipotezini test etmektedir. FMOLS yönteminin kullanıldığı çalışmada enerji tüketimi ve GSYİH'daki artış karbon emisyonunu artırırken, dışa açıklıktaki artış karbon emisyonunu azaltmaktadır. Doğan ve Turkecul (2016), ABD'de 1960-2010 dönemi arasındaki karbon emisyonu, enerji tüketimi, dışa açıklık, finansal kalkınma ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Granger nedensellik analizinin kullanıldığı çalışmada elde edilen bulgulara göre, karbon emisyonu ile ticari açıklık arasında bir nedensellik ilişkisi bulunmazken; diğer değişkenler ile karbon emisyonu arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi gözlenmektedir. Shahbaz, Nasreen, Ahmed ve Hammoudeh (2017) çalışmasında 103 yüksek, orta ve düşük gelirli ülke için ekonomik büyüme, dışa açıklık ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemektedir. 1980-2014 dönemini kapsayan çalışmada Westerlund eşbütünleşme testi ve panel VECM nedensellik analizi yapılmaktadır. Elde edilen bulgulara göre tüm değişkenler arasında uzun dönemde bir ilişki bulunmaktadır. Bununla birlikte ticari açıklığın karbon emisyonu üzerindeki etkisi pozitif iken, bu etki ülkelere göre de değişmektedir. Zhang, Liu ve Bae (2017) çalışmasında dışa açıklık, GSYİH ve enerji tüketimi ile karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemektedir. 10 yeni sanayileşen ülkenin dahil edildiği çalışmada 1971-2013 dönemi ele alınmaktadır. Panel OLS yönteminin kullanıldığı çalışmanın sonuçlarına göre enerji tüketimi ve GSYİH karbon emisyonunu pozitif etkilerken; dışa açıklık negatif etkilemektedir. Çetin, Ecevit ve Yücel (2018), Türkiye'de enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dışa açıklığın karbon emisyonu üzerindeki etkisini incelemektedir. 1960-2013 döneminin ele alındığı çalışmada VECM Granger nedensellik analizi uygulanmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve ticari açıklıktan karbon emisyonuna doğru tek yönlü bir ilişki gözlenmektedir. Apaydın ve Taşdoğan (2019) Türkiye'de 1965-2017 dönemi verilerini kullanarak ekonomik büyüme ve birincil enerji tüketiminin karbon salınımı üzerindeki etkisini incelemektedir. Kısıtlı yapısal VAR modelinin kullanıldığı çalışmanın sonuçlarına göre uzun dönemde ekonomik büyüme ve enerji

tüketimi karbon salınımını pozitif etkilemektedir. Pata (2019), Türkiye’de dışa açıklık, ekonomik büyüme ile karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi ARDL yöntemi ile incelemektedir. 1969-2017 dönemini kapsayan çalışmanın sonuçlarına göre, dışa açıklığın karbon emisyonu üzerinde artan bir etkisi söz konusudur. Yağlıkara (2022) 1992-2017 döneminde E-7 ülkelerinde ticaret ve kişi başı gelirin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini panel kantil regresyon analizi ile test etmektedir. Elde edilen bulgulara göre kişi başı gelirdeki artış ekolojik ayak izini artırırken; ticaretteki artış ekolojik ayak izini azaltmaktadır.

Çevresel kalitenin belirleyicilerine yönelik yapılan çalışmaların bir kısmı ise politik değişkenler esas alınarak incelenmektedir. Bu kapsamda literatürde bazı çalışmalar demokrasi ile çevre politikaları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Örneğin, Congleton (1992) siyasi kurumların hükümetlerin çevre kalitesini kontrol etme istekliliği üzerindeki etkisini araştıran ilk çalışmalardan biridir. 118 ülkenin ele alındığı çalışmada OLS metodu kullanılmaktadır. Elde edilen bulgular siyasi kurumların yerel ve uluslararası çevre politikalarını etkilediği görüşünü desteklemektedir. Demokratik ülkeler çevre konusunda politika geliştirmede ve uygulamada otokratik rejimlere göre daha isteklidir. Benzer bir biçimde Fredriksson, Neumayer, Damania ve Gates (2005) demokrasi ve çevre politikaları arasındaki ilişkiyi araştırmak için 94 ülkede 1993, 1996 ve 2000 yıllarını ele alarak farklı tahmin yöntemleri kullanmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre siyasi rekabetteki artış daha sıkı çevre politikalarına yol açarken; siyasi katılımdaki artış çevre politikalarını etkilememektedir. Çevre politikaları ve demokrasi arasındaki ilişkiyi inceleyen diğer bir çalışma olan Pellegrini ve Gerlagh (2006), 44 ülkede 1980-1985 dönemini ele alarak OLS yöntemini kullanmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre demokrasi ile çevre koruma katılımı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanmamaktadır. Bu çalışmalardan farklı olarak Scruggs (2009), 1972-2000 dönemi için yaptığı çalışmasında Avrupa ve eski Sovyet ülkelerini ele almaktadır. Elde edilen regresyon sonuçlarına göre demokrasinin çevre üzerindeki etkisi siyasi liberalleşmeden ziyade ekonomik değişimle açıklanmaktadır. Ekonomik zenginlik ve ekonomik büyümenin çevre kalitesi üzerinde en tutarlı etkiye sahip olduğunu gözlemlemektedir. Romuald (2011) çalışmasında 122 gelişmiş ve gelişmekte olan ülkenin 1960-2008 dönemi için demokratik kurumların çevresel kalite üzerindeki etkisini incelemektedir. GMM yönteminin kullanıldığı çalışmanın sonuçlarına göre demokratik kurumların çevresel kalite üzerinde pozitif etkilidir. Bununla birlikte demokratik kurumların çevresel kalite üzerindeki olumlu etkisi gelişmiş ülkelerde gelişmekte olan ülkelere göre daha yüksektir. Birinci gruptaki demokratik süreç çevrenin korunması konusundaki farkındalıklarını artırmıştır.

Literatürdeki diğer çalışmalar ise demokrasi ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Bu çalışmalardan bazıları demokrasinin çevre kirliliğini azalttığı yönünde sonuçlar elde ederken; bazı çalışmalar ise demokrasi düzeyindeki artışın çevre kirliliğini artırdığı görüşünü destekleyen bulgular elde etmektedir. Örneğin,

Midlarsky (1998) ve Ward (2006) demokrasinin çeşitli çevresel sürdürülebilirlik göstergeleri üzerindeki doğrudan etkisinin karışık olduğunu gözlemlemektedir. Altı farklı çevresel göstergenin kullanıldığı çalışmada (ormansızlaşma, hava kalitesi, toprak kayması, temiz su kaynağı, korunan arazi, toprak erozyonu), ormansızlaşma, karbondioksit emisyonu ve toprak kaymasının demokrasi ile negatif ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Korunan arazinin demokrasi ile pozitif ilişkili olduğu gözlenmektedir. Gani ve Scrimgeour (2014) 21 OECD ülkesinde 1998-2005 dönemi için hesap verilebilirlik ile su kirliliği arasındaki ilişkiyi incelemektedir. GMM yönteminin kullanıldığı çalışmada elde edilen bulgulara göre hesap verilebilirlikteki artış su kirliliğini artırmaktadır. Benzer bir şekilde Charfeddine ve Mrabet (2017) 1975-2007 dönemi için 15 MENA ve Orta Doğu ülkesi için demokrasi ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi incelemektedir. DOLS ve FMOLS yöntemlerinin kullanıldığı çalışmanın bulgularına göre demokrasi ekolojik ayak izini artırmaktadır. Lv (2017) 1997-2010 dönemi için 19 yükselen piyasa ekonomisinde OLS metodu kullanılarak demokrasi ile carbon emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Buna göre elde edilen bulgulara göre demokrasi düzeyindeki artış karbon emisyonunu artırmaktadır. Benzer biçimde Akalın ve Erdoğan (2021) 26 OECD ülkesinde 1990-2015 dönemi için demokrasinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini test etmektedir. AMG yönteminin kullanıldığı çalışmaya göre demokrasi bu ülkelerde ekolojik ayak izini artırmaktadır.

Literatürdeki bazı çalışmalar ise demokrasinin çevresel kirliliği azalttığı yönünde sonuçlar bulmaktadır. Örneğin, Torras ve Boyce (1998) çalışmasında 1977-1991 döneminde 42 ülkede demokrasinin hava kirliliğini, 58 ülkede de su kirliliğini azalttığını gözlemlemektedir. Bernauer ve Kaubi (2004, 2009), çalışmasında 47 ülkede 107 şehrin 1971-1996 dönemine ait verilerini kullanarak demokrasi ile hava kalitesi arasındaki ilişkiyi incelemektedir. GLS regresyon yönteminin kullanıldığı çalışmanın sonuçlarına göre demokrasi düzeyi arttıkça çevresel kirlilik azalmaktadır. Binder ve Neumayer (2005), 17 ülke üzerine yaptığı çalışmasında demokrasinin düşük hava kirliliği ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Benzer biçimde Winslow (2005) ABD ve Çin’de demokrasinin hava kirliliğini azalttığını gözlemlemektedir. Farzin ve Bond (2006) 1980-1996 dönemi için bir dizi ülkede demokrasi ile karbon salınımı arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. Regresyon analizi sonuçlarına göre demokrasideki artış karbon salınımını azaltmaktadır. Li ve Reuveny (2006) demokrasinin çevresel bozulma üzerindeki etkisini incelemektedir. 143 ülkenin dahil edildiği çalışma 1961-1997 dönemini kapsamaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, daha yüksek bir demokrasi seviyesi kişi başına daha az karbon dioksit emisyonu, suda daha az organik kirliliğine, daha az azot dioksit salınımına ve daha düşük ormansızlaşma alanlarına neden olmaktadır. Arwin ve Lew (2011) 1976-2003 dönemi için 144 gelişmekte olan ülkede demokrasinin çeşitli çevresel göstergeler üzerindeki etkisini OLS metodu ile incelemektedir. Elde edilen bulgulara göre, demokrasideki artış karbon salınımı ve su kirliliğini olumlu yönde etkilerken; ormansızlaşmayı

olumsuz yönde etkilemektedir. Buitenzorg ve Mol (2011) 1990-2000 dönemi için 177 ülkede demokrasi ile ormansızlaşma arasındaki ilişkiyi OLS metodu ile incelemektedir. Buna göre, demokrasinin ormansızlaşma üzerindeki etkisi pozitifdir. You, Zhu ve Peng (2015) çalışmasında 1985-2005 dönemi için demokrasi ve çevresel kalite ilişkisini incelemektedir. 97 ülkenin dahil edildiği çalışmada OLS yönteminin kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre en az karbondioksit emisyonu yapan ülkeler için demokrasi düzeyi ile emisyon arasındaki ilişki pozitifken, emisyon düzeyinin yüksek olduğu ülkelerde bu ilişki negatiftir. Brenna (2015) 184 ülkenin dahil edildiği ve OLS yönteminin kullanıldığı çalışmasında otokrazi eşiğini aşan ülkelerde karbon salınımının azaldığı görülmektedir. Bununla birlikte demokrasinin karbondioksit emilimi üzerinde negatif etkisi olduğu sonucuna ulaşmaktadır. Adams, Adom, ve Klobodu (2016) 1965-2011 dönemi için Gana'da demokrasi ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi Phillips-Hansen yöntemi ile incelemektedir. Elde edilen sonuçlara göre demokrasi düzeyindeki artış çevre kirliliği düzeyini azaltmaktadır. Adams ve Klobodu (2017) 1971-2011 dönemi için 38 Afrika ülkesinde demokrasi ile karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Dinamik OLS yönteminin kullanıldığı çalışmaya göre demokrasi düzeyindeki artış karbon emisyonunu azaltmaktadır. Farzanegan ve Markwardt (2018) 17 Orta Doğu ve MENA ülkesinde 1980-2005 dönemi için demokrasi ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Elde edilen bulgulara göre artan demokrasinin çevresel kirliliği azaltmada etkili bir araç olduğu gözlenmektedir. Hotunluoğlu ve Yılmaz (2018) ise Türkiye'de demokrasinin karbon emisyonu üzerindeki etkisini incelemektedir. 1970-2011 dönemini kapsayan çalışmada Johansen eşbütünleşme testi uygulanmış ve elde edilen bulgulara göre Türkiye'de demokrasinin karbon emisyonunu azalttığı yönünde kanıtlar elde edilmektedir. Adams ve Acheampong (2019) 1980-2015 dönemi için 46 Sahra altı Afrika ülkelerinde demokrasi ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Elde edilen bulgulara göre demokrasinin karbon emisyonunu azaltmaya teşvik ettiği gözlenmektedir. Adams ve Nsiah (2019) 1980-2014 dönemi için 28 Sahra altı Afrika ülkesinde demokrasi ve çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi FMOLS ve GMM yöntemlerini kullanarak incelemektedir. Buna göre daha az demokratik olan ülkelerin çevreyi daha fazla kirletme eğiliminde oldukları gözlenmektedir. Kim, Baek ve Heo (2019) 2014-2016 dönemi için 132 ülkede demokrasi ile çevresel kalite arasındaki ilişkiyi incelemektedir. RE metodunun kullanıldığı çalışmaya göre, demokrasideki artış çevresel kaliteyi artırmaktadır. Bununla birlikte Gallagher ve Thacker (2008); Usman, Iorember ve Abu-Goodman (2020) gibi çalışmalar ise demokrasi ile çevresel kalite arasında güçlü bir ilişki olmadığı yönünde bulgular elde etmektedir.



## Veri Seti ve Ekonometrik Yöntem

Çalışmada 1995-2018 dönemi için 37 OECD<sup>1</sup> ülkesinde demokrasinin sera gazı emisyonu üzerindeki etkisi incelenmektedir. Bunun için bağımlı değişken olarak kişi başı sera gazı emisyonu<sup>2</sup>, bağımsız değişken olarak demokrasi, kentsel nüfus (toplam nüfus içindeki % payı), yenilenebilir enerji tüketimi (toplam enerji tüketimi içinde % payı) ve kişi başına gelir değişkenleri kullanılmaktadır. Kişi başı gelir, kentsel nüfus oranı ve enerji tüketimi ortaya çıkan sera gazı miktarını ve dolayısıyla çevre kalitesini etkileyen önemli faktörlerdir. Literatürde pek çok çalışma (Shahbaz vd., 2014.; Adams vd., 2016; Sharif ve Raza, 2016; Zafar vd., 2019; Erdoğan ve Okumuş, 2020; Özcan vd., 2020; Ulucak ve Khan, 2020; Ulucak ve Özcan, 2020) farklı çevresel göstergeler kullanarak bu değişkenlerin çevre üzerindeki etkisini test etmektedir. Çalışmada kişi başı gelir ve kentsel nüfustaki artışın sera gazı emisyonunu artıracığı ve yenilenebilir enerji tüketiminin ise sera gazı emisyonunu azaltacağı beklenmektedir.

Kişi başı sera gazı emisyonu CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>, HFC and PFC gazlarını içermekte ve toplam emisyonun nüfusa bölünmesi ile elde edilmektedir. Çalışmada demokrasi değişkeni olarak katılımcı demokrasi seçilmiştir. Katılımcı demokrasi vatandaşların görüşlerini ifade etme ve yaşamlarını etkileyen sosyal, ekonomik, politik ve öncelikli olarak çevresel sorunlar hakkındaki tartışmalara doğrudan katılma haklarının düzeylerini vurgulamaktadır (Hotunluoğlu ve Yılmaz, 2018, s.134). Katılımcı demokrasi endeksi 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Endeks değeri 1'e yaklaştıkça daha yüksek demokrasi düzeyini göstermektedir.

Tablo 1

### Analizde Kullanılan Değişkenler

Değişken	Değişkenin Kısaltması	Veri Tabanı
Sera Gazı Emisyonu	GGE	Dünya Bankası
Katılımcı Demokrasi	PDEM	Varieties of Democracy
Yenilenebilir Enerji Tüketimi	RE	Dünya Bankası
Kentsel Nüfus	UP	Dünya Bankası
Kişi Başlı Gelir	GDPPC	Dünya Bankası

Tablo 2

### Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Gözlem	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
GGE	888	0.0105	0.0054	0.0026	0.0326
PDEM	888	0.6113	0.0915	0.18	0.804
RE	888	18.3217	15.8246	0.4435	78.2135
UP	888	75.6371	11.1880	50.622	98.001
LNGDPPC	888	10.1080	0.7579	8.2716	11.5660

1 ABD, Almanya, Avustralya, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, G. Kore, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kolombiya, Kosta Rika, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Meksika, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovak Cum., Slovenya, Şili, Türkiye, Yeni Zelanda, Yunanistan

2 Bin metrik ton CO<sub>2</sub> eş değeri.



Çalışmada demokrasinin sera gazı emisyonu üzerindeki etkisini test etmek için Pesaran (2006) tarafından geliştirilen ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ve eğim parametrelerinin heterojenliği durumunda tercih edilen Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup (CCEMG) tahmincisi kullanılmaktadır. Modifiye edilmiş CCEMG modeli ise aşağıdaki gibidir. Modelde GGE kişi başı sera gazı emisyonu, LNGDPPC kişi başı gelir, RE yenilenebilir enerji tüketimi (toplam enerji tüketimi içindeki % payı) ve UP ise kentsel nüfus (toplam nüfus içindeki % payı) göstermektedir.  $H_t$  değişkenler arasındaki ortak faktörleri temsil etmekte ve yatay kesit bağımlılığını dikkate almaktadır.  $N$  ülke sayısını göstermektedir.  $\hat{d}_{1i}$  ise heterojenlik sorununu dikkate almakta ve ülkeler arasında değişmektedir.

$$GGE_{it} = d_{0i} + d_{1i}LNGDPPC_{it} + d_{2i}PDEM_{it} + d_{3i}RE_{it} + d_{4i}UP_{it} + \gamma'_i H_t + \varepsilon_{it}$$

$$\hat{d}_{CCEMG} = N^{-1} \sum_{i=1}^N \hat{d}_{1i}$$

### Ekonometrik Testler ve Bulgular

Çalışmada değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisini tahmin etmeden önce değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığı olup olmadığı test edilmektedir. Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı olup olmadığı Breusch-Pagan (1980) LM testi ya da Pesaran (2004) CD testi ile test edilmektedir. Breusch-Pagan (1980) LM testi zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük olduğunda ( $T > N$ ), Pesaran (2004) CD testi ise hem zaman boyutunun yatay kesit boyutundan büyük olduğu durumda hem de yatay kesit boyutunun zaman boyutundan büyük olduğu durumda ( $T > N$ ;  $N > T$ ) kullanılmaktadır. Ancak bu testler, grup ortalaması sıfır fakat bireysel ortalamasının sıfırdan farklı olduğu durumlarda sapmalı sonuçlar vermektedir. Pesaran vd. (2008) tarafından geliştirilen sapma ayarlı LM testi ise ortaya çıkabilecek tutarsızlık sorununu çözmektedir.

CD test istatistiği ve sapma ayarlı LM istatistiği aşağıda gösterilmektedir.

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left( \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right), \quad N(0,1), \quad i, j=1, 2, 3, \dots, N$$

$$LM^* = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left( \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \frac{(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2 - E(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2}{Var(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2}$$

Tablo 3'te yatay kesit bağımlılığı test sonuçları gösterilmektedir. Testler sonucunda elde edilen olasılık değerleri %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğundan "yatay kesit bağımlılığı yoktur" şeklindeki  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir. Buna göre, seriler arasında yatay kesit bağımlılığı vardır.

Tablo 3  
Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

	GGE	LNGDPPC	PDEM	RE	UP
t-istatistik ve olasılık değerleri					
			4086.982		12216.88
Breusch-Pagan LM	7455.427 (0.0000)*	12577.67 (0.0000)*	(0.0000)*	9141.317 (0.0000)*	(0.0000)*
Pesaran scaled LM	186.0292 (0.0000)*	326.3777 (0.0000)*	93.73434 (0.0000)*	232.2223 (0.0000)*	316.4920 (0.0000)*
Bias-corrected scaled LM	185.2248 (0.0000)*	325.5733 (0.0000)*	92.92999 (0.0000)*	231.4179 (0.0000)*	315.6877 (0.0000)*
Pesaran CD	28.77138 (0.0000)*	108.9877 (0.0000)*	8.426902 (0.0000)*	58.15178 (0.0000)*	52.62257 (0.0000)*

Not:\*, %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Yatay kesitler arasındaki bağımlılığın test edilmesinden sonra eş bütünleşme denkleminde yer alan eğim katsayılarının birimlere göre homojen olup olmadığını test etmek için Pesaran ve Yamagata (2008)'nin geliştirdiği homojenlik testi uygulanmaktadır. Homojenlik testi (Slope homogeneity Test) büyük ve küçük örneklem için iki ayrı test istatistiği önermektedir. Bunlardan birincisi  $\tilde{\Delta}$ , büyük örneklem için önerilmektedir ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Küçükaksoy ve Akalın, 2017, s.27).

$$\Delta = \sqrt{N} \left( \frac{N^{-1} S - k}{2k} \right) \sim X_k^2$$

Küçük örneklem için test istatistiği ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left( \frac{N^{-1} S - k}{v(T,k)} \right) \sim N(0,1)$$

Denklemden N yatay kesit sayısını; S Swamy test istatistiğini, k açıklayıcı değişken sayısını, v(T,k) standart hatayı ifade etmektedir (Altıntaş ve Mercan, 2015). Homojenlik testi sonuçları Tablo 4'te gösterilmektedir. Buna göre eğim parametrelerinin homojenliğini ifade eden  $H_0$  hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Diğer bir ifadeyle eğim parametreleri ülkelere göre farklılık göstermektedir.

Tablo 4

*Eğim Heterojenliği Testi*

	Delta	Olasılık Değeri
$\Delta$	29.085	0.000*
$\Delta_{adj}$	33.585	0.000*

Not:\*, %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir

Seriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olup olmadığını incelemek için öncelikle serilerin durağanlığı araştırılmalıdır. Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğu için serilere ikinci nesil birim kök testi uygulanmaktadır. Bunun için Pesaran (2007) tarafından geliştirilen Cross Sectionally Augmented Dickey Fuller (CADF) panel birim kök testi uygulanmaktadır. CADF testi standart ADF testinin bireysel serilerin gecikmeli düzeylerinin yatay kesit ortalamaları ve birinci farkları ile artırılmış alternatifidir. CADF istatistiğinin basit ortalaması ise yatay kesitsel olarak artırılmış IPS (CIPS) testidir (Pesaran, 2007). Bu testin en önemli özelliği  $N>T$  veya  $T>N$  iken kullanıldığında güvenilir sonuçlar vermesidir (Akar vd., 2021, s.361).

CADF panel birim kök testi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$y_{it} = (1 - \phi_i)\mu_i + \phi_i y_{i,t-1} + u_{it} \quad i=1, \dots, N; t=1, \dots, T$$

Yukarıdaki denklemde  $u_{it}$  hata terimini ifade etmektedir ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$u_{it} = \gamma_i f_t + \varepsilon_{it}$$

Yukarıdaki denklemde  $f_t$ , gözlenemeyen ortak öğeyi ifade etmekte ve daima durağan olduğu varsayılmaktadır.  $\varepsilon_{it}$  ise seriye özgü öge olup ağımsız ve özdeş dağılmaktadır. Yukarıdaki iki denklem dönüştürülerek şu şekilde yazılmaktadır.

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + \gamma_i f_t + \varepsilon_{it}$$

Yukarıdaki denklemde  $\alpha_i = (1 - \phi_i)\mu_i$ ,  $\beta_i = (1 - \phi_i)$ ,  $\Delta y_{it} = y_{it} - y_{it-1}$  ifade etmektedir. Pesaran her bir serinin basit Aritmetik ortalamasını alarak CIPS istatistiğini şu şekilde elde etmektedir.

$$CIPS = \sum_{i=1}^N CADF_i / N$$

$$H_0^i: b_i = 0, \text{ tüm } i\text{'ler için seri durağan değildir.}$$

$$H_A^i: b_i < 0, \text{ tüm } i\text{'ler için seri durağandır. (Küçükaksoy ve Akalın, 2017, s.28).}$$

Her bir değişkene ait birim kök testi sonuçları Tablo 5'te gösterilmektedir. Buna göre çalışmada kullanılan tüm değişkenlerin birinci farkında durağan olduğu gözlenmektedir.

Tablo 5

CIPS Birim Kök Testi

Değişkenler	Sabitli		Sabitli-Trendli	
	t-istatistiği	Olasılık Değeri	t-istatistiği	Olasılık Değeri
GGE	-1.679	0.695	-2.200	0.765
ΔGGE	-3.328	0.000*	-3.406	0.000*
LNGDPPC	-2.241	0.001*	-2.431	0.215
ΔLNGDPPC	-2.580	0.000*	-2.658	0.011**
PDEM	-1.848	0.291	-2.363	0.365
ΔPDEM	-2.931	0.000*	-2.951	0.000*
RE	-2.130	0.010*	-2.500	0.107
ΔRE	-3.399	0.000	-3.734	0.000*
UP	-1.153	1.000	-1.633	1.000
ΔUP	-1.270	0.999	-2.605	0.027**

Not:\*\* , %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

CCEMG modelinin tahminine geçmeden önce değişkenler arasında uzun dönemli durağan bir ilişki olup olmadığını belirlemek için eş bütünleşme testi yapılmaktadır. Bunun için hem yatay kesit bağımlılığını dikkate alan hem de eğim katsayılarının heterojen olmasına izin veren Westerlund (2008) tarafından geliştirilen Durbin-Hausman Eşbütünleşme Testi uygulanmaktadır. Bu test iki ayrı istatistik içermektedir. Bunlar Durbin-Hausman Grup ve Durbin-Hausman Panel istatistikleridir. Durbin-Hausman Grup istatistiği otoregresif parametrenin heterojen olduğunu varsaymakta ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$DH_g = \sum_{i=1}^N \tilde{S}_i (\tilde{\theta}_i - \hat{\theta}_i)^2 \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it-1}^2$$

Durbin-Hausman Panel istatistiği ise otoregresif parametrenin homojen olduğunu varsaymakta ve şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$DH_p = \hat{S}_n (\hat{\theta} - \hat{\theta})^2 \sum_{i=1}^n \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it-1}^2$$

Durbin-Hausman Grup istatistiği ve Durbin-Hausman Panel istatistiği  $H_0$  hipotezinin reddedilmesi durumunda tüm panel için eş bütünleşmenin varlığını göstermektedir. Buna göre Tablo 6’da eş bütünleşme testi sonuçları gösterilmektedir. Elde edilen bulgulara göre değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki gözlenmektedir.

Tablo 6

Westerlund Eş Bütünleşme Testi

İstatistik	Değer	Z Değeri	Olasılık
D-H Grup İstatistiği	-2.668	-4.078	0.000*
D-H Panel İstatistiği	-12.103	-1.791	0.037**

Not:\* %1,\*\* %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir

Eş bütünleşme testinden sonra değişkenler arasındaki uzun dönem ilişki CCEMG yöntemi ile test edilmektedir. Çalışmada Paseran ve Chudik (2015) tarafından geliştirilen Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup Tahmincisi (CCEMG)’nin kullanılmasının en önemli nedeni, seriler arasında hem yatay kesit bağımlılığının

olması hem de eğim heterojenliğinin bulunmasıdır. (Bora ve Atasoy, 2018, s.153). CCEMG yöntemi zaman boyutu yatay kesit boyutundan küçük ya da büyük olduğu durumlarda tutarlı olan, asimtotik normal dağılım gösteren sonuçlar üreten ve yatay kesit birimleri için ayrı ayrı uzun dönem denge değerlerini hesaplayabilen bir tahmincidir (Küçükaksoy ve Akalın, 2017, s.29).

Elde edilen sonuçlar Tablo 7 ve Tablo 8’de gösterilmektedir. Buna göre OECD ülkelerinde (tüm panelde) katılımcı demokrasinin kişi başı sera gazı emisyonu üzerindeki etkisi pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Benzer biçimde tüm panelde yenilenebilir enerji tüketiminin kişi başı sera gazı emisyonu üzerindeki etkisi ise negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Elde edilen sonuçlar ülkeler bazında değerlendirildiğinde farklılık göstermektedir.

Tablo 7

*Panel İçin CCEMG Tahmin Sonuçları*

Değişken	Katsayı	Standart Hata	Olasılık değeri
PDEM	0.00451	0.00247	0.071***
RE	-0.00013	0.00034	0.000*
LNGDPPC	0.00231	0.00159	0.146
UP	0.00035	0.00038	0.360

Not:\*\*\* %10,\* %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir

Tablo 8

*Ülkelerin CCEMG Tahmin Sonuçları*

Ülke	Değişken	Katsayı	Standart Hata	Olasılık değeri
Almanya	PDEM	.0244726	.0237059	0.302
	RE	-.0000655	.0000989	0.508
	LNGDPPC	.0049922	.0029743	0.093
	UP	-.0012159	.001098	0.268
Amerika Birleşik Devletleri	PDEM	.0103743	.00606	0.087
	RE	-.0002301	.0002358	0.329
	LNGDPPC	.0082296	.009437	0.383
	UP	.0008663	.0008991	0.335
Avustralya	PDEM	.0561287	.0258836	0.030
	RE	.0007245	.0007869	0.357
	LNGDPPC	-.0334232	.0615026	0.587
	UP	-.0037591	.0039433	0.340
Avusturya	PDEM	.0067549	.0038227	0.077
	RE	-.0001972	.0000327	0.000
	LNGDPPC	-.0008547	.0033659	0.800
	UP	-.0005709	.0003139	0.069
Belçika	PDEM	-.0057461	.0180996	0.751
	RE	-.0003658	.0002442	0.134
	LNGDPPC	-.0127002	.0139661	0.363
	UP	.0093973	.003602	0.009
Birleşik Krallık	PDEM	-.0029114	.0054115	0.591
	RE	-.0002805	.0001275	0.028
	LNGDPPC	.0080853	.0046399	0.081
	UP	.0006155	.0008144	0.450
Çek Cumhuriyeti	PDEM	.01322	.006352	0.037
	RE	-.0002573	.0001469	0.080
	LNGDPPC	.000471	.0027364	0.863
	UP	-.0003983	.0011654	0.733
Danimarka	PDEM	-.0026683	.0666334	0.968
	RE	-.0002539	.0001369	0.064
	LNGDPPC	.0052862	.0256118	0.836
	UP	.001775	.0016838	0.292

Estonya	PDEM	.024181	.0395887	0.541
	RE	.0000519	.0001583	0.743
	LNGDPPC	.0120032	.008914	0.178
	UP	-.003207	.0045473	0.481
Finlandiya	PDEM	.0030973	.0311561	0.921
	RE	-.0003103	.0001481	0.036
	LNGDPPC	-.0019056	.0119316	0.873
	UP	.0007865	.000636	0.216
Fransa	PDEM	-.0103119	.0071828	0.151
	RE	.0000905	.0000623	0.147
	LNGDPPC	.0021418	.0044183	0.628
	UP	.0002255	.000986	0.819
G.Kore	PDEM	.0015242	.0011302	0.177
	RE	-.0003895	.000255	0.127
	LNGDPPC	.013699	.0020207	0.000
	UP	-.0010357	.0005076	0.041
Hollanda	PDEM	.0082402	.0056968	0.148
	RE	-.0003223	.0002316	0.164
	LNGDPPC	-.0047273	.0053134	0.374
	UP	-.0007325	.0005706	0.199
İrlanda	PDEM	.00898	.0245779	0.715
	RE	-.0005433	.0001405	0.000
	LNGDPPC	.0033366	.001387	0.016
	UP	.0064401	.0017068	0.000
İspanya	PDEM	-.0107257	.0038934	0.006
	RE	-.0001973	.0000482	0.000
	LNGDPPC	.0003672	.0021879	0.867
	UP	-.0011611	.0007233	0.108
İsrail	PDEM	.004661	.0146413	0.750
	RE	-.0000551	.0000454	0.225
	LNGDPPC	.0036633	.0079025	0.643
	UP	.0025114	.0028356	0.376
İtalya	PDEM	-.0113892	.0041537	0.006
	RE	-.000148	.0000524	0.005
	LNGDPPC	-.0015977	.0024899	0.521
	UP	-.0002151	.0004259	0.613
İsveç	PDEM	-.0028111	.0176693	0.874
	RE	-.0000422	.0000322	0.190
	LNGDPPC	.0010418	.00375	0.781
	UP	.0007086	.000382	0.064
İsviçre	PDEM	-.0031461	.0127933	0.806
	RE	-.0000257	.0000792	0.746
	LNGDPPC	.0057976	.0053052	0.274
	UP	-.0005992	.0008907	0.501
İzlanda	PDEM	.0014792	.0166482	0.929
	RE	-.0000884	.0000678	0.193
	LNGDPPC	.0101526	.0067556	0.133
	UP	.0004298	.002323	0.853
Japonya	PDEM	-.0025165	.0121241	0.836
	RE	-.0005688	.0002416	0.019
	LNGDPPC	.0223626	.0066553	0.001
	UP	-.0000978	.0000751	0.193
Kolombiya	PDEM	-.0008046	.00103	0.435
	RE	-.0000155	6.48e-06	0.016
	LNGDPPC	.0019978	.0005562	0.000
	UP	1.92e-06	.0001575	0.990
Kosta Rika	PDEM	.0031322	.0015939	0.049
	RE	1.56e-06	6.20e-06	0.801
	LNGDPPC	.0040998	.0012739	0.001
	UP	-.000175	.0001387	0.207
Letonya	PDEM	-.0013136	.0012213	0.282
	RE	-.0000596	.000012	0.000
	LNGDPPC	.0007913	.0006635	0.233
	UP	.0008436	.0002233	0.000
Litvanya	PDEM	-.0007647	.0053008	0.885
	RE	-.0001091	.0000341	0.001
	LNGDPPC	.004208	.001768	0.017
	UP	.0012895	.000646	0.046

Lüksemburg	PDEM	.0236482	.0196951	0.230
	RE	-.0001542	.0001609	0.338
	LNGDPPC	-.0217648	.0164444	0.186
	UP	.0040532	.0015612	0.009
Macaristan	PDEM	-.0024579	.0015404	0.111
	RE	-.0001141	.0000395	0.004
	LNGDPPC	-.0004491	.0020865	0.830
	UP	.0001795	.0001155	0.120
Meksika	PDEM	-.0021339	.0023072	0.355
	RE	-.0000562	.0001092	0.607
	LNGDPPC	.0009573	.0022901	0.676
	UP	-.0003924	.0011737	0.738
Norveç	PDEM	.054825	.0386305	0.156
	RE	-.0001128	.0000989	0.254
	LNGDPPC	.0030847	.0091743	0.737
	UP	-.0001052	.0003975	0.791
Polonya	PDEM	.0000737	.0010633	0.945
	RE	-.0002059	.0000761	0.007
	LNGDPPC	.0047661	.0016913	0.005
	UP	-.0025599	.0003782	0.000
Portekiz	PDEM	.0023796	.0055532	0.668
	RE	-.0001076	.0000152	0.000
	LNGDPPC	.0005232	.0019873	0.792
	UP	.0003728	.0002084	0.074
Slovakya	PDEM	.0020172	.002218	0.363
	RE	-.0000855	.0000445	0.055
	LNGDPPC	.0063485	.0019518	0.001
	UP	.0005947	.0005165	0.250
Slovenya	PDEM	-.0034787	.0035702	0.330
	RE	-.0000823	.0000596	0.167
	LNGDPPC	.0058173	.0025546	0.023
	UP	.0003822	.0011194	0.733
Şili	PDEM	-.0107298	.0056063	0.056
	RE	-.0000588	.0000224	0.009
	LNGDPPC	.0044638	.0019011	0.019
	UP	-.0000576	.0002311	0.803
Türkiye	PDEM	-.007423	.0023104	0.001
	RE	-.0001045	.0000397	0.009
	LNGDPPC	.0011156	.0008068	0.167
	UP	-.0006917	.0003701	0.062
Yeni Zelanda	PDEM	.0017268	.0061695	0.780
	RE	-.0001938	.0000508	0.000
	LNGDPPC	.0208498	.0043797	0.000
	UP	-.0010439	.001132	0.356
Yunanistan	PDEM	-.0025649	.0060814	0.673
	RE	-.000074	.0000546	0.175
	LNGDPPC	.0024751	.0010208	0.015
	UP	-.0005026	.0004359	0.249

## Sonuç ve Öneri

Çalışmada 37 OECD ülkesinde katılımcı demokrasinin çevresel bozulma göstergesi olarak kişi başı sera gazı emisyonu üzerindeki etkisi test edilmektedir. Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup Tahmincisinin (CCEMG) kullanıldığı çalışmada elde edilen bulgular şu şekildedir. Kişi başı gelirin kişi başı sera gazı emisyonu üzerindeki etkisi pozitif fakat istatistiksel olarak anlamsızdır. Bu bulgu literatürdeki Aslan vd. (2018), Akalın ve Erdoğan (2021), Erdoğan (2020) gibi çalışmaların bulguları ile uyumludur. Buna göre kişi başı gelirdeki artış çevresel kirliliği artırmaktadır. OECD ülkelerinin gelir düzeyleri geri kalan diğer ülkelerden yüksek olmasına rağmen ülkelerin sanayileşme ve üretim sürecinden kaynaklanan ekonomik faaliyetleri daha fazla sera gazı yaymakta ve çevre kalitesi azalmaktadır. Bunun önemli bir sebebi büyüme

sürecinde yenilenemeyen enerji kaynaklarının halen yoğun olarak kullanılması olabilir (Akalin ve Erdoğan, 2020, s.7232;Özcan vd., 2020).

Tüm panelde kentsel nüfusun kişi başı sera gazı üzerindeki etkisi pozitif ancak istatistiksel olarak anlamsız olduğu gözlenmektedir. Diğer bir ifadeyle toplam nüfus içinde kentsel nüfusun payı arttıkça çevre kalitesi azalmaktadır. Çalışmanın bu bulgusu literatürdeki Cole ve Neumayer (2004), Martinez ve Maruotti (2011), Wang vd. (20112), Shahbaz vd. (2014), Adams vd. (2016), Sharif ve Raza (2016), Ulucak ve Khan (2020) gibi çalışmaların kanıtlarını desteklemektedir. Buna göre kentsel nüfustaki artışın çevre kalitesi üzerinde önemli bir rolünün olduğu söylenebilir. OECD ülkelerinde hızlı ekonomik büyüme süreci kentsel nüfusta artışa yol açmaktadır. Kentsel nüfustaki artış sanayileşme ve üretim faaliyetlerini, ulaşım ve enerji tüketimini artırmakta ve bu sürecin sonunda çevresel kirlilik artmaktadır. Kişi başı gelir ve kentsel nüfustaki artışın çevre üzerindeki negatif etkisini azaltmak için ülkeler artan gelire paralel olarak doğal kaynakların daha sürdürülebilir kullanımına odaklanmalıdır (Ulucak ve Khan, 2020).

OECD ülkelerinde demokrasi düzeyindeki artış sera gazı emisyonu miktarını artırmaktadır. Diğer bir ifadeyle demokrasi çevresel kirliliği artırmaktadır. Bu sonuç Drzek (1987) ve Bernauer ve Koubi (2004) gibi çalışmaların iddia ettiği gibi demokrasinin çevresel bozulmayı artırdığı yönündeki yaklaşımları desteklemektedir. Dolayısıyla düzenleyici kurumlar, yasa koyucuların aşırı kaynak kullanımına izin verme gücünü sınırlayarak demokrasinin çevresel kalite üzerindeki olumsuz etkisini azaltabilir. Bunun yanında çevre politikalarının sürdürülebilir olması ve siyasi miyopi sorununun önüne geçebilmek için siyasi seçimlerden etkilenmeyecek ve kolayca değiştirilemeyecek bir ekolojik yasa (Akalin ve Erdoğan, 2021) hazırlanabilir. Çalışmanın diğer önemli bulgusuna göre enerji tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji tüketiminin payının artması çevresel kaliteyi artırmaktadır. Literatürde pek çok çalışma yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın çevre kirliliğini azaltıcı etkilerinin olduğunu kanıtlamaktadır (Balsaroble-Lorente vd., 2018; Sharif vd., 2020; Adebayo ve Kırıkkaleli, 2021; Wang vd., 2020) Dolayısıyla yenilenebilir enerji tüketimi fazla olan ülkeler sürdürülebilir çevre ve kalkınma ile ilgili sorunların çözülmesinde öncülük edebilir. Bunun yanında yenilenebilir enerjinin kullanımının artırılması için yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve üretim sürecinde kullanılması ile birlikte daha yeşil bir büyüme stratejisi çevresel kaliteyi artırmak için önemli olabilir.

---

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

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

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The author has no conflict of interest to declare.

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

---



## Kaynakça/References

- Acemoglu, D. ve Robinson, J.A. (2006). *Economic origins of dictatorship and democracy*. Cambridge University Press.
- Adams, S. ve Acheampong, A.O. (2019). Reducing carbon emissions: the role of renewable energy and democracy. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118–245
- Adams, S. ve Klobodu, E.K.M. (2017). Urbanization, democracy, bureaucratic quality, and environmental degradation. *Journal of Policy Modeling*, 39, 1035–1051
- Adams, S. ve Nsiah, C. (2019). Reducing carbon dioxide emissions: does renewable energy matter?. *Science of The Total Environment* 693:133288
- Adams, S., Adom, P.K. ve Klobodu, E.K.M. (2016). Urbanization, regime type and durability, and environmental degradation in Ghana. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(23), 23825–23839
- Adebayo, T. S. ve Kirikkaleli, D. (2021). Impact of renewable energy consumption, globalization, and technological innovation on environmental degradation in Japan: application of wavelet tools. *Environment, Development and Sustainability*, 23(11), 16057-16082.
- Akalin, G. ve Erdogan, S. (2021). Does democracy help reduce environmental degradation?. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(6), 7226-7235.
- Akar, H., Giray, F., ve Kar, M. (2021). fosil yakıtlara verilen sübvansiyonların sosyal ve ekonomik etkileri: OECD ülkeleri için ampirik bir analiz. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(22), 352-375.
- Altıntaş, H. ve Mercan, M. (2015). Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: OECD ülkeleri üzerine yatay kesit bağımlılığı altında panel eşbütünlük analizi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 70(2), 345-376.
- Apaydın, Ş. ve Taşdoğan, C. (2019). Türkiye’de iktisadi büyüme ve birincil enerji tüketiminin karbon salınımı üzerindeki etkisi: yapısal var yaklaşımı. *Akademi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(16), 19-35
- Arvin, B.M. ve Lew, B. (2011). Does democracy affect environmental quality in developing countries? *Applied Economics*, 43(9), 1151–1160
- Aslan, A., Destek, M. A. ve Okumus, I. (2018). Bootstrap rolling window estimation approach to analysis of the Environment Kuznets Curve hypothesis: evidence from the USA. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(3), 2402-2408
- Balsalobre-Lorente, D., Shahbaz, M., Roubaud, D. ve Farhani, S. (2018). How economic growth, renewable electricity and natural resources contribute to CO2 emissions?. *Energy Policy*, 113, 356-367.
- Bernauer, T. ve Koubi, V. (2004). *On the political determinants of environmental quality*. Paper Prepared for Presentation at The Annual Convention of the American Political Science Association in Chicago, September 2-5.
- Bernauer, T. ve Koubi, V. (2009). Political determinants of environmental quality. *Ecological Economics*, 68(5), 1355-1365.
- Binder, S. ve Neumayer, E. (2005). Environmental pressure group strength and air pollution: an empirical analysis. *Ecological Economics*, 55(4), 527-538.
- Brenna, K.A. (2015). *Democracy and climate change the relationship between democracy and co2-emissions*. Master’s Thesis, University of Oslo.

- Breusch, T.S. ve Pagan, A.R. (1980). The lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253
- Bora, İ. ve Atasoy, B. (2018). Finansal gelişmenin ve enerji tüketiminin karbondioksit emisyonları üzerindeki etkisinin çevresel Kuznetz eğrisi çerçevesinde değerlendirilmesi. *Journal of Management and Economics Research*, 16(1), 145-160.
- Buitenzorg, M. ve Mol, A.P.J. (2011). Does democracy lead to a better environment? deforestation and the democratic transition peak. *Environmental and Resource Economics*, 48, 59–70.
- Charfeddine, L. ve Mrabet, Z. (2017). The impact of economic development and social-political factors on ecological footprint: a panel data analysis for 15 MENA countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 138–154
- Cole, M. A. ve Neumayer, E. (2004). Examining the impact of demographic factors on air pollution. *Population and Environment*, 26(1), 5-21.
- Congleton, R.D. (1992). Political institutions and pollution control. *The Review of Economics and Statistics*, 74(3), 412-421.
- Çetin, M., Ecevit, E. ve Yucel, A.G. (2018). The Impact of economic growth, energy consumption, trade openness, and financial development on carbon emissions: empirical evidence from Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(36), 36589-36603.
- Desai, U. (1998.) *Ecological policy and politics in developing countries*. New York: State University of New York Press).
- Destek, M.A., Balli, E. ve Manga, M. (2016). the relationship between co2 emission, energy consumption, urbanization and trade openness for selected CEECs. *Research in World Economy*, 7(1), 52-58
- Dogan, E. ve Turkecul, B. (2016). CO2 emissions, real output, energy consumption, trade, urbanization and financial development: testing the EKC hypothesis for the USA. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(2), 1203-1213.
- Dryzek, J.S. (1987). *Rational ecology: environment and political economy*. Basil Blackwell, New York.
- Erdogan, S. (2020). Analyzing the environmental Kuznets curve hypothesis: the role of disaggregated transport infrastructure investments. *Sustainable Cities and Society*, 61, 102338
- Farzanegan, M.R. ve Markwardt, G. (2018). Development and pollution in the Middle East and North Africa: democracy matters. *Journal of Policy Modeling*, 40, 350–374
- Farzin, H.Y. ve Bond, C.A. (2006). Democracy and environmental quality. *Journal of Development Economics*, 81, 213–235
- Fredriksson, P.G., Neumayer, E., Damania R. ve Gates, S. (2005). Environmentalism, democracy, and pollution control. *Journal Of Environmental Economics And Management*, 49(2), 343–365
- Gallagher, K.P. ve Thacker, S.C. (2008). *Democracy, income, and environmental quality*. PERI Working Papers, 124.
- Gani, A. ve Scrimgeour, F. (2014). Modeling governance and water pollution using the institutional ecological economic framework. *Economic Modelling*, 42, 363–372
- Hotunluoğlu, H. Ve Yılmaz, G.S. (2018). Demokrasi karbondioksit emisyonu için önemli mi? Türkiye için bir uygulama. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 133-141.
- Jalil, A. ve Mahmud, S. F. (2009). Environment Kuznets curve for co2 emissions: a cointegration analysis for China. *Energy Policy*, 37(12), 5167-5172.

- Kasman, A. ve Duman, Y. S. (2015). CO2 emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: a panel data analysis. *Economic Modelling*, 44, 97-103.
- Kim, S., Baek, J. ve Heo, E. (2019). A new look at the democracy–environment nexus: evidence from panel data for high- and low-income countries. *Sustainability*, 11, 1–14
- Küçükaksoy, İ. ve Akalin, G. (2017). Fisher Hipotezi'nin panel veri analizi ile test edilmesi: OECD ülkeleri uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35(1), 19-40.
- Lau, L.S., Choong, C.K. ve Eng, Y.K. (2014). Investigation of the environmental Kuznets curve for carbon emissions in Malaysia: do foreign direct investment and trade matter?. *Energy Policy*, 68, 490-497.
- Li, Q. ve Reuveny, R. (2006). Democracy and environmental degradation. *International Studies Quarterly*, 50(4), 935.
- Lv, Z. (2017). The effect of democracy on CO2 emissions in emerging countries: does the level of income matter?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 900–906
- Martínez-Zarzoso, I. ve Maruotti, A. (2011). The impact of urbanization on CO2 emissions: evidence from developing countries. *Ecological Economics*, 70(7), 1344-1353.
- McCloskey, D.N. (1983). The rhetoric of economics. *Journal of Economic Literature* 21(2), 481–517.
- Midlarsky, M.I. (1998). Democracy and the environment: an empirical assessment. *Journal of Peace Research*, 35(3), 341-361.
- Olson, M. (1993). Dictatorship, democracy, and development. *The American Political Science Review*, 87(3), 567-576.
- Ozcan, B., Tzeremes, P. G., and Tzeremes, N. G. (2020). Energy consumption, economic growth and environmental degradation in OECD countries. *Economic Modelling*, 84, 203-213.
- Pande R (2003) Can mandated political representation increase policy influence for disadvantaged minorities? Theory and evidence from India. *The American Economic Review*, 93(4), 1132–11.
- Pata, U.K. (2019). Environmental Kuznets curve and trade openness in Turkey: Bootstrap ARDL approach with a structural break. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(20), 20264-20276.
- Payne, R. A. (1995). Freedom and the environment. *Journal of Democracy*, 6(3), 41-55.
- Pellegrini, L. ve Gerlagh, R. (2006). Corruption, democracy, and environmental policy. *The Journal of Environment and Development*, 15(3), 332–354
- Pesaran, H. (2004). *General diagnostic tests for cross section dependence in panels*. Working Paper, University of Cambridge, CWPE 0435.
- Pesaran, H., Ullah, A. ve Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *The Econometrics Journal*, (11), 105-127.
- Pesaran, M. H. (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure. *Econometrica*, 74(4), 967-1012.
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.
- Pesaran, M. H., Ullah, A. ve Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *The Econometrics Journal*, 11(1), 105–127.

- Romuald, K. S. (2011). *Democratic institutions and environmental quality: effects and transmission channels*. EAAE 2011 Congress, Switzerland.
- Scruggs, L. (2009). *Democracy and environmental protection: an empirical analysis*. Annual Meeting of The Midwest Political Science Association 67th Annual National Conference. The Palmer House Hilton, Chicago, Illinois
- Shahbaz, M., Sbia, R., Hamdi, H., ve Ozturk, I. (2014). Economic growth, electricity consumption, urbanization and environmental degradation relationship in United Arab Emirates. *Ecological Indicators*, 45, 622-631.
- Shahbaz, M., Nasreen, S., Ahmed, K. ve Hammoudeh, S. (2017). Trade openness–carbon emissions nexus: the importance of turning points of trade openness for country panels. *Energy Economics*, 61, 221-232.
- Sharif, A. ve Raza, S. A. (2016). Dynamic relationship between urbanization, energy consumption and environmental degradation in Pakistan: Evidence from structure break testing. *Journal of Management Sciences*, 3(1), 1-21.
- Sharif, A., Mishra, S., Sinha, A., Jiao, Z., Shahbaz, M. ve Afshan, S. (2020). The renewable energy consumption-environmental degradation nexus in Top-10 polluted countries: Fresh insights from quantile-on-quantile regression approach. *Renewable Energy*, 150, 670-690.
- Torras, M. ve Boyce, J.K. (1998). Income, inequality, and pollution: a reassessment of the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*, 25(2), 147-160.
- United Nations (2019). News on millennium development goals. <https://www.un.org/millenniumgoals/> Data Accessed on 30.01.2022
- Usman, O., Olanipekun, I.O., Iorember, P.T. ve Abu-Goodman, M. (2020.) Modelling environmental degradation in South Africa: the effects of energy consumption, democracy, and globalization using innovation accounting tests. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(8), 8334–8349.
- Ulucak, R. ve Khan, S. U. D. (2020). Determinants of the ecological footprint: role of renewable energy, natural resources, and urbanization. *Sustainable Cities and Society*, 54, 101996.
- Ulucak, R. ve Ozcan, B. (2020). Relationship between energy consumption and environmental sustainability in OECD countries: the role of natural resources rents. *Resources Policy*, 69, 101803.
- Wang, Z., Yin, F., Zhang, Y. ve Zhang, X. (2012). An empirical research on the influencing factors of regional CO2 emissions: evidence from Beijing city, China. *Applied Energy*, 100, 277-284.
- Wang, R., Mirza, N., Vasbieva, D. G., Abbas, Q. ve Xiong, D. (2020). The nexus of carbon emissions, financial development, renewable energy consumption, and technological innovation: what should be the priorities in light of COP 21 Agreements?. *Journal of Environmental Management*, 271, 111027.
- Ward, H. (2006). International linkages and environmental sustainability: the effectiveness of the regime network. *Journal of Peace Research*, 43(2), 149-166.
- Westerlund, J. (2008). Panel cointegration tests of the Fisher effect. *Journal of Applied Econometrics*, 23(2), 193-233.
- Winslow, M. (2005). Is democracy good for the environment?. *Journal of Environmental Planning and Management*, 48(5), 771-783.
- Yağlıkara, A. (2022). *Ekolojik ayak izi, ticaret ve yenilenebilir enerji ilişkisi: E-7 ülkeleri için panel kantil regresyon analizi. İçinde Güncel Ekonomi Çalışmaları (Ed. M. Özmen ve V. Yurdadoğ), Ankara: Akaemisyen Yayınevi.*

- You, W.H., Zhu, H.M., Yu, K. ve Peng, C. (2015). Democracy, financial openness, and global carbon dioxide emissions: heterogeneity across existing emission levels. *World Development*, 66, 189-207.
- Zafar, M. W., Saud, S., ve Hou, F. (2019). The impact of globalization and financial development on environmental quality: evidence from selected countries in the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). *Environmental Science and Pollution Research*, 26(13), 13246-13262.
- Zhang, S., Liu, X. ve Bae, J. (2017). Does trade openness affect CO2 emissions: evidence from ten newly industrialized countries?. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(21), 17616-17625.



## Türkiye’de 2000 Yılı Sonrasında Altın, Borsa, Döviz Kuru Piyasaları Etkileşimi ve Volatilité Yayılım Etkisi

### A Review on the Interaction Among Gold, Equity, Currency Markets, and the Volatility Spillover Effect During the Post-2000 Era in Türkiye

Nazan Şak\* , Hatice Gökçen Öcal Özkaya\*\* 

#### Öz

Finansal varlık fiyatlarında meydana gelen azalış ve artış biçimindeki hareketler volatilité kavramıyla açıklanmaktadır. Finans alanında, yatırım araçlarının fiyat ve getirilerindeki dalgalanma düzeylerinin göstergesi niteliğinde kullanılan volatilité, risk ve belirsizliğin değerlendirilmesinde önemli bir ölçü olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte bir piyasada ortaya çıkan volatilitenin diğer piyasaları etkilemesi ve diğer piyasalara yayılımı finansal serbestleşme süreçleri sonrası artış göstermiştir. Bu çalışmada volatilité yayılım etkisinin hızlandığı 2000 sonrası dönemde finansal varlıkların birbiriyle etkileşimi ve aralarındaki volatilité yayılımının ortaya konması amaçlanmıştır. Dolar, Euro, Altın ve BIST 100 endeksi arasındaki volatilité yayılımı Diebold ve Yılmaz (2012) yaklaşımı ile incelenmiştir. Yapılan analizde 17.01.2000-31.08.2022 dönemi arasındaki günlük veriler kullanılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre; Dolar, Euro, Altın ve BIST 100 endeksi arasındaki volatilité yayılım endeksi %46,9 olarak bulunmuştur. İncelenen 2000 sonrası dönemde en düşük volatilité yayılım değeri 2012’de gerçekleşmiş; 2013 yılında ani bir artış olmuş, 2017 yılından itibaren ise volatilité yayılımında artan bir trendin etkili olduğu görülmüştür. Yaşanan pandeminin etkisiyle 2020 yılıyla birlikte volatilité yayılımında artış devam etmektedir. Çalışmada, genellikle Euro ve Doların volatilité yayıcısı, Altın ve BIST 100 endeksinin volatilité alıcısı finansal varlıklar oldukları görülmüştür. İkili ilişkiler incelendiğinde ise, hemen hemen tüm dönem boyunca Altın Doların volatilitésinden etkilendiği; 2008-2013 dönemi hariç olmak üzere Doların BIST 100’ün volatilitésini etkilediği belirlenmiştir. Özellikle, son dönemde Altından BIST 100’e doğru yayılım etkisinin olduğu söylenebilir.

#### Anahtar Kelimeler

Yayılım Etkisi, Volatilité, Döviz Kuru, Altın, BIST 100, Türkiye

#### Abstract

Volatility is the upward and downward movements in the prices of financial assets that are used as indicators of price and involves the income fluctuation levels of investment instruments. Volatility has great importance in assessing risk and uncertainty as a significant measurement. The facts that volatility in one market affects other markets and that volatility spreads to other markets show considerable increase after financial liberalization processes. This study aims to investigate the interaction of financial assets with one another during the post-2000 period when the volatility spillover effect showed an acceleration. The study examines the volatility spillover effect among the US Dollar, the Euro, gold, and the BIST 100 using Diebold and Yılmaz’s (2012) approach. The analysis uses daily data between January 17, 2000 and August 31, 2022. According to the findings, the volatility spillover index among the US Dollar, the Euro, gold, and the BIST 100 was found to be 46.9%. Within the period under discussion, the lowest volatility spillover level after 2000 occurred in

\* Nazan Şak (Doç.Dr.), Marmara Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye. E-posta: nazan.sak@marmara.edu.tr  
ORCID: 0000-0002-7155-2940

\*\* Sorumlu Yazar: Hatice Gökçen Öcal (Öğr.Gör.Dr.), Marmara Üniversitesi, Finansal Bilimler Fakültesi, Sermaye Piyasası Bölümü, İstanbul, Türkiye. E-posta: gokcen.ocal@marmara.edu.tr ORCID: 0000-0002-9021-3944

Atf: Sak, N., & Ocal Ozkaya, H.G. (2022). TTürkiye’de 2000 yılı sonrasında altın, borsa, döviz kuru piyasaları etkileşimi ve volatilité yayılım etkisi. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 37, 237-256. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.37.1199285>

2012, a sudden increase occurred in 2013, and an increasing trend occurred after 2017 regarding the volatility spillover. Due to the global pandemic, the volatility spillover effect still maintains an increasing trend. The study has shown the Euro and the US Dollar to generally be the transmitters of volatility, with gold and the BIST 100 Index being the receivers of the volatility. Meanwhile, the study also examined the bilateral relationships throughout almost the entire period and concluded gold to be affected by US Dollar volatility and the US Dollar to affect the volatility of BIST 100 except for the 2008-2013 period. Lastly, a spillover effect can be said to have recently occurred going from gold toward the BIST 100.

**Keywords**

Spillover Effect, Volatility, Exchange Rate, Gold, BIST 100, Türkiye

**Extended Summary**

Due to financial liberalization processes, capital flow has gained an international attribution since the 1980s. Based on the developments in information and communication technologies since 2000s, the access to financial instruments has become easier and the range of assets in financial markets has continued to expand.

According to Markowitz's (1952) modern portfolio theory, which marked a milestone in the history of modern finance, investors make decisions based on risk and income preferences within the diversity of financial markets. Measuring the risk and uncertainty levels of financial assets is explained through the term *volatility*. Volatility is defined as the upward and downward movements in the prices of financial assets (Hepsağ, 2013, p. 3). The reason for volatility regarding financial assets is not always just a result of fluctuations in their own prices but is also a result of other financial markets due to volatility spillover. Volatility spillover defines the interaction levels financial markets have with each other and shows a significant increase in times of crisis in particular.

During periods of uncertainty, the first instrument that investors prefer both in the world and in Turkey is gold, and this is related to its attribute as being the most well-known and trusted asset in society. In addition to gold, the increasing trend sees investors also preferring to diversify their portfolios in commodity markets and other main investment instruments such as the stock market and the foreign exchange market in order to increase income and decrease risk. Examining the interactions of financial instruments in terms of volatility spillover mechanisms is crucial when diversifying a portfolio.

Meanwhile, the analysis of financial market interactions is one of the indicators that policy makers should follow, with great emphasis on the stability of financial systems. This study aims to investigate the interaction and volatility spillover effect among the foreign exchange market, the gold market, and the stock exchange in Turkey. The study has chosen the post-2000 period as global crises and regulations regarding monetary policies as well as the banking sector have occurred during this period. The research uses daily data between January 17, 2000 and August 31, 2022.



The study examines the volatility spillover effects among the US Dollar, the Euro, gold, and the BIST 100 using Diebold and Yılmaz’s (2012) approach. This model was introduced to the literature through Diebold and Yılmaz’s (2009, 2012) articles.

According to the obtained findings, the volatility spillover index was found to be 46.9% among the US Dollar, the Euro, gold, and the BIST 100. During the post-2000 period under discussion here, the lowest volatility level occurred in 2012, an immediate increase occurred in 2013, and an increasing trend in the volatility spillover effect has been occurring since 2017. Due to the global pandemic, the increase in spillover effect has been ongoing since 2020.

The US Dollar has been observed to function generally as a volatility transmitter financial asset; namely, increases and decreases in the volatility of the US Dollar affect other markets. The Euro was seen to be a volatility transmitter financial asset until the 2008 global crisis; between 2008 and 2013 it functioned as a volatility receiver then became a volatility transmitter asset after 2014. The volatility of Gold is seen to usually be affected by the volatility of other financial assets. Recently, the volatility of gold was concluded to affect the volatility of other financial assets and to have functioned as a volatility transmitter financial asset due to the increases in the price of gold. The BIST 100 Index was observed to be a volatility receiving financial asset in general. It was effective in regard to the volatility of other financial assets between 2008-2013. In terms of bilateral interactions nearly throughout the whole period, gold was determined to have been affected by the volatility of the US Dollar; the US Dollar was determined to have affected the volatility of the BIST 100 except for the 2008-2013 period. Meanwhile, a spillover effect occurred from gold toward the BIST 100, especially in recent years. Among the volatility interactions of the examined financial assets, the volatility of the BIST 100 can be said to be the one with the least effect.

The research findings have revealed the interactions among the US Dollar, the Euro, gold, and the BIST 100 in the post-2000 period as well as the volatility spillover effect in Turkey. Determining the spillover effect can be used as a warning system against economic crises. In addition, the study has empirically shown how financial stress negatively affects stability. Within this scope, investors will be able to minimize their losses by diversifying their portfolios.

## **Türkiye’de 2000 Yılı Sonrasında Altın, Borsa, Döviz Kuru Piyasaları Etkileşimi ve Volatilite Yayılım Etkisi**

1980’li yıllardan itibaren sermaye hareketlerinin uluslararası nitelik kazanması ve finansal serbestleşme süreçleri sonrası, her geçen gün finansal piyasaların entegrasyonu artmıştır. 2000’li yıllardan günümüze ise gelişen bilgi ve iletişim teknolojileri sayesinde; finansal yatırım araçlarına ulaşım daha kolay olmuş, uluslararası fon akımları ülkelerin sınırlarını aşarken finansal piyasalardaki varlıkların yelpazesi sürekli genişlemiştir.

Modern finans tarihindeki dönüm noktası olan Markowitz’in (1952) modern portföy teorisi’ne göre, finansal piyasaların sunduğu çeşitlilik içerisinde yatırımcılar, kararlarını risk ve getiri tercihlerine göre vermektedirler. Piyasaların veya finansal varlıkların risk ve belirsizlik düzeylerinin ölçümü, volatilite (oynaklık) kavramı ile açıklanmaktadır. Literatürde volatilite, finansal varlıkların fiyatlarında meydana gelen azalış ve artış biçimindeki hareketler olarak tanımlanmaktadır. (Hepsağ, 2013: 3). Finansal varlıkların volatilite artışlarının nedeni, sadece kendi dalgalanmaları değil; volatilite yayılımı yoluyla diğer piyasalardan da kaynaklanabilmektedir. Piyasaların birbirleriyle olan etkileşim düzeyini temsil eden volatilite yayılımı; özellikle kriz dönemlerinde önemli derecede yükseliş göstermektedir. İlk olarak Engle vd. (1990) çalışmasıyla tanıtılan yayılım etkisi, Sıcak Dalga (Heat Waves) ve Meteor Yağmuru (Meteor Showers) olarak isimlendirilen iki farklı hipotezle açıklanmıştır. Finansal varlığın ya da piyasanın kendi geçmiş dönem hareketlerinden etkilenmesi Sıcak Dalga olarak ifade edilirken; Meteor Yağmuru, piyasaların ya da varlıkların başka piyasalardan etkilenmesi ya da o piyasaları etkilemesi olarak tanımlanabilir.

Ekonomik belirsizliğin arttığı dönemlerde dünyada ve Türkiye’de yatırımcıların ilk yöneldiği yatırım aracı, toplum tarafından en çok bilinen ve güvenilen olma özelliği ile Altın olmaktadır. Emtia piyasalarının yükselen trendi Altının yanı sıra tasarrufların değerlendirildiği diğer temel yatırım alanları Hisse senedi ve Döviz piyasalarıdır. Yatırımcılar, getiriyi arttırmak ve riski azaltmak için portföylerini çeşitlendirme yöntemine başvurur. Portföy çeşitlendirilmesi yapılırken ise yatırım araçlarının birbiriyle etkileşimi ve aralarındaki volatilite yayılım mekanizmalarının anlaşılması önem taşımaktadır.

Öte yandan finansal piyasalar arası ilişkilerin analizi, finansal sistemin istikrarı amacıyla ekonomi yönetimleri tarafından önemle takip edilmesi gereken hususlardan biridir. Konunun mikro ve makro düzeyde önemi itibarıyla bu çalışmada; Türkiye’de Döviz, Altın piyasaları ve Borsa arasındaki etkileşim ve volatilite yayılımının analizi amaçlanmıştır. Küresel ölçekte finansal krizlerin yaşandığı; para politikası ve bankacılık alanında köklü düzenlemelerin yapıldığı 2000 sonrası dönem, çalışma dönemi olarak belirlenmiştir. Dolar, Euro, Altın ve BIST 100 endeksi arasındaki volatilite yayılımı Diebold ve Yılmaz (2012) yaklaşımı ile analiz edilmiştir.

Kullanılan yöntem ve incelenen dönem itibariyle Türkiye’de finansal piyasalar arasındaki etkileşimin ortaya konması açısından çalışmanın literatüre katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

Çalışma sırasıyla bu konuda yapılmış araştırmaların sunulduğu literatür taraması bölümü, uygulanan yönteminin tanıtıldığı metodoloji bölümü, veri yapısının açıklandığı bölüm, analiz ve elde edilen bulguların açıklandığı bölüm ve sonuçtan oluşmaktadır.

### **Literatür Taraması**

Yatırım araçlarının birbiriyle etkileşiminin ortaya konması ve piyasalar arasındaki volatilite yayılımı, birçok araştırmacının ilgisini çeken bir konu olmuştur. Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde, finansal varlıkların volatilite yapısının ortaya çıkarılmasında koşullu değişen varyans modellerinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmaların yanı sıra finansal varlıklar arasındaki ilişkilerin eşbütünleşme, nedensellik, VAR modelleriyle incelendiği çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Tablo 1’de finansal varlıklar arasındaki etkileşim ve volatilite yayılımını Diebold ve Yılmaz yaklaşımı dışında inceleyen çalışmalara yer verilmektedir. Diebold ve Yılmaz (2012) makalesiyle birlikte, farklı finansal varlıklar arasındaki yayılım etkisinin ortaya konmasında kullanılan yöntem, literatüre kazandırılmıştır. Bu çalışmayla birlikte, Diebold ve Yılmaz (2012) metodolojisini kullanan çalışmaların da literatürde yer almaya başladığı görülmektedir. Tablo 2’de finansal varlıklar arasındaki volatilite yayılım etkisinin Diebold ve Yılmaz yaklaşımıyla araştırıldığı hem uluslararası hem Türkiye’de yapılmış olan çalışmalar sunulmaktadır.

Tablo 1

*Finansal Varlık Volatilite Yayılımını Diebold ve Yılmaz (2009, 2012) Yaklaşımından Farklı Modellerle İnceleyen Çalışmalar*

Araştırmacı	Değişken	Ülke	Dönem	Frekans	Yöntem	Bulgular
Morales (2008)	Borsa (Hisse Senedi getirileri) ve Döviz Kuru (EUR, GBP, JPY, USD/ diğer 6 LATAM ülkesi para birimi)	İspanya, Arjantin, Brezilya, Şili, Kolombiya Meksika, Venezuela	01.01.1998-31.12.2006	Günlük	EGARCH modeli	Hisse senedi getirilerindeki volatilitenin döviz kurları volatilitesine etkisi tespit edilmiştir, ancak tersi yönde bir yayılıma kanıt bulunmamıştır.
Wang ve Chueh (2013)	Faiz Oranı, ABD Doları, Altın fiyatları ve Petrol fiyatları	ABD	1989:01-2007:12	Günlük	Eşbütünleşme ve nedensellik testleri	Fiyatların aktarımı bakımından altın ve petrol fiyatları arasında pozitif, dolar kuru ve faiz oranı ile altın fiyatları arasında ise negatif korelasyon olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Gokmenoglu ve Fazlollahi (2015)	Altın fiyatı, Petrol fiyatı ve Borsa fiyat endeksi	ABD	2013:01-2014:11	Günlük	ARDL Eşbütünleşme yaklaşımı	Bulgular, uzun vadede altın ve petrol fiyatları ile oynaklıklarının, S&P 500 endeksi üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermiştir.
Mozumder, Vita, Kyaw ve Larkin (2015)	Borsa ve Döviz Kuru (USD/EUR, USD/BRL, USD/ZAR, USD/TRY)	Gelişmiş ülkelerden; İrlanda, Hollanda, İspanya ve gelişmekte olan ülkelerden Brezilya, Güney Afrika, Türkiye	03.01.2001-26.12.2012	Haftalık	EGARCH modeli	Gelişmiş ülkelerde borsalardan döviz kurlarına tek yönlü volatilite yayılımı tespit edilirken, gelişmekte olan ülkelerde iki piyasa arasında ters yönde volatilite yayılımı söz konusudur. Bununla birlikte Brezilya'da çift yönlü volatilite yayılımı tespit edilmiştir. Finansal kriz dönemlerinde hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde döviz kurlarıyla borsalar arasında asimetrik volatilite yayılımı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Öncü vd. (2015)	BIST 100 endeksi, Altın ve Döviz Kuru (ABD doları)	Türkiye	2002:01-2013:11	Günlük	Engle-Granger Eşbütünleşme analizi ve Granger Nedensellik analizi	BIST 100'ün altın ve döviz ile eşbütünleşik olmadığı tespit edilmiştir. Döviz ve altın getirilerinin, hisse senedi endeks değerinin Granger nedeni olduğu, bir diğer ifade ile hisse senedi endeks değerinde değişime, döviz ve altın getirilerindeki değişimin neden olduğu bulgularına ulaşılmıştır.
Açıklım ve Başçı (2016)	BIST Altın Endeksi (GOLD) ve BIST 100 endeksi (BIST)	Türkiye	01.08.2002-17.03.2015	Günlük	Engle-Granger Eşbütünleşme analizi ve Granger Nedensellik analizi	BIST ve GOLD endekslerinin eşbütünleşik olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte BIST endeksinden GOLD endeksine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir.
Leung, Schiereck, Schroeder (2017)	New York (DJI), Londra (FTSE 100), Tokyo (N225) endeksleri ve Döviz Kurları (USD, EUR, GBP, JPY)	İngiltere, ABD, Japonya	01.01.2001-26.04.2013	Saatlik	GARCH modeli	Döviz kurlarından borsalara doğru pozitif oynaklık yayılımı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. (JPY/USD ve Tokyo N225 arası hariç). Döviz kuru volatilitésinin bir veya iki saat içinde borsalara iletildiği bulgularına ulaşılmıştır. Bununla birlikte hem borsalar arası yayılım hem de döviz kurları ile borsalar arasındaki volatilité yayılımının kriz dönemlerinde artış gösterdiği, artışın ise enflasyon ve bilgi asimetrisinden kaynaklandığı bulgularına ulaşılmıştır.

Pandey ve Vipul (2017)	Altın, Petrol ve Borsa	BRICS ülkeleri (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika)	2000:01-2015:12	Haftalık	GARCH, EGARCH, BEKK-GARCH modelleri	Altın ve petrolden borsalara doğru pozitif volatilité yayılımının olduğu tespit edilmiştir. Rusya borsasında petrolün volatilité yayılımı altınkinden daha yüksek, Güney Afrika borsası için ise altının volatilité yayılımı daha yüksektir.
Çelik vd. (2018)	Altın, Petrol ve Borsa	Endonezya Hindistan, Brezilya, Türkiye ve Güney Afrika	01.02.2006-30.07.2015	Günlük	Çok değişkenli VAR-EGARCH analizi	Volatilité yayılımında negatif haberlerin büyük etkisinin olduğu, negatif haberlerin pozitif haberlerden daha çok volatilitéyi artırdığı görülmüştür. Altın getirilerinden Hindistan, Endonezya, Brezilya ve Türkiye hisse senedi piyasalarına pozitif; petrolden ise Hindistan, Brezilya ve Türkiye hisse senedi piyasalarına negatif getiri yayılımı olduğu tespit edilmiştir. Hem altın hem petrolün pozitif getiri yayılımı olduğu piyasa ise Güney Afrika hisse senedi piyasası olmuştur.
Malik (2021)	ABD Dolar Kuru ve Borsa (S&P 500 Borsa Endeksi)	ABD	02.01.2003-31.05.2018	Günlük	Bivariate GARCH modeli	Volatilité geçişleri göz ardı edildiğinde, ABD Borsasından ABD Dolar kuruna önemli bir volatilité yayılımı tespit edilmiş ve bu etkinin tek yönlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 2

*Finansal Varlık Volatilite Yayılımını Diebold ve Yılmaz (2009, 2012) Yaklaşımı ile İnceleyen Çalışmalar*

Araştırmacı	Değişken	Ülke	Dönem	Frekans	Yöntem	Bulgular
Sumner, Johnson ve Soenen (2010)	Altın, Borsa ve Tahvil	ABD	09.01.1970-24.04.2009	Haftalık	Diebold ve Yılmaz (2009) yayılım endeksi	Bütün örneklem içerisinde oynaklık yayılımının olduğuna dair kanıtlar bulunmuşken, getiri yayılımının etkisi kanıtlanmamıştır. Getiri yayılımı 1980'lerin başı, 90'ların ortası ve 2008 finansal kriz döneminde daha yüksek seyretmişken, oynaklık yayılımı ise 1970'lerin sonu, 90'ların başı ve 2008 finansal kriz döneminde oldukça yükselmiştir.
Kumar (2013)	Borsa ve Döviz Kuru (INR/USD, BRL/USD, ZAR/USD)	IBSA ülkeleri (Hindistan, Brezilya, Güney Afrika)	01.01.2000-17.01.2011	Günlük	Engle ve Granger metodu, çok değişkenli BEKK-GARCH modeli, Diebold ve Yılmaz (2009, 2012) yayılım endeksi	Getiri ve oynaklık yayılımı açısından borsa ve döviz kuru piyasaları arasında çift yönlü bir etkileşim olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Cronin (2014)	Borsa (S&P 500 endeksi) Emtia (DJ-UBS Emtia endeksi) Döviz Kuru (ICE US dolar endeksi) Tahvil (ABD devlet tahvili), M1 ve M2	ABD	24.05.2000-28.11.2012	Haftalık	Diebold ve Yılmaz (2009, 2012) yayılım endeksi	Yayılım tespit edilmiştir, özellikle ekonomik ve finansal stres dönemlerinde artış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Roy ve Roy (2017)	Emtia piyasası, Tahvil endeksi, Altın ve Hisse senedi piyasaları, Döviz kuru (INR/USD)	Hindistan	03.04.2006–31.03.2016	Günlük	DCC-MGARCH modeli, Diebold ve Yılmaz (2012) yayılım endeksi modeli	Piyasalar arası volatilité yayılımı tespit edilmiştir. Emtia ve hisse senedi piyasaları oynaklığı diğer piyasalara iletirken; tahvil, döviz kuru ve altın piyasaları oynaklık alıcı piyasalardır. Emtia piyasasına oynaklık sadece hisse senedi piyasasından iletilir. Volatilité yayılımının zaman aralığına göre değişkenlik gösterdiği, global finans krizi ve Rupı'nın değer kaybettiği 2013-2014 yıllarında daha yüksek olduğu görölmüştür.
Karabıyık (2020)	ABD Dolar Kuru, Borsa-BIST 100, Emtia endeksi, Tahvil Faizi	Türkiye	28.11.2014-26.11.2019	Günlük	Diebold ve Yılmaz (2012) yayılım endeksi	İncelenen dört piyasada görölen oynaklığın %4,4'ü oynaklık yayılımından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Diğer piyasalara en büyük düzeyde etki eden piyasanın ise %5,2 değeri ile tahvil piyasası olduğu görölmüştür.
Şenol ve Koç (2022)	MSCI dünya endeksi, Tahvil Faizi, ABD Doları, Altın, Petrol ve Bitcoin	23 Gelişmiş Ülke	02.01.2015 - 29.06.2021	Günlük	Diebold ve Yılmaz (2012) yayılım endeksi	Küresel düzeyde temel piyasalar arasında volatilité yayılımı mevcuttur. MSCI dünya endeksi ve faizin volatilité yayıcısı; dolar endeksi, altın, petrol ve bitcoinin ise volatilité alıcısı oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Faiz en fazla düzeyde volatilité yayan varlık; altın ve MSCI dünya endeksi ise en fazla volatilité alan finansal varlıklar olarak bulunmuştur. Volatilité yayılımlarının COVID-19 pandemisi döneminde yükseldiği görölmüştür.



Golitsis, Gkasis ve Bellos (2022)	Altın, Petrol, ABD Dolar kuru, S&P 500 Borsa endeksi, Enflasyon (CPI), Faiz oranı (üç aylık hazine bonusu) ve Ekonomi politikaları belirsizlik endeksi	ABD	02.01.1986-31.12.2019	Aylık	VAR modeli, Diebold ve Yılmaz (2012), Diebold ve Yılmaz (2014) yayılım endeksi modeli	Döviz kuru ve altın getirileri arasında güçlü yayılım etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. 2007-2009 gibi şiddetli finansal krizlerin neden olduğu piyasa türbülans dönemlerinde hem toplam hem yönlü yayılım önemli ölçüde artar. Bütün piyasalar için net yayılımlar pozitif ve negatif değerler arasında değişir. Alıcı ve verici pozisyonları piyasa olaylarıyla büyük ölçüde değişmektedir. Ekonomi politikaları belirsizliği endeksi, borsa getirileri ve petrol fiyat getirileri ana verici pozisyonda iken hazine bonusu ve enflasyon ana şok alıcılarıdır. Altın piyasası ve döviz kuru ise örneklem dönemi boyunca hem alıcı hem verici durumdadırlar.
-----------------------------------	--	-----	-----------------------	-------	---	--

### Metodoloji

Dolar, Euro, Altın ve BIST 100 endeksi arasındaki volatilite yayılımının incelendiği çalışmada finansal varlıklar arasındaki volatilite yayılımı, Diebold-Yılmaz (2012) yaklaşımı ile incelenmiştir. Diebold-Yılmaz (2012) çalışmasında, Diebold-Yılmaz (2009) makalesiyle literatüre kazandırılan yayılım etkisinin yayılım endeksleri yardımıyla incelendiği yaklaşım geliştirilerek kapsamı genişletilmiştir. Diebold-Yılmaz (2012)’de literatüre KPPS (Koop, Pesaran, Potter, Shin) yaklaşımı olarak geçen, değişken sıralamasından etkilenmeyen genelleştirilmiş VAR modeli kullanılarak yayılım endeksleri hesaplanmıştır. 2012 çalışmasıyla hesaplanan yayılım endekslerine yönlü ve net yayılım endeksi hesabı eklenmiş; farklı varlıklar arasında da yayılımın hesaplanabileceği şekilde çalışma genişletilmiştir. Diebold-Yılmaz (2012) yaklaşımında,

$$X_t = \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (1)$$

olarak tanımlanan VAR(p) modeli,  $\varepsilon_t$ ,  $(0, \Sigma)$  olarak bağımsız ve özdeş dağılan hata terimleri,  $\phi_i$ , katsayılar vektörü,  $X_t$  ise değişkenler matrisi iken hareketli ortalamalar yapısında,

$$X_t = \sum_{i=0}^{\infty} A_i \varepsilon_{t-i} \quad (2)$$

biçiminde gösterilebilir. Modeldeki  $A_p$ ,  $N \times N$  boyutlu katsayı matrisidir ve

$$A_i = \phi_1 A_{i-1} + \phi_2 A_{i-2} + \dots + \phi_p A_{i-p} \quad (3)$$

olarak tanımlanır.  $X_j$ 'ye yönelik şoklardan kaynaklanan H adım sonraki varyans ayrıştırılmaları ile yayılma endeksleri elde edilmektedir. H- adım sonraki hata varyansı ayrıştırması  $\theta_{ij}^g(H)$ .

$$\theta_{ij}^g(H) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_h \Sigma e_j)^2}{\sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_h \Sigma A_h' e_i)} \quad (4)$$

formülüyle hesaplanır.  $\sigma_{jj}$ , j. denklemin hata teriminin standart sapması,  $\Sigma$ ,  $\varepsilon$  hata varyansı matrisidir. KPPS yöntemiyle elde edilen toplam volatilitte yayılımı endeksi,

$$S^g(H) = \frac{\sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)}{\sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)} \cdot 100 = \frac{\sum_{i \neq j} \tilde{\theta}_{ij}^g(H)}{N} \cdot 100 \quad (5)$$

formülüyle hesaplanabilir. i piyasasının diğer tüm j piyasalarından aldığı tek yönlü yayılma,

$$S_{i.}^g(H) = \frac{\sum_{j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)}{\sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)} \cdot 100 = \frac{\sum_{j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)}{N} \cdot 100 \quad (6)$$

biçiminde elde edilirken; i piyasası tarafından diğer tüm j piyasalarına doğru tek yönlü yayılma,

$$S_{.i}^g(H) = \frac{\sum_{j=1}^N \tilde{\theta}_{ji}^g(H)}{\sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ji}^g(H)} \cdot 100 = \frac{\sum_{j=1}^N \tilde{\theta}_{ji}^g(H)}{N} \cdot 100 \quad (7)$$

formülüyle hesaplanır. i piyasasından diğer piyasalara olan net yayılım ise,

$$S_i^g(H) = S_{i.}^g(H) - S_{.i}^g(H) \quad (8)$$

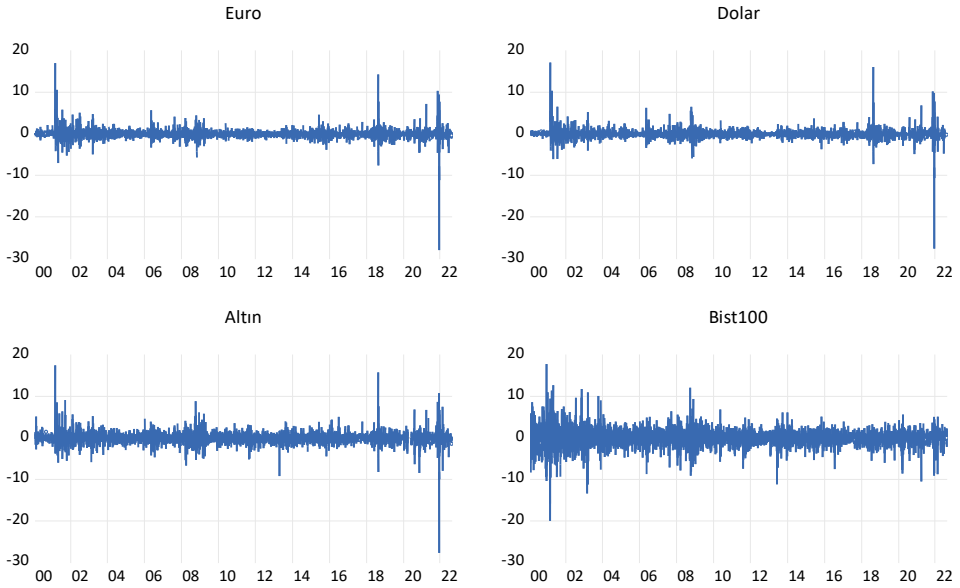
olarak elde edilir. İkili karşılıklı net yayılım endeksi ise,

$$S_{ij}^g(H) = \left( \frac{\tilde{\theta}_{ji}^g(H)}{\sum_{i,k=1}^N \tilde{\theta}_{ik}^g(H)} - \frac{\tilde{\theta}_{ij}^g(H)}{\sum_{j,k=1}^N \tilde{\theta}_{jk}^g(H)} \right) \cdot 100 \quad (9)$$

formülüyle hesaplanabilir. (Diebold ve Yılmaz, 2012: 57, 58, 59).

## Veri Yapısı

2000 sonrasında ABD Doları (Dolar), Euro, Gram Altın (Altın) ve BIST 100 endeksi arasında nasıl bir volatilite yayılım etkisinin olduğu 17.01.2000-31.08.2022 dönemi arasındaki günlük veriler kullanılarak incelenmiştir. Değişkenlerin ilgili dönem için logaritmik getirileri hesaplanmıştır. Şekil 1’de değişkenlerin logaritmik getirilerine ait grafikler gösterilmektedir.



Şekil 1. Finansal Varlıklara ait Logaritmik Getiri Grafikleri

Logaritmik getiri serileri incelendiğinde, finansal varlık getirilerinin 2000 ve 2008 krizlerinde oynaklıklarının arttığı görülmektedir. Euro, Dolar ve Altın’ın getiri volatilitesinde 2018 ve 2022 döneminde yükseliş ve düşüşler yaşadığı; BIST 100’e ait getirilerde ise bu etkinin daha az olduğu gözlenmektedir.

Tablo 3

Logaritmik Getirilere ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Euro	Dolar	Altın	BIST 100
Ortalama	0,060975	0,061992	0,091660	0,045781
Medyan	0,000000	0,000000	0,065276	0,102276
Maksimum	16,99766	17,12906	17,43357	17,77358
Minimum	-27,75330	-27,40864	-27,49571	-19,97851
Std. Sapma	1,082607	1,077432	1,355483	2,025290
Eğiklik	-1,376041	-0,987236	-0,555532	-0,189603
Basıklık	106,9776	108,7909	47,78977	11,13734
Jarque-Bera Normallik testi	2527120	2615109	468885,4	15500,62
Prob.	0,000	0,000	0,000	0,000

Serilere ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, 2000 sonrası dönemde finansal varlıklar içerisinde en yüksek getiri değerinin birbirine çok yakın olduğu

görülmektedir. Bu değerler içerisinde en yükseği %17,77 ile BIST 100'e aittir. İkinci sırada %17,43 ile Altın gelmektedir. Finansal varlıklarda son dönemde yaşanan ani hareketler en düşük logaritmik getirinin gerçekleşmesine sebep olmuştur. Standart sapma değerleri incelendiğinde en yüksek standart sapmanın 2,02 ile BIST 100'e ait olduğu görülmektedir.

### Analiz ve Bulgular

Volatilite yayılımı için incelenecek mutlak getiri serilerine ADF (Augmented Dickey Fuller) ve Phillips Perron (1988) birim kök testi uygulanmıştır. Yapılan birim kök testleri sonunda, getiri serilerinin düzeyde durağan oldukları yani birim kök içermedikleri tespit edilmiştir.

Tablo 4

*ADF ve Phillips Perron (1988) Birim Kök Testi Sonuçları\**

Finansal Varlıklar	ADF testi	Phillips Perron (1988) Testi	Sonuç
Euro	-9,628315* (0,000)	-74,98091* (0,000)	I(0)
Dolar	-9,775851* (0,000)	-74,72542* (0,000)	I(0)
Altın	-11,02328* (0,000)	-77,39335* (0,000)	I(0)
BIST 100	-7,493508* (0,000)	-95,95343* (0,000)	I(0)

\* , Parantez içindeki değerler, prob. değerleridir (%1 anlamlılık seviyesine göre birim kökün olduğunu ileri süren  $H_0$  hipotezinin reddini ifade eder).

Volatilitedeki yayılım etkisini incelemek amacıyla Diebold-Yılmaz (2012) yaklaşımı uygulanmış ve sonuçları aşağıdaki tablo ve şekillerde özetlenmiştir. Diebold-Yılmaz (2012) yaklaşımı, VAR (Vector Autoregressive) modelleri üzerinden inceleme yaptığı için öncelikle uygun VAR modeli gecikmesi AIC kriterine göre 8 olarak belirlenmiştir. Finansal varlıklara ait volatilite yayılımı, Tablo 5'te sunulmaktadır:

Tablo 5

*Volatilite Yayılım Tablosu*

Volatilite Yayılım Tablosu	Euro	Altın	Dolar	BIST100	Diğerlerinden Aldığı Etki
Euro	42,29	21,64	31,99	4,08	57,7
Altın	24,85	47,76	23,84	3,55	52,2
Dolar	32,01	20,90	42,50	4,58	57,5
BIST 100	7,10	5,39	7,79	79,72	20,3
Diğerlerine Yaptığı Katkı	64,0	47,9	63,6	12,2	Yayılım endeksi % 46,9

Ele alınan finansal varlıklara ait volatilite yayılımı incelendiğinde, Euro'ya ait volatilite yayılımının %42,29'u kendi volatilitelerinden kaynaklanmaktadır. Diğer finansal varlıklardan aldığı %57,7'lik volatilite yayılımı içinde Doların 31,99 ile en

yüksek paya sahip olduğu görülmektedir. İkinci sırada ise, Altın gelmektedir (21,64). Euro’nun diğer finansal varlıklara yaptığı katkı ise, %64’dür. Volatilite yayılımı tablosu incelendiğinde Euro’nun diğer finansal varlıklara yaptığı volatilite yayılımı etkisi (%64), diğer varlıklardan aldığı etkiden (%57,7) daha fazladır. Bu sonuç, Euro’nun volatilite yayan bir finansal varlık olduğunu göstermektedir.

Altın’ın volatilite yayılımı incelendiğinde, diğerlerinden aldığı volatilite yayılımı etkisinin %52,2 olduğu gözlenmektedir. Bu yayılım etkisinde 24,85’lik kısım Euro’dan; 23,84’lük kısım ise Dolardan kaynaklanmaktadır. Altın, diğer finansal varlık volatilite yayılımına %47,9’luk katkı sağlamaktadır. Altın’ın aldığı etki (52,2) ve verdiği katkı (47,9) incelendiğinde Altının volatilite yayılımı alan bir finansal varlık olduğu söylenebilir. Altının volatilite yayılımının %47,76’sı kendi volatilitesinden kaynaklanmaktadır.

Dolara ait volatilite yayılımı incelendiğinde, diğer finansal varlıklardan aldığı etki %57,5’dir. Doların diğer finansal varlık volatilite yayılımından aldığı etki içerisinde 32,01’lik kısım Euro’dan kaynaklanmaktadır. Bu etkinin 20,90’lık kısmı ise Altından kaynaklanmaktadır. Dolardaki volatilite yayılımının %42,5’i ise kendi getirisinden kaynaklanmaktadır. Aldığı etki (57,5) ve yaptığı katkı (63,6) incelendiğinde Doların volatilite yayan bir finansal varlık olduğu belirtilebilir.

BIST 100 serisine ait volatilite yayılımı sonucuna göre diğerlerinden aldığı yayılım etkisinin %20,3, diğerlerine yaptığı katkının ise %12,2 olduğu görülmektedir. Bu bilgilere göre volatilite yayılımı açısından BIST 100 endeksinin volatilite yayılımı alan bir finansal varlık olduğu söylenebilir. BIST 100 endeksindeki volatilite yayılımının %79,72’si ise, kendi volatilitesinden kaynaklanmaktadır.

Volatilite yayılım tablosuna göre volatilite yayılım endeksi, %46,9 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, toplam yayılımın %46,9’unun bu finansal varlıklar arasında olduğunu belirtmektedir. Getiri verilerinin zaman içerisindeki toplam volatilite yayılımının seyri Şekil 2’de görülmektedir:

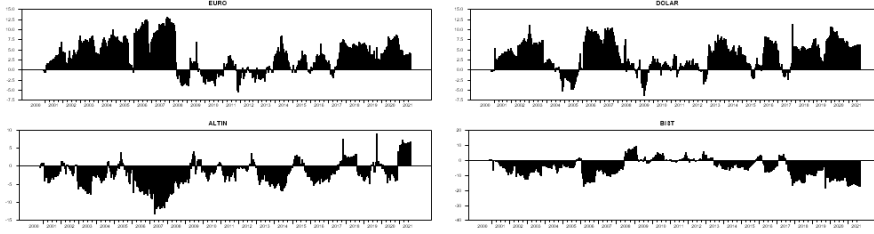


Şekil 2. Toplam Volatilite Yayılımı

Şekil 2’de toplam volatilite yayılımı gösterilmektedir. Yayılım, incelenen dönemde %1-%68 arasında bir seyir izlemektedir. En düşük volatilite yayılımı değeri, 2012’de

gerçekleşmiş; bu değer 2013 yılında ani bir artış göstermiştir. 2017 sonrası dönemde de volatilité yayılımında artan bir trendin etkili olduğu gözlenmektedir. Özellikle pandeminin etkisiyle 2020 yılıyla birlikte volatilité yayılımında artış etkili olmaya devam etmektedir.

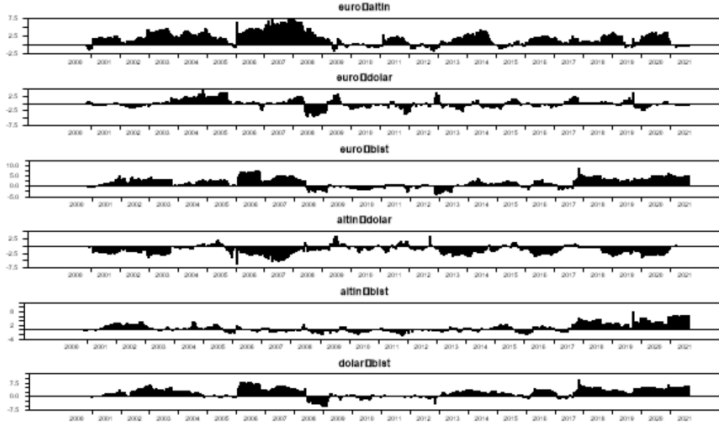
Aşağıda Şekil 3’de, finansal varlıkların net volatilité yayılımı gösterilmektedir.



Şekil 3. Net Volatilité Yayılımı

Şekil 3 incelendiğinde, pozitif değerler finansal varlığın volatilité yayılımı verdiği; negatif değerler ise volatilité yayılımı aldığı dönemleri göstermektedir. Euro’nun 2008 krizine kadar volatilité yayılımı veren bir finansal varlık olduğu, yani diğer varlıkların volatilitelerinde etkili olduğu; 2008-2013 yılları arasında genelde volatilité yayılımı aldığı; 2014 yılından sonra ise volatilité yayılımı veren bir finansal varlık olduğu görülmektedir. Doların genel olarak volatilité yayılımı veren bir finansal varlık olduğu gözlenmektedir; yani, Doların volatilitesindeki artış ve azalışlar diğer piyasaları etkilemektedir. Altının volatilitesindeki yayılımın genellikle diğer finansal varlıkların volatilitesindeki yayılımdan etkilendiği görülmektedir. Son dönemde yaşanan Altın fiyatlarındaki artışla birlikte Altının volatilitésinin diğer varlıkların volatilitésini etkilediği ve volatilité yayan bir finansal varlık olarak hareket ettiği belirlenmiştir. BIST 100 borsa endeksi ise, genel olarak volatilité yayılımı alan bir finansal varlık olarak gözlenmektedir. 2008-2013 yılları arasında ise diğer finansal varlıkların volatilitésinde etkili olmuştur.

Finansal varlıklar arasındaki ikili ilişkiler Şekil 4’de gösterilmektedir.



Şekil 4. İkili Volatilite Yayılım Grafikleri

Euro ve Altın arasındaki yayılım incelendiğinde, Euro’nun Altının volatilite yayılımında etkili olduğu görülmektedir. Euro-Dolar arasındaki etkileşime baktığımızda 2002-2006 arası dönemde Euro, Dolar üzerinde etkiliyken; 2008-2009 arasındaki dönemde Dolar volatilitesi, Euro’nun volatilite yayılımını etkilemiştir. Euro ve Dolar arasındaki etkileşimin son dönemde çok düşük olduğu görülmektedir. Euro ve BIST 100 arasındaki etkileşime bakıldığında genel olarak Euro’daki volatilite yayılımının BIST 100’ün volatilite yayılımında etkili olduğu görülmektedir. Sadece 2008-2013 dönemleri arasında Euro’nun volatilite yayılımından etkilendiği ve volatilite alıcısı konumunda olduğu gözlenmektedir. Altın ve Dolar arasındaki volatilite yayılımı incelendiğinde, Altının hemen hemen tüm dönem boyunca Doların volatilitesinden etkilendiği belirlenmiştir. Altın ve BIST 100 arasındaki volatilite yayılım grafiği, 2000-2003 dönemi ve 2017 sonrasında Altının BIST 100’ün volatilite yayılımı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Dolar ve BIST 100 arasındaki volatilite yayılım grafiği incelendiğinde ise, genel olarak 2008-2013 dönemi hariç Doların BIST 100’ün volatilite yayılımını etkilediği görülmektedir. İkili volatilite yayılımı tablosuna göre, Euro ve Dolar’ın volatilite yayımlarının Altın ve BIST 100’ün volatilite yayımlarını etkilediği, özellikle son dönemde Altın volatilitesinin de BIST 100’ün volatilite yayılımı üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Sonuç olarak, finansal varlıkların volatilite etkileşimlerinde BIST 100’e ait volatilitenin en düşük etkide olduğu belirtilebilir.

### Sonuç ve Değerlendirme

Finansal serbestleşme süreçlerini takip eden 2000’li yıllarla birlikte uluslararası piyasaların etkileşimi büyük ölçüde artmış, finansal varlıkların çeşitliliği genişlemiş, özellikle gelişen bilgi teknolojileri sayesinde; yatırım araçlarına erişim daha kolay olmuştur. Piyasalarda yaşanan bu gelişmeler karşısında yatırımcılar açısından, yatırım riskinin azaltılıp getirinin artırılması için finansal varlıkların birbirleriyle etkileşiminin anlaşılması oldukça önemlidir. Öte yandan, finansal piyasalardaki

volatilite ve yayılım etkisi; finansal kırılmalığa işaret eden ve krizler için erken uyarı niteliğinde olabilen, bu nedenle ekonomi yönetimleri tarafından yakından takip edilmesi gereken bir göstergedir.

Bu çalışmada; piyasalar arası entegrasyonun arttığı, para politikası ve finans alanında önemli regülasyonların yapıldığı ancak ulusal ve küresel ölçekte finansal krizlerin de yaşandığı 2000 sonrası dönemde, Dolar, Euro, Altın ve BIST 100 endeksi arasındaki volatilite yayılımı Diebold ve Yılmaz (2012) yaklaşımı ile araştırılmıştır. Yapılan analizde; Dolar, Euro, Altın ve BIST 100 endeksi arasındaki volatilite yayılım endeksi %46,9 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu değer, Türkiye’de 2000 sonrası dönemde bu dört piyasada görülen volatilitenin %46,9’unun yayılım etkisiyle oluştuğunu ifade etmektedir. Bununla birlikte 2000 sonrası dönemde, genel olarak Euro ve Doların volatilite yayıcısı; Altın ve BIST 100 endeksinin ise volatilite alıcısı finansal varlıklar oldukları görülmüştür. Son dönemde ise; Altın fiyatlarında yaşanan artış ile birlikte Altının, volatilite yayıcısı pozisyonunda diğer finansal varlıkların volatilitelerini etkilediği görülmektedir.

Volatilite yayılım değeri incelenen dönemde en düşük 2012’de gerçekleşmiş; 2013 yılında bu değerde ani bir artış yaşanmıştır. 2017 yılı itibariyle volatilite yayılımında artış yönünde bir trend etkili olmuştur. 2020 yılıyla birlikte pandeminin etkisiyle artışın devam ettiği görülmektedir. Bu bulgular, 2013-2014 yıllarında Türkiye’nin komşu ülkeleri Rusya-Ukrayna arasında Kırım bölgesi nedeniyle yaşanan gerginlik, 2016 yılında Türkiye’deki darbe kalkışması, 2018 yılındaki döviz kuru krizi ve 2020 yılının başından itibaren küresel ölçekte yaşanan Covid 19 pandemisinin finansal piyasalara etkilerini göstermektedir. Bu çalışma; incelenen dönem itibariyle birçok siyasi, politik, sosyolojik ve ekonomik sürecin finansal piyasalara yansımaları oynaklık yayılımı boyutunda ortaya koymuştur. Bu itibarla, hem literatüre katkı sağlayacağı hem de finansal stres dönemlerinde yatırım kararları ve portföy çeşitlendirmesi bakımından yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

---

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

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

**Yazar Katkısı:** Çalışma Konsepti/Tasarımı: N.Ş., H.G.Ö.Ö.; Veri Toplama: N.Ş., H.G.Ö.Ö.; Veri Analizi /Yorumlama: N.Ş., H.G.Ö.Ö.; Yazı Taslağı: N.Ş., H.G.Ö.Ö.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi: N.Ş., H.G.Ö.Ö.; Son Onay ve Sorumluluk: N.Ş., H.G.Ö.Ö.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

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

**Author Contributions:** Conception/Design of study: N.Ş., H.G.Ö.Ö.; Data Acquisition: N.Ş., H.G.Ö.Ö.; Data Analysis/ Interpretation: N.Ş., H.G.Ö.Ö.; Drafting Manuscript: N.Ş., H.G.Ö.Ö.; Critical Revision of Manuscript: N.Ş., H.G.Ö.Ö.; Final Approval and Accountability: N.Ş., H.G.Ö.Ö.

---



## Kaynakça/References

- Açıklalın, S., & Başçı, E.S., (2016). Cointegration and Causality Relationship between BIST 100 and BIST Gold Indices. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 23(2), 565–574. <https://doi.org/10.18657/yeebu.53293>
- Çelik, İ., Özdemir, A., Gürsoy, S. ve Ünlü, H.U., (2018). Gelişmekte Olan Hisse Senedi Piyasaları İle Kıymetli Madenler Arasındaki Getiri ve Volatilite Yayılımı. *Ege Akademik Bakış*, 18(2), 217–230. <https://doi.org/10.21121/eab.2018237351>
- Cronin, D. (2014). The Interaction between Money and Asset Markets: A Spillover Index Approach. *Journal of Macroeconomics*, 39, 185–202. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmacro.2013.09.006>
- Dickey, D., & Fuller, W., (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of The American Statistical Association*, 74(366), 427–431. <https://doi.org/10.2307/2286348>
- Diebold, F. X., & Yılmaz, K., (2009). Measuring Financial Asset Return and Volatility Spillovers, with Application to Global Equity Markets. *The Economic Journal*, 119(534), 158–171. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2008.02208.x>
- Diebold, F. X., & Yılmaz, K., (2012). Better to Give than to Receive: Predictive Directional Measurement of Volatility Spillovers. *International Journal of Forecasting*, 28(1), 57–66. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2011.02.006>
- Engle, R. F., Ito, T. & Lin, W., (1990). Meteor Showers or Heat Waves? Heteroskedastic Intra-Daily Volatility in the Foreign Exchange Market. *Econometrica*, 58(3), 525–542. <https://doi.org/10.2307/2938189>
- Gökmenoğlu, K. K., & Fazlollahi, N., (2015). The Interactions among Gold, Oil, and Stock Market: Evidence from S&P500. *Procedia Economics and Finance*, 25, 478–488. [http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00760-1](http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00760-1)
- 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. *North American Journal of Economics and Finance*, 63, 101785. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2022.101785>
- Hepsağ, A. (2013). *Çok Değişkenli Stokastik Oynaklık Modelleri: Petrol Piyasası İle Finansal Piyasalarda İşlem Gören Sanayi Sektörü Endeksi Arasındaki Oynaklık Etkileşimi Üzerine Bir Uygulama* (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Karabıyık, C., (2020). Türkiye’de Borsa, Emtia, Tahvil ve Döviz Piyasaları Arasındaki Etkileşim: Yayılım Endeksi Yaklaşımı. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 18(4), 43–57. <http://dx.doi.org/10.11611/yead.737638>
- Kumar, M. (2013). Returns and Volatility Spillover between Stock Prices and Exchange Rates: Empirical evidence from IBSA Countries. *International Journal of Emerging Markets*, 8(2), 108–128. <http://dx.doi.org/10.1108/17468801311306984>
- Leung, H., Schiereck, D., & Schroeder, F., (2017). Financial Contagion and Volatility Spillover: An Exploration into Indian Commodity Derivative Market. *Economic Modelling*, 61, 169–180. <http://dx.doi.org/10.1016/j.econmod.2016.12.011>
- Malik, F., (2021). Volatility Spillover between Exchange Rate and Stock Returns under Volatility shifts. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 80, 605–613. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2021.04.011>

- Morales, L.D.L.N. (2008). Volatility Spillover between Equity and Currency Markets: Evidence from Major Latin America Countries. *Cuadernos De Economia*, 45, 185–215. Erişim adresi: <http://www.economia.uc.cl/docs/132nieva.pdf>
- Mozumder, N., Vita, G.D., Kyaw, K.S., & Larkin, C. (2015). Volatility Spillover Between Stock Prices and Exchange Rates: New Evidence Across the Recent Financial Crisis Period. *Economic Issues*, 20(1), 43–64. Erişim adresi: [https://www.researchgate.net/publication/274249931\\_Volatility\\_Spillover\\_Between\\_Stock\\_Prices\\_and\\_Exchange\\_Rates\\_New\\_Evidence\\_Across\\_the\\_Recent\\_Financial\\_Crisis\\_Period](https://www.researchgate.net/publication/274249931_Volatility_Spillover_Between_Stock_Prices_and_Exchange_Rates_New_Evidence_Across_the_Recent_Financial_Crisis_Period)
- Öncü, M.A., Çömlekçi, İ., Yazgan, H.İ., ve Bar, M. (2015). Yatırım Araçları Arasındaki Eşbütünleşme (Bist100, Altın, Reel Döviz Kuru). *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 43–57. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/basbed>
- Pandey, V. & Vipul, (2018). Volatility Spillover from Crude Oil and Gold to BRICS Equity Markets. *Journal of Economic Studies*, 45(2), 426–440. <https://dx.doi.org/10.1108/JES-01-2017-0025>
- Phillips, P.C. & Perron, P., (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346. <https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335>
- Roy, R.P. & Roy, S.S., (2017). Financial Contagion and Volatility Spillover: An Exploration into Indian Commodity Derivative Market. *Economic Modelling*, 67, 368–380. <http://dx.doi.org/10.1016/j.econmod.2017.02.019>
- Şenol, C. ve Koç, S. (2022). Borsa, Faiz, Döviz Kuru, Altın, Petrol ve Bitcoin Arasındaki Volatilite Yayılımları. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 35, 31–46. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.1036345>
- Sumner, S.W., Johnson, R., & Soenen, L. (2010). Spillover Effects among Gold, Stocks, and Bonds. *Journal of Centrum Cathedra*, 3(2), 106–120. Erişim adresi: <https://ssrn.com/abstract=1806036>
- Wang, Y. S., & Chueh, Y.L., (2013). Dynamic Transmission Effects between the Interest Rate, the US Dollar, and Gold and Crude Oil Prices. *Economic Modelling*, 30, 792–798. <http://dx.doi.org/10.1016/j.econmod.2012.09.052>



# Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

## Etkin Piyasa Hipotezinin Yapısal Kırılmalı ve Doğrusal Olmayan Birim Kök Testleri ile Analizi: Borsa İstanbul Üzerine Bir Uygulama

### Analyzing the Efficient Market Hypothesis with the Structural Break and Nonlinear Unit Root Tests: An Application on Borsa Istanbul

Müge Özdemir\*

#### Öz

Finans literatüründe menkul kıymetlerle ilgili bilgilerin anında fiyatlara yansıdığı piyasa kavramı etkin piyasa olarak tanımlanmaktadır. Etkin bir piyasada işlem yapan yatırımcılar anormal getiri elde edememektedir. Tüm piyasa katılımcılarının piyasaya gelen bilgilere anında ulaştığı ve herkesin aynı bilgiyi bildiği varsayılmaktadır. Bilgi etkinliği çerçevesinde, bu çalışmanın amacı, piyasa türlerinden biri olan zayıf formda etkin piyasa hipotezini BİST100 endeksi için 2011:10-2021:10 döneminde günlük, haftalık ve aylık frekanslarda istatistiki testler ile test etmektir. Çalışmada, söz konusu döneme ait verilerin zayıf formda etkinlik sınaması için runs testi, varyans oran testi, geleneksel birim kök testleri, yapısal kırılmalı birim kök testleri ve doğrusal olmayan birim kök testi kullanılmaktadır. Çıkan bulgulara göre, ilgili dönemde BİST100 piyasa endeksinin tüm frekanslarda rassal yürüyüş gösterdiği yani zayıf formda etkin olduğu sonucuna varılmaktadır.

#### Anahtar Kelimeler

Zayıf Formda Etkin Piyasa, Rastgele Yürüyüş, Doğrusal Olmayan Birim Kök Testi, Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testi

Jel Sınıflandırması: C12, C58, G14.

#### Abstract

The literature on finance defines the concept of an efficient market as a market where information about securities is instantly reflected in prices. Investors who trade on efficient markets cannot obtain abnormal returns. All market participants are assumed to have instant access to the information coming to the market, with everyone knowing the same information. The aim of this study is to test within the framework of information efficiency the weak-form efficiency market hypothesis using statistical tests with daily, weekly, and monthly frequencies for the BIST100 index over the period of October 2011-October 2021. The study uses the runs test, variance ratio test, unit root tests, structural break unit root tests, and nonlinear unit root tests to test weak form efficiency for this period. According to the findings, the BIST100 market index has been concluded to show a random walk at all frequencies in the relevant period (i.e., it has weak form efficiency).

#### Keywords

Weak-Form Efficiency Market, Random Walk, Nonlinear Unit Root Test, Structural Break Unit Root Test

Jel Classification: C12, C58, G14

\* Sorumlu Yazar: Müge Özdemir (Arş. Gör.), Piri Reis Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonomi ve Finans Bölümü, İstanbul, Türkiye E-posta: mozdemir@pirireis.edu.tr ORCID: 0000-0003-0436-1041

Atf: Özdemir, M. (2022). Etkin piyasa hipotezinin yapısal kırılmalı ve doğrusal olmayan birim kök testleri ile analizi: Borsa İstanbul üzerine bir uygulama. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 37, 257-282. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.37.1135040>



### ***Extended Summary***

Fama (1970)'s efficient market hypothesis argues all the information that occurs in this market to be instantly and correctly reflected in the prices of financial assets, with no investor able to obtain abnormal returns. According to this view, no asymmetric use of information occurs, and all research on efficient market theory is concerned with whether prices fully reflect certain subsets of information. Market efficiency is a theory that has been the subject of much debate and study in the finance literature.

This study analyzes market efficiency in accordance with the information taxonomy, which is categorized into three increasingly inclusive subsets, with the first considering the weak form of market efficiency, in which the information reflected in the prices consists of already observed historical prices. In this market type, an investor investing in the market is argued to be unable to expect abnormal returns in the future using historical data because the prices already reflect all that information, and it doesn't provide a framework for any systematic abnormal returns. The second taxonomy considers the semi-strong form of market efficiency, in which prices reflect all past and current available information. As such, the information set is extended by including things such as current firm announcements and analysis reports into the precious information set. The third taxonomy conducts the strong-form efficiency test to statistically prove or disprove whether investors with access to private or insider information are able to systematically achieve abnormal returns.

This study will test weak form efficiency by analyzing whether the BIST1000 stock market index complies with the random walk process. The data range covers the period of October 2011-October 2021, with the data being composed of the closing index values at daily, weekly, and monthly frequencies.

This study conducts the runs test, variance ratio test, traditional linear unit root test, structural break unit root test, nonlinear unit root test in order to test whether the series complies with the random walk hypothesis. The linear unit root and stationarity tests include the augmented Dickey-Fuller (1981), Phillips-Perron (1988), and Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS, 1992) tests, while the unit root tests with structural breaks include the the Perron (1989), Zivot-Andrews (1992), Lee-Strazicich (2003), and Kapetanios et al. (2003) nonlinear unit root tests. The runs test deals with whether the residuals are positive or negative, with the assumption that the residuals are independently distributed. The variance ratio test is used to test whether a random walk occurs in a series that is robust in terms of both constant variance and non-constant variance. The study uses the programs RATS (Regression Analysis of Time Series), EViews, and Stata for the tests.

According to the results, the price series at each frequency contain unit roots, and the variance ratio and runs tests support the unpredictability of the returns. As a result, analysis of the Bist100 index at daily, weekly, and monthly frequencies reveal

the market to have a structure that supports the weak form of the efficient market hypothesis. Although this study found no difference in the results regarding different frequencies, no surprise would be had if divergent results were observed even for the same time series, as has been discussed in the literature. The ups and downs within each month were not observable due to the closing daily observation at the end of month being recorded as a monthly BIST100 data point. For example, the Perron test allows for a unit root with a structural break and revealed the BIST100 to exhibit its lowest reading as well as a structural break on March 23, 2020, which also coincides with the official start of the COVID-19 pandemic in Turkey.

For this reason, having individuals deal with the frequencies of the price series according to the maturity structure they have planned while investing would be a good decision. In this way, investors will be able to measure return and risk more accurately in the portfolios they have created. Investors who are unable to find a profitable opportunity in an efficient market can choose their investment preferences using an analysis that will detect the deviations in the price series with regard to their short-term investment strategies. Checking the dynamics of international stock markets as well as BIST100 stocks would be additionally useful. Moreover, this study believes that future research should focus on nonlinear situations in the stock markets of other developing countries in order to better understand the extent to which information plays a role in portfolio strategies. The fact that investors in stock markets that do not comply with the random walk process and therefore do not provide the efficient market hypothesis are able to benefit from profitable opportunities in these markets through the arbitrage process is also worth mentioning. In summary, the results show that investors are not likely to systematically make profits using historical information on the BIST100; therefore, investors should base their investment strategies on this assumption.

## 1. Giriş

Uzun yıllardır finansçılar, ekonomistler, istatistikçiler ve piyasa uzmanları hisse senedi fiyatlarının davranışlarını modellemek ve geliştirmek için uğraşmaktadırlar. Hem akademi hem iş dünyasında tartışmaların kaynağında, bir hisse senedinin gelecekteki fiyatı ile ilgili anlamlı tahminler yapmak için tarihsel değerlerin ne ölçüde kullanılabilmesi sorusu bulunmaktadır. Bu sorunun cevabında, çeşitli teknik analizler ile rastgele yürüyüş (random walk) süreci ayrı düşmektedir. Pek çok farklı teknik analiz olmasına rağmen, hepsi aynı temel varsayıma dayanmaktadır. Bu varsayım, bir menkul kıymetin geçmiş fiyat davranışının gelecekteki davranışı hakkında bilgi bakımından zengin olduğudur. Teknik analiz varsayımla, eğer fiyat çizelgeleri dikkatli bir şekilde analiz edilerek bu kalıpların oluşturulması sağlanırsa, fiyatların gelecekteki davranışını tahmin etmek ve bu şekilde beklenen kazanımları artırmak için geçmiş verilerin kullanılabilmesi savunulmaktadır. Buna karşılık, rastgele yürüyüş teorisi, bir menkul kıymetin fiyat seviyesinin gelecekteki davranışının, bir seri toplamı rastgele sayıların davranışından daha tahmin edilemez olduğunu söylemektedir. İstatistiksel olarak teori, ardışık fiyat değişikliklerinin bağımsız, rastgele değişkenler olduğunu söylemektedir. En basit haliyle, fiyat değişikliği serisinin hafızası olmadığını, yani fiyat serisinin gelecekte herhangi bir şekilde anlamlı bir şekilde tahmin edilemeyeceği anlamına gelmektedir.

Fama (1970)'nin Etkin Piyasalar Hipotezi, piyasada meydana gelen bütün bilgilerin anında finansal varlık fiyatlarına yansıdığı ve hiçbir yatırımcının anormal getiri sağlayamayacağı görüşünü savunmaktadır. Bu görüşe göre bilginin asimetric kullanımı söz konusu değildir. Etkin piyasa teorisi üzerine yapılan bütün araştırmalar, fiyatların mevcut bilgilerin belirli alt kümelerini tamamen yansıtıp yansıtmadığı ile ilgilidir. Piyasa etkinliği, finans literatüründe tartışmalara çok fazla konu olan ve üzerinde çok fazla çalışma bulunan bir teoridir.

Bir piyasada etkinlik denildiğinde üç farklı türü akla gelmektedir. Bunlar, bilgi etkinliği (information efficiency), faaliyet etkinliği (operational efficiency) ve kaynak dağıtım etkinliğidir (capital allocational efficiency). Bilgi etkinliğinde, piyasadaki her bir haber akışı anında fiyatlara yansımakta ve yatırımcılar herhangi bir bilgiyi kullanarak normal üstü getiri elde edememektedir. Faaliyet etkinliğinde, bir piyasada arz ve talepte bulunanların minimum maliyetle işlemlerini gerçekleştirmeleri sağlanmaktadır. Kaynak dağıtım etkinliğinde ise piyasadaki kaynakların optimum dağıtımı gerçekleştirilmektedir. Bu çerçevede, sermaye piyasasının temel rolü, ekonominin sermaye stokunun mülkiyetini tahsis etmesidir. Genel olarak, ideal, fiyatların kaynak tahsisi için doğru sinyaller sağladığı bir pazardır: yani, firmaların üretim-yatırım kararları alabileceği bir pazardır ve yatırımcılar, şirketlerin faaliyetlerini sahiplendiği menkul kıymetler arasından seçebilirler. Literatürde ne kadar etkin piyasa hipotezi Fama (1970)'ya atfedilse de Bachelier (1900), Kendall (1953), Osborne (1959, 1962), Samuelson (1965),

LeRoy (1973), Mandelbrot (1966), Grossman ve Stiglitz (1980) çalışmaları teorik olarak birçok katkı sağlamaktadır.

Piyasa etkinliği, bilginin fiyatlara yansıma derecesinin ölçülmesi bakımından üç grupta incelenmektedir: İlk olarak, bilgi setinin sadece tarihsel fiyatlar olduğu *zayıf formda etkin (weak form efficient) piyasa* ele alınmıştır. Burada piyasada yatırım yapan bir yatırımcının geçmiş verileri kullanarak gelecekte normal üstü bir getiri elde edemeyeceği savunulmaktadır. Ardından, fiyatların, kamuya açık olan diğer bilgilere (örneğin, yıllık kazanç duyuruları, hisse senedi bölünmeleri, hisse senedi ihracı, mali tablolar vb.) etkin bir şekilde uyum sağlayıp sağlamadığını inceleyen *yarı güçlü formda etkin (semi-strong form efficient) piyasa* göz önünde bulundurulur. Son olarak, belirli yatırımcıların veya grupların fiyat oluşumuyla ilgili herhangi bir bilgiye tekel erişiminin olup olmadığı ile ilgili *güçlü formda etkin (strong form efficient) piyasa* gözden geçirilir. Burada borsa ya da şirket içi bilgilerin dahi fiyatlara yansıdığı kabul edilmektedir. Zayıf formda etkin olmayan bir piyasa için yarı formda ya da güçlü formda etkinlikten bahsedilememektedir.

Etkin piyasa fiyatlarında mevcut bilgiyi tamamen yansıttığını tanımlayan ifade ampirik olarak test edilebilir bir etkisi olmayacak kadar geneldir. Modeli test edilebilir hale getirmek için fiyat oluşturma süreci daha ayrıntılı bir şekilde belirtilmelidir. Aslında, tamamen yansıtmak ile ne kastedildiği daha kesin olarak tanımlanmalıdır. Bir olasılık, menkul kıymetler üzerinde denge fiyatlarının (veya beklenen getirilerin) iki parametre (risk, getiri) Sharpe (1964), Lintner (1965) ve Lintner (1975) dünyasındaki gibi üretildiğini ortaya koymaktır. Ancak genel olarak, teorik modeller ve özellikle sermaye piyasası etkinliğinin ampirik testleri bu kadar belirgin olmamıştır. Mevcut çalışmaların çoğu, yalnızca piyasa dengesi koşullarının beklenen getiriler cinsinden ifade edilebileceği varsayımına dayanmaktadır. Genel anlamda, iki parametre modeli gibi teoriler ilgili bilgi kümelerine bağlı olarak, bir menkul kıymetin beklenen getiri dengesi, riskinin bir fonksiyonudur. Ve farklı teoriler öncelikle riskin nasıl tanımlandığına göre farklılık gösterir. Bununla birlikte, bu tür beklenen getiri teorilerine değinmekte fayda vardır. Beklenen getiri sınıfının tüm üyeleri aşağıdaki şekilde gösterimsel olarak tanımlanabilir:

$$E(\tilde{p}_{j,t+1} | \Phi_t) = [1 + E(\tilde{r}_{j,t+1} | \Phi_t)] p_{jt}$$

Burada  $E$  beklenen değer operatörü;  $p_{jt}$ ,  $t$  zamanda  $j$  menkul kıymetin fiyatı;  $p_{j,t+1}$ ,  $t+1$  zamandaki fiyatı;  $r_{j,t+1}$ ; bir periyodluk getiri  $(p_{j,t+1} - p_{jt})/p_{jt}$ ;  $\Phi_t$ ,  $t$  zamanda fiyatlara tam yansıdığı varsayılan menkul kıymet bilgi seti olarak tanımlanmaktadır. Burada  $\sim$  sembolü  $p_{j,t+1}$  ve  $r_{j,t+1}$ 'in  $t$  zamanda rastgele değişken olduğunu göstermektedir. Piyasa dengesi koşullarının beklenen getiriler cinsinden ifade edilebileceği ve dengenin beklenen getirilerden kaynaklandığına ilişkin varsayımlar,  $\Phi_t$ 'nin belirlediği bilgilerin temel bir ampirik uygulamaya sahip olduğu ve dolayısıyla "tamamen yansıtması" temel alınarak oluşturulmuştur:



$$x_{j,t+1} = p_{j,t+1} - E(p_{j,t+1} | \Phi_t), \quad E(\tilde{x}_{j,t+1} | \Phi_t) = 0.$$

Burada  $\{x_{jt}\}$  dizisi,  $\{\Phi_t\}$  bilgi dizisine göre adil oyundur (fair game). Ekonomik açıdan  $x_{j,t+1}$ , t+1 zamanda j menkul kıymetin piyasa değeri fazlası: gözlemlenen fiyat ile  $\phi_t$  bilgi setine dayalı t zamanda yansıyan fiyatın beklenen değeridir. Böyle bir sistem tarafından üretilecek olan t+1 zamanda toplam piyasa değeri fazlası aşağıdaki gibi gösterilmiştir:

$$V_{t+1} = \sum_{j=1}^n a_j(\Phi_t) [r_{j,t+1} - E(\tilde{r}_{j,t+1} | \Phi_t)]$$

Yani fair game modeline göre t zamanda bir alım satım kuralının bilgi dizisini kullanarak aşırı getiri elde edilememektedir. Şimdi, ampirik literatürde önemli rol oynayan submartingele ve rastgele yürüyüş (random walk) iki özel modelinden bahsedilecektir.

Fair game modelinin ilk denklemindeki tüm t ve  $\Phi_t$  için aşağıdaki model varsayılmıştır:

$$E(\tilde{p}_{j,t+1} | \Phi_t) \geq p_{jt} \text{ veya } E(\tilde{r}_{j,t+1} | \Phi_t) \geq 0$$

Bu gösterim, j menkul kıymeti için  $\{p_{jt}\}$  fiyat dizisi,  $\{\Phi_t\}$  bilgi dizisine submartingeledir. Yani  $\Phi_t$  bilgisinin yansıttığı bir sonraki dönem fiyatının beklenen değeri cari fiyata eşit veya büyüktür. Fiyatlarda submartingelenin önemli etkisi vardır. Bireysel menkul kıymetlere odaklanan ve yatırımcının kısa pozisyonda sattığı veya t zamanda nakit olarak elinde tuttuğu şartlar altında tanımlanan sistem, bir menkul kıymet veya nakit ticaret kuralları seti düşünüldüğünde, submartingele modelinin  $\phi_t$  üzerinde şartlı beklenen getirisinin negatif olmadığı varsayımı, doğrudan  $\Phi_t$  'deki bilgilere dayanan bu tür ticaret kurallarının, söz konusu gelecek dönemde her zaman menkul kıymeti satın al ve elde tut politikasından daha fazla beklenen kar elde edemeyeceği anlamına gelmektedir. Bu tür kuralların test edilmesi, etkin piyasalar modeline ilişkin ampirik kanıtların önemli bir parçası olacaktır.

Etkin piyasalar modelinin ilk uygulamalarında, bir menkul kıymetin cari fiyatının mevcut bilgileri tamamen yansıttığını ifade etmesi, ardışık fiyat değişikliklerinin (veya daha genel olarak ardışık bir dönemlik getiri) bağımsız olduğu anlamına geldiği varsayılmıştır. Ek olarak, genellikle art arda yapılan değişikliklerin (veya getirilerin) aynı şekilde dağıldığı varsayılmıştır. Teori, bağımsız bir rastgele değişkenin koşullu ve marjinal olasılık dağılımlarının aynı olduğunu belirten olağan ifade olan,  $f(r_{j,t+1} | \Phi_t) = f(r_{j,t+1})$  olduğunu varsaymaktadır. Ek olarak, yoğunluk fonksiyonu  $f$  tüm t'ler için aynı olmalıdır. Bu model yukarıda gösterilen genel beklenen getiri modelinden çok daha fazlasını söylemektedir. Örneğin, beklenen getiri modeli, j menkul kıymetinin zamanla beklenen getirisinin sabit olduğu varsayımı ile kısıtlanırsa,  $E(\tilde{r}_{j,t+1} | \Phi_t) = E(\tilde{r}_{j,t+1})$  elde edilmektedir. Bu  $r_{j,t+1}$  dağılımının



ortalamasının t zamanda  $\Phi_t$  mevcut olan bilgiden bağımsız olduğunu; ancak, rastgele yürüyüş modeli tüm dağılımın  $\Phi_t$ 'den bağımsız olduğunu söylemektedir. Yani rastgele yürüyüş modeli, genel beklenen getiri veya fair game etkin piyasa modelinin bir uzantısı şeklinde görülmektedir.

Teorik açıklamalarının ardından literatürde etkin piyasa hipotezinin ampirik olarak nasıl test edildiği üzerinde durulacaktır. Finans literatürüne bakıldığında zayıf formda etkinlik çalışmaları ampirik ve teorik olarak yıllardan beri devam etmektedir. Zayıf formda etkinliğin araştırıldığı çalışmalarda rastgele yürüyüş (Lo ve MacKinlay, 1988); serisel korelasyon (Fama ve French, 1988; Al-Loughani ve Chappel, 1997; Hassan vd., 2003; Lim vd., 2008; Hamid vd., 2010; Mobarek and Fiorante, 2014); runs test (Laurence, 1986; Fawson 1996; Moustafa, 2004; Sewell, 2012); birim kök testi (Choudhry, 1994; Chan vd., 1997; Groenewold, 1997; Narayan ve Smyth, 2004; Gan vd., 2005; Narayan, 2005; Hasanov ve Omay, 2007; Cooray ve Wickremasinghe, 2007; Hasanov, 2009b) ve varyans oran testi (Lee, 1992; Urritia, 1995; Karemera vd., 1999; Chang ve Ting, 2000; Abraham vd., 2002; Gilmore ve MacManus, 2003; Smith ve Ryoo, 2003; Worthington ve Higgs, 2004; Nisar ve Hanif, 2012) kullanan çok sayıda çalışma mevcuttur.

Türkiye'nin hisse senedi piyasası olan Bist100 endeksinin zayıf formda etkinliğinin test edilmesi amaçlanan bu çalışmada günlük, haftalık ve aylık fiyat endeksleri ve getirileri kullanılmıştır. Zayıf formda etkin piyasa hipotezine göre piyasadaki bütün yatırımcılar, aynı bilgiye sahip olup, geçmiş fiyat hareketlerinden geleceği öngörüp normal üstü bir kazanç elde edememektedirler. Bu çerçevede zayıf formda etkinliğin testi için serilerin rastgele yürüyüşüne sahip olup olmadığı araştırılmaktadır. Bu çalışmada serilerin rastgele yürüyüş gösterip göstermediğini test etmek için kalıntıların sadece pozitif ya da negatif olduğu ile ilgilenen ve kalıntıların bağımsız dağıldığını varsayan runs (dizilim) testi; hem sabit varyans hem de değişen varyans durumunda rastgele yürüyüş sürecini test eden varyans oran testi; serilerin birim köklü olduğu temel hipotezine dayanan geleneksel birim kök testlerinden Genişletilmiş-Dickey Fuller (1981), Phillips-Perron (1988) birim kök testleri ve durağanlık temel hipotezine dayanan KPSS (1992) testi; yapısal kırılmalı birim kök testlerinden Perron (1989), Zivot-Andrews (1992), Lee-Strazicich (2003) testleri; doğrusal olmayan birim kök testlerinden Kapetanios, Shin, Snell (2003) testi uygulanmıştır. Frekanslarda bilgi kaybı olup olmadığını test etmek amacı ile de bu testler günlük, haftalık ve aylık frekansların üçü için de incelenmiştir.

Çalışmanın giriş bölümünün ardından ikinci bölümünde literatüre yer verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde zayıf etkinliği test etmede kullanılan testlerin metodolojisi yer almaktadır. Dördüncü bölümde veri ve uygulama sonuçları bulunurken, son ve beşinci bölümde ise sonuç ve değerlendirme bulunmaktadır.

## 2. Literatür Taraması

Literatürde birim kök testleri rastgele yürüyüş süreci için gerekli, ancak yeterli olmayan bir koşul olarak karşımıza çıkmaktadır. Finansal zaman serilerinde rastgele yürüyüşten sapmaları belirlemede birim kök testleri yetersiz kaldığından Lo and MacKinlay (1988) testi geliştirilmiştir. Lo and MacKinlay (1988) çalışması, zayıf formda etkinliğe rastgele yürüyüşü tanıtan ilk çalışmadır. Çalışmada pozitif korelasyonun istatistiksel olarak anlamlı olması sadece örneklem periyodunda değil, aynı zamanda alt periyodda da geçerlidir. Çalışmada, haftalık elde tutma getirisinin pozitif otokorelasyon bulgusu, Fama and French (1987) uzun dönem periyodda elde tutmanın getirisi için negatif serisel korelasyon bulgusundan farklılık göstermektedir. Hisse fiyatlarının ortalamaya dönme bileşeni, getirilerde negatif otokorelasyon yaratma eğilimindedir. Otokorelasyon, piyasa etkinliği testlerinde günlük ve haftalık elde tutma periyodunda zayıf, ancak uzun dönem elde tutma getirisinde daha güçlüdür. Diğer taraftan Lee (1992) çalışması ABD ve 10 sanayileşmiş ülkenin Avustralya, Belçika, Kanada, Fransa, İtalya, Japonya, Hollanda, İsviçre, Birleşik Krallık ve Batı Almanya hisse getirileri için rasgele yürüyüş hipotezini 2 alt periyodda 1967-1988 dönemi için test etmiştir. Heteroskedastisiteye dirençli olan varyans oran test kullanılmıştır. Avustralya ve Belçika hariç diğer ülkeler için haftalık getiri serilerinde uygun karakterizasyon olarak rastgele yürüyüş modeline uygunluk bulunmuştur. Bu da, 8 ülkenin haftalık getirileri için serisel bağımsız olduğu anlamına gelmektedir. Elde tutma periyodunun getirisi bir haftadan dört haftaya uzatıldığında, rastgele yürüyüş hipotezi on ülke için de reddedilememektedir. Bu sonuçlar, Lo and MacKinlay (1988)'in haftalık getiri serisinin pozitif korelasyonlu olması ile çelişmektedir.

Narayan (2005) çalışmasında Avustralya ve Yeni Zelanda borsa endekslerini, 2 rejimli TAR modeli kullanarak Caner-Hansen (2001) birim kök süreci ile incelemiştir. Her iki ülke için de etkin piyasa hipotezi ile tutarlı birim kök içeren sürece rastlanmıştır. Hasanov (2009), Narayan (2005) çalışmasını Kapetionious vd. (2003) tarafından geliştirilen KSS doğrusal olmayan birim kök testini kullanarak tekrar incelemiştir. Sonuçlar, Narayan (2005) bulgularının aksine, birim kök temel hipotezi reddedilerek her iki ülke borsalarında zayıf formda etkin olmadığı savunulmuştur.

Hasanov ve Omay (2007) çalışmasında, geçiş borsaları olan Bulgaristan, Çin, Çek, Macaristan, Rusya, Polonya, Slovakya, Romanya için STAR modeline dayanan doğrusal olmayan sürece sahip olan Kapetionious (2003) birim kök testini kullanmıştır. Sonuçlara bakıldığında Bulgaristan, Çek, Macaristan, Slovakya birim kök içermektedir ve zayıf formda etkin hipotezi ile tutarlıdır. Cooray ve Wickremasinghe (2007) çalışmasında, Hindistan, Sri Lanka, Pakistan ve Bangladeş borsalarda etkinliği incelemişlerdir. Zayıf form etkinliğin testi için ADF, PP, DF-GLS ve Elliot-Rothernberg (1996) testlerini kullanmışlardır. Çalışmada zayıf formda etkin piyasa hipotezi, birim kök testleri tarafından desteklenmemektedir. Ancak Bangladeş DF-GLS ve ERS testi tarafından desteklenmemektedir. Yarı güçlü form

etkinlik için eşbütünleşme ve Granger nedensellik testleri kullanılmış, Güney Asya borsaları arasında yüksek derecede bağımlılık olduğu için yarı güçlü formda etkinlik desteklenmemektedir.

Narayan and Smyth (2004) çalışmasında Güney Kore hisse fiyatlarının rastgele yürüyüş sürecini takip edip etmediğini ADF, bir kırılmalı Zivot-Andrews (1992) birim kök testi ile iki kırılmalı Lumsdaine-Papell (1997) birim kök testi ile incelemiştir. Analiz dönemi için 1981:01–2003:04 dönemini kapsayan aylık hisse logaritmik fiyatlar kullanılmıştır. Güney Kore hisse fiyatları birim kök ile karakterize edildiğinde etkin piyasa hipotezi ile tutarlı sonuç vermektedir. Hasanov (2009) çalışmasında, Narayan-Smyth çalışmasını 1987-2005 dönemi için aylık veriler kullanarak, Kapetonios vd. (2003) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan birim kök testi ile tekrardan incelemiştir. Narayan-Smyth testi sonuçlarının aksine, Güney Kore için doğrusal olmayan birim kök temel hipotezi reddedilerek zayıf formda etkin piyasa ile tutarlı olmayan sonuca ulaşılmıştır.

Abraham vd. (2002) çalışmasında, üç büyük borsa olan Kuveyt, Suudi Arabistan, Bahreyn için 1992-1998 dönemi için varyans oran ve runs testleri kullanılmıştır. Varyans oran test sonucuna göre 3 borsa için de rastgele yürüyüş hipotezi reddedilmektedir. Hassan vd. (2003) çalışmasında Kasım 1995-Aralık 2000 dönemini kapsayan Kuveyt borsası etkinliğini araştırmak amacıyla günlük borsa endeksleri kullanmıştır. Kuveyt borsası 1996 ve 1997 periyotları için piyasa etkinliği reddedilirken; 1998-1999 için reddedilememektedir. Bu farklılığın sebebi olarak Kuveyt borsasındaki yapılan reform ve yeni düzenlemeler gösterilebilmektedir.

Appiah-Kusi, J., & Menyah (2003) çalışmasında 11 Afrika borsasının zayıf formda etkinliği, koşullu heteroskedastiteye sahip doğrusal olmayan otoregresif süreç olan EGARCH-M modeliyle incelemiştir. Haftalık endeks getiri verilerininin kullanıldığı bu çalışmada Nijerya, Güney Afrika, Botswana, Gana, Fildişi Sahili ve Svaziland borsaları zayıf formda etkinlik ile tutarlı değilken; Mısır, Kenya ve Zimbabve, Mauritius ve Fas tutarlıdır.

Gilmore ve MacManus (2003) çalışmasında, üç orta Avrupa geçiş ekonomisinin (Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Polonya) hisse senedi piyasasında zayıf formda etkinliği Temmuz 1995-Eylül 2000 döneminde haftalık veri ile incelemiştir. Birim kök testi, varyans oran testi, otokorelasyon ve Johansen eşbütünleşme, ARIMA ve GARCH yöntemlerini kullanmışlardır. Smith ve Ryoo (2003) çalışmasında gelişmekte olan piyasalardan Yunanistan, Macaristan, Polonya, Portekiz ve Türkiye borsalarını çoklu varyans oran testi ile rastgele süreci takip edip etmediğini incelemiştir. Türkiye hariç diğer dört borsa rastgele yürüyüş sürecine uygunluk göstermemektedir.

Moustafa (2004) çalışmasında, Birleşik Arap Emirlikleri hisse senedi piyasasını incelemek için 2001 Ekim-2003 Eylül dönemini kapsayan günlük verilerle 43 hisse

senedi fiyat davranışlarını incelemiştir. Hisse getirileri normal dağılmadığı için parametrik olmayan runs test kullanılmıştır. 43 hisse senedinden 40'nın getirisi rastgele yürüyüş sürecine uygunluk gösterdiğinden etkinliği destekler nitelikte sonuç bulunmuştur.

Worthington ve Higgs (2004) çalışması, Avrupa hisse senetleri piyasalarında zayıf formda etkinliği test etmektedir. 16 gelişmiş ülke (Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Hollanda, Norveç, Portekiz, İspanya, İsveç, İsviçre ve Birleşik Krallık) ve 4 gelişmekte olan piyasa (Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Polonya ve Rusya) için günlük getirilerde korelasyon katsayısı ve runs testi, Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF), Phillips-Perron (PP), KPSS testleri ve çoklu varyans oranı (MVR) testlerinin bir kombinasyonu kullanılarak rastgele yürüyüş süreci incelenmiştir. Kullanılan yaklaşımlar arasında geniş bir uyum içerisinde olan sonuçlar, gelişmekte olan pazarlardan sadece Macaristan'ın rastgele yürüyüş ile karakterize olduğunu göstermektedir ve dolayısıyla zayıf formda etkin olduğunu desteklemektedir. Gelişmiş piyasalarda ise yalnızca Almanya, İrlanda, Portekiz, İsveç ve Birleşik Krallık en katı rastgele yürüyüş süreci kriterlerine uymaktadır.

Hamid vd. (2010) çalışmasında, Pakistan, Hindistan, Sri Lanka, Çin, Kore, Hong Kong, Endonezya, Malezya, Filipin, Singapur, Tayland, Tayvan, Japonya ve Avustralya hisse senedi piyasalarının zayıf formda etkinliği test edilmiştir. Çalışmada aylık veriler kullanılarak Ocak 2004-Aralık 2009 dönemi incelenmiştir. Rastgele yürüyüşün test edildiği çalışmada otokorelasyon, Ljung-Box Q test istatistiği, runs test, birim kök testleri ve varyans oran testleri kullanılmıştır. Getiriler negatif çarpık ve leptokurtik sebebi ile normal dağılmamaktadır. Asya Pasifik bölgesindeki hiçbir ülkenin rastgele yürüyüş sürecine uymadığı görülmektedir.

Nisar ve Hanif (2012) çalışmasında, gelişen batı ekonomilerinde dünya krizinin ortaya çıkması ile birlikte 21. yüzyılın ilk on yılında yatırımcıların odağının doğuya kayması ve Güney Asya piyasalarının bu dönemde olağanüstü bir performans sergilediği gerekçesiyle Hindistan, Pakistan, Bangladeş ve Sri Lanka olmak üzere Güney Asya'nın dört büyük borsası için zayıf formda etkin piyasa hipotezi incelenmiştir. Analiz için 1997-2011 dönemine ait aylık, haftalık ve günlük frekanslarda endeksler kullanılmıştır. Çalışmada runs test, korelasyon testi, birim kök ve varyans oranı testi olmak üzere dört istatistiksel test uygulanmıştır. Bulgular, Güney Asya'da dört ana borsadan hiçbirinin rastgele yürüyüş sürecine uymadığını göstermektedir. Mobarek ve Fiorante (2014) çalışmasında BRIC (Brazilya, Rusya, Hindistan, Çin) ülkelerinin zayıf formda etkinliğini korelasyon, runs, varyans oran testlerini kullanarak incelemiştir. Bunun için günlük fiyat endeksi 1995:09-2010:03 dönemi ve 3 alt periyotta incelenmiş, farklı alt periyotlar için farklı sonuçlar çıkmıştır.

Buguk ve Brorsen (2003) çalışmasında, Etkin Piyasa Hipotezi İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) için bileşik, endüstriyel ve finansal endeks haftalık kapanış

fıyatlarını kullanarak test etmiştir. Test etmede ADF, GPH fraksiyonel entegrasyon, LOMAC varyans oranı ve serinin sıralarını ve işaretlerini kullanan değiştirilmiş bir varyans oranı testi kullanmışlardır. Testlerin üçünden elde edilen sonuç, her üç serinin de rastgele bir yürüyüş sürecine uygun olduğunu göstermekle birlikte parametrik olmayan bir test, rastgele bir yürüyüşe karşı bazı kanıtlar sağlamıştır.

Özdemir (2008) çalışmasında Bist100 hisse senedi piyasasında zayıf formda etkinliği test etmek için Lumsdaine ve Papell iki yapısal kırılma birim kök testi, Genişletilmiş Dickey Fuller testi, runs test ve varyans oran testi kullanmıştır. Analizler, içsel olarak belirlenen kırılma göz önünde bulundurularak tanımlanan üç alt dönem için tekrarlanmıştır. Çalışmanın ana bulgusu, BİST100 endeksinin etkin piyasa hipotezi ile tutarlı olarak birim kök ile karakterize edildiğini göstermektedir. Ağa ve Kocaman (2008) çalışmasında, Borsa İstanbul'da zayıf formda etkinliği test etmek için kendileri tarafından oluşturulan getiri endeksi-20'nin kendi geçmiş değerleri ile bir regresyon kurmuşlardır. Sonuç olarak, getirilerin sadece sabit ortalama etrafında açıklanabileceğini, zayıf formda etkinliğin sağlandığını bulmuşlardır. Gözbaşı vd. (2014) çalışmasında, doğrusal olmayan birim kök testlerinden yararlanarak Türkiye hisse senedi piyasasında etkin piyasa hipotezini incelemektedir. Bu amaçla, önce Harvey vd. (2008) tarafından geliştirilen doğrusallık testi ve ardından Kruse (2011) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan ESTAR birim kök testi uygulanmıştır. Sonuçlar, Borsa İstanbul hisse senedi fiyat endeksi serisinin doğrusal olmayan davranışa sahip olduğunu ve rastgele yürüyüş sürecini takip ettiğini ve böylelikle zayıf form etkinliğine sahip olduğunu savunmuştur.

G-7 ve E-7 ülkeleri için Etkin Piyasalar Hipotezini ile inceleyen Hepsağ ve Akçalı (2015) çalışması asimetrik doğrusal olmayan birim kök testi olan Sollis (2009) testini kullanmıştır. Çalışmada, E-7 ülkelerinden Brezilya, Çin, Endonezya, Hindistan, Meksika ve Türkiye ülke piyasalarının zayıf formda etkin olduğu sonucuna ulaşılrken, etkinliğin geçerli olmadığı Almanya, İngiltere, Kanada ve Rusya'da ise pozitif ve negatif şoklara verilen tepkinin asimetrik olmadığına ulaşılmıştır. Kılıç ve Fatih (2016) çalışmasında, doğrusal olmayan ESTAR sürecine uyarlanmış birim kök testleri ile İMKB30, İMKB50, İMKB100 ve İMKB Bileşik endeksleri için Etkin Piyasa Hipotezini incelemektedir. İlk olarak Harvey vd. (2008) doğrusallık testi kullanılmıştır. Test sonuçları, tüm endekslerin doğrusal olmayan davranışa sahip olduğunu göstermektedir. Daha sonra Kapetanios vd. (2003) ve Kruse (2011) doğrusal olmayan birim kök testlerini uygulamışlardır. Kapetanios vd. (2003) testi tüm endeksler için EMH'nin varlığını reddedemezken, Kruse (2011) testi reddetmektedir. Taş ve Ataç (2019) çalışmasında, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nın (İMKB) zayıf formdaki piyasa etkinliğini Rastgele Yürüyüş Hipotezi ile araştırmaktadır. BİST-30 endeksi firmaları, BIST 30 endeksi, katılım endeksi firmaları ve katılım endeksinin doğal log getirileri, 2013'ten 2018'e kadar beş yıllık bir süre boyunca hem Dickey-Fuller birim kök testi hem de Runs testi ile

analiz edilmektedir. BİST100 ve BİSTTUM endeksleri ile birlikte BİST30 endeks getirilerini inceleyerek Türkiye’de 2001 ve 2008 finansal krizlerini de içeren 2000’den 2018’e kadar daha uzun bir dönem incelenmektedir. Dickey Fuller test sonuçları, İMKB’de rastgele yürüyüşü reddetmekle birlikte; runs testleri, aynı veri seti ve zaman periyodu için piyasa etkinliği konusunda kesin sonuçlar verememiştir. Aliyev (2019), doğrusal olmayan ARCH ve STAR modelleri ile doğrusal bir AR modeli ve rastgele yürüyüş modeli kullanarak Borsa İstanbul’un piyasa etkinliğini incelemiştir. Tahmin performans güçlerini karşılaştırarak, STAR modelinin rastgele yürüyüşten daha iyi performans gösterdiği sonucuna varmıştır; yani verilen dönemde Borsa İstanbul getirileri tahmin edilebilir. Doğrusal düzeydeki çalışmaların aksine, bu bulgular Borsa İstanbul’un doğrusal olmayan düzeyde zayıf formda etkin olmadığını göstermektedir. Sonuçlar, hissedarların anormal getiri elde edebileceğini ve gelecek hafta için getiri değişiminin yönünü en az %66 doğrulukla belirleyebileceğini göstermiştir. Bu bulgular, doğrusal düzeydeki çalışmaların aksine, Borsa İstanbul’un incelenen dönem içinde doğrusal olmayan düzeyde zayıf formda etkin olmadığını göstermektedir. Adaptif (Adaptive) Piyasa Hipotezi, Etkin Piyasa Hipotezi ve takvim anomalilerinin bir arada var olabileceğini savunur. Bu hipotezin odak noktası tek bir davranış değil, davranışın değişen piyasa koşullarına nasıl tepki verdiği. Adaptif Piyasa Hipotezi, Etkin Piyasa Hipotezi ve Davranışsal Finans arasındaki çelişkileri çözmek için bir hipotez olarak 2004 yılında önerilmiştir. Kılıç (2020) çalışması, Adaptif Piyasa Hipotezi çerçevesinde Borsa İstanbul 100 endeksinin getirisinin öngörülebilirliğini incelemektedir. Getiri serileri Otomatik Portmanteau Box-Pierce Testi, Genelleştirilmiş Spektral Test ve Wild-bootstrapped Otomatik Varyans Oranı Testi kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar Adaptif piyasa hipotezi Borsa İstanbul için geçerli olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çalışmalar göstermektedir ki piyasaların bilgi etkinliği, kullanılan ekonometrik testin varsayımları, veri dönemi ve frekansa göre değişiklik gösterebilmektedir. Aynı borsa endeksinin farklı frekanslarında farklı sonuçların çıkma sebebi olarak, frekanslar günlükten aya doğru gittikçe bilgi kaybının yaşandığı, dolayısıyla aylık verilerde, ay içinde veya hafta içinde olan herhangi bir fiyat hareketinin sönümlenmesi gösterilebilir (Bu duruma örnek, uygulama sonuçlarında verilmiştir). İncelenecek ülke yada ülke gruplarının ekonomilerinde kırılmaya sebep olacak makro olaylar ve şirket düzeyinde hisse senedi bazlı çalışmalarda da mikro şoklar sebebi ile fiyat ve getiri serilerinin modellenmesinde bu kırılmalar dikkate alınmalıdır.

### 3. Metodoloji

Zayıf formda etkin piyasa hipotezinin araştırıldığı bu çalışmada, günlük, haftalık ve aylık frekanslarda BİST100 borsa endeksinin rassal yürüyüş sürecine uyup uymadığı test edilecektir. Bu amaç doğrultusunda serilerin rassallığı birim kök testlerinden Genişletilmiş Dickey-Fuller-ADF (1981), Phillips-Perron-PP (1988), KPSS (1992);

yapısal kırılmalı birim kök testlerinden Perron (1989), Zivot-Andrews (1992), Lee-Strazicich (2003) ve doğrusal olmayan birim kök testlerinden de Kapetanios, Shin and Snell-KSS (2003) testleri ile incelenecektir. Ek olarak Varyans Oran testi ve getiri tahmin edilebilirliği için Runs Test uygulanacaktır. Aşağıda, bahsedilen testlerin metodolojisine yer verilecektir.

### 3.1. Birim Kök Testleri

Durağanlığın sınındığı zaman serilerinde, birim kök testlerinin temelini oluşturan Dickey-Fuller (1979) birim kök testi birinci dereceden otoregresif AR(1) süreçte dayanmaktadır. Ancak modellenen zaman serisi AR(1) olmadığı halde AR(1) gibi modellenirse, hata terimleri model yanlışlığını telafi etmek için otokorelasyonlu olacaktır. Bu otokorelasyonu ortadan kaldırmak için  $\Delta Y_t$ 'nin gecikmeli değerlerini modele ekleyerek Genişletilmiş Dickey-Fuller (1981) test regresyonunu geliştirilmiştir:

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t$$

Modelde  $\delta < 0$  (durağan) olduğu alternatif hipotezine karşı,  $\delta = 0$  (birim köklü) olduğu temel hipotezi test edilmektedir. Alternatif hipotezden de görüldüğü üzere test, tek taraflı olup sol kuyruk testidir. Hesaplanan t-istatistiği, kritik değerden küçük olursa temel hipotez red edilmektedir. Dickey-Fuller (1979) testi regresyonun hata terimlerinin otokorelasyonsuz olduğunu varsaymaktadır. Modelin değerlendirilmesinde t-test istatistiği kullanılmaktadır:

$$t_\alpha = \hat{\alpha} / (se(\hat{\alpha}))$$

Dickey-Fuller testi, AR sürecine uygunluk göstermektedir; böylelikle, hata terimleri bağımsızdır ve sabit varyans özelliklerine sahiptir. Ancak birçok ekonometrik çalışmada bu özelliklerin sağlanması oldukça güçlü varsayımlardır. Birim kökün varlığında bu özelliklerin sağlanmadığı görülmektedir. Bu nedenle hem teorik hem de uygulamalarda birim kökün varlığı durumunda bu şartlara bağımlı olmayan alternatif yaklaşım Phillips tarafından geliştirilmiştir. Bu yaklaşım, parametrik olmayan, zayıf bağımlı ve heterojen dağılıma izin veren Phillips-Perron (1988) testini oluşturmaktadır. Phillips ve Perron (1988), birim kökü test ederken seri korelasyonunu kontrol etmek için alternatif (parametrik olmayan) bir yöntem önermektedir. PP yöntemi, artırılmamış DF test denklemini  $\Delta y_t = \alpha y_{t-1} + x_t' \delta + \varepsilon_t$  (\*) tahmin eder ve seri korelasyonu, test istatistiğinin asimptotik dağılımını etkilememesi için  $\alpha$  katsayısının t-oranını modifiye eder. PP testi şu istatistiğe dayanmaktadır:



$$\tilde{t}_\alpha = t_\alpha \left( \frac{\gamma_0}{f_0} \right)^{1/2} - \frac{T(f_0 - \gamma_0)(se(\hat{\alpha}))}{2f_0^{1/2}s}$$

Burada,  $\hat{\alpha}$  tahmindir,  $t_\alpha$ ,  $\alpha$ 'nın t-oranidir.  $se(\hat{\alpha})$  katsayı standart hatasıdır ve  $s$  test regresyonunun standart hatasıdır. Ek olarak,  $\gamma_0$  denklem (\*)'deki hata varyansının  $(T - k)s^2/T$ ,  $k$ ,  $k$  regresör sayısıdır) tutarlı tahmincisidir. Kalan terim  $f_0$ , sıfır frekansta kalıntı spektrumun bir tahmincisidir. PP değiştirilmiş oranın asimptotik dağılımı, ADF istatistiğinkiyle aynıdır.

KPSS (1992) testi, burada açıklanan diğer birim kök testlerinden, temel hipotezin durağan, alternatif hipotezin birim köklü olmasıyla farklılık göstermektedir. KPSS istatistiği,  $x_t$  dışsal değişkenler üzerindeki  $y_t$ 'nin OLS regresyonundan elde edilen kalıntılarına dayanmaktadır:

$$y_t = x_t' \delta + u_t$$

LM istatistiği şu şekilde tanımlanır:

$$LM = \sum_t s(t)^2 / (T^2 f_0)$$

Burada  $f_0$ , sıfır frekansta kalıntı spektrumun bir tahmincisidir ve burada  $s(t)$  kümülatif bir kalıntı  $\hat{u}_t = y_t - x_t' \hat{\delta}(0)$  fonksiyonudur:

$$s(t) = \sum_{r=1}^t \hat{u}_r$$

KPSS testi tek taraflı sağ kuyruk testidir ve hipotezleri aşağıdaki gibidir:

$$H_0: \sigma_u^2 = 0, \quad H_A: \sigma_u^2 > 0$$

KPSS testinin test istatistiği, kritik değerden büyük ise serinin durağan olduğu temel hipotezi reddedilmektedir.

### 3.2. Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri

Perron (1989), bilinen bir tarihte tek yapısal kırılmaya izin veren birim kök testi önermiştir. Bu testin temel hipotezine göre seri yapısal kırılmalı birim köke sahipken, alternatif hipotezinde seri yapısal kırılmalı durağan bir süreçte sahiptir.

$$H_0: y_t = \mu + y_{t-1} + \delta_1 D(TB)_t + \varepsilon_t$$

$$H_A: y_t = \mu + \beta t + \delta_2 DU_t + \varepsilon_t$$



Burada, TB (time break) kırılma noktası,  $D(TB)_t$  ve  $DU_t$  gölge (dummy) değişkenlerdir:

$$D(TB)_t = \begin{cases} 1, & t = TB + 1 \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}, \quad DU_t = \begin{cases} 1, & t > TB \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

Christiano (1992), Perron (1989)'ün testinin kırılmanın içsel olarak belirlenmesi gerektiğini savunarak eleştirmiştir. Diğer bir eleştiri ise Zivot ve Andrews (1992)'den gelerek endojen kırılmalı test önermişlerdir. Testin temel hipotezi, yapısal kırılmanın olduğu birim kök süreci iken, alternatif hipotezi kırılmaya izin veren durağan süreçtir. Zivot-Andrews (1992) birim kök testi, aşağıdaki regresyonun tahminine dayanmaktadır:

$$y_t = \mu + \alpha y_{t-1} + \beta t + \theta DU_t(\lambda) + \sum_{j=1}^k c_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t$$

Modeldeki gölge değişken aşağıdaki gibidir:

$$DU_t(\lambda) = \begin{cases} 1, & t > T\lambda \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

Testte regresyon denklemlerindeki parametreler her olası kırılma noktası için tahmin edilmekte ve bu parametreler için t-istatistiği hesaplanmaktadır. Temel hipotez testi için tek taraflı t-istatistiğini minimize eden  $\lambda$  seçilmektedir.

Lee-Strazicich (2003), içsel yapısal kırılma sayısını artırarak iki kırılmaya izin veren LM test istatistiğine dayalı birim kök testi önermiştir. Lee-Strazicich (2003) testinde süreç;

$$Y_t = \delta' Z_t + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t = \beta \varepsilon_{t-1} + u_0$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Burada,  $Z_t$  dışsal (ekzojen) değişkenlerin bir vektörü ve  $\varepsilon_t \sim iid N(0, \sigma^2)$  olarak tanımlanmaktadır. Modeldeki  $Z = [1, t, D_{1t}, D_{2t}]$  şeklinde,  $D_{it}$  de aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$D_{it} = \begin{cases} 1, & t \geq TB_i + 1 \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}, \quad i=1,2 \text{ için}$$

Süreç, temel ve alternatif hipotezler altında yapısal kırılmaları içermektedir. İki kırılmaya sahip LM birim kök test istatistiği, regresyon aracılığı ile tahmini aşağıdaki gibidir:

$$\Delta y_t = \delta' \Delta Z_t + \phi \tilde{S}_{t-1} + u_t$$

Burada  $t=2, \dots, T$  olmak üzere  $\tilde{S}_t = y_t - \tilde{\psi}_x - Z_t \tilde{\delta}$ 'dir.  $\tilde{\delta}$ ,  $\Delta Z_t$  üzerindeki  $\Delta y_t$ 'nin regresyonundaki katsayılarıdır;  $\tilde{\psi}_x, y_t - Z_t \tilde{\delta}$  tarafından verilmektedir. LM birim kök testi temel ve alternatif hipotezler altında yapısal kırılmaya izin verir. Birim kök temel hipotezi,  $\phi=0$  ile gösterilmektedir ve LM test istatistiği şu şekilde tanımlanır:

$$\phi = 0 \text{ temel hipotezi için } \tilde{\tau} = t - \text{istatistiği}$$

İki kırılmanın yerinin içsel olarak belirlenmesi için  $(\lambda = \frac{TB}{T})$ , minimum LM birim kök testinde  $LM_{\tau} = \inf_{\lambda} \tilde{\tau}(\lambda)$  süreç kullanılır. Kritik değerler kırılma noktalarına bağlı olduğu için, iki kırılmalı LM birim kök testi için Lee-Strazicich (2003) kritik değerleri kullanılır.

### 3.3. KSS Doğrusal Olmayan Birim Kök Testi

Kapetanios, Shin ve Snell (KSS) (2003) testi, doğrusal olmayan zaman serilerinin birim kök içerip içermediğini incelemek için geliştirilmiş doğrusal olmayan birim kök testidir. Normal dağılmayan kalın kuyruk dağılımını işleyebilmeleri için doğrusal olmayan modeller için dirençli (robust) tahmin edicilere ihtiyaç vardır. KSS (2003), doğrusal olmayan durağan üstel yumuşak geçişli otoregresif (ESTAR) sürece sahip alternatif hipotezine karşı birim kök sürecine sahip temel hipotezini test etmektedir. ESTAR modeli,

$$\Delta y_t = \phi y_{t-1} + \gamma y_{t-1} [1 - \exp(-\theta y_{t-d}^2)] + \varepsilon_t$$

şeklindedir. Burada  $\phi=0$  ve  $d=1$  olduğunda,

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} [1 - \exp(-\theta y_{t-1}^2)] + \varepsilon_t$$

elde edilir. Temel ve alternatif hipotezler aşağıdaki gibidir:

$$H_0: \theta = 0$$

$$H_A: \theta > 0$$

Temel hipotez altında ESTAR modelinde birinci dereceden bir Taylor serisi yaklaşımı hesaplandığında, yardımcı regresyon elde edilir:

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1}^3 + \varepsilon_t$$

Hata terimleri arasındaki korelasyonu önlemek için bağımlı değişkenin gecikmeleri eklenir:

$$\Delta y_t = \sum_{j=1}^p \rho_j \Delta y_{t-j} + \delta y_{t-1}^3 + \varepsilon_t$$

$\delta < 0$  karşı  $\delta = 0$  için t-istatistiği önerilmiştir:

$$t_{NL} = \hat{\delta}/se(\hat{\delta})$$

### 3.4. Dizilim (Runs) Testi

Geary testi olarak da bilinen Runs Testi, kalıntıların rastgele dağılıp dağılmadığını test eden parametrik olmayan bir test türüdür. Bu test, elde edilen kalıntıların sadece negatif ya da sadece pozitif olmasıyla ilgilenmektedir. Kalıntıların bağımsız olduğu ve  $N_1 > 10$ ,  $N_2 > 10$  temel hipotezi altında dizilim (runs) sayısı asimptotik olarak normal dağılımlı aşağıdaki ortalama ve varyansa sahiptir:

$$\mu_r = \frac{2N_1N_2}{N} + 1, \quad \sigma_r^2 = \frac{2N_1N_2(2N_1N_2 - N)}{N^2(N-1)}$$

Burada;  $N_1 + N_2 = N$ ,  $N$  gözlem sayısı,  $N_1$  (+) işaretlerin sayısı,  $N_2$  (-) işaretlerin sayısı,  $r$ , sıra (run) sayısı olarak tanımlanmıştır. Test istatistiği,  $z = \frac{r - \mu_r}{\sigma_r}$  olarak hesaplanmaktadır. Eğer  $z < -z_{\alpha/2}$  veya  $z > z_{\alpha/2}$  ise  $H_0$  temel hipotezi reddedilir.

### 3.5. Varyans Oran Testi

Varyans oran testi, serilerdeki rassal yürüyüşü test edebilmek amacıyla Lo & Mackinlay (1988) tarafından geliştirilmiştir. Rassal yürüyüş sürecine sahip serilerin varyansları  $q$  dönem için aşağıdaki gibidir:

$$VR(q) = \frac{1 \text{Var}(P_t - P_{t-q})}{q \text{Var}(P_t - P_{t-1})} = 1$$

Sabit varyansa sahip olunması durumunda test istatistiği aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$Z(q) = \left( \frac{VR(q)-1}{\sigma_0(q)} \right), \quad \sigma_0 = \left( \frac{2(2q-1)(q-1)}{3q(nq)} \right)^{1/2}$$

Hesaplanan testin istatistik değeri, kritik değer ile karşılaştırıldığında; eğer temel hipotez reddedilemiyorsa serinin rassal yürüyüş gösterdiği sonucuna varılmaktadır. Bu da zayıf formda etkin piyasa hipotezini destekler niteliktedir. Değişen varyans (heteroskedasite) halinde ise geliştirilen  $Z^*$  test istatistiği de aşağıdaki gibidir:

$$Z^*(q) = \left( \frac{VR(q)-1}{\sigma_e(q)} \right)$$

Varyans oranının 1'den büyük olması halinde fiyat serileri arasında pozitif korelasyon; 1'den küçük olması halinde ise seriler arasında negatif korelasyon olduğunu göstermektedir. Bu da fiyatların bağımsız olmadığını göstermektedir. Oranın 1 olması durumunda ise fiyatların rastgele oluştuğu anlaşılmaktadır.

#### 4. Veri ve Uygulama Sonuçları

Bu bölümde, metodoloji bölümünde açıklanan testlerin ampirik sonuçlarına yer verilecektir. Türkiye hisse senedi piyasası olan Bist100 endeksinin zayıf etkinliğinin sınanması için doğrusal, doğrusal olmayan ve yapısal kırılmaya izin veren birim kök testleri, runs test ve varyans oran testi uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan veri aralığı 2011:10-2021:10 dönemini kapsayan günlük, haftalık ve aylık frekanslara sahip kapanış endeks değerleridir. Çalışmanın amacına uygun olarak doğrusal birim kök testlerinden ADF, PP, KPSS; yapısal kırılmalı birim kök testlerinden Perron, Zivot-Andrews, Lee-Strazicich; doğrusal olmayan birim kök testinden KSS; runs test ve varyans oran testi kullanılmıştır. Çalışmadaki testler için Rats, EViews ve Stata programları kullanılmıştır.

Üç farklı frekanstaki Bist100 endeksinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1’de verilmiştir:

Tablo 1

##### Tanımlayıcı İstatistikler

%getiri	günlük	haftalık	aylık
Ortalama	0.0491	0.2449	0.9826
Standart Sapma	1.3913	3.1312	6.4701
Basıklık	4.5698	1.4575	-0.5092
Çarpıklık	-0.6103	-0.5990	0.0450
Gözlem sayısı	2510	523	121

Tanımlayıcı istatistiklere bakıldığında beklenildiği gibi günlük veriden aylık veriye doğru gidildikçe ortalama getiriler ile birlikte standart sapma artmaktadır. Normal bir dağılımda, çarpıklık 0 ve basıklık 3’tür. Burada, seri frekansları günlükten aylığa doğru gittikçe çarpıklıkları sola çarpıklıktan hafif sağa çarpıklığa geçerken, basıklık ise sivri ve kalın kuyruktan daha basıklığa doğru gitmektedir.

Zayıf formda piyasa etkinliğinin ampirik olarak test edildiği bu çalışmada, ADF, Phillips-Perron, KPSS testleri günlük frekanstaki Bist100 endeksinin sabitli, sabitli ve trendli modellerine uygulanmıştır (Tablo 2). 2011:10-2021:10 dönemini kapsayan 2510 gözlemden oluşan günlük Bist100 endeksi ADF, PP testlerinin hiçbir anlamlılık düzeyinde reddedilememektedir. Yani, Bist100 endeksi ADF, PP testlerine göre birim kök içermektedir. KPSS testi de %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. KPSS testi durağanlık testi olduğu için temel hipotezi durağan süreçtir ve %1 anlamlılık düzeyinde seriler birim köklüdür. Sonuç olarak günlük frekanstaki Bist100 endeksi ADF, PP ve KPSS’ye göre birim kök içermektedir. Bu da zayıf formda etkin piyasa hipotezini destekler niteliktedir.

Tablo 2

*Birim Kök Testlerinin Sonucu (günlük)*

günlük	ADF		Phillips-Perron		KPSS	
	sabitli t-ist.	sabitli ve trendli t-ist.	sabitli t-ist.	sabitli ve trendli t-ist.	sabitli LM-ist.	sabitli ve trendli LM-ist.
kritik değerler	-0.573	-2.364	-0.662	-2.545	4.698*	0.395*
1%	-3.433	-3.962	-3.433	-3.962	0.739	0.216
5%	-2.862	-3.412	-2.862	-3.412	0.463	0.146
10%	-2.567	-3.128	-2.567	-3.128	0.347	0.119

Not: \*, \*\* ve \*\*\* işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

ADF, Phillips-Perron, KPSS testleri 523 gözlemden oluşan haftalık frekanstaki Bist100 endeksinin sabitli, sabitli ve trendli modellerine uygulanmıştır (Tablo 3). Temel hipotez, ADF, PP testlerinin hiçbir anlamlılık düzeyinde reddedilememektedir. Yani, Bist100 endeksi ADF, PP birim kök testlerine göre birim kök içermektedir. KPSS testi ise %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir, yani; %1 anlamlılık düzeyinde seriler birim köklüdür. Haftalık frekansta da BİST100 endeksi her üç teste göre birim köklü olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 3

*Birim Kök Testinin Sonuçları (haftalık)*

haftalık	ADF		Phillips-Perron		KPSS	
	sabitli t-ist.	sabitli ve trendli t ist.	sabitli t.ist.	sabitli ve trendli t.ist.	sabitli LM-ist.	sabitli ve trendli LM-ist.
kritik değerler	-0.444	-2.283	-0.519	-2.484	2.355*	0.222*
1%	-3.443	-3.976	-3.443	-3.976	0.739	0.216
5%	-2.867	-3.418	-2.867	-3.418	0.463	0.146
10%	-2.570	-3.132	-2.570	-3.132	0.347	0.119

Not: \*, \*\* ve \*\*\* işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

ADF, Phillips-Perron, KPSS testleri 121 gözlemden oluşan aylık frekanstaki Bist100 endeksinin sabitli, sabitli ve trendli modellerine uygulanmıştır (Tablo 4). Temel hipotez, ADF, PP testlerinin hiçbir anlamlılık düzeyinde reddedilememektedir. Yani, Bist100 endeksi ADF, PP birim kök testlerine göre birim kök içermektedir. KPSS testine göre %1 anlamlılık düzeyinde seriler birim köklüdür.

Tablo 4

*Birim Kök Testlerinin Sonuçları (aylık)*

aylık	ADF		Phillips-Perron		KPSS	
	sabitli t-ist.	sabitli ve trendli t ist.	sabitli t.ist.	sabitli ve trendli t.ist.	sabitli LM-ist.	sabitli ve trendli LM-ist.
kritik değerler	-0.656	-2.563	-0.013	-2.683	1.122*	0.121*
1%	-3.486	-4.036	-3.486	-4.036	0.739	0.216
5%	-2.886	-3.448	-2.886	-3.448	0.463	0.146
10%	-2.580	-3.149	-2.580	-3.149	0.347	0.119

Not: \*, \*\* ve \*\*\* işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Sonuç olarak, Bist100 endeksinin günlük, haftalık ve aylık frekanslara göre ADF, PP ve KPSS test istatistiklerine göre birim kök içermektedir. Bu da zayıf formda etkin piyasa hipotezini doğrulamaktadır.

Ekonomide krizler, politika değişiklikleri, salgın hastalıklar gibi dış faktörler ekonomide ekonomik ve finansal gösterge niteliğindeki verilerin yapısını değiştirmektedir. Bu sebeple, literatürde uzun dönem serilerin incelendiği durumlarda yapısal kırılmayı da dikkate alan testlere ihtiyaç duyulmuştur. Yapısal kırılmayı dikkate alan testlerden Perron, Zivot-Andrews ve Lee-Strazicich testlerinin sonuçları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5

*Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testlerinin Sonuçları*

	Perron			Zivot-Andrews			Lee-Strazicich		
	t-ist.	1%	kritik değerler	test ist.	1%	kritik değerler	test ist.	1%	kritik değerler
günlük	-3.955	1%	-5.92	-3.929	1%	-5.34	-2.712	1%	-4.10
haftalık	-3.752	5%	-5.23	-3.740	5%	-4.80	-2.780	5%	-3.59
aylık	-3.818	10%	-4.92	-3.120	10%	-4.58	-2.790	10%	-3.34

Perron testi tarihi bilinmeyen (dışsal belirlenen) bir zamanda kırılmaya izin vermektedir. Zivot-Andrews ise kırılmanın içsel belirlenmesi gerektiğini öne sürmüştür. Lee-Strazicich testi ise iki yapısal kırılmayı dikkate almıştır. Tablo 5’te verilen Perron, Zivot-Andrews ve Lee-Strazicich testlerinin sonuçları sadece düzeyde kırılmaya izin veren test istatistikleridir. Perron testine göre günlük veride bir kırılmaya izin veren test istatistiğine göre seri bir kırılmaya sahip ve birim köklüdür. Günlük frekanstaki Bist100 endeksinin kırılma tarihi olarak 23 Mart 2020 olarak vermektedir. Bu da Covid-19 pandemisinin resmi kayıtlara göre Türkiye’de ilk vakanın görüldüğü 11 Mart 2020’den sonra gerçekleşen borsanın en düşük değerini aldığı tarihtir. Birim köke sahip haftalık ve aylık verilerde ise kırılma tarihi, 13 Mart 2020 ve Mart 2020 tarihleri olarak verilmiştir. Fakat haftalık ve aylık veriler hafta içi oluşan fiyat hareketlerini absorbe ettiğinden, günlük verinin kırılma tarihi daha doğru bir sonuç olacaktır. Yapısal kırılmayı da dikkate alan bu testlere göre, seriler birim köke sahiptir.

Bu yere kadar olan testler, serinin doğrusal olduğu varsayımı ile yapıyordu. Ek olarak doğrusal olmayan birim kök testi sonuçları incelenecektir. Bu durum için doğrusal olmayan KSS birim kök testi uygulanmıştır.

Tablo 6

*Doğrusal Olmayan KSS Birim Kök Testi Sonuçları*

	KSS ist.	p olasılık	1% kritik d.	5% kritik d.	10% kritik d.
günlük	-0.588	0.901	-3.478	-2.933	-2.655
haftalık	-0.343	0.928	-3.471	-2.926	-2.649
aylık	-0.413	0.92	-3.458	-2.905	-2.626

KSS testine göre günlük, haftalık ve aylık seriler hiçbir anlamlılık düzeyinde reddedilemeyerek birim köklü olduğu sonucuna varılmıştır.

Sonuç itibariyle geleneksel birim kök testleri, yapısal kırılmalı birim kök testleri ve doğrusal olmayan birim kök testlerine göre günlük, haftalık ve aylık frekanslarda Bist100 endeksi birim kök içermektedir. Bu da zayıf formda etkin piyasa hipotezini desteklemektedir.

Birim kök testlerinden sonra getirilerdeki dizilimin rassallığını sınavan Runs test uygulanmıştır. Getiri hesabı için  $\% \left( \frac{r_t}{r_{t-1}} - 1 \right)_{100}$  hesaplaması yapılmıştır. Runs test sonuçlarının özeti Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7

*Runs Testi Sonuçları*

runs test	gözlem sayısı	n(runs)	z-istatistiği	olasılık
günlük	2510	1271	0.6	0.55
haftalık	523	268	0.48	0.63
aylık	121	62	0.09	0.93

Runs testinin kararı için z-istatistik değeri ile z normal dağılım tablosundaki değerler veya yine Tablo 7’deki olasılık değeri ile 0.05 (%95 için) karşılaştırılabilir. Sonuçlara göre günlük, haftalık ve aylık getiri serilerinin rassal olduğu temel hipotezi reddedilememiştir. Bu durum rastgele yürüyüşü ve dolayısıyla zayıf formda etkin piyasa hipotezini destekler niteliktedir.

Varyans oran testinde günlük seri için 2, 5, 10, 20 periyotlar; haftalık ve aylık frekanslar için de 2, 4, 8 ve 16 periyotlar ayrı ayrı incelenmiştir. Varyans oran testi, hem sabit varyans  $Z(q)$  hem de değişen varyans  $Z^*(q)$  durumunda rassal yürüyüşü test etmektedir. Günlük (Tablo 8), haftalık (Tablo 9) ve aylık (Tablo 10) frekanslar için test istatistikleri göstermektedir ki rassal yürüyüş temel hipotezi hiçbir anlamlılık düzeyinde reddedilememiştir.

Tablo 8

*Varyans Oran Testi Sonuçları (günlük)*

		2	5	10	20		Joint Test	olasılık
günlük	VR(q)	0.996	1.080	1.087	1.084	Max  z	1.828	0.244
	Z(q)	-0.207	1.828	1.292	0.843			
	VR*(q)	0.997	1.083	1.095	1.100	Max  z	1.435	0.481
	Z*(q)	-0.136	1.435	1.074	0.789			

Tablo 9

*Varyans Oran Testi Sonuçları (haftalık)*

		2	4	8	16		Joint Test	olasılık
haftalık	VR(q)	0.9999	1.003	1.012	0.9199	Max  z	0.4155	0.989
	Z(q)	-0.0018	0.035	0.092	-0.4155			
	VR*(q)	0.9999	1.003	1.015	0.9216	Max  z	0.3349	0.995
	Z*(q)	-0.0023	0.030	0.091	-0.3349			

Tablo 10

*Varyans Oran Testi Sonuçları (aylık)*

		2	4	8	16		Joint Test	olasılık
aylık	VR(q)	0.9788	0.864	0.775	0.623	Max  z	0.938	0.8196
	Z(q)	-0.2315	-0.795	-0.835	-0.938			
	VR*(q)	0.9806	0.859	0.758	0.609	Max  z	0.8595	0.8616
	Z*(q)	-0.1632	-0.682	-0.779	-0.8595			

## 5. Sonuç ve Değerlendirme

Türkiye'nin hisse senedi piyasası olan Bist100 endeksinin zayıf formda etkinliğinin test edildiği bu çalışmada günlük, haftalık ve aylık frekanstaki endeksin kapanış değerleri kullanılmıştır. Zayıf formda etkin piyasa hipotezine göre piyasadaki bütün yatırımcılar, aynı bilgiye sahip olup, geçmiş fiyat hareketlerinden geleceği öngörüp normal üstü bir kazanç elde edememektedirler. Bu çerçevede zayıf formda etkinliğin testi için serilerin rassal yürüyüşe sahip olup olmadığı araştırılmaktadır. Bu çalışmada serilerin rassal yürüyüş gösterip göstermediğini test etmek için kalıntıların sadece pozitif ya da negatif olduğu ile ilgilenen ve kalıntıların bağımsız dağıldığını varsayan runs (dizilim) testi; serilerin birim köklü olduğu temel hipotezine dayanan geleneksel birim kök testlerinden Genişletilmiş-Dickey Fuller birim kök testi (1981), Phillips-Perron (1988) birim kök testleri ve durağanlık temel hipotezine dayanan KPSS testi (1992); yapısal kırılmaya izin veren birim kök testlerinden Perron (1989), Zivot-Andrews (1992), Lee-Strazicich (2003) birim kök testleri, ESTAR modeline dayanan doğrusal olmayan KSS birim kök testi; serilerde rassal yürüyüş olup olmadığını hem sabit varyans hem de değişen varyans durumunda test eden varyans oran testi kullanılmıştır. Bu testler günlük, haftalık ve aylık frekanstaki Bist100 endeksinde



uygulanmıştır. Uygulama sonuçlarından görüleceği üzere tüm frekanslardaki fiyat serileri birim kök içermektedir ve getiri tahmin edilebilirliği bulunmamaktadır. Dolayısıyla, Bist100 endeksi günlük, haftalık ve aylık frekanslarda zayıf formda etkin piyasa hipotezi ile tutarlı ve destekleyici sonuçlara sahip olmaktadır.

Bu çalışmada, ne kadar frekanslar arasında sonuç farklılaşması olmasa da, aynı serinin farklı frekanslarında sonuçlar değişiklik gösterebilmektedir. Bunun sebebi olarak, örneğin aylık frekanstaki seri değeri, ay sonu kapanış değeri olarak alındığından ay içindeki iniş yada çıkış değerleri görülememektedir. Bu sebeptendir ki, bireyler yatırım yaparken, planladıkları vade yapısına göre fiyat serilerinin frekansları ile ilgilenmeleri yerinde bir karar olacaktır. Yatırımcılar, bu şekilde oluşturdukları portföylerinde getiri ve risk ölçümlemesini daha doğru şekilde yapabileceklerdir. Etkin bir piyasada kar fırsatı yakalayamayan yatırımcılar, kısa vadeli yatırım stratejilerinde fiyat serilerinin sapmalarını tespit edecek bir analiz kullanarak yatırım tercihlerinde bulunabilirler. Ek olarak, BİST100 hisse senetlerinin yanı sıra uluslararası hisse senedi piyasalarının dinamiklerini de kontrol etmek de fayda vardır. Ayrıca, bilginin portföy stratejilerinde ne ölçüde rol oynadığını daha iyi anlamak için gelecekteki araştırmaların diğer gelişmekte olan ülkelerin hisse senedi piyasalarındaki doğrusal olmayan durumlara da odaklanılması gerektiği düşünülmektedir. Rastgele yürüyüş sürecine uymayan dolayısıyla etkin piyasa hipotezini sağlamayan borsalardaki yatırımcılar için ise bu piyasalardaki kârlı fırsatlardan arbitraj süreciyle fayda akışını sağlayabileceğine değinmekte fayda vardır.

Özetle, sonuçlar yatırımcıların BİST100'de geçmiş bilgileri kullanarak sistematik olarak kar elde etme olasılığının olmadığını, dolayısıyla yatırımcıların yatırım stratejilerini rastgele yürüyüşler varsayımına dayandırması gerektiğini göstermektedir.

---

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

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

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The author has no conflict of interest to declare.

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

---

## Kaynakça/References

- Abraham, A., Seyyed, F. J., & Alsakran, S. A. (2002). Testing the random walk behavior and efficiency of the Gulf stock markets. *Financial Review*, 37(3), 469-480.
- Aga, M., & Kocaman, B. (2008). Efficient market hypothesis and emerging capital markets: empirical evidence from Istanbul stock exchange. *International Research Journal of Finance and Economics*, 13(1), 131-144.
- Aliyev, F. (2019). Testing market efficiency with nonlinear methods: Evidence from Borsa İstanbul. *International Journal of Financial Studies*, 7(2), 27.

- Al-Loughani, N., & Chappell, D. (1997). On the validity of the weak-form efficient markets hypothesis applied to the London stock exchange. *Applied Financial Economics*, 7(2), 173-176.
- Appiah-Kusi, J., & Menyah, K. (2003). Return predictability in African stock markets. *Review of financial economics*, 12(3), 247-270.
- Bachelier, L. (1900). Théorie de la spéculation. In *Annales scientifiques de l'École normale supérieure* (Vol. 17, pp. 21-86).
- Buguk, C., & Brorsen, B. W. (2003). Testing weak-form market efficiency: Evidence from the Istanbul Stock Exchange. *International review of financial analysis*, 12(5), 579-590.
- Caner, M., & Hansen, B. E. (2001). Threshold autoregression with a unit root. *Econometrica*, 69(6), 1555-1596.
- Chan, K. C., Gup, B. E., & Pan, M. S. (1997). International stock market efficiency and integration: A study of eighteen nations. *Journal of business finance & accounting*, 24(6), 803-813.
- Chang, K. P., & Ting, K. S. (2000). A variance ratio test of the random walk hypothesis for Taiwan's stock market. *Applied Financial Economics*, 10(5), 525-532.
- Choudhry, T. (1994). Stochastic trends and stock prices: an international inquiry. *Applied Financial Economics*, 4(6), 383-390.
- Christiano, L. J. (1992). Searching for a Break in GNP. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), 237-250.
- Cooray, A., & Wickremasinghe, G. (2007). The efficiency of emerging stock markets: Empirical evidence from the South Asian region. *The Journal of Developing Areas*, 171-183.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1057-1072.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1988). Permanent and temporary components of stock prices. *Journal of political Economy*, 96(2), 246-273.
- Fama, E.F., (1970), "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work", *Journal of Finance*, Vol.35, 383-417.
- Fama, E.F., French, K.R., (1993), "Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds", *Journal of Financial Economics*, Vol. 33, No. 1, 3-56.
- Fawson, C., Glover, T. F., Fang, W., & Chang, T. (1996). The weak-form efficiency of the Taiwan share market. *Applied Economics Letters*, 3(10), 663-667.
- Gan, C., Lee, M., Yong, H. H. A., & Zhang, J. (2005). Revisiting share market efficiency: evidence from the New Zealand, Australia, US and Japan stock indices. *American Journal of Applied Sciences*, 2(5), 996-1002.
- Gilmore, C. G., & McManus, G. M. (2003). Random-walk and efficiency tests of Central European equity markets. *Managerial Finance*, 29(4), 42-61.
- Gozbasi, O., Kucukkaplan, I., & Nazlioglu, S. (2014). Re-examining the Turkish stock market efficiency: Evidence from nonlinear unit root tests. *Economic Modelling*, 38, 381-384.
- Groenewold, N. (1997). Share market efficiency: tests using daily data for Australia and New Zealand. *Applied Financial Economics*, 7(6), 645-657.
- Grossman, S. J., & Stiglitz, J. E. (1980). On the impossibility of informationally efficient markets. *The American economic review*, 70(3), 393-408.

- Hamid, K., Suleman, M. T., Ali Shah, S. Z., Akash, I., & Shahid, R. (2010). Testing the weak form of efficient market hypothesis: Empirical evidence from Asia-Pacific markets. *International Research Journal of Finance and Economics*, Issue 58, 121-133.
- Hasanov, M. (2009). Is South Korea's stock market efficient? Evidence from a nonlinear unit root test. *Applied Economics Letters*, 16(2), 163-167.
- Hasanov, M., & Omay, T. (2007). Are the transition stock markets efficient? Evidence from nonlinear unit root tests. *Central Bank Review*, 7(2), 1-7.
- Hassan, K. M., Al-Sultan, W. S., & Al-Saleem, J. A. (2003). Stock market efficiency in the gulf cooperation council countries (GCC): The case of Kuwait stock exchange. *Development*, 1(1), 1-21.
- Hepsag, A., & Akcali B. Y. (2015). Zayıf formda piyasa etkinliğinin asimetrik doğrusal olmayan birim kök testi ile analizi: G-7 ve E-7 ülkeleri örneği. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 9(2), 73-90.
- Kapetanios, G., Shin, Y., & Snell, A. (2003). Testing for a unit root in the nonlinear STAR framework. *Journal of econometrics*, 112(2), 359-379.
- Karemera, D., Ojah, K., & Cole, J. A. (1999). Random walks and market efficiency tests: Evidence from emerging equity markets. *Review of Quantitative finance and Accounting*, 13(2), 171-188.
- Kendall, M. G., & Hill, A. B. (1953). The analysis of economic time-series-part i: Prices. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 116(1), 11-34.
- Kilic, Y. (2020). Adaptive Market Hypothesis: Evidence from the Turkey Stock Market. *Journal of Applied Economics & Business Research*, 10(1).
- Kilic, Y., & Fatih, M. B. (2016). The efficient market hypothesis: Evidence from Turkey. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 6(10), 262-272.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?. *Journal of econometrics*, 54(1-3), 159-178.
- Laurence, M. M. (1986). Weak-form efficiency in the Kuala Lumpur and Singapore stock markets. *Journal of Banking & Finance*, 10(3), 431-445.
- Lee, J., & Strazicich, M. C. (2003). Minimum Lagrange multiplier unit root test with two structural breaks. *Review of economics and statistics*, 85(4), 1082-1089.
- Lee, J., & Strazicich, M. C. (2004). *Minimum LM Unit Root Test with One Structural Break* (No. 04-17).
- Lee, U. (1992). Do stock prices follow random walk?: Some international evidence. *International Review of Economics & Finance*, 1(4), 315-327.
- LeRoy, S. F. (1973). Risk aversion and the martingale property of stock prices. *International Economic Review*, 436-446.
- Lim, K. P., Brooks, R. D., & Kim, J. H. (2008). Financial crisis and stock market efficiency: Empirical evidence from Asian countries. *International Review of Financial Analysis*, 17(3), 571-591.
- Lintner, J. (1965). Security prices, risk, and maximal gains from diversification. *The journal of finance*, 20(4), 587-615.
- Lintner, J. (1975). The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. In *Stochastic optimization models in finance* (pp. 131-155). Academic Press.

- Lo, A. W., & MacKinlay, A. C. (1988). Stock market prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test. *The review of financial studies*, 1(1), 41-66.
- Mandelbrot, B. (1966). Forecasts of future prices, unbiased markets, and” martingale” models. *The Journal of Business*, 39(1), 242-255.
- Mobarek, A., & Fiorante, A. (2014). The prospects of BRIC countries: Testing weak-form market efficiency. *Research in international Business and Finance*, 30, 217-232.
- Moustafa, M. A. (2004). Testing the weak-form efficiency of the United Arab Emirates stock market. *International journal of business*, 9(3).
- Narayan, Kumar, P. (2005). Are the Australian and New Zealand stock prices nonlinear with a unit root?. *Applied Economics*, 37(18), 2161-2166.
- Narayan, P. K., & Smyth, R. (2004). Is South Korea’s stock market efficient?. *Applied Economics Letters*, 11(11), 707-710.
- Nisar, S., & Hanif, M. (2012). Testing weak form of efficient market hypothesis: empirical evidence from South Asia. *World Applied Sciences Journal*, 17(4), 414-427.
- Oktay, T. A. S., & Atac, C. G. (2005). Testing random walk hypothesis for Istanbul stock exchange. *PressAcademia Procedia*, 9(1), 48-53.
- Osborne, M. F. (1959). Brownian motion in the stock market. *Operations research*, 7(2), 145-173.
- Osborne, M. F. (1962). Periodic structure in the Brownian motion of stock prices. *Operations Research*, 10(3), 345-379.
- Ozdemir, Z. A. (2008). Efficient market hypothesis: evidence from a small open-economy. *Applied Economics*, 40(5), 633-641.
- Özdemir, M. (2018). Kantil birim kök testleri: kırılğan beşli ülkelerinde enflasyonun kalıcılığının analizi. *Yayımlanmamış Yüksekklisans Tezi*, İstanbul.
- Perron, P. (1989). The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1361-1401.
- Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Samuelson, P.A., (1965), “Proof That Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly, *Industrial Management Review*, Vol. 6, No. 2, 41-49.
- Schmidt, P., & Phillips, P. C. (1992). LM tests for a unit root in the presence of deterministic trends. *Oxford bulletin of economics and statistics*, 54(3), 257-287.
- Sewell, M. (2012). The efficient market hypothesis: Empirical evidence. *International Journal of Statistics and Probability*, 1(2), 164.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The journal of finance*, 19(3), 425-442.
- Smith, G., & Ryoo, H. J. (2003). Variance ratio tests of the random walk hypothesis for European emerging stock markets. *The European Journal of Finance*, 9(3), 290-300.
- Urrutia, J. L. (1995). Tests of random walk and market efficiency for Latin American emerging equity markets. *Journal of financial research*, 18(3), 299-309.
- Worthington, A. C., & Higgs, H. (2004). Random walks and market efficiency in European equity markets. *Global Journal of Finance and Economics*, 1(1), 59-78.
- Zivot, E., & Andrews, D. W. (1992). Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3).

### AMAÇ KAPSAM

EKOİST Ekonometri ve İstatistik Dergisi yılda iki kez olmak üzere, her 6 ayda bir yayınlanmaktadır.

Dergimiz ölçme, tahmin, test, tahmin ve politika analizi konularını kapsayan, ekonomi ve ilgili konularda olmak üzere yeni ekonometrik tekniklerin uygulanması ile ilgili yüksek kaliteli makaleler yayınlamayı amaçlamaktadır.

Ekonometrik tekniklerin dikkatli ve titiz bir şekilde uygulanması ile elde edilen sonuçların uygun yorumlanması üzerinde durulmaktadır.

Makalelerde ekonomik içerik üzerinde vurgu yapılmalıdır.

EKOİST Ekonometri ve İstatistik Dergisi başta Ekonometri, istatistik ve Yöneylem Araştırması olmak üzere yüksek kaliteli araştırmalar yayınlamaktadır.

Uzmanlık alanlarına değinen, ulaşılabilir teknikleri içeren ve diğer araştırmacılar tarafından kolayca tekrarlanabilen, ekonomide yenilikçi, niceliksel araştırmalar için bir çıkış sağlamaktır.

Tüm gönderimler farklı hakemler tarafından inceleme sürecine tabidir.

EKOİST Ekonometri ve İstatistik Dergisi 2005'ten bu yana altı ayda bir "hakemli dergi" olarak yayınlanmaktadır.

Derginin dili İngilizce ve Türkçedir.

Çeşitli ekonomik sorunlara uygulanabilir istatistiksel yöntemleri tanıtan katkılar amaçlanır.

### EDİTORYAL POLİTİKALAR VE HAKEM SÜRECİ

#### Yayın Politikası

Dergiye yayınlanmak üzere gönderilen makalelerin içeriği derginin amaç ve kapsamı ile uyumlu olmalıdır. Dergi, orijinal araştırma niteliğindeki yazıları yayınlamaya öncelik vermektedir.

#### Genel İlkeler

Daha önce yayınlanmamış ya da yayınlanmak üzere başka bir dergide halen değerlendirmede olmayan ve her bir yazar tarafından onaylanan makaleler değerlendirilmek üzere kabul edilir.

Ön değerlendirmeyi geçen yazılar iThenticate intihal tarama programından geçirilir. İntihal incelemesinden sonra, uygun makaleler Editör tarafından orijinaliteleri, metodolojileri, makalede ele alınan konunun önemi ve derginin kapsamına uygunluğu açısından değerlendirilir.

Bilimsel toplantılarda sunulan özet bildiriler, makalede belirtilmesi koşulu ile kaynak olarak kabul edilir. Editör, gönderilen makale biçimsel esaslara uygun ise, gelen yazıyı yurtiçinden ve /veya yurtdışından en az iki hakemin değerlendirmesine sunar, hakemler gerek gördüğü takdirde yazıda istenen değişiklikler yazarlar tarafından yapıldıktan sonra yayınlanmasına onay verir.

---

## YAZARLARA BİLGİ

---

Makale yayınlanmak üzere Dergiye gönderildikten sonra yazarlardan hiçbirinin ismi, tüm yazarların yazılı izni olmadan yazar listesinden silinemez ve yeni bir isim yazar olarak eklenemez ve yazar sırası değiştirilemez.

Yayına kabul edilmeyen makale, resim ve fotoğraflar yazarlara geri gönderilmez.

### Açık Erişim İlkesi

Dergi açık erişimlidir ve derginin tüm içeriği okura ya da okurun dahil olduğu kuruma ücretsiz olarak sunulur. Okurlar, ticari amaç haricinde, yayıncı ya da yazardan izin almadan dergi makalelerinin tam metnini okuyabilir, indirebilir, kopyalayabilir, arayabilir ve link sağlayabilir. Bu BOAI açık erişim tanımıyla uyumludur.

Derginin açık erişimli makaleleri Creative Commons Atıf-GayrıTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) olarak lisanslıdır.

### İşleme Ücreti

Derginin tüm giderleri İstanbul Üniversitesi tarafından karşılanmaktadır. Dergide makale yayını ve makale süreçlerinin yürütülmesi ücrete tabi değildir. Dergiye gönderilen ya da yayın için kabul edilen makaleler için işleme ücreti ya da gönderim ücreti alınmaz.

### Telif Hakkında

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları Creative Commons Atıf-GayrıTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) olarak lisanslıdır. CC BY-NC 4.0 lisansı, eserin ticari kullanım dışında her boyut ve formatta paylaşılmasına, kopyalanmasına, çoğaltılmasına ve orijinal esere uygun şekilde atıfta bulunmak kaydıyla yeniden düzenleme, dönüştürme ve eserin üzerine inşa etme dâhil adapte edilmesine izin verir.

### Hakem Süreci

Daha önce yayınlanmamış ya da yayınlanmak üzere başka bir dergide halen değerlendirmede olmayan ve her bir yazar tarafından onaylanan makaleler değerlendirilmek üzere kabul edilir. Gönderilen ve ön kontrolü geçen makaleler iThenticate yazılımı kullanılarak intihal için taranır. İntihal kontrolünden sonra, uygun olan makaleler baş editör tarafından orijinallik, metodoloji, işlenen konunun önemi ve dergi kapsamı ile uyumluluğu açısından değerlendirilir. Baş editör, makaleleri, yazarların etnik kökeninden, cinsiyetinden, cinsel yöneliminden, uyruğundan, dini inancından ve siyasi felsefesinden bağımsız olarak değerlendirir. Yayına gönderilen makalelerin adil bir şekilde çift taraflı kör hakem değerlendirmesinden geçmelerini sağlar.

Seçilen makaleler en az iki ulusal/uluslararası hakeme değerlendirmeye gönderilir; yayın kararı, hakemlerin talepleri doğrultusunda yazarların gerçekleştirdiği düzenlemelerin ve hakem sürecinin sonrasında baş editör tarafından verilir.

Hakemlerin değerlendirmeleri objektif olmalıdır. Hakem süreci sırasında hakemlerin aşağıdaki hususları dikkate alarak değerlendirmelerini yapmaları beklenir.

---

- Makale yeni ve önemli bir bilgi içeriyor mu?
- Öz, makalenin içeriğini net ve düzgün bir şekilde tanımlıyor mu?
- Yöntem bütünlüklü ve anlaşılır şekilde tanımlanmış mı?
- Yapılan yorum ve varılan sonuçlar bulgularla kanıtlanıyor mu?
- Alandaki diğer çalışmalara yeterli referans verilmiş mi?
- Dil kalitesi yeterli mi?

Hakemler, gönderilen makalelere ilişkin tüm bilginin, makale yayınlanana kadar gizli kalmasını sağlamalı ve yazar tarafında herhangi bir telif hakkı ihlali ve intihal fark ederlerse editöre raporlamalıdır. Hakem, makale konusu hakkında kendini vasıflı hissetmiyor ya da zamanında geri dönüş sağlaması mümkün görünmüyorsa, editöre bu durumu bildirmeli ve hakem sürecine kendisini dahil etmemesini istemelidir.

Değerlendirme sürecinde editör hakemlere gözden geçirme için gönderilen makalelerin, yazarların özel mülkü olduğunu ve bunun imtiyazlı bir iletişim olduğunu açıkça belirtir. Hakemler ve yayın kurulu üyeleri başka kişilerle makaleleri tartışamazlar. Hakemlerin kimliğinin gizli kalmasına özen gösterilmelidir.

### YAYIN ETİĞİ VE İLKELER

EKOİST Ekonometri ve İstatistik Dergisi, yayın etiğinde en yüksek standartlara bağlıdır ve Committee on Publication Ethics (COPE), Directory of Open Access Journals (DOAJ), Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA) ve World Association of Medical Editors (WAME) tarafından yayınlanan etik yayıncılık ilkelerini benimser; Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing başlığı altında ifade edilen ilkeler için adres: <https://publicationethics.org/resources/guidelines-new/principles-transparency-and-best-practice-scholarly-publishing>

Gönderilen tüm makaleler orijinal, yayınlanmamış ve başka bir dergide değerlendirme sürecinde olmamalıdır. Her bir makale editörlerden biri ve en az iki hakem tarafından çift kör değerlendirmeden geçirilir. İntihal, duplikasyon, sahte yazarlık/inkar edilen yazarlık, araştırma/veri fabrikasyonu, makale dilimleme, dilimleyerek yayın, telif hakları ihlali ve çıkar çatışmasının gizlenmesi, etik dışı davranışlar olarak kabul edilir.

Kabul edilen etik standartlara uygun olmayan tüm makaleler yayından çıkarılır. Buna yayından sonra tespit edilen olası kuraldışı, uygunsuzluklar içeren makaleler de dahildir.

### Araştırma Etiği

Dergi araştırma etiğinde en yüksek standartları gözetir ve aşağıda tanımlanan uluslararası araştırma etiği ilkelerini benimser. Makalelerin etik kurallara uygunluğu yazarların sorumluluğundadır.

- Araştırmanın tasarlanması, tasarımın gözden geçirilmesi ve araştırmanın yürütülmesinde, bütünlük, kalite ve şeffaflık ilkeleri sağlanmalıdır.
  - Araştırma ekibi ve katılımcılar, araştırmanın amacı, yöntemleri ve öngörülen olası kullanımları; araştırmaya katılımın gerektirdikleri ve varsa riskleri hakkında tam olarak bilgilendirilmelidir.
-

## YAZARLARA BİLGİ

---

- Araştırma katılımcılarının sağladığı bilgilerin gizliliği ve yanıt verenlerin gizliliği sağlanmalıdır. Araştırma katılımcıların özerkliğini ve saygınlığını koruyacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Araştırma katılımcıları gönüllü olarak araştırmada yer almalı, herhangi bir zorlama altında olmamalıdır.
- Katılımcıların zarar görmesinden kaçınılmalıdır. Araştırma, katılımcıları riske sokmayacak şekilde planlanmalıdır.
- Araştırma bağımsızlığıyla ilgili açık ve net olunmalı; çıkar çatışması varsa belirtilmelidir.
- Deneysel çalışmalarda, araştırmaya katılmaya karar veren katılımcıların yazılı bilgilendirilmiş onayı alınmalıdır. Çocukların ve vesayet altındakilerin veya tasdiklenmiş akıl hastalığı bulunanların yasal vasisinin onayı alınmalıdır.
- Çalışma herhangi bir kurum ya da kuruluşta gerçekleştirilecekse bu kurum ya da kuruluştan çalışma yapılacağına dair onay alınmalıdır.
- İnsan ögesi bulunan çalışmalarda, “yöntem” bölümünde katılımcılardan “bilgilendirilmiş onam” alındığının ve çalışmanın yapıldığı kurumdan etik kurul onayı alındığı belirtilmesi gerekir.

### Yazarların Sorumluluğu

Makalelerin bilimsel ve etik kurallara uygunluğu yazarların sorumluluğundadır. Yazar makalenin orijinal olduğu, daha önce başka bir yerde yayınlanmadığı ve başka bir yerde, başka bir dilde yayınlanmak üzere değerlendirmede olmadığı konusunda teminat sağlamalıdır. Uygulamadaki telif kanunları ve anlaşmaları gözetilmelidir. Telifle bağlı materyaller (örneğin tablolar, şekiller veya büyük alıntılar) gerekli izin ve teşekkürle kullanılmalıdır. Başka yazarların, katkıda bulunanların çalışmaları ya da yararlanılan kaynaklar uygun biçimde kullanılmalı ve referanslarda belirtilmelidir.

Gönderilen makalede tüm yazarların akademik ve bilimsel olarak doğrudan katkısı olmalıdır, bu bağlamda “yazar” yayınlanan bir araştırmanın kavramsallaştırılmasına ve dizaynına, verilerin elde edilmesine, analizine ya da yorumlanmasına belirgin katkı yapan, yazının yazılması ya da bunun içerik açısından eleştirel biçimde gözden geçirilmesinde görev yapan birisi olarak görülür. Yazar olabilmenin diğer koşulları ise, makaledeki çalışmayı planlamak veya icra etmek ve / veya revize etmektir. Fon sağlanması, veri toplanması ya da araştırma grubunun genel süpervizyonu tek başına yazarlık hakkı kazandırmaz. Yazar olarak gösterilen tüm bireyler sayılan tüm ölçütleri karşılamalıdır ve yukarıdaki ölçütleri karşılayan her birey yazar olarak gösterilebilir. Yazarların isim sıralaması ortak verilen bir karar olmalıdır. Tüm yazarlar yazar sıralamasını Telif Hakkı Anlaşması Formu’nda imzalı olarak belirtmek zorundadırlar.

Yazarlık için yeterli ölçütleri karşılamayan ancak çalışmaya katkısı olan tüm bireyler “teşekkür / bilgiler” kısmında sıralanmalıdır. Bunlara örnek olarak ise sadece teknik destek sağlayan, yazıma yardımcı olan ya da sadece genel bir destek sağlayan, finansal ve materyal desteği sunan kişiler verilebilir.

Bütün yazarlar, araştırmanın sonuçlarını ya da bilimsel değerlendirmeyi etkileyebilme potansiyeli olan finansal ilişkiler, çıkar çatışması ve çıkar rekabetini beyan etmelidirler. Bir yazar kendi yayınlanmış yazısında belirgin bir hata ya da yanlışlık tespit ederse, bu yanlışlıklara ilişkin düzeltme ya da geri çekme için editör ile hemen temasa geçme ve işbirliği yapma sorumluluğunu taşır.

---



### Editör ve Hakem Sorumlulukları

Baş editör, makaleleri, yazarların etnik kökeninden, cinsiyetinden, cinsel yöneliminden, uyuğundan, dini inancından ve siyasi felsefesinden bağımsız olarak değerlendirir. Yayına gönderilen makalelerin adil bir şekilde çift taraflı kör hakem değerlendirmesinden geçmelerini sağlar. Gönderilen makalelere ilişkin tüm bilginin, makale yayınlanana kadar gizli kalacağını garanti eder. Baş editör içerik ve yayının toplam kalitesinden sorumludur. Gereğinde hata sayfası yayınlamalı ya da düzeltme yapmalıdır.

Baş editör; yazarlar, editörler ve hakemler arasında çıkar çatışmasına izin vermez. Hakem atama konusunda tam yetkiye sahiptir ve Dergide yayınlanacak makalelerle ilgili nihai kararı vermekle yükümlüdür.

Hakemlerin araştırmayla ilgili, yazarlarla ve/veya araştırmının finansal destekçileriyle çıkar çatışmaları olmamalıdır. Değerlendirmelerinin sonucunda tarafsız bir yargıya varmalıdırlar. Gönderilmiş yazılara ilişkin tüm bilginin gizli tutulmasını sağlamalı ve yazar tarafında herhangi bir telif hakkı ihlali ve intihal fark ederlerse editöre raporlamalıdırlar. Hakem, makale konusu hakkında kendini vasıflı hissetmiyor ya da zamanında geri dönüş sağlaması mümkün görünmüyorsa, editöre bu durumu bildirmeli ve hakem sürecine kendisini dahil etmemesini istemelidir.

Değerlendirme sürecinde editör hakemlere gözden geçirme için gönderilen makalelerin, yazarların özel mülkü olduğunu ve bunun imtiyazlı bir iletişim olduğunu açıkça belirtir. Hakemler ve yayın kurulu üyeleri başka kişilerle makaleleri tartışamazlar. Hakemlerin kimliğinin gizli kalmasına özen gösterilmelidir. Bazı durumlarda editörün kararıyla, ilgili hakemlerin makaleye ait yorumları aynı makaleyi yorumlayan diğer hakemlere gönderilerek hakemlerin bu süreçte aydınlatılması sağlanabilir.

### YAZILARIN HAZIRLANMASI

#### Dil

Derginin yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir.

#### Yazıların Hazırlanması ve Gönderimi

Aksi belirtilmedikçe gönderilen yazılarla ilgili tüm yazışmalar ilk yazarla yapılacaktır. Makale gönderimi online olarak ve <http://ekoist.istanbul.edu.tr> üzerinden yapılmalıdır. Gönderilen yazılar, yazının yayınlanmak üzere gönderildiğini ifade eden, makale türünü belirten ve makaleyle ilgili bilgileri içeren (bkz: Son Kontrol Listesi) bir mektup; yazının elektronik formunu içeren Microsoft Word 2003 ve üzerindeki versiyonları ile yazılmış elektronik dosya ve tüm yazarların imzaladığı Telif Hakkı Anlaşması Formu eklenerek gönderilmelidir.

1. Çalışmalar, A4 boyutundaki kağıdın bir yüzüne, üst, alt, sağ ve sol taraftan 2,5 cm. boşluk bırakılarak, 12 punto Times New Roman harf karakterleriyle ve 1,5 satır aralık ölçüsü ile hazırlanmalıdır.
  2. Çalışmalar 4500 - 8500 sözcük arasında olmalı ve sayfa numaraları sayfanın altında ve ortada yer almalıdır.
  3. Yazar/yazarların adları çalışmanın başlığının hemen altında sağa bitişik şekilde verilmelidir. Ayrıca yıldız dipnot şeklinde (\*) yazarın unvanı, kurumu ve e-posta adresi ve telefonu sayfanın en altında dipnotta belirtilmelidir.
-

4. Dergimize gönderilen Türkçe makalelerde Giriş bölümünden önce 200-250 sözcük arasında çalışmanın kapsamını, amacını, ulaşılan sonuçları ve kullanılan yöntemi kaydeden Türkçe ve İngilizce öz (abstract) ile Türkçe makalelerde 600-800 kelime içeren İngilizce genişletilmiş özet yer almalıdır. İngilizce makalelerde ise, yalnızca İngilizce öz (abstract) yer almalıdır. İngilizce ve Türkçe özlerin altında çalışmanın içeriğini temsil eden 3-5 İngilizce, 3-5 Türkçe anahtar kelime yer almalıdır.
5. Çalışmaların başlıca şu unsurları içermesi gerekmektedir: Başlık, Türkçe öz ve anahtar kelimeler; İngilizce başlık, İngilizce öz ve anahtar kelimeler; İngilizce genişletilmiş özet, ana metin bölümleri, son notlar ve kaynaklar.
6. Çalışmanın başında yer alan Giriş bölümünü “Amaç ve Yöntem”, “Bulgular”, “Tartışma ve Sonuç”, “Son Notlar” “Kaynakça” ve “Tablolar ve Şekiller” gibi bölümler takip etmelidir.
7. Metin içi alıntılama ve kaynak gösterme için APA (American Psychological Association) kaynak sitilinin 6. versiyonu kullanılmalıdır. APA 6 stili hakkında bilgi için; <http://ekoist.istanbul.edu.tr/tr/content/yazarlara-bilgi/kaynaklar-sayfasını> ziyaret edebilir veya Yazarlara Bilgi'nin Kaynaklar başlığı altında ilgili açıklama ve örnekleri inceleyebilirsiniz.
8. Çalışmalarda tablo, grafik ve şekil gibi göstergeler ancak çalışmanın takip edilebilmesi açısından gereklilik arz ettiği durumlarda, numaralandırılarak, tanımlayıcı bir başlık ile birlikte verilmelidir. Tablolara ait başlık üstte, Şekiller'e ait başlık altta yer almalıdır. Demografik özellikler gibi metin içinde verilebilecek veriler, ayrıca tablolar ile ifade edilmemelidir.
9. Yayınlanmak üzere gönderilen makale ile birlikte yazar bilgilerini içeren kapak sayfası gönderilmelidir. Kapak sayfasında, makalenin başlığı, yazar veya yazarların bağlı oldukları kurum ve unvanları, kendilerine ulaşılabilecek adresler, cep, iş ve faks numaraları ve e-posta adresleri yer almalıdır (bkz. Son Kontrol Listesi).
10. Kurallar dâhilinde dergimize yayınlanmak üzere gönderilen çalışmaların her türlü sorumluluğu yazar/yazarlarına aittir.
11. Dergi Yazı Kurulu ve hakem raporları doğrultusunda yazarlardan, metin üzerinde bazı düzeltmeler yapmaları istenebilir.
12. Yayınlanmasına karar verilen çalışmaların, yazar/yazarlarının her birine dergi gönderilir.
13. Dergiye gönderilen çalışmalar yayınlansın veya yayınlanmasın geri gönderilmez.

## KAYNAKLAR

Derleme yazıları okuyucular için bir konudaki kaynaklara ulaşmayı kolaylaştıran bir araç olsa da, her zaman orijinal çalışmayı doğru olarak yansıtmaz. Bu yüzden mümkün olduğunca yazarlar orijinal çalışmaları kaynak göstermelidir. Öte yandan, bir konuda çok fazla sayıda orijinal çalışmanın kaynak gösterilmesi yer israfına neden olabilir. Birkaç anahtar orijinal çalışmanın kaynak gösterilmesi genelde uzun listelerle aynı işi görür. Ayrıca günümüzde kaynaklar elektronik versiyonlara eklenebilmekte ve okuyucular elektronik literatür taramalarıyla yayınlara kolaylıkla ulaşabilmektedir.

Kabul edilmiş ancak henüz sayıya dahil edilmemiş makaleler Early View olarak yayınlanır ve bu makalelere atıflar “advance online publication” şeklinde verilmelidir. Genel bir kaynaktan elde edilemeyecek temel bir konu olmadıkça “kişisel iletişime” atıfta bulunulmamalıdır. Eğer atıfta bulunulursa parantez içinde iletişim kurulan kişinin adı ve iletişimin tarihi belirtilmelidir. Bilimsel

---

makaleler için yazarlar bu kaynaktan yazılı izin ve iletişimin doğruluğunu gösterir belge almalıdır. Kaynakların doğruluğundan yazar(lar) sorumludur. Tüm kaynaklar metinde belirtilmelidir. Kaynaklar alfabetik olarak sıralanmalıdır.

### **Referans Stili ve Formatı**

EKOİST Ekonometri ve İstatistik Dergisi, metin içi alıntılama ve kaynak gösterme için APA (American Psychological Association) kaynak sitilinin 6. edisyonunu benimser. APA 6. Edisyonu hakkında bilgi için:

- American Psychological Association. (2010). Publication manual of the American Psychological Association (6<sup>th</sup> ed.). Washington, DC: APA.
- <http://www.apastyle.org/>

### **Metin İçinde Kaynak Gösterme**

Kaynaklar metinde parantez içinde yazarların soyadı ve yayın tarihi yazılarak belirtilmelidir. Birden fazla kaynak gösterilecekse kaynaklar arasında (;) işareti kullanılmalıdır. Kaynaklar alfabetik olarak sıralanmalıdır.

### **Örnekler:**

#### ***Birden fazla kaynak;***

(Esin ve ark., 2002; Karasar 1995)

#### ***Tek yazarlı kaynak;***

(Akyolcu, 2007)

#### ***İki yazarlı kaynak;***

(Sayiner ve Demirci, 2007, s. 72)

#### ***Üç, dört ve beş yazarlı kaynak;***

Metin içinde ilk kullanımda: (Ailen, Ciambune ve Welch, 2000, s. 12–13) Metin içinde tekrarlayan kullanımlarda: (Ailen ve ark., 2000)

#### ***Altı ve daha çok yazarlı kaynak;***

(Çavdar ve ark., 2003)

### **Kaynaklar Bölümünde Kaynak Gösterme**

Kullanılan tüm kaynaklar metnin sonunda ayrı bir bölüm halinde yazar soyadlarına göre alfabetik olarak numaralandırılmadan verilmelidir.

**Kaynak yazımı ile ilgili örnekler aşağıda verilmiştir.**

### **Kitap**

---

**a) Türkçe Kitap**

Karasar, N. (1995). *Araştırmalarda rapor hazırlama* (8.bs). Ankara: 3A Eğitim Danışmanlık Ltd.

**b) Türkçeye Çevrilmiş Kitap**

Mucchielli, A. (1991). *Zihniyetler* (A. Kotil, Çev.). İstanbul: İletişim Yayınları.

**c) Editörlü Kitap**

Ören, T., Üney, T. ve Çölkesen, R. (Ed.). (2006). *Türkiye bilişim ansiklopedisi*. İstanbul: Papatya Yayıncılık.

**d) Çok Yazarlı Türkçe Kitap**

Tonta, Y., Bitirim, Y. ve Sever, H. (2002). *Türkçe arama motorlarında performans değerlendirme*. Ankara: Total Bilişim.

**e) İngilizce Kitap**

Kamien R., & Kamien A. (2014). *Music: An appreciation*. New York, NY: McGraw-Hill Education.

**f) İngilizce Kitap İçerisinde Bölüm**

Bassett, C. (2006). Cultural studies and new media. In G. Hall & C. Birchall (Eds.), *New cultural studies: Adventures in theory* (pp. 220–237). Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.

**g) Türkçe Kitap İçerisinde Bölüm**

Erkmen, T. (2012). Örgüt kültürü: Fonksiyonları, öğeleri, işletme yönetimi ve liderlikteki önemi. M. Zencirkıran (Ed.), *Örgüt sosyolojisi kitabı* içinde (s. 233–263). Bursa: Dora Basım Yayın.

**h) Yayıncının ve Yazarın Kurum Olduğu Yayın**

Türk Standartları Enstitüsü. (1974). *Adlandırma ilkeleri*. Ankara: Yazar.

**Makale**

**a) Türkçe Makale**

Mutlu, B. ve Savaşer, S. (2007). Çocuğu ameliyat sonrası yoğun bakımda olan ebeveynlerde stres nedenleri ve azaltma girişimleri. *İstanbul Üniversitesi Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi*, 15(60), 179–182.

**b) İngilizce Makale**

de Cillia, R., Reisingl, M., & Wodak, R. (1999). The discursive construction of national identity. *Discourse and Society*, 10(2), 149–173. <http://dx.doi.org/10.1177/0957926599010002002>

**c) Yediden Fazla Yazarlı Makale**

Lal, H., Cunningham, A. L., Godeaux, O., Chlibek, R., Diez-Domingo, J., Hwang, S.-J. ... Heineman, T. C. (2015). Efficacy of an adjuvanted herpes zoster subunit vaccine in older adults. *New England Journal of Medicine*, 372, 2087–2096. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1501184>

---

**d) DOI'si Olmayan Online Edinilmiş Makale**

Al, U. ve Doğan, G. (2012). Hacettepe Üniversitesi Bilgi ve Belge Yönetimi Bölümü tezlerinin atıf analizi. *Türk Kütüphaneciliği*, 26, 349–369. Erişim adresi: <http://www.tk.org.tr/>

**e) DOI'si Olan Makale**

Turner, S. J. (2010). Website statistics 2.0: Using Google Analytics to measure library website effectiveness. *Technical Services Quarterly*, 27, 261–278. <http://dx.doi.org/10.1080/07317131003765910>

**f) Advance Online Olarak Yayımlanmış Makale**

Smith, J. A. (2010). Citing advance online publication: A review. *Journal of Psychology*. Advance online publication. <http://dx.doi.org/10.1037/a45d7867>

**g) Popüler Dergi Makalesi**

Semerçioğlu, C. (2015, Haziran). Sıradanlığın rayihası. *Sabit Fikir*, 52, 38–39.

**Tez, Sunum, Bildiri**

**a) Türkçe Tezler**

Sarı, E. (2008). *Kültür kimlik ve politika: Mardin'de kültürlerarasılık*. (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

**b) Ticari Veritabanında Yer Alan Yüksek Lisans Ya da Doktora Tezi**

Van Brunt, D. (1997). *Networked consumer health information systems* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses. (UMI No. 9943436)

**c) Kurumsal Veritabanında Yer Alan İngilizce Yüksek Lisans/Doktora Tezi**

Yaylalı-Yıldız, B. (2014). *University campuses as places of potential publicness: Exploring the politicals, social and cultural practices in Ege University* (Doctoral dissertation). Retrieved from: <http://library.iyte.edu.tr/tr/hizli-erisim/iyte-tez-portali>

**d) Web'de Yer Alan İngilizce Yüksek Lisans/Doktora Tezi**

Tonta, Y. A. (1992). *An analysis of search failures in online library catalogs* (Doctoral dissertation, University of California, Berkeley). Retrieved from <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/yayinlar/phd/ickapak.html>

**e) Dissertations Abstracts International'da Yer Alan Yüksek Lisans/Doktora Tezi**

Appelbaum, L. G. (2005). Three studies of human information processing: Texture amplification, motion representation, and figure-ground segregation. *Dissertation Abstracts International: Section B. Sciences and Engineering*, 65(10), 5428.

**f) Sempozyum Katkısı**

Krinsky-McHale, S. J., Zigman, W. B., & Silverman, W. (2012, August). Are neuropsychiatric symptoms markers of prodromal Alzheimer's disease in adults with Down syndrome? In W. B. Zigman (Chair), *Predictors of mild cognitive impairment, dementia, and mortality in adults with Down syndrome*. Symposium conducted at American Psychological Association meeting, Orlando, FL.

---

### **g) Online Olarak Erişilen Konferans Bildiri Özeti**

Çınar, M., Doğan, D. ve Seferoğlu, S. S. (2015, Şubat). *Eğitimde dijital araçlar: Google sınıf uygulaması üzerine bir değerlendirme* [Öz]. Akademik Bilişim Konferansında sunulan bildiri, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir. Erişim adresi: <http://ab2015.anadolu.edu.tr/index.php?menu=5&submenu=27>

### **h) Düzenli Olarak Online Yayımlanan Bildiriler**

Herculano-Houzel, S., Collins, C. E., Wong, P., Kaas, J. H., & Lent, R. (2008). The basic nonuniformity of the cerebral cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 12593–12598. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0805417105>

### **i) Kitap Şeklinde Yayımlanan Bildiriler**

Schneider, R. (2013). Research data literacy. S. Kurbanoglu ve ark. (Ed.), *Communications in Computer and Information Science: Vol. 397. Worldwide Communalities and Challenges in Information Literacy Research and Practice* içinde (s. 134–140). Cham, İsviçre: Springer. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-03919-0>

### **j) Kongre Bildirisi**

Çepni, S., Bacanak A. ve Özsevgeç T. (2001, Haziran). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen branşlarına karşı tutumları ile fen branşlarındaki başarılarının ilişkisi*. X. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi'nde sunulan bildiri, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu

## **Diğer Kaynaklar**

### **a) Gazete Yazısı**

Toker, Ç. (2015, 26 Haziran). 'Unutma' notları. *Cumhuriyet*, s. 13.

### **b) Online Gazete Yazısı**

Tamer, M. (2015, 26 Haziran). E-ticaret hamle yapmak için tüketiciyi bekliyor. *Milliyet*. Erişim adresi: <http://www.milliyet>

### **c) Web Page/Blog Post**

Bordwell, D. (2013, June 18). David Koepp: Making the world movie-sized [Web log post]. Retrieved from <http://www.davidbordwell.net/blog/page/27/>

### **d) Online Ansiklopedi/Sözlük**

Bilgi mimarisi. (2014, 20 Aralık). Wikipedi içinde. Erişim adresi: [http://tr.wikipedia.org/wiki/Bilgi\\_mimarisi](http://tr.wikipedia.org/wiki/Bilgi_mimarisi)

Marcoux, A. (2008). Business ethics. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford encyclopedia of philosophy*. Retrieved from <http://plato.stanford.edu/entries/ethics-business/>

### **e) Podcast**

Radyo ODTÜ (Yapımcı). (2015, 13 Nisan). *Modern sabahlar* [Podcast]. Erişim adresi: <http://www.radyoodtu.com.tr/>

---

### **f) Bir Televizyon Dizisinden Tek Bir Bölüm**

Shore, D. (Senarist), Jackson, M. (Senarist) ve Bookstaver, S. (Yönetmen). (2012). Runaways [Televizyon dizisi bölümü]. D. Shore (Baş yapımcı), *House M.D.* içinde. New York, NY: Fox Broadcasting.

### **g) Müzik Kaydı**

Say, F. (2009). Galata Kulesi. *İstanbul senfonisi* [CD] içinde. İstanbul: Ak Müzik.

## SON KONTROL LİSTESİ

Aşağıdaki listede eksik olmadığından emin olun:

- Editöre mektup
  - ✓ Makalenin türü
  - ✓ Başka bir dergiye gönderilmemiş olduğu bilgisi
  - ✓ Sponsor veya ticari bir firma ile ilişkisi (varsa belirtiniz)
  - ✓ İstatistik kontrolünün yapıldığı (araştırma makaleleri için)
  - ✓ İngilizce yönünden kontrolünün yapıldığı
  - ✓ Yazarlara Bilgide detaylı olarak anlatılan dergi politikalarının gözden geçirildiği
  - ✓ Kaynakların APA6'ya göre belirtildiği
- Telif Hakkı Anlaşması Formu
- Daha önce basılmış ve telifle bağlı materyal (yazı-resim-tablo) kullanılmış ise izin belgesi
- Kapak sayfası
  - ✓ Makalenin türü
  - ✓ Makalenin Türkçe ve İngilizce başlığı
  - ✓ Yazarların ismi soyadı, unvanları ve bağlı oldukları kurumlar (üniversite ve fakülte bilgisinden sonra şehir ve ülke bilgisi de yer almalıdır), e-posta adresleri
  - ✓ Sorumlu yazarın e-posta adresi, açık yazışma adresi, iş telefonu, GSM, faks nosu
  - ✓ Tüm yazarların ORCID'leri
- Makale ana metni
  - ✓ Makalenin Türkçe ve İngilizce başlığı
  - ✓ Özetler: 200-250 kelime Türkçe ve 200-250 kelime İngilizce
  - ✓ Anahtar Kelimeler: 3-5 adet Türkçe ve 3-5 adet İngilizce
  - ✓ Makale Türkçe ise, 600-800 kelime İngilizce genişletilmiş özet (Extended Summary)
    - ✓ Makale ana metin bölümleri
    - ✓ Finansal destek (varsa belirtiniz)
    - ✓ Çıkar çatışması (varsa belirtiniz)
    - ✓ Teşekkür (varsa belirtiniz)
    - ✓ Kaynaklar
    - ✓ Tablolar-Resimler, Şekiller (başlık, tanım ve alt yazılarıyla)

## **INFORMATION FOR AUTHORS**

### **Aim and Scope**

EKOIST Journal of Econometrics and Statistics is published twice a year, every 6 months.

Our journal aims to publish high quality articles on the application of new econometric techniques, including economics and related topics, covering measurement, forecasting, testing, forecasting and policy analysis.

Appropriate interpretation of the results obtained by careful and rigorous application of econometric techniques is emphasized.

Emphasis should be stressed on economic content in articles.

EKOIST Journal of Econometrics and Statistics publishes high quality research, mainly in the fields of Econometrics, Statistics and operations research.

To provide an outlet for innovative, quantitative research in economics, which includes achievable techniques and can be easily repeated by other researchers.

All submissions are subject to a double blind review process.

EKOIST Journal of Econometrics and Statistics has been published as a “peer-reviewed journal” every six months since 2005.

The language of the journal is English and Turkish.

Contributions that introduce statistical methods that are applicable to a variety of economic problems are actively encouraged.

## **EDITORIAL POLICIES AND PEER REVIEW PROCESS**

### **Publication Policy**

The journal is committed to upholding the highest standards of publication ethics and pays regard to Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing published by the Committee on Publication Ethics (COPE), the Directory of Open Access Journals (DOAJ), the Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA), and the World Association of Medical Editors (WAME) on <https://publicationethics.org/resources/guidelines-new/principles-transparency-and-best-practice-scholarly-publishing>

The subjects covered in the manuscripts submitted to the Journal for publication must be in accordance with the aim and scope of the Journal. Only those manuscripts approved by every individual author and that were not published before in or sent to another journal, are accepted for evaluation.

Changing the name of an author (omission, addition or order) in papers submitted to the Journal requires written permission of all declared authors.

Plagiarism, duplication, fraud authorship/denied authorship, research/data fabrication, salami slicing/salami publication, breaching of copyrights, prevailing conflict of interest are unethical behaviors. All manuscripts not in accordance with the accepted ethical standards will be removed from the publication. This also contains any possible malpractice discovered after the publication.

---



### **General Principles**

Only those manuscripts approved by its every individual author and that were not published before in or sent to another journal, are accepted for evaluation. Submitted manuscripts that pass preliminary control are scanned for plagiarism using iThenticate software. After plagiarism check, the eligible ones are evaluated by editor-in-chief for their originality, methodology, the importance of the subject covered and compliance with the journal scope.

Short presentations that took place in scientific meetings can be referred if indicated in the article. The editor hands over the papers matching the formal rules to at least two national/international referees for evaluation and gives green light for publication upon modification by the authors in accordance with the referees' claims. Changing the name of an author (omission, addition or order) in papers submitted to the Journal requires written permission of all declared authors. Refused manuscripts and graphics are not returned to the author. The copyright of the published articles and pictures belong to the Journal.

### **Open Access Statement**

The journal is an open access journal and all content is freely available without charge to the user or his/her institution. Except for commercial purposes, users are allowed to read, download, copy, print, search, or link to the full texts of the articles in this journal without asking prior permission from the publisher or the author. This is in accordance with the BOAI definition of open access.

The open access articles in the journal are licensed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license.

### **Article Processing Charge**

All expenses of the journal are covered by the Istanbul University. Processing and publication are free of charge with the journal. There is no article processing charges or submission fees for any submitted or accepted articles.

### **Copyright Notice**

Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (CC BY-NC 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) and grant the Publisher non-exclusive commercial right to publish the work. CC BY-NC 4.0 license permits unrestricted, non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

### **Peer Review Process**

Only those manuscripts approved by its every individual author and that were not published before in or sent to another journal, are accepted for evaluation.

Submitted manuscripts that pass preliminary control are scanned for plagiarism using iThenticate software. After plagiarism check, the eligible ones are evaluated by Editor-in-Chief for their originality, methodology, the importance of the subject covered and compliance with the journal scope. Editor-in-Chief evaluates manuscripts for their scientific content without regard to ethnic origin, gender, sexual

---

## INFORMATION FOR AUTHORS

---

orientation, citizenship, religious belief or political philosophy of the authors and ensures a fair double-blind peer review of the selected manuscripts.

The selected manuscripts are sent to at least two national/international referees for evaluation and publication decision is given by Editor-in-Chief upon modification by the authors in accordance with the referees' claims.

Editor-in-Chief does not allow any conflicts of interest between the authors, editors and reviewers and is responsible for final decision for publication of the manuscripts in the Journal.

Reviewers' judgments must be objective. Reviewers' comments on the following aspects are expected while conducting the review.

- Does the manuscript contain new and significant information?
- Does the abstract clearly and accurately describe the content of the manuscript?
- Is the problem significant and concisely stated?
- Are the methods described comprehensively?
- Are the interpretations and conclusions justified by the results?
- Is adequate references made to other Works in the field?
- Is the language acceptable?

Reviewers must ensure that all the information related to submitted manuscripts is kept as confidential and must report to the editor if they are aware of copyright infringement and plagiarism on the author's side.

A reviewer who feels unqualified to review the topic of a manuscript or knows that its prompt review will be impossible should notify the editor and excuse himself from the review process.

The editor informs the reviewers that the manuscripts are confidential information and that this is a privileged interaction. The reviewers and editorial board cannot discuss the manuscripts with other persons. The anonymity of the referees is important.

### **PUBLICATION ETHICS AND PUBLICATION MALPRACTICE STATEMENT**

EKOIST: Journal of Econometrics and Statistics is committed to upholding the highest standards of publication ethics and pays regard to Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing published by the Committee on Publication Ethics (COPE), the Directory of Open Access Journals (DOAJ), the Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA), and the World Association of Medical Editors (WAME) on <https://publicationethics.org/resources/guidelines-new/principles-transparency-and-best-practice-scholarly-publishing>

All parties involved in the publishing process (Editors, Reviewers, Authors and Publishers) are expected to agree on the following ethical principles.

All submissions must be original, unpublished (including as full text in conference proceedings), and not under the review of any other publication synchronously. Each manuscript is reviewed by one of the editors and at least two referees under double-blind peer review process. Plagiarism, duplication, fraud authorship/denied authorship, research/data fabrication, salami slicing/salami publication, breaching of copyrights, prevailing conflict of interest are unethical behaviors.

---

All manuscripts not in accordance with the accepted ethical standards will be removed from the publication. This also contains any possible malpractice discovered after the publication. In accordance with the code of conduct we will report any cases of suspected plagiarism or duplicate publishing.

### **Research Ethics**

The journal adheres to the highest standards in research ethics and follows the principles of international research ethics as defined below. The authors are responsible for the compliance of the manuscripts with the ethical rules.

- Principles of integrity, quality and transparency should be sustained in designing the research, reviewing the design and conducting the research.
- The research team and participants should be fully informed about the aim, methods, possible uses and requirements of the research and risks of participation in research.
- The confidentiality of the information provided by the research participants and the confidentiality of the respondents should be ensured. The research should be designed to protect the autonomy and dignity of the participants.
- Research participants should participate in the research voluntarily, not under any coercion.
- Any possible harm to participants must be avoided. The research should be planned in such a way that the participants are not at risk.
- The independence of research must be clear; and any conflict of interest or must be disclosed.
- In experimental studies with human subjects, written informed consent of the participants who decide to participate in the research must be obtained. In the case of children and those under wardship or with confirmed insanity, legal custodian's assent must be obtained.
- If the study is to be carried out in any institution or organization, approval must be obtained from this institution or organization.
- In studies with human subject, it must be noted in the method's section of the manuscript that the informed consent of the participants and ethics committee approval from the institution where the study has been conducted have been obtained.

### **Author Responsibilities**

It is authors' responsibility to ensure that the article is in accordance with scientific and ethical standards and rules. And authors must ensure that submitted work is original. They must certify that the manuscript has not previously been published elsewhere or is not currently being considered for publication elsewhere, in any language. Applicable copyright laws and conventions must be followed. Copyright material (e.g. tables, figures or extensive quotations) must be reproduced only with appropriate permission and acknowledgement. Any work or words of other authors, contributors, or sources must be appropriately credited and referenced.

All the authors of a submitted manuscript must have direct scientific and academic contribution to the manuscript. The author(s) of the original research articles is defined as a person who is significantly involved in "conceptualization and design of the study", "collecting the data", "analyzing the data", "writing the manuscript", "reviewing the manuscript with a critical perspective" and "planning/conducting the study of the manuscript and/or revising it". Fund

---

raising, data collection or supervision of the research group are not sufficient roles to be accepted as an author. The author(s) must meet all these criteria DESCRIBED above. The order of names in the author list of an article must be a co-decision and it must be indicated in the Copyright Agreement Form. The individuals who do not meet the authorship criteria but contributed to the study must take place in the acknowledgement section. Individuals providing technical support, assisting writing, providing a general support, providing material or financial support are examples to be indicated in acknowledgement section.

All authors must disclose all issues concerning financial relationship, conflict of interest, and competing interest that may potentially influence the results of the research or scientific judgment.

When an author discovers a significant error or inaccuracy in his/her own published paper, it is the author's obligation to promptly cooperate with the Editor to provide retractions or corrections of mistakes.

### **Responsibility for the Editor and Reviewers**

Editor-in-Chief evaluates manuscripts for their scientific content without regard to ethnic origin, gender, sexual orientation, citizenship, religious belief or political philosophy of the authors. He/She provides a fair double-blind peer review of the submitted articles for publication and ensures that all the information related to submitted manuscripts is kept as confidential before publishing.

Editor-in-Chief is responsible for the contents and overall quality of the publication. He/She must publish errata pages or make corrections when needed.

Editor-in-Chief does not allow any conflicts of interest between the authors, editors and reviewers. Only he has the full authority to assign a reviewer and is responsible for final decision for publication of the manuscripts in the Journal.

Reviewers must have no conflict of interest with respect to the research, the authors and/or the research funders. Their judgments must be objective.

Reviewers must ensure that all the information related to submitted manuscripts is kept as confidential and must report to the editor if they are aware of copyright infringement and plagiarism on the author's side.

A reviewer who feels unqualified to review the topic of a manuscript or knows that its prompt review will be impossible should notify the editor and excuse himself from the review process.

The editor informs the reviewers that the manuscripts are confidential information and that this is a privileged interaction. The reviewers and editorial board cannot discuss the manuscripts with other persons. The anonymity of the referees must be ensured. In particular situations, the editor may share the review of one reviewer with other reviewers to clarify a particular point.

## **MANUSCRIPT SUBMISSION GUIDE**

### **Language**

The language of the journal is both Turkish and English.

---

### Manuscript Organization and Submission

All correspondence will be sent to the first-named author unless otherwise specified. Manuscript is to be submitted online via <http://ekoist.istanbul.edu.tr> and it must be accompanied by a cover letter indicating that the manuscript is intended for publication, specifying the article category (i.e. research article, review etc.) and including information about the manuscript (see the Submission Checklist). Manuscripts should be prepared in Microsoft Word 2003 and upper versions. In addition, Copyright Agreement Form that has to be signed by all authors must be submitted.

1. The manuscripts should be in A4 paper standards: having 2.5 cm margins from right, left, bottom and top, Times New Roman font style in 12 font size and line spacing of 1.5.
  2. The manuscripts should contain between 4500 and 8500 words and the page numbers must be at the bottom and in the middle.
  3. The name(s) of author(s) should be given just beneath the title of the study aligned to the right. Also the affiliation, title, e-mail and phone of the author(s) must be indicated on the bottom of the page as a footnote marked with an asterisk (\*).
  4. Submitted manuscripts in Turkish must have before the introduction section, the abstract both in Turkish and English, between 200 and 250 words and an extended abstract in English between 600-800 words, summarizing the scope, the purpose, the results of the study and the methodology used. Underneath the abstracts, 3 to 5 keywords that inform the reader about the content of the study should be specified in Turkish and in English. If the manuscript is written in English, it must include an abstract only in English.
  5. The manuscripts should contain mainly these components: title, abstract and keywords; extended abstract, body text with sections, footnotes and references.
  6. Research article sections are ordered as follows: "INTRODUCTION", "AIM AND METHODOLOGY", "FINDINGS", "DISCUSSION AND CONCLUSION", "ENDNOTES", "REFERENCES" and "TABLES AND FIGURES".
  7. The 6<sup>th</sup> version of the APA (American Psychological Association) reference style should be used for in-text citation and references list. For information and samples on the APA 6 style please refer to <http://ekoist.istanbul.edu.tr/en/content/information-for-authors/references> and/or REFERENCES section in the Information for Authors.
  8. Tables, graphs and figures can be given with a number and a defining title if and only if it is necessary to follow the idea of the article. The title of table should be placed above the table; caption of figure should be placed beneath the figure. Features like demographic characteristics that can be given within the text should not be indicated as tables separately.
  9. A title page including author information must be submitted together with the manuscript. The title page is to include fully descriptive title of the manuscript and, affiliation, title, e-mail address, postal address, phone and fax number of the author(s) (see The Submission Checklist).
  10. Authors are responsible for all statements made in their work submitted to the Journal for publication.
  11. The author(s) can be asked to make some changes in their articles due to peer reviews.
  12. A copy of the journal will be sent to each author of the accepted articles upon their request.
  13. The manuscripts that were submitted to the journal will not be returned whether they are published or not.
-

## REFERENCES

Although references to review articles can be an efficient way to guide readers to a body of literature, review articles do not always reflect original work accurately. Readers should therefore be provided with direct references to original research sources whenever possible. On the other hand, extensive lists of references to original work on a topic can use excessive space on the printed page. Small numbers of references to key original papers often serve as well as more exhaustive lists, particularly since references can now be added to the electronic version of published papers, and since electronic literature searching allows readers to retrieve published literature efficiently. Papers accepted but not yet included in the issue are published online in the Early View section and they should be cited as “advance online publication”. Citing a “personal communication” should be avoided unless it provides essential information not available from a public source, in which case the name of the person and date of communication should be cited in parentheses in the text. For scientific articles, written permission and confirmation of accuracy from the source of a personal communication must be obtained.

### Reference Style and Format

EKOIST: Journal of Econometrics and Statistics complies with APA (American Psychological Association) style 6<sup>th</sup> Edition for referencing and quoting. For more information:

- American Psychological Association. (2010). Publication manual of the American Psychological Association (6<sup>th</sup> ed.). Washington, DC: APA.
- <http://www.apastyle.org>

### Citations in the Text

Citations must be indicated with the author surname and publication year within the parenthesis.

If more than one citation is made within the same parenthesis, separate them with (;).

### Samples:

#### *More than one citation;*

(Esin, et al., 2002; Karasar, 1995)

#### *Citation with one author;*

(Akyolcu, 2007)

#### *Citation with two authors;*

(Sayıner & Demirci, 2007)

#### *Citation with three, four, five authors;*

First citation in the text: (Ailen, Ciambune, & Welch, 2000) Subsequent citations in the text: (Ailen, et al., 2000)

#### *Citations with more than six authors;*

(Çavdar, et al., 2003)

---

### Citations in the Reference

All the citations done in the text should be listed in the References section in alphabetical order of author surname without numbering. Below given examples should be considered in citing the references.

### Basic Reference Types

#### Book

##### a) Turkish Book

Karasar, N. (1995). *Araştırmalarda rapor hazırlama* (8<sup>th</sup> ed.) [Preparing research reports]. Ankara, Turkey: 3A Eğitim Danışmanlık Ltd.

##### b) Book Translated into Turkish

Mucchielli, A. (1991). *Zihniyetler* [Mindsets] (A. Kotil, Trans.). İstanbul, Turkey: İletişim Yayınları.

##### c) Edited Book

Ören, T., Üney, T., & Çölkesen, R. (Eds.). (2006). *Türkiye bilişim ansiklopedisi* [Turkish Encyclopedia of Informatics]. İstanbul, Turkey: Papatya Yayıncılık.

##### d) Turkish Book with Multiple Authors

Tonta, Y., Bitirim, Y., & Sever, H. (2002). *Türkçe arama motorlarında performans değerlendirme* [Performance evaluation in Turkish search engines]. Ankara, Turkey: Total Bilişim.

##### e) Book in English

Kamien R., & Kamien A. (2014). *Music: An appreciation*. New York, NY: McGraw-Hill Education.

##### f) Chapter in an Edited Book

Bassett, C. (2006). Cultural studies and new media. In G. Hall & C. Birchall (Eds.), *New cultural studies: Adventures in theory* (pp. 220–237). Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.

##### g) Chapter in an Edited Book in Turkish

Erkmen, T. (2012). Örgüt kültürü: Fonksiyonları, öğeleri, işletme yönetimi ve liderlikteki önemi [Organization culture: Its functions, elements and importance in leadership and business management]. In M. Zencirkıran (Ed.), *Örgüt sosyolojisi* [Organization sociology] (pp. 233–263). Bursa, Turkey: Dora Basım Yayın.

##### h) Book with the same organization as author and publisher

American Psychological Association. (2009). *Publication manual of the American psychological association* (6<sup>th</sup> ed.). Washington, DC: Author.

#### Article

##### a) Turkish Article

Mutlu, B., & Savaşer, S. (2007). Çocuğu ameliyat sonrası yoğun bakımda olan ebeveynlerde stres nedenleri ve azaltma girişimleri [Source and intervention reduction of stress for parents whose children

---

are in intensive care unit after surgery]. *Istanbul University Florence Nightingale Journal of Nursing*, 15(60), 179–182.

**b) English Article**

de Cillia, R., Reisigl, M., & Wodak, R. (1999). The discursive construction of national identity. *Discourse and Society*, 10(2), 149–173. <http://dx.doi.org/10.1177/0957926599010002002>

**c) Journal Article with DOI and More Than Seven Authors**

Lal, H., Cunningham, A. L., Godeaux, O., Chlibek, R., Diez-Domingo, J., Hwang, S.-J. ... Heineman, T. C. (2015). Efficacy of an adjuvanted herpes zoster subunit vaccine in older adults. *New England Journal of Medicine*, 372, 2087–2096. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1501184>

**d) Journal Article from Web, without DOI**

Sidani, S. (2003). Enhancing the evaluation of nursing care effectiveness. *Canadian Journal of Nursing Research*, 35(3), 26–38. Retrieved from <http://cjr.mc.gill.ca>

**e) Journal Article with DOI**

Turner, S. J. (2010). Website statistics 2.0: Using Google Analytics to measure library website effectiveness. *Technical Services Quarterly*, 27, 261–278. <http://dx.doi.org/10.1080/07317131003765910>

**f) Advance Online Publication**

Smith, J. A. (2010). Citing advance online publication: A review. *Journal of Psychology*. Advance online publication. <http://dx.doi.org/10.1037/a45d7867>

**g) Article in a Magazine**

Henry, W. A., III. (1990, April 9). Making the grade in today's schools. *Time*, 135, 28–31.

**Doctoral Dissertation, Master's Thesis, Presentation, Proceeding**

**a) Dissertation/Thesis from a Commercial Database**

Van Brunt, D. (1997). *Networked consumer health information systems* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 9943436)

**b) Dissertation/Thesis from an Institutional Database**

Yaylah-Yıldız, B. (2014). *University campuses as places of potential publicness: Exploring the political, social and cultural practices in Ege University* (Doctoral dissertation). Retrieved from Retrieved from: <http://library.iyte.edu.tr/tr/hizli-erisim/iyte-tez-portali>

**c) Dissertation/Thesis from Web**

Tonta, Y. A. (1992). *An analysis of search failures in online library catalogs* (Doctoral dissertation, University of California, Berkeley). Retrieved from <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/yayinlar/phd/ickapak.html>

---



**d) Dissertation/Thesis abstracted in *Dissertations Abstracts International***

Appelbaum, L. G. (2005). Three studies of human information processing: Texture amplification, motion representation, and figure-ground segregation. *Dissertation Abstracts International: Section B. Sciences and Engineering*, 65(10), 5428.

**e) Symposium Contribution**

Krinsky-McHale, S. J., Zigman, W. B., & Silverman, W. (2012, August). Are neuropsychiatric symptoms markers of prodromal Alzheimer's disease in adults with Down syndrome? In W. B. Zigman (Chair), *Predictors of mild cognitive impairment, dementia, and mortality in adults with Down syndrome*. Symposium conducted at the meeting of the American Psychological Association, Orlando, FL.

**f) Conference Paper Abstract Retrieved Online**

Liu, S. (2005, May). *Defending against business crises with the help of intelligent agent based early warning solutions*. Paper presented at the Seventh International Conference on Enterprise Information Systems, Miami, FL. Abstract retrieved from [http://www.iceis.org/iceis2005/abstracts\\_2005.htm](http://www.iceis.org/iceis2005/abstracts_2005.htm)

**g) Conference Paper - In Regularly Published Proceedings and Retrieved Online**

Herculano-Houzel, S., Collins, C. E., Wong, P., Kaas, J. H., & Lent, R. (2008). The basic nonuniformity of the cerebral cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 12593–12598. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0805417105>

**h) Proceeding in Book Form**

Parsons, O. A., Pryzwansky, W. B., Weinstein, D. J., & Wiens, A. N. (1995). Taxonomy for psychology. In J. N. Reich, H. Sands, & A. N. Wiens (Eds.), *Education and training beyond the doctoral degree: Proceedings of the American Psychological Association National Conference on Postdoctoral Education and Training in Psychology* (pp. 45–50). Washington, DC: American Psychological Association.

**i) Paper Presentation**

Nguyen, C. A. (2012, August). *Humor and deception in advertising: When laughter may not be the best medicine*. Paper presented at the meeting of the American Psychological Association, Orlando, FL.

**Other Sources**

**a) Newspaper Article**

Browne, R. (2010, March 21). This brainless patient is no dummy. *Sydney Morning Herald*, 45.

**b) Newspaper Article with no Author**

New drug appears to sharply cut risk of death from heart failure. (1993, July 15). *The Washington Post*, p. A12.

**c) Web Page/Blog Post**

Bordwell, D. (2013, June 18). David Koepp: Making the world movie-sized [Web log post]. Retrieved from <http://www.davidbordwell.net/blog/page/27/>

---

**d) Online Encyclopedia/Dictionary**

Ignition. (1989). In *Oxford English online dictionary* (2<sup>nd</sup> ed.). Retrieved from <http://dictionary.oed.com>

Marcoux, A. (2008). Business ethics. In E. N. Zalta (Ed.). *The Stanford encyclopedia of philosophy*. Retrieved from <http://plato.stanford.edu/entries/ethics-business/>

**e) Podcast**

Dunning, B. (Producer). (2011, January 12). in *Fact: Conspiracy theories* [Video podcast]. Retrieved from <http://itunes.apple.com/>

**f) Single Episode in a Television Series**

Egan, D. (Writer), & Alexander, J. (Director). (2005). Failure to communicate. [Television series episode]. In D. Shore (Executive producer), *House*; New York, NY: Fox Broadcasting.

**g) Music**

Fuchs, G. (2004). Light the menorah. On *Eight nights of Hanukkah* [CD]. Brick, NJ: Kid Kosher.

**SUBMISSION CHECKLIST**

Ensure that the following items are present:

- Cover letter to the editor
    - ✓ The category of the manuscript
    - ✓ Confirming that “the paper is not under consideration for publication in another journal”.
    - ✓ Including disclosure of any commercial or financial involvement.
    - ✓ Confirming that the statistical design of the research article is reviewed.
    - ✓ Confirming that last control for fluent English was done.
    - ✓ Confirming that journal policies detailed in Information for Authors have been reviewed.
    - ✓ Confirming that the references cited in the text and listed in the references section are in line with APA 6.
  - Copyright Agreement Form
  - Permission of previously published copyrighted material if used in the present manuscript
  - Title page
    - ✓ The category of the manuscript
    - ✓ The title of the manuscript
    - ✓ All authors’ names and affiliations (institution, faculty/department, city, country), e-mail addresses
    - ✓ Corresponding author’s email address, full postal address, telephone and fax number
    - ✓ ORCIDs of all authors.
  - Main Manuscript Document
    - ✓ The title of the manuscript
    - ✓ Abstract (200-250 words)
    - ✓ Key words: 3 to 5 words
    - ✓ Main article sections
    - ✓ Grant support (if exists)
    - ✓ Conflict of interest (if exists)
    - ✓ Acknowledgement (if exists)
    - ✓ References
    - ✓ All tables, illustrations (figures) (including title, description, footnotes)
-

## TELİF HAKKI DEVİR FORMU / COPYRIGHT TRANSFER FORM



İstanbul Üniversitesi  
Istanbul University

EKOIST: Ekonometri ve İstatistik Dergisi  
EKOIST Journal of Econometrics and Statistics

Telif Hakkı Devir Formu  
Copyright Transfer Form

<b>Sorumlu yazar</b> <i>Responsible/Corresponding author</i>	
<b>Makalenin başlığı</b> <i>Title of manuscript</i>	
<b>Kabul Tarihi</b> <i>Acceptance date</i>	
<b>Yazarların listesi</b> <i>List of authors</i>	

Sıra No	Adı-Soyadı <i>Name - Surname</i>	E-Posta <i>E-mail</i>	İmza <i>Signature</i>	Tarih <i>Date</i>
1				
2				
3				
4				
5				

<b>Makalenin türü (Araştırma makalesi, Derleme, v.b.)</b> <i>Manuscript Type (Research Article, Review, etc.)</i>	
--	--

<b>Sorumlu yazarın,</b> <i>Responsible/Corresponding author's,</i>	
<b>Çalıştığı kurum</b>	<i>(University/company/institution)</i>
<b>Posta adresi</b>	<i>(Address)</i>
<b>e-posta</b>	<i>(e-mail)</i>
<b>Telefon no; GSM</b>	<i>(Phone / mobile phone)</i>

**Yazar(lar) aşağıdaki hususları kabul eder:**  
Sunulan makalenin yazar(lar)ın orijinal çalışması olduğunu ve intihal yapmadıklarını, Tüm yazarların bu çalışmaya asli olarak katılmış olduklarını ve bu çalışma için her türlü sorumluluğu aldıklarını, Tüm yazarların sunulan makalenin son halini gördüklerini ve onayladıklarını, Makalenin başka bir yerde basılmadığını veya basılmak için sunulmadığını, Makalede bulunan metnin, şekillerin ve dokümanların diğer şahıslara ait olan Telif Haklarını ihlal etmediğini kabul ve taahhüt ederler. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ'nin bu fikri eseri, Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) lisansı ile yayımlanmasına izin verirler. Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) lisansı, eserin ticari kullanım dışında her boyut ve formatta paylaşılmasına, kopyalanmasına, çoğaltılmasına ve orijinal esere uygun şekilde atıfta bulunmak kaydıyla yeniden düzenleme, dönüştürme ve eserin üzerine inşa etme dâhil adapte edilmesine izin verir.

Yazar(lar)ın veya varsa yazar(lar)ın işverenin telif dâhil patent hakları, fikri mülkiyet hakları saklıdır. Ben/Biz, telif hakkı ihlali nedeniyle üçüncü şahıslarca vuku bulacak hak talebi veya açılacak davalarda İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ ve Dergi Editörlerinin hiçbir sorumluluğunun olmadığını, tüm sorumluluğun yazarlara ait olduğunu taahhüt ederim/ederiz.

Ayrıca Ben/Biz makalede hiçbir suç unsuru veya kanuna aykırı ifade bulunmadığını, araştırma yapılrken kanuna aykırı herhangi bir malzeme ve yöntem kullanılmadığını taahhüt ederim/ederiz.

Bu Telif Hakkı Anlaşması Formu tüm yazarlar tarafından imzalanmalıdır/onaylanmalıdır. Form farklı kurumlarda bulunan yazarlar tarafından ayrı kopyalar halinde doldurularak sunulabilir. Ancak, tüm imzaların orijinal veya kanıtlanabilir şekilde onaylı olması gerekir.

**The author(s) agrees that:**  
The manuscript submitted is his/her/their own original work and has not been plagiarized from any prior work, all authors participated in the work in a substantive way and are prepared to take public responsibility for the work, all authors have seen and approved the manuscript as submitted, the manuscript has not been published and is not being submitted or considered for publication elsewhere, the text, illustrations, and any other materials included in the manuscript do not infringe upon any existing copyright or other rights of anyone. İSTANBUL UNIVERSITY will publish the content under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license that gives permission to copy and redistribute the material in any medium or format other than commercial purposes as well as remix, transform and build upon the material by providing appropriate credit to the original work. The Contributor(s) or, if applicable the Contributor's Employer, retain(s) all proprietary rights in addition to copyright, patent rights. I/We indemnify İSTANBUL UNIVERSITY and the Editors of the Journals, and hold them harmless from any loss, expense or damage occasioned by a claim or suit by a third party for copyright infringement, or any suit arising out of any breach of the foregoing warranties as a result of publication of my/our article. I/We also warrant that the article contains no libelous or unlawful statements and does not contain material or instructions that might cause harm or injury. This Copyright Agreement Form must be signed/ratified by all authors. Separate copies of the form (completed in full) may be submitted by authors located at different institutions; however, all signatures must be original and authenticated.

<b>Sorumlu yazarın;</b> <i>Responsible/Corresponding author's;</i>	<b>İmza/Signature</b>	<b>Tarih/Date</b>
		...../...../.....

