

**EKOIST Journal of
Econometrics and
Statistics**

EKOIST Journal of Econometrics and Statistics

Sayı/Number: 38 • Haziran/June 2023

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: 38 • Haziran/June 2023

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, Türkiye
- 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, Türkiye
- 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: 38 • Haziran/June 2023

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

Baş Editör Yardımcıları / Co-Editors-in-Chief

Prof. Dr. Burcu KIRAN BAYGIN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
İstanbul, Türkiye - kburcu@istanbul.edu.tr
Doç. Dr. Aycan HEPSAĞ, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye
- 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
Prof. Dr. Mustafa TEKİN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye
- 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
Arş. Gör. Sinan DEMİREZEN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
İstanbul, Türkiye - sinan.demirezen@istanbul.edu.tr
Arş. Gör. Buğra POLAT, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye
- 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
Arş. Gör. Dr. Nimet Melis ESENYEL İÇEN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
İstanbul, Türkiye - melis.esenyel@istanbul.edu.tr
Arş. Gör. Haydar EKELİK, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye
- haydar.ekelik@istanbul.edu.tr

İngilizce Dil Editörleri / English Language Editors

Rachel Elana KRISS, İstanbul Üniversitesi, Yabancı Diller Yüksekokulu, İstanbul, Türkiye
- rachel.kriss@istanbul.edu.tr
Elizabeth Mary EARL, İstanbul Üniversitesi, Yabancı Diller Yüksekokulu, İstanbul, Türkiye
- elizabeth.earl@istanbul.edu.tr

EKOIST Journal of Econometrics and Statistics

Sayı/Number: 38 • Haziran/June 2023

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
- Prof. Dr. Mehmet CANER, The Ohio State University, Department Of Economics, Ohio, United States - caner.12@osu.edu
- Prof. Dr. Nicholas APERGIS, University of Piraeus, Department of Banking and Financial Management, Atina, Yunanistan - apergis1962@gmail.com
- Prof. Dr. Jamal HUSEIN, Angelo State University, Department of Accounting, Economics and Finance, Texas, United States - jamal.husein@angelo.edu
- Prof. Dr. Sakkthivel ANNAMALAI MANICKAM, Skyline University Collage, School of Business, Department of Marketing, Sharjah UAE - 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
- Prof. Dr. M. Thomas PAUL, PNG University of Technology, Department of Business Studies, Morobe Province, Papua New Guinea (PNG) - 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
- Dr. Ojonugwa USMAN, School of Business Education, Federal College of Education (Technical), Department of Business Education, Potiskum, Yobe State, Nigeria - usmanojonugwa@gmail.com
- Prof. Dr. Cem CANEL, UNCW Cameron School of Business, University of North Carolina, Department of Operation Management, Wilmington - canelc@uncw.edu
- Prof. Dr. Nilgün ÇİL, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye - nilgun.cil@istanbul.edu.tr
- Prof. Dr. Seyhun DOĞAN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, İstanbul, Türkiye - sdogan@istanbul.edu.tr
- Prof. Dr. Haluk Zülfişkar, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, İstanbul, Türkiye - zulfişkar@istanbul.edu.tr
- Prof. Dr. Mithat Zeki DİNÇER, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, İstanbul, Türkiye - mzdincer@istanbul.edu.tr
- Prof. Dr. Veysel BOZKURT, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, İstanbul, Türkiye - vbozkurt@istanbul.edu.tr
- Prof. Dr. Burak SALTOĞLU, Boğaziçi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonomi Bölümü, İstanbul, Türkiye - burak.saltoglu@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
- Prof. Dr. Fazıl GÜLER, Yeditepe Üniversitesi, Ticari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik Bölümü, İstanbul, Türkiye - 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
- Prof. Dr. Nurcan METİN, Trakya Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Edirne, Türkiye - nurcanmetin@trakya.edu.tr

EKOIST Journal of Econometrics and Statistics

Sayı/Number: 38 • Haziran/June 2023

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

Prof. Dr. Ferda YERDELEN TATOĞLU, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
İstanbul, Türkiye - yerdelen@istanbul.edu.tr

Prof. Dr. Handan YOLSAL, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye
- yolsalh@istanbul.edu.tr

Prof. Dr. Kutluk Kağan SÜMER, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
İstanbul, Türkiye - kutluk@istanbul.edu.tr

Prof. Dr. Mehmet Hakan SATMAN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
İstanbul, Türkiye - mhsatman@istanbul.edu.tr

Prof. Dr. Melda AKIN, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
İstanbul, Türkiye - akin01@istanbul.edu.tr

Prof. Dr. Sema ULUTÜRK AKMAN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
İstanbul, Türkiye - akmans@istanbul.edu.tr

Doç. Dr. Hakan BEKTAŞ, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
İstanbul, Türkiye - hbektas@istanbul.edu.tr

Doç. Dr. Leyla Aylin AKTÜKÜN, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
İstanbul, Türkiye - aylin@istanbul.edu.tr

Doç. Dr. Özlem YORULMAZ, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
İstanbul, Türkiye - yorulmaz@istanbul.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Leyla YÜCEL, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
İstanbul, Türkiye - isbilen@istanbul.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Özlem GÖKTAŞ, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
İstanbul, Türkiye - ozlemg@istanbul.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Seda KARAKAŞ GEYİK, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
İstanbul, Türkiye - kseda@istanbul.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Şenol EMİR, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
İstanbul, Türkiye - senol.emir@istanbul.edu.tr

İçindekiler Table of Contents

MAKALELER ARTICLES

Araştırma makalesi/Research article

- Testing Linear and Nonlinear Relationships Between Foreign Direct Investment and Fossil Energy Consumption in Fragile Five Countries**
Ali Çelik 1

Araştırma makalesi/Research article

- Döngüsel Bir Ekonomide Kaynak Verimliliğini Hangi Faktörler Etkiler?
Bir Panel Veri Regresyon Analizi**
Which Factors Drive The Resource Efficiency in Circular Economy? A Panel Data Regression Analysis
Gonca Yılmaz..... 19

Araştırma makalesi/Research article

- Finansal Gelişme ve Gelir Eşitsizliği Arasındaki İlişkinin Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Araştırılması: Kanonik Korelasyon Analizi Uygulaması**
Investigating the Relationship Between Financial Development and Income Inequality in Developed and Developing Countries: An Application of Canonical Correlation Analysis
Çiğdem Yılmaz Özsoy..... 35

Araştırma makalesi/Research article

- Teknik Etkinsizlik Kaynaklı Üretim Kayıpları: BRICS-T Ülkeleri Örneğinde Bir Panel Veri Analizi**
Production Losses Due to Technical Inefficiency: A Panel Data Analysis on the Case of BRICS-T Countries
Nadide Yiğitli 53

Araştırma makalesi/Research article

- Semi-Parametric Modeling of Churn Confounding Competing Risks Using Time-Dependent Covariates Among Mobile Phone Subscribers in Kenya**
Ndilo B. Fwaru, Leonard K. Alii, Jerita J. Mwambi 75

Araştırma makalesi/Research article

- Ülkelerin Gelişmişlik Düzeylerinin Karar Ağacı ve Rastgele Orman Yöntemleriyle Tahmin Edilmesi**
Predicting Countries' Development Levels Using the Decision Tree and Random Forest Methods
Batuhan Özkan, Coşkun Parim, Erhan Çene..... 87

Araştırma makalesi/Research article

- The Impact of News Related Covid-19 on Exchange Rate Volatility: A New Evidence From Generalized Autoregressive Score Model**
Deniz Erer 105

İçindekiler Table of Contents

MAKALELER ARTICLES

Araştırma makalesi/Research article

- Why Can Smes Not Adopt Green Innovation? An Assessment Via Fuzzy ISM-MICMAC-DEMATEL**
Seda Yıldırım, Gözde Koca, Özüm Eğilmez..... 127

Araştırma makalesi/Research article

- Mekânsal Ekonometri Analizi ile Türkiye’de Bölgeler Arası Bebek Ölüm Oranı Belirleyicileri Üzerine Bir İnceleme**
A Study on Interregional Determinants of Infant Mortality Rate in Turkey with Spatial Econometric Analysis
Ahmet Koncak, Gökhan Konat 149

Araştırma makalesi/Research article

- İstanbul’da Hızlı Tüketim Malları Alışveriş Ziyaretleri Ve İndirim Market Cirolarındaki Değişime Dair Sayısal - Mekansal Keşfedici Bir İnceleme**
A Quantitative Spatial Exploratory Analysis on Fast Consumer Goods, Shopping Trips, and Discount Supermarket Revenues: The Case of Istanbul
Mete Başar Baypınar, Cem Beygo, Gökâl Köseoğlu, Elifsu Şahin,
Burcu Aksoy Sertbakan 171

Araştırma makalesi/Research article

- Türkiye’de Göçmenlere Yönelik Hoşgörüyü Etkileyen Dinamiklerin İstatistiksel Analizlerle Değerlendirilmesi**
Evaluating the Dynamics Affecting Tolerance Toward Migrants in Türkiye Using Statistical Analyses
Hatice Gül Bozdeveci, Özlem Yorulmaz..... 199

Araştırma makalesi/Research article

- Veri Bilimi İçin Yeni Bir Programlama Dili: Julia**
A New Programming Language for Data Science: Julia
Münevver Turanlı, Ünal Halit Özden 223

Araştırma makalesi/Research article

- Health Econometrics Research: A Bibliometric Analysis from 1991 to 2020**
Ebru Çağlayan Akay, Merve Ertok Onurlu, Özlem Ergüt 243

Araştırma makalesi/Research article

- Finansal Başarısızlık ve KPI Puanları Arasındaki İlişkinin Analizi: SASB Ulaşım Sektöründe Bir Uygulama**
Analyzing the Relationship Between Financial Failure and KPI Score: An Application in the SASB Transportation Sector
Buse Öktem..... 265

- The Effect of Psychological Empowerment on Employee Performance: The Mediating Role of Psychological Ownership**
Hilal Tanyıldızı, Ebru Doğan 289

EDİTÖRDEN

Değerli okuyucular,

Sayının 1. sırasında “Testing Nonlinear Relationship Between Foreign Direct Investment and Fossil Energy Consumption in Fragile Five Countries” başlıklı Ali Çelike ait makale yer almaktadır. Çalışmada doğrudan yabancı yatırımlar (DYY) ile fosil enerji tüketimi (EC) arasındaki ilişki Kapetanios, Shin ve Snell (2006) ve Üstel Yumuşak Geçişli Ototregresif (ESTAR) hata düzeltme modeli (ECM) testleri ile araştırılmıştır. Bu kapsamda kırılmalı beşli ülkelerde arasında yer alan Brezilya, Endonezya, Hindistan, Türkiye ve Güney Afrika için 1971-2014 yıllarını kapsayan yıllık veriler kullanılmıştır.

Sayının 2. sırasında “Döngüsel Bir Ekonomide Kaynak Verimliliğini Hangi Faktörler Etkiler? Bir Panel Veri Regresyon Analizi” başlıklı Gonca Yılmaz’a ait makale yer almaktadır. Çalışmanın ampirik aşamasında, bağımlı değişken olarak kaynak verimliliği, bağımsız değişkenler olarak da ekonomik büyümeyi temsilen kullanılan kişi başına düşen GSYİH, çevre vergilerinin GSYİH içindeki payı, Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı, belediye atıklarının geri dönüşüm oranı, enerji verimliliği değişkenleri 26 AB ülke grubu açısından dikkate alınmıştır. Veri seti yıllık olarak gözlenmiş olup verilerin ulaşılabiliğine bağlı olarak 2001-2019 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada yöntem olarak ülkeler ile ilgili modellerde sıkça kullanılan panel veri analizi kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, çevre vergileri, Ar-Ge harcamaları, belediye atıklarının geri dönüşümü ve enerji verimliliği değişkenlerine ait katsayıların anlamlı olduğu görülmekte ve bu değişkenlerin kaynak verimliliği üzerinde pozitif yönlü etkileri bulunmaktadır. GSYİH değişkeninin ise anlamlı olmadığı gözlenmiştir.

Sayının 3. sırasında Çiğdem Yılmaz Özsoy’un “Finansal Gelişme ve Gelir Eşitsizliği Arasındaki İlişkinin Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Araştırılması: Kanonik Korelasyon Analizi Uygulaması” başlıklı çalışmada Finansal Gelişme ile Gelir Eşitsizliği arasındaki ilişki kanonik korelasyon analizi kullanılarak araştırılmıştır. Gelişmiş ve gelişmekte olan 41 ülke için yapılan çalışmada Finansal Gelişme değişken seti finansal erişim, finansal verimlilik, finansal istikrar ve dışsal serbestleşmeden oluşan “100.000 Kişi Başına Düşen ATM Sayısı, Net Faiz Marjı, Düzenleyici Sermayenin Risk Ağırlıklı Varlıklara Oranı ve BIS Raporlama Yapan Bankaların Konsolide Dış Alacaklarının GSYİH’ya Oranı” değişkenlerinden hareketle dört farklı boyut ile açıklanmıştır.

Sayının 4. sırasında “Teknik Etkinsizlik Kaynaklı Üretim Kayıpları: BRICS-T Ülkeleri Örneğinde Bir Panel Veri Analizi” isimli Nadide Yiğiteli’ye ait makale yer almaktadır. Çalışmada, BRICS-T ülkelerinin mevcut kaynaklarını ve teknolojiyi kullanma etkinliğinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, 1990-2019 dönemi ve 6 ülkeden oluşan bir panel veri seti ile stokastik sınır analizi (SSA) kullanılarak üretim sınırı modellenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, analiz döneminde teknik etkinlik düzeyinin ortalama %91 olduğu ve ülkelerin bu dönemde potansiyel çıktılarının %9’unu kaybettiği görülmüştür. Analiz döneminde ortalama teknik etkinlik katsayısı açısından ilk sırada yer alan ülke Türkiye, son sırada yer alan ülke ise Rusya olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Rusya analiz dönemi süresince etkinliğini artıran tek ülke olarak tespit edilmiştir.

Sayının 5. sırasında Ndilo B. Fwaru, Leonard K. Alii ve Jerita J. Mwambi tarafından yazılan “Semi-Parametric Modeling of Churn Confounding Competing Risks Using Time-Dependent Covariates Among Mobile Phone Subscribers in Kenya” isimli makale yer almaktadır. Bu makale, genişletilmiş Cox orantılı hazard modelini ayarlayarak yarı parametrik bir model (düzeltilmiş Cox modeli) geliştirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada kurulan modelin geçerliliğini ve performansını değerlendirmek için Kenya’daki Mombasa ve Kilifi illerindeki üç cep telefonu servis sağlayıcısından alınan verileri kullanılmıştır. Çalışmada tahmin edilen düzeltilmiş Cox modelinin, etkili ortak değişkenlerin tespitinde daha iyi bir model olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sayının 6. makalesi Batuhan Özkan, Coşkun Parim ve Erhan Çene’ye ait “Ülkelerin Gelişmişlik Düzeylerinin Karar Ağacı ve Rastgele Orman Yöntemleriyle Tahmin Edilmesi” başlıklı çalışmadır. Çalışmada gelişmişlik düzeyine göre kategorilere ayrılmış 193 ülke için gelişmişlik düzeylerini etkileyen faktörler karar ağaçları ve rastgele orman algoritmaları kullanılarak analiz edilmektedir. Elde edilen bulgular ergen doğurganlık hızı, toplam doğurganlık oranı ve tarım, orman ve balıkçılık’ın Gayri Safi Yurtiçi Hasıla’ daki payının ülkelerin gelişmişliklerini etkileyen önemli değişkenler olduğu vurgulanmaktadır.

Deniz Erer tarafından yazılan “The Impact of News Related Covid-19 on Exchange Rate Volatility: A New Evidence From Generalized Autoregressive Score Model” isimli makale sayının 7. sırasında yer almaktadır. Çalışmada salgından en fazla etkilenen 12 gelişmekte olan ve gelişmiş ülke için COVID-19 salgınına ilişkin haberlerin döviz kuru oynaklığına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 1 Ocak 2019 ile 31 Ağustos 2022 arasındaki finansal serilerin oynaklığını ölçmek için yeni bir yaklaşım olan student-t dağılımlı Genelleştirilmiş Otoregresif Skor (Generalized Autoregressive Score-GAS) modeli kullanılmıştır. Analiz sonucu elde edilen bulgulara göre, COVID-19 pandemisi ile ilgili panik ve yalan haberlerin döviz kurlarındaki oynaklığı artırdığı, medyadaki aldatıcı haberlerinin ise oynaklığı azalttığı görülmüştür. Bu sonuçlar, COVID-19 ile ilgili olumsuz ve spekülasyon haberlerinin finansal piyasalardaki belirsizliği artırarak döviz kuru oynaklığını olumsuz etkilediğine işaret etmektedir.

Sayının 8. sırasında “Why Can Smes Not Adopt Green Innovation? An Assessment Via Fuzzy ISM-MICMAC-DEMATEL” başlıklı Seda Yıldırım, Gözde Koca ve Özüm Eğilmeze ait makale yer almaktadır. Çalışmada Türkiye’de bebek ölümleri nedenlerinin sosyoekonomik göstergeler ile olan ilişkisi 26 Bölge (İBBS-2) için mekansal ekonometrik yöntemlerle analiz edilmektedir. Çalışma KOBİ’lerde yeşil inovasyonu ve yeşil girişimleri engelleyen faktörleri analiz etmeyi ve çözmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada öncelikle literatür taraması yapılmış ve “ekonomik engeller”, “pazar engelleri”, “politik engeller”, “bilgi eksikliği”, “teknolojik engeller” ve “idari engeller” olmak üzere altı ana engel belirlenmiştir. Engeller, Elektrik ve Elektronik sektöründeki 18 KOBİ’den uzman görüşleri alınarak Bulanık ISM-MICMAC ve Bulanık DEMATEL yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Bulanık ISM-MICMAC analiz yöntemleri ile engeller arasındaki yapısal ilişki modeli ortaya konulmuştur. Bulanık DEMATEL yöntemi ile engellerin etki-önem dereceleri belirlenmiş ve ağırlıkları hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda diğer engelleri en çok etkileyen engeller “ekonomik engeller”, “politik engeller” ve “bilgi eksikliği” olarak belirlenmiştir.

Sayının 9. sırasında “Mekansal Ekonometri Analizi ile Türkiye’de Bölgeler Arası Bebek Ölüm Oranı Belirleyicileri Üzerine Bir İnceleme” başlıklı Ahmet Koncak ve Gökhan Konat’a ait makale yer almaktadır. Çalışmada Türkiye’de bebek ölümleri nedenlerinin sosyoekonomik göstergeler ile olan ilişkisi 26 Bölge (İBBS-2) için mekansal ekonometrik yöntemlerle analiz edilmektedir.

Sayının 10. sırasında Mete Başar Baypınar, Cem Beygo, Gökalp Köseoğlu, Elifsu Şahin, Burcu Aksoy Sertbakan tarafından hazırlanan “İstanbul’da Hızlı Tüketim Malları Alışveriş Ziyaretleri Ve İndirim Market Cirolarındaki Değişime Dair Sayısal - Mekansal Keşfedici Bir İnceleme” başlıklı çalışmada İstanbul’daki konut alanları kaynaklı orta ve alt gelir gruplarına dair hızlı tüketim malları talebindeki yıllık değişim, mekansal ve mekansal olmayan veriler yoluyla alışveriş havzaları bütününde incelenmiş, planlı ve plansız alışveriş ziyaret sayılarındaki değişim deterministik bir şekilde hesaplanmıştır. Bu sayede indirim marketlere dair yerel potansiyeller ortaya konulmuştur.

Sayının 11. sırasında Hatice Gül Bozdeveci ve Özlem Yorulmaz tarafından hazırlanan “Türkiye’de Göçmenlere Yönelik Hoşgörüye Etkileyen Dinamiklerin İstatistiksel Analizlerle Değerlendirilmesi” başlıklı makale yer almaktadır. Çalışmada Türkiye’de göçmenlere yönelik hoşgörü Dünya Değerler Anketi’nin son dalgasına ait veriden hareketle detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında Türkiye’de yaşayan bireyler göçmenlere yönelik toleransları açısından Gizli Sınıf Analizi ile sınıflanmıştır. Bu analiz sonucuna göre bireyler Hoşgörülü olanlar, Kararsızlar ve Hoşgörülü Olmayanlar şeklinde üç sınıfa ayrılmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında bu üç sınıfa birbirinden ayıran sosyoekonomik ve demografik değişkenler Çok Kategorili Lojistik Regresyon Analizi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre bireylerin çalışma durumları, gelir düzeyleri, inanç düzeyleri ve politik görüşleri, onların hoşgörü düzeylerine göre sınıflanmalarında ayırt edici değişkenlerdir. Çalışmanın son aşamada ise, eğitim düzeyi ve göçmenlere yönelik hoşgörü düzeyleri arasındaki ilişki Uyum Analizi görselleştirilmiştir.

Sayının 12. sırasında “Veri Bilimi İçin Yeni Bir Programlama Dili: Julia” başlıklı Münevver Turanlı ve Ünal Halit Özden’e ait makale yer almaktadır. Çalışmada diğer programlama dillerine nazaran daha yeni olan Julia dili tanıtılmış istatistik ve veri biliminde kullanılan diğer diller ile karşılaştırılmış ve araştırmacıların ve özellikle istatistik ve veri bilimi konuları ile ilgilenen kişilerin, Julia dili ile ilgili bilgi edinmesi sağlanmıştır.

Sayının 13. sırasında Ebru Çağlayan Akay’ın, Merve Ertok Onurlu’nun ve Özlem Ergüt’ün “Health Econometrics Research: A Bibliometric Analysis from 1991 to 2020” çalışmasında, sağlık alanında yapılan

ekonometrik çalışmalar bibliyometrik analiz kapsamında incelenmiştir. Çalışmada, 1991 Ocak ile 2020 Aralık dönemleri arasında EconLit veri tabanından yararlanılarak bu alanda yapılan yayınların farklı yönlerinin ortaya konması ve son dönemlerdeki yayınların genel çerçevesi çizilmiştir.

“Finansal Başarısızlık ve KPI Puanları Arasındaki İlişkinin Analizi: SASB Ulaşım Sektöründe Bir Uygulama” başlıklı 14. sıradaki makale Buse Öktem'e aittir. Çalışmada Sürdürülebilirlik Muhasebe Standartları Kurulu'nda (SASB) yer alan ve ulaşım sektöründe faaliyet gösteren 39 şirketin 2016-2020 yılları sürdürülebilirlik ölçüm parametreleri (KPI) ile finansal tabloları arasındaki ilişki incelenmiş ve logit ve probit modeller yorumlanmıştır.

Hilal Tanyıldızı ve Ebru Doğan tarafından hazırlanan “The Effect of Psychological Empowerment on Employee Performance: The Mediating Role of Psychological Ownership” isimli makale yer almaktadır. Bu çalışmada, psikolojik güçlendirmenin çalışan performansı üzerindeki etkisinde psikolojik sahiplenmenin aracı rolü incelenmiştir. Araştırmanın örneklemini Türkiye’de bir havayolu şirketinde çalışan 492 Ar-Ge uzmanı ve mühendisi oluşturmuştur. Yapılan analiz sonucunda, psikolojik güçlendirmenin çalışan performansı üzerindeki etkisinde psikolojik sahiplenmenin kısmi aracılık rolüne sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırma sonucunda çalışanların yetkilendirme algısı ve sahiplenme duygusunun çalışan performansını olumlu yönde etkileyeceği öngörülmektedir. Çalışan performansının yüksek olması, örgütleri amaçlarına ulaşmada daha avantajlı bir konuma getireceği sonucuna ulaşılmıştır.

Prof. Dr. Burak GÜRİŞ

Baş Editör



Testing Linear and Nonlinear Relationships Between Foreign Direct Investment and Fossil Energy Consumption in Fragile Five Countries

Ali Çelik* 

Abstract

The global warming and climate change problem is causing severe threats for the present and the future. The excessive utilization of fossil energy resources, especially on the production side, has contributed greatly to global warming by producing the greenhouse effect. In this respect, it is essential to assess the impact of foreign direct investment (FDI), which is expected to increase the production and employment of countries, on the utilization of fossil fuels. In this study, we investigate the relationship between FDI and fossil energy consumption (EC) utilizing such tests as: Johansen linear cointegration, Kapetanios, Shin, and Snell (2006) nonlinear cointegration, the linear Error Correction Model (ECM), Exponential Smooth Autoregressive (ESTAR) ECM, Granger (1969) linear causality, and Diks and Panchenko (2006) nonlinear causality. In this context, annual data covering the period between 1980 and 2020 are employed for the "Fragile Five" countries, which are: Brazil, Indonesia, India, Turkey, and South Africa. By applying the Augmented Dickey-Fuller (ADF) linear unit root test, we found that the series became stationary after taking the first difference. Following the unit root test results, Johansen's (1988) linear cointegration test results indicated that there existed a cointegration relationship from FDI to EC for Turkey and South Africa, while Kapetanios, Shin, and Snell's (2006) nonlinear cointegration test results revealed that there existed a cointegration relationship from FDI to EC in South Africa. In addition, the linear error correction model was proven to be valid for Turkey and South Africa, while the ESTAR nonlinear error correction model is valid only for Turkey. Finally, Granger's (1969) causality test results proved that there was a causal relationship from FDI to EC in Turkey. Dicks and Panchenko (2006) stated that there was no causal relationship between the variables.

Keywords

Foreign Direct Investment, Fossil Energy Consumption, Exponential Smooth Transition Autoregressive

* Ali Çelik (Asst. Prof), Istanbul Gelisim University, Faculty of Applied Sciences, Istanbul, Türkiye. E-mail: alcelik@gelisim.edu.tr
ORCID: 0000-0003-3794-7786

To cite this article: Celik, A. (2023). Testing linear and nonlinear relationships between foreign direct investment and fossil energy consumption in fragile five countries. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38, 1-17.
<https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.38.1090992>



Introduction

For the last half-century, the environmental and ecological problems caused by global warming and climate change have led to an increased attention on this issue. Therefore, the concept of “sustainability” has begun to be discussed across many disciplines and fields. Because an environment that minimizes ecosystem damage and is environmentally friendly is the most basic need for the continuity of life on this planet, in this respect, the importance of the relationship between the environment and economy increases considerably. The “race to the bottom,” “race to the top,” and “pollution haven” hypotheses come to the fore in relation to foreign direct investment (FDI). Foreign direct investments, which are believed to have a feature that can boost economic growth and employment, are important for countries with a lack of savings and capital. The “Race to the bottom” hypothesis describes countries’ competition to attract FDI to their countries. In this context, there is a desire to produce the conditions for FDI to come to a country by lowering environmental standards and regulations. Thus, privileges are granted to practices of foreign capital that will pollute the environment. Rules that weaken the environmental standards in developing countries to attract FDI encourage a similar approach for developing countries that want to prevent capital outflow (Konisky, 2007; Dong et al., 2012). Unlike the race to the bottom, the “Race to the top” hypothesis believes that local governments do not have to set environmental standards and regulations to attract foreign direct investment. In addition, FDI will prevent ecological problems when they apply technologies that can develop environmentally friendly and renewable energy sources for the host country. In other words, higher income is associated with better environmental quality (Yandle, 2004: 211).

Moreover, “The pollution haven hypothesis” is based on the mentality that dirty industries will settle in countries with weak environmental policies, the latter typically being lower-income, less developed countries (Sheldon, 2006). Therefore, multinational companies will prefer countries where production costs will decrease due to weak environmental regulations (Neumayer, 2000). In particular, the competition to attract FDI to support the economic growth of developing economies results in the stretching of environmental policy practices and the shifting of assets, which are subject to relatively stricter environmental standards in developed countries, and therefore ecological problems towards these regions. The rising energy demand with increased production rates and the environmental issues that arise as a natural result of this threaten the ecology, with the potential costs hoped to be incurred to eliminate these problems endangering the growth and welfare of the economies. The relationship between FDI and fossil energy use is also the subject of many studies (Amri, 2016; Mavikela and Khobia, 2018; Wang and Jiayu, 2019; Bujari and Martinez, 2021; Islam et al., 2021).

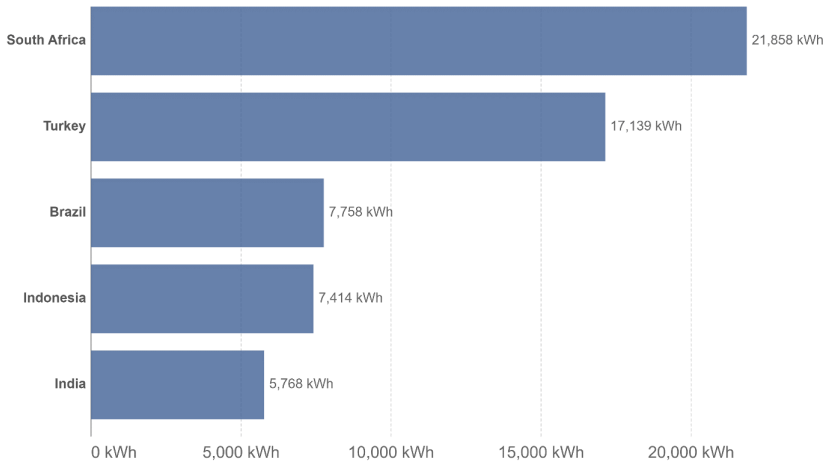


Figure 1. Fossil energy (fuel) consumption per capita in 2020 (Source: Our World in Data).

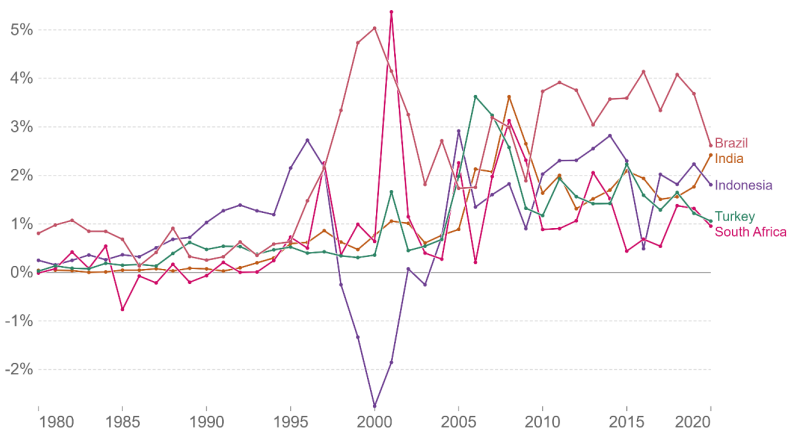


Figure 2. FDI, net inflows as share of GDP, 1980 to 2020 (Source: Our World in Data).

Figure 1 and 2 depict the fossil energy consumption per capita in 2020 and the FDI, net inflows as share of GDP from 1980 to 2020, respectively. Among the Fragile Five countries, South Africa and Turkey were the countries with the highest fossil energy consumption in 2020. In addition, it has been determined that South Africa and Turkey have similar tendencies in terms of foreign direct investment and net inflows as shares of GDP.

This paper investigates the relationship between FDI and EC for the Fragile Five countries (Brazil, Indonesia, India, Turkey, and South Africa) between the years 1980 and 2020, employing linear and non-linear time series methodologies. Following the literature review, the paper discusses the econometric methodology, the dataset, and the results of the analysis. The conclusion constitutes the last part of the paper.

Literature Review

Global warming is essentially a natural phenomenon that has occurred since the formation of the atmosphere. However, with the increase in the use of fossil fuels, especially after the industrial revolution, there has been a critical upward structural break in the rate of increase in global warming. In particular, the increase in fossil fuels with high carbon content has increased the emission of greenhouse gases, which has enabled warm air to hold in the atmosphere at a level that could transform the natural environment and climate. In this regard, after the Second World War, several climate summits were held with the aim of drawing attention to the seriousness of the issue and taking some measures. Finally, the twenty-first session of the Conference of the Parties (COP 21) was held in Paris for the first time in 2015, with all countries involved committing to reducing greenhouse gas emissions on a global scale. In addition, companies in countries that strictly implement the measures brought by these climate agreements can shift their production in the form of FDI to countries that implement the measures relatively more minor, especially within the framework of the “pollution haven” hypothesis and “race to the bottom” argument (Dong et al., 2012; Yoon and Heshmati, 2017; Singhanian and Saini, 2021). In this context, the present study investigates whether there is a non-linear linkage between FDI and EC for the “Fragile Five” countries. In the literature review section, studies examining this relationship were compiled. First, a number of panel econometrics studies that apply the causality linkage between FDI and EC with different variables and econometric methods were reviewed, with most of these studies determining the causality relationship between FDI and EC (Omri and Kahouli, 2014; Kiviyori et al., 2014; Amri, 2016; Behera and Dash, 2017; Muhammad and Khan, 2021).

On the other hand, many studies that examine the linkage between FDI and EC with time series analysis were also examined (Salim et al., 2017, Mavikela and Khobia, 2018; Wang and Jiayu, 2019; Bujari and Martinez, 2021; Islam et al., 2021). Some studies have determined that FDI can reduce EC if the inflow investments are directed to renewable energy sources, thus preventing global warming (Zhang and Zhou, 2016; Sarkodie and Strezov, 2019; Islam et al., 2021; Abbas et al., 2021, Shabir et al., 2022). Other studies argue that if there is an increase in FDI, this situation negatively affects the EC and CO₂ emission volume (Baek and Choi, 2017; Hanif et al., 2019) or vice versa (Shaari et al., 2014; Lorente et al., 2022). In addition, it should be mentioned that several studies have found a cointegration relationship and the Granger causality linkages between FDI and EC for the different countries (Abidin et al., 2015; Latief and Lefen, 2019; Uzar and Eyuboğlu, 2019; Aremo and Ojeyinka, 2019; Udemba et al., 2020).

Table 1

Related literature review

The Author(s)	Country(s)	Sample Period	Empirical Methods	Findings
Kuo et al. (2012)	China	1978-2010	Time series analysis	The results indicate that there is a bidirectional linkage between EC (energy consumption) and FDI.
Li and Qi (2016)	30 Provinces in China	1999-2008	Two-Stage least squares regression analysis and Panel Generalized Method of Moments (GMM)	The results revealed that the overall impact of FDI on Chinese industrial energy consumption is detrimental. Most importantly, the rising trend of foreign capital inflows has adversely impacted the industrial energy consumption. In short, the total effect of FDI increases energy consumption by 0.19%.
Abdouli and Hammami (2017)	MENA Countries	1990-2012	Panel GMM	The results prove that there is a unidirectional causality relationship between EC and FDI inflows for the global panel.
Lin and Benjamin (2018)	MINT Countries	1990-2014	Panel dynamic ordinary least squares	The results reveal that there is a unidirectional causality from FDI to EC for Indonesia and Nigeria. At the same time, there is a bidirectional causality relationship between economic growth, EC, and FDI inflows for Turkey. The results also confirm that there is a unidirectional causality from FDI to EC.
Wang and Jiayu (2019)	Shandong Province in China	2000-2016	Regression and simultaneous equations model	The results revealed that FDI had a negative scale and structural effect on EC, while it was found that there was a positive technical effect on EC in Shandong province. The total impact of these variables was proved to negative directional.
Adom et al. (2019)	27 African countries	2000-2014	Panel GMM	The results revealed that there is a robust concave linkages FDI and EC.
Udemba et al. (2020)	China	1995Q1-2016Q4	Time series analysis	The results displayed a unidirectional causal link between FDI and EC.
Bujari and Martinez (2021)	Mexico	1970-2014	Time series analysis	This paper demonstrates that there is a cointegration nexus between FDI and EC in the long run. In addition, according to the Granger causality test, there is a one-way relationship from FDI to EC in the in the short-term and a two-way relationship in the medium-term.
Amoaka and Insaideo (2021)	Ghana	1981-2014	Time series analysis	The results revealed that there is a cointegration linkages between FDI and EC in the long run when the Johansen multivariate test was conducted.
Lu et al. (2021)	Belt and Road Initiative (BRI) countries	1990-2016	Panel data analysis	Based on DSUR long-run panel estimators, the results showed that if FDI and economic growth increase by 1%, EC will reach to 0.023% and 0.790%, respectively. In addition, according to the Dumitrescu-Hurlin panel causality test, it was found that there existed a bidirectional relationship between EC and FDI for the examined data.

Methodology

To begin with, this study investigates the presence of unit root for series by using the ADF. In this context, we can primarily focus on the methodology of the ADF unit root test. The Dickey-Fuller (DF) is extended to AR (1) and, therefore, can be reached by ADF. In addition, the difference of the dependent variables was added as an independent variable to the model to eliminate the autocorrelation problem of the error term in the ADF test. The ADF test statistic used in this study is as follows:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \beta_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (1)$$

$$\Delta Y_t = a_0 + \delta Y_{t-1} + \beta_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = a_0 + a_1 t + \delta Y_{t-1} + \beta_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (3)$$

In these equations, u_t and a_0 denote the error and the intercept term, respectively. Eq. 1 represents the models without any constant (a_0 and trend (t)). Eq. 2 has a constant and without any trend, while Eq. 3 has constant and trend. The null hypothesis suggests the presence of unit root ($H_0: \delta = 0$) whilst the alternative hypothesis assumes the nonexistence of unit root ($H_1: \delta < 0$) for each variable. In time series analyses, the examination of nonlinear series in a linear way leads to erroneous results, therefore it is crucial to test whether the series is linear. Hence, a nonlinearity analysis based on variance was conducted using ARCH and GARCH (Hentschel, 1995) to examine the nonlinearity of variance. Nonlinearity tests are based on mean and include numerous models, such as: the Nonlinear Autoregressive (NLAR) Model, Generalized Autoregressive (GAR) Model, Threshold AR (TAR) Models, Soft Transition AR (STAR) Models, BAND-TAR Model, and Markov Regime Change (MSA) Model (Tong, 2007).

Terasvirta (1994) noted that nonlinear time series models, such as smooth transition autoregressive models (STAR), gained much importance in modeling economic and analyzing financial data. In addition, Kruse (2011) highlighted that the exponential smooth transition autoregressive model (ESTAR) and its derived tests ESTAR process could be expressed as follows:

$$\Delta y_t = \alpha y_{t-1} + \phi y_{t-1} (1 - \exp\{-\gamma(y_{t-1} - c)^2\}) + \varepsilon_t \quad (4)$$

In Eq. 4, ε_t is the error term and c represent the threshold value. $\varepsilon_t \sim \text{iid}(0, \sigma^2)$, if the smoothing parameter (γ) is close to zero, ESTAR model fits into a linear AR (1) model which is shown as follows (Kruse, 2011).

$$\Delta y_t = \alpha y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Eq.5 is stationary if $-2 < \alpha < 0$. Then, it is determined that if α equals to zero, it signifies that the ESTAR model has a random walk if γ equals to zero. The ESTAR model under the restriction $\alpha = 0$ is shown as follows (Kapetanios et. al., 2003).

$$\Delta y_t = \phi y_{t-1}(1 - \exp\{-\gamma(y_{t-1} - c)^2\}) + \varepsilon_t \quad (6)$$

In this context, the Eq.6 model means globally stationary if $-2 < \phi < 0$ is true, even though it is locally nonstationary regarding having a partial unit root while $y_{t-1} = c$ holds (Kruse, 2011: 73). On the other hand, we employ Kapetanios et. al. (KSS, 2006) nonlinear cointegration test in this study. For this test, the null hypothesis suggests the nonexistence of a cointegration relationship, while the alternative hypothesis assumes the presence of a nonlinear relationship between the variables. Kapetanios et al. (2006) aimed to develop new alternatives to the error correction model under the alternative hypothesis. For this purpose, the general model is considered:

$$\Delta u_t = F(u_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (7)$$

In Eq. 7, multiple functional form of F can be analyzed. Kapetanios et. al. (2006) concentrate on a particular case in which F pursues the exponential smooth transition autoregressive (ESTAR) function form.

$$F(u_{t-1}) = \gamma(1 - \exp(-\theta u_{t-1}^2))u_{t-1} \quad (8)$$

In this case (Eq. 8) becomes as follows (Kapetanios et. al, 2006):

$$\Delta u_t = \gamma(1 - \exp(-\theta u_{t-1}^2))u_{t-1} + \varepsilon_t \quad (9)$$

$$\Delta y_t = \gamma(1 - \exp(-\theta u_{t-1}^2))u_{t-1} + \beta' \Delta x_t + \varepsilon_t \quad (10)$$

Eq. 11 states as the nonlinear STAR error correction model:

$$y_t = \gamma(1 - \exp(-\theta u_{t-1}^2))u_{t-1} + \alpha' \Delta x_t + \varepsilon_t \quad (11)$$

Then, following the case where ε_t is serially correlated, supposing that these serial correlations with lag length p entered the linear autoregressive model.

$$\Delta u_t = \gamma(1 - \exp(-\theta u_{t-1}^2))u_{t-1} + \sum_{j=1}^p \phi_j \Delta y_{t-j} + \eta_t \quad (12)$$

Where η_t denotes *iid* variates with zero mean and finite variance. Finally, the general equation of the ESTAR error correction model is formed by the above equations (Kapetanios et al., 2006):

$$\Delta y_t = \gamma(1 - \exp(-\theta u_{t-1}^2))u_{t-1} + \alpha' \Delta x_t + \sum_{j=1}^p \phi_j \Delta y_{t-j} + \sum_{j=1}^p \lambda_j \Delta x_{t-j} + \varepsilon_t \quad (13)$$

Accordingly, the null hypothesis ($H_0: \theta=0$) states that there is no cointegration relationship while the alternative hypothesis $H_1: \theta > 0$ proposes the presence of a nonlinear ESTAR cointegration relationship between the variables. Since the parameter “ γ ” is not defined under the null hypothesis, this hypothesis cannot be tested directly so that Taylor expansion equation is used (Eq. 14):

$$\Delta u_t = \delta u_{t-1}^3 + \varepsilon_t \quad (14)$$

If the residuals are autocorrelated, the model can be extended as shown in the following model (Kapetanios et. al., 2006):

$$\Delta u_t = \delta u_{t-1}^3 + \sum_{i=1}^p \rho_i \Delta u_{t-i} + \varepsilon_t \quad (15)$$

Within the framework of Eq. 15, the null hypothesis ($H_0: \delta=0$) states that there is no cointegration relation between the variables, and the alternative hypothesis ($H_1: \delta < 0$) proposes the presence of nonlinear ESTAR cointegration (Kapetanios et. al., 2006). Accordingly, if the null hypothesis (H_0) is rejected, it can be said that the presence of cointegration relationship is found. On the other hand, if the null hypothesis is not rejected, it can be said that there is no cointegration relationship between the variables.

We also applied Dicks and Panchenko (2006) nonlinear causality to investigate the casual relationship between variables. The Dicks and Panchenko (2006) test statistics are as follows: $(n-1) \sum_i \left(\hat{f}_{X,Y,Z}(X_i, Y_i, Z_i) \hat{f}_Y(Y_i) - \hat{f}_{X,Y}(X_i, Y_i) \hat{f}_{Y,Z}(Y_i, Z_i) \right)$ (16)

Moreover, Diks and Panchenko (2006) indicates the distribution of the test statistic as follows:

$$\sqrt{n} \frac{(T_n(\varepsilon_n) - q)}{S_n} \xrightarrow{\rightarrow} dN(0,1) \quad (17)$$

The null hypothesis of this test is that there is no non-linear causality relationship between the variables, while the alternative hypothesis is that there is a non-linear causality relationship. In the methodology part of the study, the methodology of nonlinear tests is specifically discussed instead of the methodology of linear conventional tests.

Data and Test Results

This paper investigates the linear and non-linear relationship between EC and FDI for the Fragile Five countries (Brazil, Indonesia, India, Turkey, and South Africa) using annual data from 1980 to 2020. FDI refers to net inflows (% of GDP); fossil energy consumption per capita is measured as average energy consumption from coal, oil and gas per capita. All data are obtained from Our World in Data. The fossil energy consumption variable is used after its logarithmic transformation. When the

EC variable is considered as raw data, it was used after logarithmic transformation since the scale difference and standard deviations of the relevant series are high. The mathematical model for this analysis is presented as:

$$EC = f(FDI) \tag{18}$$

The econometrics model expression for Eq. 18 is provided as:

$$EC_t = \beta_0 + \beta_1 FDI_t + u_t \tag{19}$$

where u_t is the error term, t subscript indicates yearly data from 1980 to 2020, β_0 is the intercept, and β_1 denotes the respective coefficient quantifying the magnitude of nexus between FDI and EC. Table 2 presents Augmented Dickey-Fuller (ADF) unit root test results.

Table 2
ADF Linear Unit Root Test Results

Variables	ADF		
	None	Intercept	Trend and Intercept
Panel A: Brazil			
EC	-0.92 (0.90)	-0.97 (0.75)	-1.14 (0.90)
FDI	-0.62 (0.43)	-1.71 (0.41)	-2.29 (0.42)
ΔEC	-4.84 (0.00)*	-4.94 (0.00)*	-4.97 (0.00)*
ΔFDI	-6.03 (0.00)*	-5.96 (0.00)*	-5.88 (0.00)*
Panel B: Indonesia			
EC	-4.66 (1.00)	-2.36 (0.15)	-0.02 (0.99)
FDI	-1.62 (0.09)	-2.39 (0.15)	-2.64 (0.26)
ΔEC	-3.67 (0.00)*	-4.76 (0.00)*	-3.29 (0.08)*
ΔFDI	-3.40 (0.00)*	-6.02 (0.00)*	-5.94 (0.00)*
Panel C: India			
EC	-7.36 (1.00)	-1.92 (0.31)	-0.96 (0.93)
FDI	-0.30 (0.57)	-1.32 (0.60)	-3.09 (0.12)
ΔEC	-2.58 (0.01)*	-4.02 (0.00)*	-4.20 (0.00)*
ΔFDI	-6.85 (0.00)*	-6.90 (0.00)*	-6.81 (0.00)*
Panel D: Turkey			
EC	-3.81 (0.99)	-1.82 (0.36)	-1.34 (0.86)
FDI	-1.23 (0.19)	-2.21 (0.20)	-2.72 (0.23)
ΔEC	-4.57 (0.00)*	-6.24 (0.00)*	-6.85 (0.00)*
ΔFDI	-5.92 (0.00)*	-5.85 (0.00)*	-5.80 (0.00)*
Panel E: South Africa			
EC	-0.11 (0.63)	-2.45 (0.13)	-3.20 (0.09)
FDI	-0.70 (0.40)	-1.59 (0.47)	-5.50 (0.00)*
ΔEC	-7.36 (0.00)*	-7.26 (0.00)*	-7.67 (0.00)*
ΔFDI	-8.02 (0.00)*	-7.93 (0.00)*	-7.84 (0.00)*

The critical values are obtained from MacKinnon (1996), * indicates rejection of null hypothesis at 5% significance levels and Δ denotes the first difference of a time series. Expressions in parentheses () and square brackets [] state probability values and lag length, respectively, while those not in parentheses indicate t statistics. In addition, Schwarz Info Criterion is used for unit root test.

The ADF unit root test results in Table 2 are given for none, constant, constant, and trend data. For all countries, it was determined that the EC and FDI series are stationary after taking the first difference for none, constant, and trend data. This result also shows that it is possible to conduct a long-term cointegration analysis. Table 3 presents Kruse (2011) nonlinear unit root test results.

Table 3

Kruse (2011) Nonlinear Unit Root Test Results

	Case 1	Case 2	Case 3
	Test Stat.	Test Stat.	Test Stat.
Panel A: Brazil			
EC	3.38 (2)	5.13 (2)	3.16 (2)
FDI	3.83 (0)	2.56 (0)	4.61 (0)
Panel B: Indonesia			
EC	34.13 (0)*	2.54 (1)	2.10 (0)
FDI	7.26 (0)	7.06 (2)	6.24 (2)
Panel C: India			
EC	67.17 (1)*	6.76 (2)	1.86 (0)
FDI	10.03 (0)*	6.92 (0)	8.15 (0)
Panel D: Turkey			
EC	19.94 (0)*	5.80 (0)	3.93 (0)
FDI	3.47 (0)	2.99 (0)	2.59 (0)
Panel E: South Africa			
EC	5.98 (0)	16.80 (0)*	15.80 (0)*
FDI	18.44 (0)*	3.85 (2)	4.10 (0)
Kruse (2011) Critical Values	5%	9.53	10.17
			12.82

* indicates rejection of null hypothesis at 5% significance level. Case 1 and Case 2 represent raw and demeaned data, respectively, while Case 3 represents detrended data.

Table 3 demonstrates the nonlinear unit root test results of the EC and FDI series for the Fragile Five countries. Accordingly, it was proven that the EC series in South Africa is stationary at the level values for Case 2 and Case 3, while the EC series in Indonesia, India, and Turkey are stationary at level values for Case 1. In addition, the FDI in India and South Africa is stationary at level values for Case 1. According to the other results, all series are stationary after taking the first difference. Table 4 presents the Johansen Cointegration test results. This test was applied to examine a linear cointegration relationship.

Table 4
Johansen Cointegration Test Results

Hypothesized No. of CE (s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0,05 Critical Value	Prob.***	Max-Eigen Statistic	0,05 Critical Value	Prob.***
Brazil (1)							
None	0.21	12.79	20.26	0.38	9.58	15.89	0.37
At most 1	0.07	3.20	9.16	0.54	3.20	9.16	0.54
Indonesia (1)							
None	0.20	9.04	18.39	0.57	9.04	17.14	0.49
At most 1	1.29	0.00	3.84	0.98	0.00	3.84	0.98
India (1),							
None	0,29	16.37	25.87	0,46	13.43	19,38	0,29
At most 1	0,07	2.94	12,51	0,88	2,94	12,51	0,88
Turkey (2)							
None*	0.26	15.93	15.94	0.04	11.63	14.26	0.12
At most 1*	0.10	4.29	3.84	0.03*	4.29	3.84	0.03*
South Africa (5)							
None *	0.35	19.50	18.39	0.03*	16.94	17.14	0.05**
At most 1	0.06	2.56	3.84	0.10	2.56	3.84	0.10

* and ** indicate rejection of null hypothesis at 5% and 10% significance level, respectively. *** denotes Mackinnon-Haug-Michells (1999) p-values. Values in parentheses adjacent to countries () denote the lag length.

Table 4 demonstrates the presence of a cointegration relationship between FDI and EC for Turkey and South Korea. This is because the cointegration test statistics for these countries are less than five percent.

Table 5
Kapetanios, Shin and Snell (2006) Nonlinear Cointegration

Model		Test Statistics	Critical Values (according to 5%) for t_{NEG}
Brazil	KSS _c	-1.80 (0)	-3.28
	KSS _t	-2.09 (2)	3.71
Indonesia	KSS _c	-1.99 (3)	-3.28
	KSS _t	-2.37 (3)	3.71
India	KSS _c	-2.25 (4)	-3.28
	KSS _t	-1.24 (3)	3.71
Turkey	KSS _c	-1.92 (0)	-3.28
	KSS _t	-1.67 (0)	3.71
South Africa	KSS _c	-3.91 (0)*	-3.28
	KSS _t	-4.11 (0)*	3.71

The values in parentheses indicate the lag length, KSS (2006) critical values was used and KSS_c denotes KSS test statistic obtained from demeaned data. KSS_t denotes KSS test statistic obtained from both demeaned and detrended data, * indicates rejection of null hypothesis at 5% significance levels. The lag length (lsm=3) was considered as 2 in the nonlinear cointegration analysis.

In Table 5, the KSS (2006) nonlinear cointegration test statistics were compared to the critical values in the KSS (2006) study. Accordingly, it was concluded that the test statistics values of South Africa are less than the critical values (according to t_{NEG}). Accordingly, the null hypothesis of a non-cointegration relationship between EC and FDI series should be rejected. Therefore, it can be said that these series have cointegration relationships as there is a transition effect from FDI to EC.

Table 6

Linear Error Correction Model

Model	Coefficients	t-Value	Pr(> t)
Brazil	-0.17	-1.41	0.166
Indonesia	-0.31*	-2.59	0.013
India	-0.14	-1.17	0.248
Turkey	-0.23**	-1.95	0.058
South Africa	-0.41*	-3.35	0.001

* and ** indicate rejection of null hypothesis at 5% and 10% significance level, respectively.

Table 6 displays that the linear error correction model test result is statistically significant for Turkey and South Africa in terms of the obtained coefficients and probability values. At the same time, it was stated that these countries have a long-term relationship according to the Johansen (1988) cointegration test. Table 7 presents the values of the probabilities of the error correction terms ($I(u^3)$). The error correction model suggests that the short-term imbalances can be corrected in the long-term.

Table 7

ESTAR Nonlinear Error Correction Model

Model	Coefficients	Estimate	t-Value	Pr(> t)
Brazil	$I(u^3)$	-1.73	-1.349	0.186
Indonesia	$I(u^3)$	-0.09	-1.371	0.179
India	$I(u^3)$	-0.47	-0.522	0.605
Turkey	$I(u^3)$	-0.43*	-1.699	0.098
South Africa	$I(u^3)$	-38.86	-1.751	0.088

$I(u^3)$ denotes for the error correction terms. * Indicates rejection of null hypothesis at 10% significance level.

Table 7 illustrates that the results of the ESTAR error correction model are assumed statistically significant when the value of the coefficient of error correction model $I(u^3)$ is between -2 and 0. Accordingly, the ESTAR error correction model mechanism works for Turkey. In addition, these models are appropriate and prove the existence of a significant long-term causality relationship. Table 8 presents the Granger linear causality test results.

Table 8
Granger Linear Causality Test Results

Countries	Null hypothesis	Statistic	Prob.
Brazil	$\Delta FDI \neq \Delta LNEC$	1.43	0.25
	$\Delta LNEC \neq \Delta FDI$	1.11	0.33
Indonesia	$\Delta FDI \neq \Delta LNEC$	0.09	0.76
	$\Delta LNEC \neq \Delta FDI$	0.12	0.72
India	$\Delta FDI \neq \Delta LNEC$	1.30	0.26
	$\Delta LNEC \neq \Delta FDI$	0.00	0.98
Turkey	$\Delta FDI \neq \Delta LNEC$	4.12	0.04*
	$\Delta LNEC \neq \Delta FDI$	0.01	0.90
South Africa	$\Delta FDI \neq \Delta LNEC$	0.33	0.56
	$\Delta LNEC \neq \Delta FDI$	0.39	0.52

* indicates that the null hypothesis is rejected at 5% significance level. Since cointegration relationship was found between the variables of Turkey and South Africa, the Vector Error Correction Model (VECM) based causality was implemented. For other countries, since there was no cointegration relationship between the variables, the Vector Autoregressive Models (VAR) based causality analysis was executed.

Table 8 demonstrates the existence of a unidirectional causality relationship from FDI to EC. In other words, it was determined that the probability value of the FDI and EC nexus in Turkey is less than 0.05. This result indicates that the null hypothesis is rejected.

Table 9
Diks and Panchenko (2006) Nonlinear Causality Test Results

Countries		$\Delta FDI \neq \Delta LNEC$		$\Delta LNEC \neq \Delta FDI$	
		t-stat	p-value	t-stat	p-value
Brazil	2	0.81	0.20	0.04	0.48
Indonesia	2	-1.09	0.86	0.91	0.17
India	2	0.30	0.38	-0.05	0.52
Turkey	2	0.32	0.37	0.23	0.40
South Africa	2	0.72	0.23	0.65	0.25

N= 41, Bandwith=1.0, Embedding dimension= 2

The findings of the Granger causality test in Table 8 demonstrate the existence of a unidirectional causality relationship from FDI to EC in Turkey. Namely, it was found that the probability value of the link between FDI and EC for Turkey is less than 0.05. Therefore, the null hypothesis, which states that there is no causal relationship between the variables, is rejected. Table 9 presents the results of the Dicks and Panchenko (2006) non-linear causality test. The Dicks and Panchenko (2006) test results show that the probability values of all variables are greater than 0.05. Accordingly, the null hypothesis, which states that there is no causal relationship between the variables, is not rejected. In other words, the non-linear causality relationship between FDI and EC could not be detected for all countries.

Conclusion

In today's world, it can be seen that there is a tremendous increase in the frequency of natural events caused by climate change and ecological crises. It has been observed that the tendency to use fossil fuels as an energy source in the production process has increased the severity of global warming due to the greenhouse gas effect. In this respect, countries have taken measures to protect the natural environment with the help of climate agreements. Mainly industrialized countries, which pollute the air relatively more, prefer shifting their production to countries that pollute the air less through multinational companies. This situation is discussed within the framework of the pollution haven hypothesis. This study aims to examine whether FDI affects the amount of EC for the Fragile Five countries. For this purpose, we investigated these linkages between variables by utilizing linear and nonlinear test methods. We concluded that most of the variables were shown to be stationary after taking the first differences according to the linear and nonlinear unit root tests. Following that, it was determined that there existed a cointegration relationship from FDI to EC for Turkey and South Africa by utilizing Johansen's (1988) linear cointegration test, while there existed a cointegration relationship from FDI to EC in South Africa in terms of the KSS (2006) nonlinear cointegration test. Looking at the linear and nonlinear error correction model results, it was determined that the linear error correction model works for Turkey and South Africa, while the ESTAR nonlinear error correction model works only for Turkey. Finally, we concluded that there is a causality nexus from FDI to EC in Turkey based on Granger's (1969) linear causality test results, while the model of Dicks and Panchenko (2006) showed that there was no causality nexus between variables. Although the studies of Kuo et al. (2012), Li and Qi (2016), Lin and Benjamin (2018), Wang and Jiayu (2019), Udemba et al. (2020), Bujari and Martinez (2021), and Amoaka and Insaiddoo (2021) examines different countries or country groups, the results we obtained are in line with these results.

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.

References

- Abbas, H. S. M., Xu, X., & Sun, C. (2021). Role of foreign direct investment interaction to energy consumption and institutional governance in sustainable GHG emission reduction. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(40), 56808-56821.
- Abdoul, M., & Hammami, S. (2017). Exploring links Between FDI Inflows, Energy Consumption, And Economic Growth: Further Evidence From MENA Countries. *Journal of economic development*, 42(1).
- Abidin, I. S. Z., Haseeb, M., Azam, M., & Islam, R. (2015). Foreign direct investment, financial Development, international trade and energy consumption: Panel data evidence from selected ASEAN Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 5(3), 841-850.

- Adom, P. K., Opoku, E. E. O., & Yan, I. K. M. (2019). Energy demand–FDI nexus in Africa: do FDI's induce dichotomous paths?. *Energy Economics*, *81*, 928-941.
- Amoako, S., & Insaiddoo, M. (2021). Symmetric impact of FDI on energy consumption: Evidence from Ghana. *Energy*, *223*, 120005.
- Amri, F. (2016). The relationship amongst energy consumption, foreign direct investment and output in developed and developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *64*, 694-702.
- Areemo, A. G., & Ojeyinka, T. A. (2018). Foreign direct investment, energy consumption, carbon emissions and economic growth in Nigeria (1970-2014): an aggregate empirical analysis. *International Journal of Green Economics*, *12*(3-4), 209-227.
- Baek, J., & Choi, Y. J. (2017). Does foreign direct investment harm the environment in developing countries? Dynamic panel analysis of Latin American countries. *Economies*, *5*(4), 39.
- Balsalobre-Lorente, D., Driha, O. M., Halkos, G., & Mishra, S. (2022). Influence of growth and urbanization on CO2 emissions: The moderating effect of foreign direct investment on energy use in BRICS. *Sustainable Development*, *30*(1), 227-240.
- Behera, S. R., & Dash, D. P. (2017). The effect of urbanization, energy consumption, and foreign direct investment on the carbon dioxide emission in the SSEA (South and Southeast Asian) region. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *70*, 96-106.
- Bujari, A., & Venegas-Martínez, F. (2021). On the relationship between foreign direct investment and energy consumption: The Mexican case. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *11*(3), 231.
- 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.
- Dong, B., Gong, J., & Zhao, X. (2012). FDI and environmental regulation: pollution haven or a race to the top?. *Journal of Regulatory economics*, *41*(2), 216-237.
- Granger, C. W. (1969). Investing Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, *37*(3), 424-438.
- Hanif, I., Raza, S. M. F., Gago-de-Santos, P., & Abbas, Q. (2019). Fossil fuels, foreign direct investment, and economic growth have triggered CO2 emissions in emerging Asian economies: some empirical evidence. *Energy*, *171*, 493-501.
- Hentschel, L. (1995). All in the family nesting symmetric and asymmetric garch models. *Journal of financial economics*, *39*(1), 71-104.
- Islam, M., Khan, M. K., Tareque, M., Jehan, N., & Dagar, V. (2021). Impact of globalization, foreign direct investment, and energy consumption on CO2 emissions in Bangladesh: Does institutional quality matter?. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*(35), 48851-48871.
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, *12* (2-3), 231-254.
- Kapetanios, G., Shin, Y., & Snell, A. (2003). Testing for a unit root in the nonlinear STAR framework. *Journal of Econometrics*, *112*(2), 359-379.
- Kapetanios, G., Shin, Y., & Snell, A. (2006). Testing for cointegration in nonlinear smooth transition error correction models. *Econometric Theory*, *22*(2), 279-303.
- Kiviyiro, P., & Arminen, H. (2014). Carbon dioxide emissions, energy consumption, economic growth, and foreign direct investment: Causality analysis for Sub-Saharan Africa. *Energy*, *74*, 595-606.

- Konisky, David M. "Regulator attitudes and the environmental race to the bottom argument." *Journal of Public Administration Research and Theory* 18, no. 2 (2008): 321-344.
- Kruse, R. (2011). A new unit root test against ESTAR based on a class of modified statistics. *Statistical Papers*, 52(1), 71-85.
- Kuo, K. C., Chang, C. Y., Chen, M. H., & Chen, W. Y. (2012). In search of causal relationship between FDI, GDP, and energy consumption-Evidence from China. In *Advanced Materials Research* (Vol. 524, pp. 3388-3391). Trans Tech Publications Ltd.
- Latief, R., & Lefen, L. (2019). Foreign direct investment in the power and energy sector, energy consumption, and economic growth: Empirical evidence from Pakistan. *Sustainability*, 11(1), 192.
- Li, K., & Qi, S. (2016). Does FDI increase industrial energy consumption of China? Based on the empirical analysis of Chinese provinces industrial panel data. *Emerging Markets Finance and Trade*, 52(6), 1305-1314.
- Lin, B., & Benjamin, I. N. (2018). Causal relationships between energy consumption, foreign direct investment and economic growth for MINT: Evidence from panel dynamic ordinary least square models. *Journal of Cleaner Production*, 197, 708-720.
- Lu, J., Imran, M., Haseeb, A., Saud, S., Wu, M., Siddiqui, F., & Khan, M. J. (2021). Nexus between financial development, FDI, globalization, energy consumption and environment: evidence from BRI countries. *Frontiers in Energy Research*, 466.
- Mavikela, N., & Khobai, H. (2018). Investigating the Link Between Foreign direct investment, Energy consumption and Economic growth in Argentina.
- Muhammad, B., & Khan, M. K. (2021). Foreign direct investment inflow, economic growth, energy consumption, globalization, and carbon dioxide emission around the world. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(39), 55643-55654.
- Neumayer, E. (2000). Pollution havens: Why be afraid of international factor mobility? London School of Economics and Political Science mimeo.
- Omri, A., & Kahouli, B. (2014). Causal relationships between energy consumption, foreign direct investment, and economic growth: Fresh evidence from dynamic simultaneous-equations models. *Energy Policy*, 67, 913-922.
- Salim, R., Yao, Y., Chen, G., & Zhang, L. (2017). Can foreign direct investment harness energy consumption in China? A time series investigation. *Energy Economics*, 66, 43-53.
- Sarkodie, S. A., & Strezov, V. (2019). Effect of foreign direct investments, economic development, and energy consumption on greenhouse gas emissions in developing countries. *Science of the Total Environment*, 646, 862-871.
- Shabir, M., Ali, M., Hashmi, S. H., & Bakhsh, S. (2022). Heterogeneous effects of economic policy uncertainty and foreign direct investment on environmental quality: Cross-country evidence. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(2), 2737-2752.
- Sheldon, Ian. "Trade and environmental policy: A race to the bottom?." *Journal of Agricultural Economics* 57, no. 3 (2006): 365-392.
- Singhania, M., & Saini, N. (2021). Demystifying pollution haven hypothesis: Role of FDI. *Journal of Business Research*, 123, 516-528.
- Teräsvirta, T. (1994). Specification, estimation, and evaluation of smooth transition autoregressive models. *Journal of the American Statistical Association*, 89(425), 208-218.
- Tong, H. (2007). Birth of the threshold time series model. *Statistica Sinica*, 17(1), 8-14.

- Udemba, E. N., Magazzino, C., & Bekun, F. V. (2020). Modeling the nexus between pollutant emission, energy consumption, foreign direct investment, and economic growth: new insights from China. *Environmental science and pollution research*, 27(15), 17831-17842.
- Wang, C., & Jiayu, C. (2019). Analyzing on the impact mechanism of foreign direct investment (FDI) to energy consumption. *Energy Procedia*, 159, 515-520.
- Yandle, B. (2004). Environmental turning points, institutions, and the race to the top. *The Independent Review*, 9(2), 211-226.
- Yoon, H., & Heshmati, A. (2017). Do environmental regulations effect FDI decisions? The pollution haven hypothesis revisited.
- Zhang, C., & Zhou, X. (2016). Does foreign direct investment lead to lower CO2 emissions? Evidence from a regional analysis in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 943-951.



Döngüsel Bir Ekonomide Kaynak Verimliliğini Hangi Faktörler Etkiler? Bir Panel Veri Regresyon Analizi*

Which Factors Drive The Resource Efficiency in Circular Economy? A Panel Data Regression Analysis

Gonca Yılmaz**

Öz

Döngüsel ekonomi, kaynakları verimli kullanmak ve aynı zamanda kaynakları sürekli geri bildirim döngülerinde tutmak olarak açıklanabilir. Bu nedenle, ürünler ve/veya bileşenleri için yeni değer akışları bularak ve ürünleri mümkün olduğunca çok döngüye sokarak ürünlerin ömrünün uzatılabileceği anlamına gelmektedir. Döngüsel ekonomi çatısı altında kaynaklar daha verimli kullanılarak kaynak verimliliği esas alınmakta, atıkların ortaya çıkmaması için yeni bir ürün dizaynı sağlanmakta, oluşabilecek atıkların ise tekrar kullanımı ve üretime katılması noktasında yeni bir ekonomik model olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada kaynak verimliliği üzerinde etkili olan sosyal ve ekonomik değişkenlerin belirlenmesi ve istatistikî analizlerle ortaya konması döngüsel ekonominin işleyişi için önemlidir. Bu bağlamda çalışmanın ampirik aşamasında, bağımlı değişken olarak kaynak verimliliği, bağımsız değişkenler olarak da ekonomik büyümeyi temsilen kullanılan kişi başına düşen GSYİH, çevre vergilerinin GSYİH içindeki payı, Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı, belediye atıklarının geri dönüşüm oranı, enerji verimliliği değişkenleri 26 AB ülke grubu açısından dikkate alınmıştır. Veri seti yıllık olarak gözlenmiş olup verilerin ulaşılabilirliğine bağlı olarak 2001-2019 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada yöntem olarak ülkeler ile ilgili modellemelerde sıkça kullanılan panel veri analizi kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, çevre vergileri, Ar-Ge harcamaları, belediye atıklarının geri dönüşümü ve enerji verimliliği değişkenlerine ait katsayıların anlamlı olduğu görülmekte ve bu değişkenlerin kaynak verimliliği üzerinde pozitif yönlü etkileri bulunmaktadır. GSYİH değişkeninin ise anlamlı olmadığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler

Döngüsel Ekonomi, Kaynak Verimliliği, Atık, Geri Dönüşüm

Abstract

The circular economy can be defined as the efficient use of resources while keeping resources in continuous feedback loops. Therefore, the life of products can be extended by finding new value streams for products and/or their components and putting products into as many cycles as possible. Resources are used more efficiently under the umbrella of the circular economy; based on resource efficiency, a new product design is provided to prevent waste from occurring, and it appears as a new economic model in terms of reuse and participation in the production of waste that may occur. At this point, it is critical for the functioning of the circular economy to identify the social and economic variables that are effective on resource efficiency and to reveal them with statistical analysis. In this context, in the empirical phase of the study, resource efficiency is the dependent variable, GDP per capita is used to represent economic growth as the independent variable, the share of environmental taxes in GDP, the share of R&D expenditures in GDP, the recycling rate of municipal waste, energy efficiency variables 26 European Union (EU) countries taken into account in terms of a

* Bu makale, yazarın Döngüsel ekonomiye geçişte kaynak verimliliği ve AB örneği adlı doktora tezinden üretilmiştir.

** **Sorumlu Yazar:** Gonca Yılmaz (Doktora öğrencisi), İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye. E-Posta: gonca_yilmaz@hotmail.com ORCID: 0000-0002-4763-0742

Atf: Yılmaz, G. (2023). Döngüsel bir ekonomide kaynak verimliliğini hangi faktörler etkiler? Bir panel veri regresyon analizi. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38, 19-34. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.38.1106880>



country group. The data set has been observed annually and ranges from 2001 to 2019, depending on data availability. Panel data analysis, which is commonly used in country modeling, was used as a method in the study. According to the findings of this study, it was seen that the coefficients of environmental taxes, R&D expenditures, recycling of municipal waste, and energy efficiency variables are significant, and these variables have positive effects on resource efficiency. GDP variable has negative effects on resource efficiency.

Keywords

Circular Economy, Recycling, Resource Productivity, Waste

Extended Summary

Industrialization, the burning of fossil fuels, the unconscious use of resources, and the destruction of forests have resulted in the accumulation of greenhouse gases in the atmosphere, and in the long run, climate change on a global scale and ultimately the climate crisis due to the greenhouse effect. It has revealed that the take-make-use-dispose linear economy shaped by today's production and consumption patterns can no longer meet the needs of modern society. The gradual exhaustion of unlimited resources has made access to raw materials incredibly hard, and rising environmental pollution and climate change have pushed countries to embark on a new quest. One of the new ways of searching is the circular economy as a sustainable production/consumption model. The circular economy operates differently from the linear economy in the traditional structure. By combining sustainability, resource efficiency, and life cycle, it emerges as a new production and consumption model. To overcome this situation, the circular economy has emerged as an alternative model to the traditional linear economy. It has revealed that the linear economy approach is dependent on resource exploitation and aims to separate economic growth from primary resource dependence in order to overcome this situation. The circular economy can be defined as the efficient use of resources while keeping resources in continuous feedback loops. Resource efficiency, which is about doing more with less, is addressed in a resource-efficient European roadmap report of the EU as 'improving economic performance while reducing pressure on natural resources (EC, 2011). Similarly, the United Nations (2010) defined resource efficiency as 'consuming less material and producing more welfare while respecting the world's ecological carrying capacity. As can be seen from these two definitions, it is emphasized that economic performance and welfare should be maintained with fewer natural resources, in other words, the implementation and realization of steps following the principle of resource efficiency.

In this context, in the empirical phase of the study, resource efficiency is the dependent variable, GDP per capita is used to represent economic growth as the independent variable, the share of environmental taxes in GDP, the share of R&D expenditures in GDP, the recycling rate of municipal waste, energy efficiency variables 26 European Union (EU) countries taken into account in terms of a country group. The data set has been observed annually and covers the period 2001-2019,

depending on the availability of the data. Panel data analysis, which is commonly used in country modeling, was used as a method in the study. According to the results obtained in the study, it is seen that the coefficients of environmental taxes, R&D expenditures, recycling of municipal waste, and energy efficiency variables are significant, and these variables have positive effects on resource efficiency. GDP variable has a negative impact on resource efficiency.

This is the first study in the literature to include resource efficiency as a dependent variable in the analysis of circular economy studies.

Giriş

Sanayileşme ile birlikte fosil yakıtların yakılması, kaynakların bilinçsizce kullanılması, ormanların tahrip edilmesi gibi sonuçlar neticesinde, sera gazları atmosferde birikmiş ve uzun vadede sera etkisi yüzünden küresel ölçekte iklim değişikliğine ve sonuçta da iklim krizine sebep olmuştur. Yaşanan bu gelişmeler neticesinde günümüzün üretim ve tüketim kalıplarıyla şekillenen al-yap-kullan-at (take-make-use-dispose) doğrusal/lineer ekonomisinin modern toplumun ihtiyaçlarını daha fazla karşılayamayacağı sonucunu ortaya koymuştur (Yılmaz ve Algur, 2021). Sınırsız olarak kullanılan kaynakların giderek azalması, hammaddele erişimini gittikçe zorlaştırmış ve artan çevre kirliliği ve neticesinde meydana gelen iklim krizi ülkeleri yeni bir arayış yoluna itmiştir. Yeni arayış yollarından birisi de sürdürülebilir bir üretim/tüketim modeli olarak döngüsel ekonomidir. Döngüsel ekonomi geleneksel yapıda ele alınan doğrusal ekonomiden farklı bir işleyiş göstermektedir. Sürdürülebilirliği, kaynak verimliliğini, yaşam döngüsünü iç içe alarak yeni bir üretim ve tüketim modeli olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu amaçla döngüsel ekonomi, geleneksel olan doğrusal ekonomiye alternatif bir model olarak karşımıza çıkmakta ve doğrusal ekonomi anlayışının kaynak sömürüsüne bağlı olduğunu ve bu durumun üstesinden gelmek için ekonomik büyümeyi birincil kaynak bağımlılığından ayırmayı amaçlamaktadır.

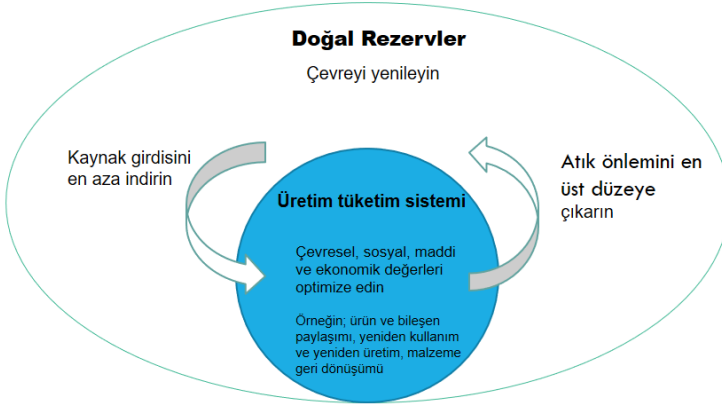
Döngüsel ekonomi, kaynakları verimli kullanmak ve aynı zamanda kaynakları sürekli geri bildirim döngülerinde tutmak olarak açıklanabilir. Bu nedenle, ürünler ve/veya bileşenleri için yeni değer akışları bularak ve ürünleri mümkün olduğunca çok döngüye sokarak ürünlerin ömrünün uzatılabileceği anlamına gelmektedir. Döngüsel ekonomi çatısı altında kaynaklar daha verimli kullanılarak kaynak verimliliği esas alınmakta, atıkların ortaya çıkmaması için yeni bir üretim dizaynı sağlanmakta, oluşabilecek atıkların ise tekrar kullanımı ve üretime katılması noktasında yeni bir ekonomik model olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu model üretim aşamasında oluşan her atığın tekrar değerlendirilerek üretime konulduğu ve oluşan hammadde maliyetinin minimize edildiği, kaynak verimliliğinin ise en üst düzeyde tutulduğu, sürdürülebilir bir modeldir. Bu noktada kaynak verimliliği üzerinde etkili olan sosyal ve ekonomik değişkenlerin belirlenmesi ve istatistiki analizlerle ortaya konması döngüsel ekonominin işleyişi için önemlidir. Döngüsel ekonomi çalışmalarında kısıtlı olarak yer alan kaynak verimliliği değişkenini bağımlı değişken olarak analize dahil eden bu çalışma literatürde ilk çalışma olmaktadır.

Bu bağlamda çalışmanın amacı, Avrupa Birliği üye ülkeleri için ele alınan kaynak verimliliği üzerinde hangi ekonomik ve sosyal değişkenlerin istatistiki olarak anlamlı olup olmadığını araştırmaktır. Bu çerçevede araştırmanın ikinci kısmında döngüsel ekonomi ve kaynak verimliliği ilişkisine, üçüncü kısmında literatüre, dördüncü kısmında veri seti ve ampirik bulgulara yer verilecektir. Son kısımda ise çalışmanın çıktısı olarak elde edilen sonuçlar yorumlanacaktır.

Döngüsel Ekonomi ve Kaynak Verimliliği

Döngüsel ekonomi, sürdürülebilirliğin de temel öncelikleri arasında sayılabilen; doğaya verilen zararın, atık ve kirliliğin en aza indirilmesi, biyoçeşitliliğin korunması ve çeşitlendirilmesi, üretim ve tüketim kalıplarının sürdürülebilir yenilikte olması, ürünlerin ve malzemelerin faydalı ömrünün uzatılması ve doğal sistemlerin yeniden oluşturulması öncüllerine dayanmaktadır.

Döngüsel bir ekonomide kaynak kullanımı, doğal kaynakların çıkarılması en aza indirilerek, atık önleme çalışmalarını en üst düzeye çıkararak ve malzemelerin, bileşenlerin ve ürünlerin yaşam döngüleri boyunca çevresel, sosyal, maddi ve ekonomik değerleri optimize edilerek iyileştirilmektedir (Velenturf ve Purnell, 2021). Şekil 1’de bu yapı döngüsel bir ekonomide kaynak kullanımının işleyişi şeklinde gösterilmektedir.



Şekil 1. Döngüsel Ekonomi İçerisinde Kaynak Kullanımı

Kaynak: Velenturf ve Purnell, 2021

Kaynak kullanımını çevre ve ekonomi perspektifinden ele alan döngüsel ekonomi yaklaşımı esas itibarıyla kaynak verimliliği hedefi taşımaktadır. Kaynak verimliliğinin en üst düzeyde tutularak yüksek katma değerli ürünlerin, malzemelerinin korunması ya da bu malzemelerin ikincil hammadde olarak ekonomiye tekrar geri kazandırılması yoluyla, birincil hammaddelere olan talebin azalması döngüsel ekonomi yaklaşımı ile mümkün olmaktadır (EEA, 2016, s.12).

Kaynak verimliliği, kaynak kullanımının neden olduğu çeşitli çevresel etkilerle yakından ilişkilidir ve kaynak verimliliğinin iyileştirilmesi, bir ülkenin ekonomik büyümesi ve çevresel gelişimi için büyük önem taşımaktadır (Lu ve Schandl, 2021; Pauliuk vd., 2021). Kaynak verimliliği, çevre üzerindeki etkileri en aza indirirken, Dünya'nın sınırlı kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde kullanmak ve daha azıyla daha fazlasını yaratmak ve daha az girdiyle daha fazla değer sunmak olarak

bilinmektedir. Kaynak verimliliği, malzeme kaybını önleme ve malzeme döngüsü yoluyla malzeme girdilerini en aza indirmeyi ve çıktıların en üst düzeyde ekonomik olmasını amaçlayarak, çevresel etkileri azaltmak noktasında çevrenin sınırlarına saygı göstermeyi hedeflemektedir.

Daha azıyla daha fazlasını yapmakla ilgili olan kaynak verimliliği örneğin, Avrupa Birliğinin (AB) kaynak verimli bir Avrupa yol haritası raporunda, “doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı azaltırken ekonomik performansın iyileştirilmesi” olarak ele alınmıştır (EC,2011). Benzer bir ifadeyle Birleşmiş Milletler (2010) kaynak verimliliğini, “dünyanın ekolojik taşıma kapasitesine saygı gösterirken daha az malzeme tüketmek ve daha fazla refah üretmek” biçiminde tanımlamıştır. Bu iki tanımdan da anlaşılacağı üzere ekonomik performansın ve refahın devam etmesi ama bunu daha az doğal kaynakla daha fazlasını yapmak yani kaynak verimliliği ilkesine uygun adımlarla uygulamak ve gerçekleştirmek gerekliliği vurgulanmıştır.

Tarihsel süreçte kaynak verimliliği kavramına ilk kez dikkat çeken Malthus (1798) olmuştur. Malthus gıda kaynaklarının aritmetik olarak arttığını, nüfusun ise geometrik olarak arttığını ileri sürmüştür. Elbette o dönemde Malthus 21.yüzyılın dünyasında teknolojik yeniliklerin yeni gıda üretimlerinin ortaya çıkaracağını öngörememiştir ve veri teknoloji ile gıda kaynaklarının nüfus karşısında yetersiz kalacağını savunmuştur. Roma kulübünün ‘*Büyümenin Sınırları*’ raporunda ise; nüfus artışı, sanayileşme ve kaynak tüketiminin karşılıklı olarak birbirini güçlendirdiği ve doğal kaynakların hızla tükenmesine neden olduğu belirtilmiştir (Meadows et al. 1972). En ikna edici çözüm olarak kaynak verimliliğini ortaya koyan yayın yine Roma kulübü tarafından yayınlanan, ‘*Faktör Dört: Serveti İkiye Katlamak, Kaynak Kullanımını Yarıya İndirmek*’ raporunda ekonomik büyümenin ve kaynak kullanımının azaltımının mümkün olduğu ileri sürülmüştür. Bu çalışmalarda, işgücü verimliliğinden kaynak üretkenliğine odaklanılmasını ve daha az kaynak kullanımı, daha fazla istihdam ve daha fazla ekonomik çıktı içeren bir ekonomi tasavvur edilmesi belirtilmiştir (Von Weizsäcker et al. 2014).

Tarihsel süreçte çalışmalara, raporlara ve ekonomik çıktılara konu olan kaynak verimliliği zaman içerisinde de istatistiksel olarak analizlere dahil olmuştur. Bu hesaplama yönteminde, kaynak verimliliği, gayri safi yurtiçi hasılanın (GSYİH) yerli/yurtiçi malzeme tüketimine (DMC) bölünmesi ile ölçülürken, yerli malzeme tüketimi ise bir ekonomi tarafından doğrudan kullanılan toplam malzeme miktarını ölçmektedir:

$$\text{Kaynak verimliliği} = \text{GSYİH} \div \text{Yurtiçi Malzeme Tüketimi}$$

Bir diğer hesaplama yönteminde ise kaynak verimliliği, bir ekonominin yerli topraklarından yıllık olarak çıkarılan hammadde miktarı ve tüm fiziksel ithalatlardan tüm fiziksel ihracatların çıkarılması ile hesaplanmaktadır. Bu hesaplamalar

ekonomik büyüme ile doğal kaynakların kullanımı arasındaki ayrışmanın gerçekleşip gerçekleşmediğine dair fikirler vermekte ve bu fikirlere özellikle politika değerlendirmeleri içerisinde yaklaşan AB için sürdürülebilir kalkınmanın bir göstergesi olarak sayılmaktadır (Eurostat, 2016).

21 Aralık 2005'te Avrupa Komisyonu, Avrupa'da kullanılan doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımına ilişkin bir strateji önermiştir. Stratejinin amacı, kaynak kullanımıyla ilişkili çevresel etkileri azaltmak ve bunu büyüyen bir ekonomide yapmaktır. Kaynak kullanımının çevresel etkilerine odaklanmak, AB'nin sürdürülebilir kalkınmaya ulaşmasına yardım etme noktasında belirleyici bir faktör olacağı yönündedir. Son yıllarda, küresel kaynak kullanım modelleri ve eğilimleri hakkındaki görüşler ve çalışmalar önemli ölçüde artmıştır (Behrens vd., 2015). Çalışmaların, raporların küresel ölçüde geliştirilmesine ve duyurulmasına katkı sağlayan Avrupa Komisyonu, döngüsel ekonomi hedefine varmak amacıyla kaynak verimliliğini desteklemektedir. Komisyon, döngüsel ekonomiyi destekleyici yatırımların önünü açabilmek adına;

- Kaynak Verimliliği Finans Kurulu (The Resource Efficiency Finance Roundtable) tarafından inovatif finansal araçlar yaratılması, şirketler için muhasebesel düzenlemeler yapılması, finansal kurumların sürdürülebilirlik sorumluluklarının netleştirilmesi, şirketler için kaynak verimliliği projelerine ilave finansman potansiyelinin araştırılması,
- Kamu ihale kanununda değişiklik yapılarak üye ülkelerin Yeşil Kamu Alımları (Green Public Procurement, GPP) konusunda rehberlik edilmesi ve desteklenmesi,
- AB finansmanına döngüsel ekonominin daha fazla entegre edilmesi ve üye devletlerin Avrupa Yapısal ve Yatırım Fonları (European Structural and Investment Funds) aracılığıyla döngüsel ekonomi ile ilgili projelerde AB finansmanının kullanımının teşvik edilmesi amaçlanmaktadır (European Commission, 2014).

Literatür

Kaynak verimliliği ve verimlilik artışlarının ekonomik etkilerini araştırmak için kullanılan farklı üç ana model bulunmakla birlikte mühendislik, işletme, iktisat, ekonometri gibi alanlarda farklı modeller kullanılmaktadır. Bu modeller: hesaplanabilir genel denge (CGE) modelleri, sistem dinamiği modelleri ve ekonometrik modellerdir. Döngüsel ekonomi ve kaynak verimliliğine ilişkin ele alınacak çalışmalar şu şekildedir:

Trika, Banacu & Busu (2019), gerçekleştirmiş oldukları çalışmada AB düzeyinde döngüsel ekonominin sürdürülebilirliği ve çevresel faktörleri araştırmışlardır.

Çalışmada 2007-2016 yılları arasındaki veriler kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda döngüsel ekonomi faktörlerinin; kaynak verimliliği, ürünlerin geri dönüşüm oranı ve çevre koruma alanında hizmet veren çalışan oranının, büyüme üzerinde önemli pozitif bir etkisi olduğunu saptamışlardır.

Vuta vd. (2018), yapmış oldukları çalışmada AB ülkelerinde döngüsel ekonominin büyümeye etkisini araştırmışlardır. 2005-2016 yılları arasındaki veriler kullanılmış ve döngüsel ekonomiyle ilgili önlemlerin kaynak verimliliği ve büyüme üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Değişkenler olarak kaynak verimliliği, gayri safi yurtiçi hasıla, belediye atıklarının geri dönüşüm oranı, ambalaj atık oranı, Ar-ge harcamaları, çevre vergisi kullanılmıştır. Döngüsel ekonomi modelinin toplumun sürdürülebilir kalkınması üzerindeki pozitif etkilerini saptamışlardır.

Ateş (2021), AB ülkeleri arasında yapılan döngüsel ekonomi kapsamında GSYİH ile geri dönüşüm ilişkisi çalışmasında panel veri yöntemiyle dirençli tahminci Prais-Winsten kullanmış, 2008-2017 yılları arasında 30 ülkeyi çalışmasına dâhil etmiştir. Sonuçlara göre plastik atıklarının ve eski otomobil aksanlarının geri dönüşüm oranlarının ekonomik büyümeyi olumsuz etkilediği, diğer bağımsız değişkenler olan elektronik, ambalaj, cam, metal, evsel ve odun atıklarının geri dönüşümlerinin ekonomik büyümeyi olumlu etkilediği görülmüştür.

AB ülkeleri arasında yapılan başka bir çalışmada Hysa vd. (2020), kişi başı GSYİH'nın bağımlı değişken, çevre vergisi gelirinin payı, evsel atıkların geri dönüşüm oranı, geri dönüşüm ile ilgili araştırma ve geliştirme harcamaları ve geri dönüşüme tabi olan ürünlerin ticaret verilerinin bağımsız değişken olduğu çalışmada panel veri analizi çalışması yapmıştır. Çalışmada ele alınan tüm değişkenlerin kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasılayı arttırdığı görülmüştür. Çalışmada döngüsel ekonomi ve ekonomik büyüme arasında güçlü ve pozitif bir korelasyon olduğu sonucuna varılmıştır.

Shah vd. (2020) tarafından 1978-2017 yılları arasındaki veriler alınarak bazı ülkeler için kaynak tüketimi ve verimlilik üzerinde yapılan çalışmada, kişi başı GSYİH'nın düşük olmasının çevre ve kaynak yönetimi için engel olduğu, sanayi sektöründe süreç yeniliği, hammadde ikamesi, malzeme kaybının azalması, yeniden yapılanma ve kaynak açısından tutumlu üretimlerin teşvik edilmesinin olumlu etkiler doğuracağını savunmuşlardır.

Çırak (2021) döngüsel ekonomi perpektifinden Almanın atık geri dönüşümü ve ekonomik büyüme üzerine yaptığı analizinde 2000-2018 dönemini ele almış, GSYH değişimi, ambalaj, kâğıt ve karton atıkları geri dönüşüm oranı değişkenlerini kullanmıştır. Analiz sonucuna göre, söz konusu değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını fakat uzun dönemde eş bütünleşik olduğu sonucuna varılmıştır.

Li, Dong vd. tarafından 1985-2007 yılları arasında Çin'inin döngüsel ekonomisi üzerine yaptıkları çalışmada, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmişler ve kişi başına düşen reel GSYİH ile enerji tüketimi arasında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna varmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, zaman içerisinde, kişi başına düşen reel GSYİH' deki yüzde 1'lik bir artış, enerji tüketimini yaklaşık yüzde 0,48-0,50 oranında artırmış ve bu nedenle karbondioksit emisyonlarını yaklaşık yüzde 0,41-0,43 oranında artırdığı gözlenmiştir (Li et al., 2011).

Avrupa döngüsel ekonomisindeki korelasyonlar adlı çalışmasıyla panel veri modelini kullanan Mihai vd (2018), 2007-2015 dönemini ele alarak Avrupa ülkeleri için enerji sektöründe döngüsel ekonomiye ilişkin makroekonomik göstergeleri ve yenilenebilir enerjinin payını hangi değişkenlerin etkilediğini 31 ülke için analiz etmişlerdir. Sonuçlara göre yenilenebilir enerji payı; işsizlik oranı, kişi başına düşen GSYİH ve gaz emisyonlarından etkilenir sonucuna ulaşılmıştır (Mihai vd. 2018).

İnovasyon yoluyla artan enerji ve kaynak verimliliğini inovasyon anketi verilerini kullanarak analiz eden Rennings and Rammer (2019), Almanya'da faaliyet gösteren firmalar üzerinde gerçekleştirdikleri anket çalışmasında enerji ve kaynak verimliliği yeniliklerinin firmaların hem ekonomik hem de çevresel performansı için kazan-kazan fırsatları olarak görülmüş ve firmaların ekonomik başarısına önemli ölçüde katkıda bulunduğu saptanmıştır. Çevresel yenilikler, hem ürünlerin çevresel kalitesinin iyileştirilmesine hem de ürün ve süreçlerin kaynak verimliliğinin artırılmasına katkı noktasında yorumlanmıştır.

Kaynak verimliliği ile ilgili simülasyon modeli oluşturulan bir çalışmada ise birden fazla ülkeden alınan veriler karşılaştırmış ve analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçları, kaynak verimliliğini etkileyen başlıca faktörlerin gelir düzeyi, nüfus yoğunluğu, ekonomik yapı, enerji yapısı ve hammadde ticareti olduğu ve bu faktörler arasında en önemli üç faktörün; gelir düzeyi, nüfus yoğunluğu ve ekonomik yapı olduğu belirlenmiştir (Gan vd. 2013).

Veri, Yöntem ve Ampirik Bulgular

Bir veri setinin hem zaman boyutuyla hem de birim boyutuyla tanımlanması ile oluşan veri seti panel veri seti olarak tanımlanmaktadır ve bu biçimde oluşturulan veri setleri ile tahmin edilen modellere de panel veri modelleri olarak adlandırılmaktadır. Bir panel veri modeli genel olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir;

$$Y_{it} = \beta_{0it} + \beta_{1it} X_{it} + u_{it} \quad i=1,2,\dots,N \quad t=1,2,3,\dots,T \quad (1)$$

(1) no'lu gösterimde sunulan panel veri modelinde Y bağımlı değişken, X bağımsız değişken, β_{0it} sabit parametre, β_{1it} ise eğim parametresi ve u_{it} hata terimidir. Birden fazla bağımsız değişkene sahip $k = 1,2,3 \dots K$ sayıda parametrelili panel veri modeli ise aşağıdaki gibi gösterilebilmektedir:

$$Y_{it} = \beta_{1it} + \beta_{2it} X_{2t} + \dots + \beta_{kit} X_{kit} + u_{it} \quad (2)$$

Diğer taraftan birim ve zaman etkinin varlığı durumunda panel veri modeli aşağıdaki biçimde gösterilebilir

$$Y_{it} = (\beta + \mu_i + \lambda_t) + \sum_{k=2}^K \beta_{kit} X_{kit} + u_{it} \quad (3)$$

$$\beta_{1it} = \beta + \mu_i + \lambda_t \quad (4)$$

(3) no'lu modelde yer alan μ_i birim etkinin varlığını ifade eden parametreyken, λ_t zaman etkisini gösteren parametredir. Bu parametrelerden hareketle μ_i ve λ_t sabit ise *sabit etkiler modeli*, rassal (tesadüfi) ise *rassal etkiler modeli* olarak tanımlanmaktadır.

Panel veri modellerinde yukarıda bahsedilen farklıklar olduğu gibi tahmin yöntemleri arasında da bazı farklılıkları bulunmaktadır. Bu nedenle modele uygun tahmin yönteminin seçilmesi son derece önemlidir. Panel veri modellerinin tahmininde kullanılan yöntemlerden birisi en küçük kareler yöntemidir. Bu temel yöntemin kullanılması durumunda klasik regresyon modellerinde geçerli olan ekonometrik varsayımların sağlanması beklenmektedir. Bu varsayımlardan bir ya da daha fazlasının yerine gelmemesi durumunda varsayımlardan sapma ortaya çıkmaktadır. Bu yöntemin dışında uygunluk durumuna göre sabit etkiler modeli ya da rassal etkiler modeli dikkate alınmaktadır.

Araştırmanın ampirik aşamasında, bağımlı değişken olarak kaynak verimliliği, bağımsız değişkenler olarak da iktisadi büyüme (kişi başına düşen, %), çevre vergilerinin GSYİH içindeki payı (%), Ar-Ge harcamalarının GSYİH (%) içindeki payı, belediye atıklarının geri dönüşüm oranı (%), enerji verimliliğindeki değişim oranı (artış oranı %) değişkenleri 26 AB ülke grubu açısından dikkate alınmıştır.

AB ülke grubu olarak; Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Hırvatistan, Kıbrıs, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç çalışmaya dâhil edilmiş, Romanya ise veri eksikliğinden dolayı dahil edilmemiştir. Veri seti yıllık olarak gözlenmiş olup verilerin ulaşılabilirliğine bağlı olarak 2001-2019 dönemini kapsamaktadır. Değişkenlere ait tüm veriler Avrupa İstatistik Ofisi olan Eurostat veri tabanından elde edilmiştir. Araştırmada yöntem olarak ülkeler ile ilgili modellemelerde sıkça kullanılan panel veri analizi kullanılmıştır.

Tablo 1
Değişkenler ve Birim Değerleri

Değişkenlerin Sembolleri	Değişkenler ve Birim Değerleri
Inkv	Kaynak verimliliği (Kilogram başına satın alma gücü standardının logaritması)
Gsyih	İktisadi büyüme (Kişi başına düşen, %)
Çevre vergisi	Çevre vergilerinin GSYİH içindeki payı (%)
Atık	Belediye atıklarının geri dönüşüm oranı (%)
Ar-Ge	Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı (%)
Enerji	Enerji verimliliği (Artış oranı, %)

Tahmin edilecek uygun modele karar verebilmek için ilk olarak birim ve/veya zaman etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Birim ve zaman etkisinin varlığının testi için kullanılan F ve LM sınamalarına ait sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2
F,LM, Testi Sonuçları (Birim Etki)

	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
F (25, 459):	28.00	0.0000*
Chi(5) X² :	270.62	0.0000*

* %5 anlamlılık düzeyinde temel hipotezin reddedildiğini ifade etmektedir.

Tablo 3
F, Testi Sonuçları (Zaman Etkisi)

	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
F (19, 491):	13.85	0.000*

* %5 anlamlılık düzeyinde temel hipotezin reddedildiğini ifade etmektedir.

Tablo 2’de sunulan F testi sonucuna göre klasik modelin dikkate alınamayacağı sabit etkili birim etkisinin varlığı belirlenmiş olup bu birim etkisinin sabit olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tablo 2’de verilen LM testi sonuçlarına göre ise yine klasik modelin geçerli olmadığı ve birim etkisinin var olduğu anlaşılmaktadır. Bu birim etkisinin tesadüfi olduğu belirlenmiştir. Tablo 3’de sunulan F testi sonucuna göre ise zaman etkisinin varlığı anlaşılmaktadır.

Bu sonuçların elde edilmesinin ardından sabit etkili ve tesadüfi etkili modelin geçerli olup olmadığının sınanması amacıyla Hausman testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 4 ve Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 4
Birim Etkisi İçin Hausman Testi Sonuçları

	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Chi(5) X² :	273.34	0.0000*

* %5 anlamlılık düzeyinde temel hipotezin reddedildiğini ifade etmektedir.

Tablo 5

Zaman Etkisi İçin Hausman Testi Sonuçları

	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Chi(5) X² :	161.88	0.000*

* %5 anlamlılık düzeyinde temel hipotezin reddedildiğini ifade etmektedir.

Hausman testi sonuçlarını içeren Tablo 4 ve Tablo 5'deki sonuçlar incelendiğinde %5 anlamlılık düzeyinde tesadüfi etkiler tahmincisinin tutarsız olduğu, sabit etkiler tahmincisinin geçerli olduğuna karar verilmiştir.

Sabit etkiler modelinin geçerli model olduğunun belirlenmesinin ardından modele ait varsayımlardan sabit varyans varsayımı, otokorelasyonun varlığı ve birimler arası korelasyonun varlığı sınanmış ve sonuçlar Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6

Wald, DW – LBI, Pesaran Testi Sonuçları

	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Chi(26) X² :	5421.27	0.0000*
Durbin-Watson (DW):	0.53	0.0000*
Baltagi-Wu (LBI):	0.64	0.0000*
Pesaran:	4.737	0.0000*

* %5 anlamlılık düzeyinde temel hipotezin reddedildiğini ifade etmektedir.

İlk olarak sabit varyans varsayımının geçerli olup olmadığının sınanması için Değiştirilmiş Wald testi uygulanmıştır ve sabit etkiler modelinde değişen varyans sorununun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu modelde otokorelasyon sorunu olup olmadığı Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın Durbin Watson testi ile araştırılmıştır. Tablo 6'daki sonuçlardan hareketle Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın Durbin Watson testi ve Baltagi-Wu'nun yerel en iyi değişmez test değerinin 2'den küçük değerler alması nedeniyle modelde otokorelasyon sorunun olduğu anlaşılmıştır. Son olarak Pesaran'ın CD test istatistiği sonucu dikkate alındığında sıfır hipotezi olan birimler arası korelasyonun olmadığını ifade eden hipotez reddedilmektedir ve sabit etkiler modelinde birimler arası korelasyonun varlığı görülmüştür.

Sabit etkiler modelinde birimler arası korelasyonun varlığının, değişen varyans ve otokorelasyon sorunlarının belirlenmesi nedeniyle dirençli tahmin yöntemi olan Driscoll- Kraay yöntemi uygulanmıştır ve sabit etkiler model tahmin edilmiştir. Modele ait nihai sonuçlar Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7

Driscoll-Kraay Standart Hatalı Test Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Atık	0.00283	3.56	0.002*
Vergi	0.08509	2.61	0.018*
Arge	0.13204	8.83	0.000*
Enerji	0.10717	27.36	0.000*

* %5 anlamlılık düzeyinde temel hipotezin reddedildiğini ifade etmektedir.

Tablo 7'deki model sonuçları incelendiğinde daha önceden modelde yer alan kişi başı GSYİH değişkeninin olmadığı görülmektedir. Bu değişken istatistiksel açıdan anlamlı bir değişken olmadığı için modelden dışlanmıştır ve kalan değişkenlerle tahmin edilen modele ait tahmin sonuçlarını içermektedir. Bu sonuçlara göre çevre vergileri, Ar-Ge harcamaları, belediye atıklarının geri dönüşümü ve enerji verimliliği değişkenlerine ait katsayıların %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlı olduğu görülmektedir. Bu değişkenlerin kaynak verimliliği üzerinde pozitif yönlü etkileri bulunmaktadır. Belediye atıklarının geri dönüşümünde meydana gelecek yüzde 1'lik artış kaynak verimliliğini yüzde 0.002, çevre vergilerindeki yüzde 1'lik artış kaynak verimliliğini yüzde 0.085, Ar-Ge harcamalarındaki yüzde 1'lik artış kaynak verimliliğini yüzde 0.132 kadar arttırmaktadır. Son olarak enerji verimliliğindeki yüzde 1'lik artış kaynak verimliliğini yüzde 0.107 kadar arttırmaktadır. Bu sonuçlara göre kaynak verimliliği üzerinde en büyük etki Ar-Ge harcamalarına aitken, en küçük etki belediye atıklarının geri dönüşümüne aittir. Bu veriler ışığında, sürdürülebilir kalkınma çatısı altında ele alınan döngüsel ekonomi yaklaşımının önemli bileşenlerinden sayılan kaynak korunumu ve kaynak yönetimi için olmazsa olmaz olan kaynak verimliliğinin oldukça önemli olduğunu, atıkların geri dönüşümü, çevre vergileri, enerji verimliliği ve Ar-ge çalışmalarının kaynak verimliliği üzerinde pozitif etkisi olduğu görülmektedir.

Kaynak kullanımının çevresel ve ekonomik etkilerine odaklanmak, AB'nin sürdürülebilir kalkınmaya ulaşmasına yardım etme noktasında belirleyici bir faktör olacağı yönündedir. Tüm canlılar için sağlıklı sürdürülebilir bir gelecek ancak sürdürülebilir bir gezegen ile mümkündür ve bu sadece insanların daha adil ve kaliteli yaşamları için değil, tüm canlılar için sağlıklı bir ekosistem, yaşanabilir bir iklim sağlamak olmalıdır (Çetin ve Yılmaz, 2021).

Sonuç

Sürdürülebilirliği, kaynak verimliliğini, yaşam döngüsünü iç içe alarak yeni bir üretim ve tüketim modeli olarak bilinen döngüsel ekonomi modeli, geleneksel olan doğrusal ekonomiye alternatif bir model olarak ortaya çıkmış ve doğrusal ekonomi anlayışının kaynak sömürüsüne bağlı olduğunu ve bu durumun üstesinden gelmek için ekonomik büyümeyi birincil kaynak bağımlılığından ayırmayı amaçlamaktadır. Bu noktada kaynak verimliliğinin döngüsel bir ekonomi modeli için önemi ortaya çıkmış, kaynak verimliliği üzerinde etkili olan sosyal ve ekonomik değişkenlerin belirlenmesi ve istatistiki analizlerle ortaya konması döngüsel ekonominin işleyişi için ihtiyaç haline gelmiştir. Bu nedenle kaynak verimliliğinin önemine dikkat çekmek ve analizlere konu olması amacıyla, döngüsel bir ekonomide kaynak verimliliğini temel unsur olarak kabul edip, bağımlı değişken olarak analize dahil eden ve panel regresyon modelini kullanan bu çalışma literatürdeki ilk çalışma olmaktadır.

Avrupa Birliği (AB) üye ülkeleri için ele alınan kaynak verimliliği üzerinde hangi ekonomik ve sosyal değişkenlerin istatistiki olarak anlamlı olup olmadığını araştıran bu çalışmada, bağımlı değişken olarak kaynak verimliliği, bağımsız değişkenler olarak da ekonomik büyüme yi temsilen kullanılan kişi başına düşen GSYİH, çevre vergilerinin GSYİH içindeki payı, Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı, belediye atıklarının geri dönüşüm oranı, enerji verimliliği değişkenleri, 26 AB ülke grubu açısından dikkate alınmıştır. Veri seti yıllık olarak gözlenmiş olup verilerin ulaşılabilirliğine bağlı olarak 2001-2019 dönemini kapsamıştır ve çalışmada yöntem olarak ülkeler ile ilgili modellemelerde sıkça kullanılan panel veri analizi kullanılmıştır.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, çevre vergileri, Ar-Ge harcamaları, belediye atıklarının geri dönüşümü ve enerji verimliliği değişkenlerine ait katsayıların anlamlı olduğu görülmüş ve bu değişkenlerin kaynak verimliliği üzerinde pozitif yönlü etkileri bulunmuştur. GSYİH değişkeninin ise anlamlı olduğu görülmemiş ve modelden dışlanmıştır. Bu veriler ışığında, sürdürülebilir kalkınma çatısı altında ele alınan döngüsel ekonomi yaklaşımının önemli bileşenlerinden sayılan kaynak korunumu ve kaynak yönetimi için olmazsa olmaz olan kaynak verimliliğinin oldukça önemli olduğunu, atıkların geri dönüşümü, çevre vergileri, enerji verimliliği ve Ar-ge çalışmalarının kaynak verimliliği üzerinde pozitif etkisi olduğu görülmektedir. Çevresel performansı iyileştirmek ve kaynak verimliliğini en üst düzeyde tutabilecek Ar-ge çalışmaları tasarım aşamaları için bir fırsat niteliğindedir. Kaynakları tekrar döngüde tutabilecek yeni uygulamalar, yenilik çalışmaları eko-etkin tasarımlar, yeşil tasarımlar döngüsel ekonomi için oldukça önemlidir. AB üye ülkelerinin Ar-ge çalışmalarının döngüsel ekonomi ve kaynak verimliliği üzerinde pozitif katkısının olması, döngüsel hedefler ve kaynak verimliliği için ayrılan fonlara, yeni projelere ve teşviklere bağlı olduğu söylenebilmektedir. Döngüsel ekonominin üzerinde ağırlıklı durduğu bir alan atık yönetimi için farklı bir yaklaşımın gerçekleşmesi gerektiği yani atığı meydana getirmeyecek bir tasarım anlayışının olması gerekliliği burada önemlidir. Bu yüzden atıklar ve geri dönüşümün kaynak verimliliği üzerinde katkı sağladığı açıktır ve kaynak verimliliği üzerinde pozitif etkisi bulunmaktadır.

Dışsal etki olarak da ele alınan dışsal maliyetlerin çözümünde vergi politikaları gibi çözüm önerilerinden faydalanılmaktadır. Örneğin, ürün atık miktarının üzerinden vergilendirme kaynakların daha etkin ve verimli kullanımı aynı zamanda atık yönetimi için teşvik edici olmakta, uygulanan vergiler ile maliyetler azaltılabilmektedir. Ayrıca elde edilen vergi gelirleri de devlet bütçesine kaynak olarak tahsis edilebilmektedir. Bu bağlamda çevre vergilerinin döngüsel bir ekonomi içerisinde kaynak verimliliği üzerinde katkısı anlamlı ve pozitifdir. Buna rağmen atıkların hiç meydana gelmemesi, tasarım aşamasında ürünlerin kapalı döngüye uygun tasarımı döngüsel ekonominin özellikle üzerinde durduğu konudur ve nihai hedefidir.

Sonuç olarak, kaynakların da etkin ve verimli kullanarak yaşam döngüsü içerisinde kalmasını sağlayan döngüsel ekonomi yaklaşımı için daha etkin bir kaynak verimliliği yol haritası oluşturulması önemlidir. Önemli sayıda AB ülkesinin yol haritası olarak açıkladığı raporlar oldukça önemlidir fakat hala bu çözümler yeterli değildir. Yasal çerçevede çevresel ve atık düzenlemeleri, farkındalık yaratacak projeler, döngüsel ekonomiye geçişi hızlandıracak fonlar ve yatırımlar, Ar-ge harcamaları için ayrılan destekleyici fonlar, belediyelerin katılımcı etkin çözümleri önemli çözüm yolları olacaktır.

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 have no conflict of interest to declare.

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

Kaynakça/References

- Ateş, E. (2021). Döngüsel Ekonomi Kapsamında GSYİH ile Geri Dönüşüm İlişkisi: Avrupa Birliği Ülkeleri Örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (67), 125-137.
- Behrens, A., Taranic, I., & Rizos, V. (2015). Resource Efficiency Indicators for Policy-Making. CEPS.
- Çetin, M., & Yılmaz, G. (2021). Pandemilerin Sürekliliği Tehlikesine Karşı Döngüsel Ekonomi İhtiyacı. *Journal of Economic Policy Researches*, 8(2), 225-255.
- Çırak, A. N. (2021). Almanya Özelinde Döngüsel Ekonomi Perspektifinden Gsyih Ve Geri Dönüşüm İlişkisi: Zaman Serileri Analizi. 19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi, 2(4), 816-836.
- European Commission (EC). (2011). Roadmap to a resource efficient Europe. COM(2011)571 Final Eurostat, 2016. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Resource_productivity_statistics
- European Environment Agency (EEA). (2016). EEA Report. Circular Economy in Europe: Developing the knowledge base. <https://www.eea.europa.eu/publications/circular-economy-in-europe>.
- Gan, Y., Zhang, T., Liang, S., Zhao, Z., & Li, N. (2013). How to deal with resource productivity: Relationships between socioeconomic factors and resource productivity. *Journal of Industrial Ecology*, 17(3), 440-451.
- Li, X., Deng, B., & Ye, H. (2011). The Research Based on the 3-R Principle of Agro-circular Economy Model-The Erhai Lake Basin as an Example; *Energy Procedia*, 5, 2011, 1399-1404.
- Lu, Y., & Schandl, H. (2021). Do sectoral material efficiency improvements add up to greenhouse gas emissions reduction on an economy-wide level?. *Journal of Industrial Ecology*, 25(2), 523-536.
- Malthus, T. R. (1798). On population.
- Mihai, M., Manea, D., Titan, E., & Vasile, V. (2018). Correlations in the european circular economy. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 52(4), 61-78.
- Meadows, D. H., Meadows, D. H., Randers, J., & Behrens III, W. W. (1972). The limits to growth: a report to the club of Rome (1972). *Google Scholar*, 91.

- Pauliuk, S., Heeren, N., Berrill, P., Fishman, T., Nistad, A., Tu, Q., ... & Hertwich, E. G. (2021). Global scenarios of resource and emission savings from material efficiency in residential buildings and cars. *Nature communications*, 12(1), 1-10.
- Rennings, K., & Rammer, C. (2009). Increasing energy and resource efficiency through innovation—an explorative analysis using innovation survey data. *ZEW-Centre for European Economic Research Discussion*, (09-056).
- Trica, C. L., Banacu, C. S., & Busu, M. (2019). Environmental factors and sustainability of the circular economy model at the European Union level. *Sustainability*, 11(4), 1114.
- Velenturf, A. P., & Purnell, P. (2021). Principles for a sustainable circular economy. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 1437-1457.
- Yılmaz, G., & Algur, H. (2021). Sürdürülebilir Kaynak Yönetiminin Değerlendirilmesinde Döngüsel Yaşam Örneği: Findhorn Ekoköy'ü. *Social Sciences Research Journal*, 10(1), 174-184.
- Vuță, M., Vuță, M., Enciu, A., & Cioacă, S. I. (2018). Assessment of the circular economy's impact in the EU economic growth. *Amfiteatru Economic*, 20(48), 248-261.
- Weizsäcker, E. U. V., Lovins, A. B., & Lovins, L. H. (2014). Factor Four: Doubling Wealth—Halving Resource Use: A New Report to the Club of Rome. In Ernst Ulrich von Weizsäcker. Springer, Cham. 127-141.



Finansal Gelişme ve Gelir Eşitsizliği Arasındaki İlişkinin Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Araştırılması: Kanonik Korelasyon Analizi Uygulaması

Investigating the Relationship Between Financial Development and Income Inequality in Developed and Developing Countries: An Application of Canonical Correlation Analysis

Çiğdem Yılmaz Özsoy*

Öz

Bu çalışmada, Finansal Gelişme ile Gelir Eşitsizliği arasındaki ilişki Kanonik Korelasyon Analizi kullanılarak araştırılmıştır. Gelişmiş ve gelişmekte olan 41 ülke için yapılan çalışmada Finansal Gelişme değişken seti finansal erişim, finansal verimlilik, finansal istikrar ve dışsal serbestleşme'den oluşan dört farklı boyut ile açıklanmıştır. Bu boyutlar ise sırasıyla "100.000 Kişi Başına Düşen ATM Sayısı, Net Faiz Marjı, Düzenleyici Sermayenin Risk Ağırlıklı Varlıklara Oranı ve BIS Raporlama Yapan Bankaların Konsolide Dış Alacaklarının GSYİH'ya Oranı" değişkenleri ile tanımlanmıştır. Gelir Eşitsizliği değişken seti ise, Gini Katsayısı ve Yoksulluk Açığı Endeksi (günde 3,20 ABD Doları) değişkenlerinden oluşmuştur. 2017 yılı verileri kullanılarak yapılan Kanonik Korelasyon analizi sonucunda, Finansal Gelişme ve Gelir Eşitsizliği değişken setleri arasında yüksek düzeyde ilişki olduğu saptanmıştır. Bu sonucun güvenilirliğinin test edilmesi için Mardia Çok Değişkenli Normal Dağılım testi uygulanmış ve değişkenlere ait veri setinin normal dağılmadığı saptanmıştır. Bu nedenle çalışmada sadece yapısal korelasyonlar dikkate alınmıştır. Yapısal korelasyon sonucunda ise, Gini Katsayısı'nın Gelir Eşitsizliği veri setine katkısının Yoksulluk Açığı Endeksi'nin katkısından daha önemli olduğu; ayrıca finansal etkinlik boyutunu temsil eden Net Faiz Marjı'nın katkısının, finansal erişim, finansal istikrar ve dış serbestleşme boyutlarını ifade eden diğer değişkenlere göre Finansal Gelişme değişken seti için daha önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen tüm bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, özellikle Net Faiz Marjı değişkeninde meydana gelecek olumlu gelişmelerin finansal gelişmeyi hızlandırarak yoksulların gelirlerini arttırabileceğini, ekonomik fırsatların daha fazla kullanılabileceğini ve gelir dağılımını sıkılaştırarak gelir eşitsizliğinin ortadan kaldırılmasına katkı sunabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler

Finansal Gelişme, Gelir Eşitsizliği, Kanonik Korelasyon Analizi, Mardia Testi

Abstract

This paper investigates the relationship between the variables of financial development and income inequality using a canonical correlation analysis for 41 developed and developing countries in 2017. Financial develop consists of the four subdimensions of access to finance, efficiency, stability, and external liberalization, which are respectively explained by the number of ATMs per 100,000 adults, net interest margin, ratio of regulatory capital to risk-weighted assets, and ratio of consolidated foreign claims of BIS (Bank for International Settlements) Reporting Banks to GDP. Meanwhile, income inequality consists of the variables of Gini coefficient and poverty gap index. As a result of the canonical correlation analysis, a highly correlated relationship was found between financial development and income inequality, with the common

* **Sorumlu Yazar:** Çiğdem Yılmaz Özsoy (Dr.Öğr. Üyesi.), İstanbul Topkapı Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonomi Bölümü, İstanbul, Türkiye. E-Posta: cigdemylmazozsoy@topkapi.edu.tr ORCID: 0000-0002-7436-7273

Atf: Yılmaz Ozsoy, C. (2023). Finansal gelişme ve gelir eşitsizliği arasındaki ilişkinin gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için araştırılması: Kanonik korelasyon analizi uygulaması. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38, 35-52. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.38.1109201>



variance shared among the data being 45%. To test the reliability of this result, Mardia's multivariate normal distribution test was applied, and the dataset of the variables was determined to not be normally distributed. Therefore, the study only considered structural correlations. As a result of the structural correlations, the Gini coefficient's contributions to the income inequality dataset can be said to be more significant than what the poverty gap index contributes. Net interest margin explains the subdimension of financial efficiency, and its contribution was observed to be more important than the other proxy measurements that express access to the subdimensions of finance, stability, and external liberalization. Therefore, positive developments in the net interest margin will be able to positively affect financial development thus increasing the income of the poor and the use of economic opportunities, as well as narrowing income inequality in both developed and developing countries.

Keywords

Financial Development, Income Inequality, Canonical Correlation Analysis, Mardia's Test

Extended Summary

As stated in the World Bank (2020) report, financial development involves the development of the size, efficiency, and stability of financial markets, with increased access to financial markets having many economic advantages. Basically, developing the financial sector involves overcoming the costs that arise in the financial system. One important aspect of financial development is to ensure that poor and vulnerable groups have access to finances. Thus, risk management is facilitated by reducing the vulnerability these groups have to shocks as a result of financial expansion, with poverty and inequality being reduced by increasing investments and productivity that result in higher incomes. In this context, financial development is an important economic concept. Since the 2007-2008 financial crisis in particular, income inequality has increased in many countries. This situation has also prompted governments to seek alternatives in fiscal policies and to increase the interest in financial development. New approaches have emerged on this subject as a result of all these developments. Naceur and Zhang (2016) stated the main innovation to be how financial development can be explained through the subdimensions of access, stability, depth, liberalization, and efficiency, which represent different aspects and have important effects on income inequality.

This paper aims to investigate the relationship between the variable sets for financial development and income inequality by using these subdimensions and to identify the variables in both sets that contribute the most to the inter-set correlations for 41 developed and developing countries (i.e., Argentina, Brazil, Chile, Costa Rica, Dominican Republic, Ecuador, El Salvador, Mauritius, Myanmar, Panama, Paraguay, Peru, Thailand, Turkey, Uruguay, Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Spain, Estonia, Finland, France, Croatia, Hungary, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Sweden, Slovenia, Switzerland, Iceland, Canada, Italy, Ireland, United Kingdom) using a canonical correlation analysis. The reasons for using a canonical correlation analysis are its important place among statistical analysis methods and its ability to reveal the relationship between two datasets. As mentioned earlier the paper determined which proxy

variables express financial development and income inequality based on Naceur and Zhang's (2016) study. In addition, financial development was initially intended to be explained through the five subdimensions of access, depth, efficiency, stability, and external liberalization. However, the depth subdimension was excluded from the study due to insufficient data from 2017. The remaining subdimensions are explained respectively through the number of ATMs per 100,000 adults, net interest margin, ratio of regulatory capital to risk-weighted assets, and ratio of consolidated foreign claims of BIS (Bank for International Settlements) reporting banks to GDP. The variables of Gini coefficient and poverty gap index are used to explain income inequality. The data for 2017 were obtained from the International Monetary Fund (IMF) Financial Access Survey, Global Financial Development Database, and World Development Indicators, and the data published on these sites were decisive in determining which year to study.

The results from the study show financial development to be highly related to income inequality. However, according to the results from the Mardia multivariable normality test, the datasets for the variables are not normally distributed. Therefore, the study has only taken into consideration structural correlations. As much as is currently known, this study contributes to the existing empirical literature in how it explains the relationship between financial development and income inequality through the use of a canonical correlation analysis. Furthermore, the Gini coefficient has been noted to be the most significant indicator of income inequality variable set. In addition, net interest margin is seen to have a greater effect on financial development than the other variables. As noted in Angori et al.'s (2019) study, net interest margin is seen to measure both bank health and efficiency regarding traditional deposit storage and lending activities. As a result, positive developments in the net interest margin will also positively affect financial development, thus increasing the income of the poor and the use of economic opportunities, as well as narrowing income inequality in both developed and developing countries.

1. Giriş

2008-2009 ekonomik krizi ile tüm dünyada finans sektörünün topluma katkısı incelenmeye başlanmış ve kamuoyunun önemli tartışma konularından biri haline gelmiştir. Özellikle ABD, İngiltere, Almanya gibi gelişmiş birçok ülkede bankaların kârlarının nasıl özelleştirileceği ve zararlarının nasıl sosyalleştirileceği irdelenmiştir. Konu ile ilgilenen pek çok iktisatçı “Finansal piyasaların ekonomik büyümeyi hızlandırdığını, zenginlerin olduğu kadar fakirlerin de yatırımlarını borç alarak finanse etmesine olanak tanıdığını, böylece sermaye dağılımının daha verimli hale getirildiğini” belirtmiştir (Jauch ve Watzka, 2015: 292). Örneğin, finans sektöründeki gelişmeler, finansal kaynaklara erişimi kolaylaştırarak ve ekonomik aktiviteyi artırarak ekonomik büyümeyi etkileyen kapitalizasyonu teşvik etmiş, finansal kaynaklara kolay erişilmesini sağlamıştır (Galor ve Zeira, 1993: 35-52). Böylece, yoksul insanlarda küçük işletmeler kurabilir, mevcut küçük projeleri yürütebilir, istihdam fırsatları yaratabilir, çocuklarını daha iyi bir gelecek için eğitebilir ve sonunda yoksulluğu ve gelir eşitsizliğini azaltabilir hale gelmiştir (Arora, 2012: 4536-4537).

Finansal gelişme ve gelir eşitsizliği arasındaki ilişki üç farklı teori ile açıklanmaktadır. Greenwood ve Jovanovic (1990) tarafından geliştirilen ve G-J hipotezi olarak da bilinen ilk teori, finansal gelişme ile gelir eşitsizliği arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu belirtir. Bu teoriye göre finansal gelişme, gelişmenin ilk aşamalarında gelir eşitsizliğini artırabilirken, ortalama gelir arttıkça belirli bir eşik noktasından sonra gelir eşitsizliği seviyesini düşürme eğiliminde olabilir. DeGregorio (1996) tarafından geliştirilen teoriye dayanan ve eşitsizlik genişleten hipotez olarak adlandırılan ikinci teori, bağlantıları ve teminatları olması nedeniyle finansal sektörünün gelişiminden yalnızca zenginlerin yararlandığı görüşündedir. Teori aynı zamanda, bireylerin karşılaştığı borçlanma kısıtlamaları nedeniyle insanların eğitime ne kadar zaman ayrılması gerektiğine gençliklerinde karar vermeleri gerektiğini varsayar. Çünkü finansal gelişmenin finansal kaynaklara sahip bireylerin beşerî sermayelerini en iyi şekilde geliştirmelerine izin vermesi nedeniyle, bu bireyler varlıklı profesyoneller ve girişimciler olmak için daha iyi fırsatlara sahiptir. Bu nedenle de finansal gelişme gelir eşitsizliği düzeyini artırmaktadır. Üçüncü teori ise, Galor ve Zeira (1993) tarafından geliştirilen eşitsizlik daraltma teorisine odaklanır. Bu bakış açısına göre ise finansal gelişme, yoksulların eğitimlerini ve girişimciliklerini finanse etme fırsatlarını artırdığı için yoksul haneleri dışlamaz. Dolayısıyla, finansal desteğe erişimi kolaylaştıran ve finansal kısıtlamaları gevşeten finansal gelişme, fakir insanlara zenginlerden daha çok fayda sağlamaktadır (Zungu ve Grelying, 2021: 4).

Bu çalışmada ise, gelişmiş ve gelişmekte olan toplam 41 ülke için finansal gelişme ve gelir eşitsizliği değişken setleri arasındaki ilişki, iki veri seti arasındaki ilişkiyi ortaya koyan Kanonik Korelasyon Analizi kullanılarak araştırılmıştır. Makalede, finansal gelişme ve gelir eşitsizliğini ifade eden değişkenler Naceur ve Zhang'ın (2016) çalışması baz alınarak belirlenmiştir. Çalışmada, ilk etapta finansal gelişme “Finansa Erişim, Finansal Derinlik, Finansal Verimlilik, Finansal İstikrar ve Dışsal Serbestleşme” ile belirtilen 5 boyutla açıklanmak istenmiştir. Ancak, değişkenlerde yer alan eksik veriler nedeniyle derinlik boyutu çalışmadan çıkarılmıştır. Diğer boyutlar ise sırasıyla 100.000 Yetişkin Kişiye Düşen ATM Sayısı, Net Faiz Marjı, Yasal Sermayenin Risk Ağırlıklı Varlıklara Oranı ve BIS Raporlama Yapan Bankaların Konsolide Dış Alacaklarının GSYİH'ya Oranı ile açıklanmıştır. Gelir eşitsizliğini açıklamak için ise Gini Katsayısı ve Yoksulluk Farkı Endeksi değişkenleri kullanılmıştır. 2017 yılı verileri IMF Finansal Erişim Anketi, Küresel Finansal Kalkınma Veritabanı ve Dünya Kalkınma Göstergelerinden elde edilmiştir. Çalışmanın yapıldığı yıl belirlenirken bu sitelerde yayınlanan veriler belirleyici olmuştur. Tüm bu bilgilere ek olarak çalışma, finansal gelişme ile gelir eşitsizliği arasındaki ilişkiyi Kanonik Korelasyon Analizi kullanarak açıklayan ilk çalışma olmasıyla mevcut ampirik literatüre katkıda bulunmaktadır.

Çalışmanın sonuçları, finansal gelişmenin gelir eşitsizliği ile yüksek oranda ilişkili olduğunu göstermektedir. Ancak bu sonucun doğruluğunun test edilmesi için çok değişkenli normal dağılım testi uygulanmalıdır. Mardia testi sonucuna göre değişkenlere ait veri setleri normal dağılım özelliği göstermemektedir. Bu nedenle “Sağlam Kanonik Korelasyon Analizi” uygulanmak istenmiştir. Ancak, gözlem sayısının azlığından kaynaklı olarak gerekli hesaplamalar yapılamamıştır. Dolayısıyla çalışmaya yapısal korelasyonlar dikkate alınarak devam edilmiştir. Çalışma sonuçları, finansal gelişmenin eşitsizliği azalttığını gösteren diğer çalışmaların bulgularıyla tutarlıdır. Ayrıca Gini Katsayısı gelir eşitsizliği değişken seti için en önemli gösterge olarak bulunurken, Net Faiz Marjının finansal gelişme değişken seti üzerindeki etkisinin diğerler değişkenlere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Makalenin organizasyonu ise aşağıdaki gibidir. Makalede 2. Bölüm; finansal gelişme, eşitsizlik ve kanonik korelasyon üzerine literatür incelemesini göstermektedir. 3. Bölüm, Kanonik Korelasyon Analizinin teorik kısmını açıklamaktadır. 4. Bölümde, çalışmanın verileri ve bulguları bulunmakta, son bölümde ise çalışmanın sonucu yer almaktadır.

2. Literatür Taraması

2.1. Finansal Gelişme ve Gelir Dağılımı için Literatür Taraması

Literatürde finansal gelişme ile ekonomik büyüme arasındaki bağlantı birçok çalışma ile gösterilmiş olmasına rağmen finansal gelişme ile gelir eşitsizliği arasındaki ilişkiyi açıklamayı hedefleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Ekonomik kalkınma ile gelir eşitsizliği arasındaki bağlantı ilk kez Kuznets (1955) çalışmasında Kuznets eğrisi ile tanımlanmıştır. Kuznets, sanayileşmenin başlangıcında kırsal alanlarda yaşayan insanların kentsel alanlarda yaşayanlara göre daha eşit, ancak daha düşük ortalama gelire sahip olduğunu; kentleşme yoluyla bir toplumun gelir dağılımının daha eşitsiz hale geldiğini savunmuştur. Ancak, aynı zamanda Kuznets, kentleşmenin finansal gelişmeyle birlikte eskiden yoksul göçmenlerin istedikleri eğitimi almalarına ve miras kalan servetlerine bakılmaksızın kendi işlerini kurmalarına olanak tanıdığını belirtmiştir (Kuznet, 1955).

Finansal gelişme ve gelir eşitsizliği arasındaki ilişkiyi tanımlayan üç ana teorik makale Banerjee ve Newman (1993), Galor ve Zeira (1993) ve Greenwood ve Jovanovic (1990) tarafından yapılmıştır.

Banerjee ve Newman (1993), ekonomik kalkınmayı bir kurumsal dönüşüm süreci olarak modelleyen, araçların profesyonel kararları ile servet dağılımı arasındaki etkileşime odaklanan, finansal gelişmenin sermaye tahsisini iyileştirebileceğini ve gelir eşitsizliğini azaltabileceğini öne süren bir çalışma ortaya koymuştur.

Galor ve Zeira (1993) çalışmasında krediye bağlı insan sermayesi yatırımının modellenmesi sonucunda, daha iyi gelişmiş finansal piyasaların gelir eşitsizliğinde bir azalmaya yol açacağını bulmuştur.

Greenwood ve Jovanovic'in (1990) çalışmasında başlangıçta finansal gelişmenin gelir eşitsizliğinin artmasına yol açtığını, çünkü yoksul hanelerin tasarrufları için bankaları ilk etapta kullanmadıklarını, varlıklı hanelerin banka finansmanını kullanabildiğini belirtmiştir. Ancak zamanla ekonomi gelişip büyüdükçe, yoksul hanelerin daha varlıklı hale gelerek banka finansmanı kullanmaya başladığını söylemiştir. Böylece çalışmada, finansal gelişme ile gelir eşitsizliği arasında ters U şeklinde bir ilişkinin varlığını ortaya konulmuştur.

Kappel (2010) makalesinde finansal gelişmenin gelir eşitsizliği ve yoksulluk üzerindeki etkileri panel veri analizi kullanılarak incelemiştir. Çalışma sonuçları, eşitsizliğin ve yoksulluğun yalnızca iyileştirilmiş kredi piyasaları yoluyla değil, aynı zamanda daha gelişmiş hisse senedi piyasaları yoluyla da azaltılabileceğini, etnik çeşitliliğin ve toprak dağılımının hem gelir eşitsizliğinin hem de yoksulluğun önemli ve sağlam belirleyicileri olduğunu göstermiştir. Ayrıca Kappel (2010) çalışmasında,

yüksek gelirli ülkelerde devlet harcamalarının gelir eşitsizliğinin azalmasına yol açarken; düşük gelirli ülkelerde önemli bir etkisi olmadığını bulmuştur.

Park ve Shin'in (2017) çalışmasının temel amacı, finansal gelişme ile gelir eşitsizliği arasındaki ilişkiyi ampirik olarak incelemektir. Çalışmanın temel bulgusu, finansal gelişme ile gelir eşitsizliği arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğudur. İlköğretimin toplam eğitime oranı arttığında ve hukuk sistemi düzeldiğinde, eşitsizliği azaltmada finansal gelişmenin daha etkili olduğu tespit edilmiş, finansal katılımın özellikle gelir eşitsizliğini azaltmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Khan, Saleem ve Fatima (2018) makalesinde, gelişmekte olan üç Asya ülkesi "Bangladeş, Hindistan ve Pakistan" için finansal gelişme, gelir eşitsizliği, enerji kullanımı ve kişi başına düşen GSYİH'nın, karbon dioksit (CO₂) emisyonu üzerindeki etkilerini incelemiştir. Makale sonucunda, Bangladeş ve Pakistan'da finansal gelişme ile CO₂ emisyonları arasında anlamlı ancak negatif yönlü bir ilişki olduğu; Pakistan ve Hindistan'daki gelir eşitsizliğinin CO₂ emisyonunun azalttığı, Bangladeş'te ise bu durumun tam tersi olduğu; enerji kullanımının ise Bangladeş, Pakistan ve Hindistan'daki CO₂ emisyonu üzerinde anlamlı ve olumlu bir etkisinin olduğu bulunmuştur.

Bittencourt, Chang, Gupta ve Miller'ın (2019) makalesinde, sabit etkiler tahmin yöntemi kullanılarak 1976'dan 2011'e kadar 50 eyalette finansal gelişmenin gelir eşitsizliği üzerindeki rolü incelenmiştir. Çalışma sonucunda, finansal gelişmenin 50 eyalet için doğrusal olarak gelir eşitsizliğini artırdığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte bu 50 eyalet, eyaletler arası ortalama eşitsizliğe göre ortalamanın üstünde ve ortalamanın altında eşitsizlik olarak iki ayrı gruba ayrıldığında, finansal gelişmenin gelir eşitsizliği üzerindeki etkisinin doğrusal olmadığı bulunmuştur. Finansal gelişme iyileştiğinde; ortalamanın üzerinde gelir eşitsizliğinin olduğu durumlarda etki giderek daha büyük olurken, ortalamanın altında gelir eşitsizliğinin olduğu durumlarda ters U şeklinde bir ilişki vardır.

Chiu ve Lee'nin (2019) çalışmasında, 1985-2015 dönemi için ülke risklerinin gelir eşitsizliği üzerindeki doğrusal olmayan etkileri ile finansal gelişme arasındaki ilişki panel yumuşak geçiş regresyon modeli kullanılarak araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda tam örneklem için, istikrarsız ekonomik, istikrarlı finansal ve politik ortamlarda eşitsizliğin arttığı bulunmuştur. Alt örneklemeler incelendiğinde ise, istikrarlı ekonomik ve finansal ortamlarda yüksek gelirli ülkelerin gelir eşitsizliği finansal gelişme yoluyla iyileştirilebilir. Düşük gelirli ülkeler için ise, finansal gelişme ile gelir eşitsizliği arasında pozitif bir ilişki vardır.

Perugini ve Tekin (2020) makalesinde, yönetim kurumlarının finansal gelişme ve gelir eşitsizliği arasındaki bağlantıya nasıl aracılık ettiğini aracı değişkenler dinamik panel veri modelleri ile incelemiştir. Çalışma sonucunda finansal gelişmenin gelir

eşitsizliğini desteklediği; ancak yolsuzluğun daha sıkı kontrolü, siyasi istikrar ve hukukun üstünlüğü bağlamında finansal gelişme ile gelir eşitsizliği arasındaki ilişkinin zayıfladığı bulunmuştur. Makalede hesap verebilirlik ve hükümetin etkinliği gibi piyasa ekonomisiyle daha az ilgili olan kurumsal alanların ise finansal gelişme ve gelir eşitsizliği ilişkisinde herhangi bir aracı rol oynamadığı bulunmuştur.

Odhiambo (2020) makalesinde, 2004-2014 dönemi için 39 Sahra Altı Afrika (SSA) ülkesi için finansal gelişme, gelir eşitsizliği ve karbondioksit (CO₂) emisyonları arasındaki dinamik ilişkiyi genelleştirilmiş moment yöntemini kullanarak incelemiştir. Ampirik bulgular, finansal gelişmenin SSA ülkelerinde CO₂ emisyonlarını koşulsuz olarak azalttığını göstermiştir.

2.2. Kanonik Korelasyon Analizi için Literatür Taraması

Sherry ve Henson (2005) tarafından yazılan makalenin amacı kanonik korelasyon analizi (CCA) yöntemini uygulamalı davranış bilimciler ve kişilik araştırmacılara tanıtmaktır. Çalışma, teknik terminolojiyi kullanarak CCA yönteminin uygulamasını göstermekte, kişilik verilerini kullanarak Kanonik Korelasyon Analizinin SPSS paket programında nasıl uygulandığını anlatmaktadır.

Güler ve Şanlı (2019) çalışmasında, Kanonik Korelasyon Analizi kullanılarak 130 ülke için 2015 ve 2016 Sosyal İlerleme Endeksi'nin "Temel İnsan İhtiyaçları" ve "Refahın Temelleri" boyutları arasındaki ilişki araştırılmıştır. 2015 ve 2016 yılları için kanonik korelasyon katsayıları, "Temel İnsan İhtiyaçları" ve "Refahın Temelleri" boyutları arasında yüksek bir korelasyon olduğunu göstermiştir. Wilks'in Lambda istatistikleri göz önüne alındığında, tüm model istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca, "Temel İnsan İhtiyaçları" değişken setine en büyük katkıyı "Beslenme ve Temel Tıbbi Bakım" değişkeninin; "Refahın Temelleri" değişken setine ise en büyük katkıyı "Temel Bilgilere Erişim" değişkeninin yaptığı bulunmuştur. İki boyut birlikte değerlendirildiğinde, toplumsal ilerlemeyi tetiklemek için "Kişisel Güvenlik" ve "Sağlık ve İyi Oluş" alanlarına öncelik verilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Nurkovic, Imamovic ve Ecin Mirvic (2021) tarafından yapılan araştırmada, su topu oyununda motor beceriler ile gol atma teknik unsurlarının performansı arasındaki bağlantıyı Kanonik Korelasyon analizi ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda, su topu oyunundaki motor beceriler değişken seti ile gol atmanın teknik unsurları değişken setleri arasındaki bağlantının istatistiksel olarak anlamlı ve homojen yapısı elde edilmiştir. Ek olarak, 12-14 yaş arası su topu oyuncularının atış yaparken yüksek hassasiyet yeteneğine sahip olmadığı ve hassas antrenman sürecine daha fazla dikkat etmeleri gerektiği bulunmuştur.

Statheropoulos, Vassiliadis ve Pappa al (1998) çalışmasında, Temel Bileşenler Analizi ile Atina’da bulunan bir hava kirliliği izleme istasyonunda kaydedilen CO, NO, NO₂, O₃, Duman ve SO₂ konsantrasyonlarına ilişkin beş yıllık veriler yaz ve kış dönemleri için ayrı ayrı analiz edilmiştir. Temel Bileşenler Analizi ayrıca bağıl nem, sıcaklık, güneşlenme süresi, rüzgar hızı ve rüzgar yönü ile ilgili meteorolojik verilere de uygulanmıştır. Çalışmada, hava kirliliği verilerinden elde edilen temel bileşenlerin benzin yanması, yağ yanması ve ozon etkileşimleri ile ilgili olduğu sonucuna varılmıştır. Son olarak, Kanonik Korelasyon Analizi kullanılarak iki farklı veri seti arasındaki ilişkiler belirlenmiş ve toplam kirlilik ile düşük hızlı rüzgar ve yüksek nem kombinasyonu arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Chung, Zhao, Liu ve Quach (2017) makalesinde, Kanonik Korelasyon Analizi yöntemiyle yaşlı erişkinlerde fonksiyonel uygunluk ile sağlıkla ilgili yaşam kalitesi arasındaki ilişkinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda, yaşlı erişkinlerde fonksiyonel uygunluk ile sağlıkla ilgili yaşam kalitesi değişken setleri arasında pozitif ve orta düzeyde ilişki gözlemlenmiştir.

3. Kanonik Korelasyon Analizi

Korelasyon ve regresyon kavramları tek boyutlu değişkenler için kullanılabildiği gibi, iki ve daha fazla boyutlu değişkenlere de uygulanabilir (Hotelling, 1936: 321). Çok değişkenli regresyon analizinde, tek bir metrik açıklanan (bağımlı) değişkenin beklenen değerinin tahmini, açıklayıcı (bağımsız) değişkenlerin lineer bir fonksiyonu olarak gerçekleştirilir. Ancak bazı çalışmalarda tek açıklanan değişkenle çalışmak yerine birden fazla açıklayıcı ve bir açıklanan değişken arasındaki ilişki tercih edilmektedir (Hair vd., 1998: 17). Çok değişkenli bir istatistiksel yöntem olan kanonik korelasyon analizi, her bir veri kümesinin en az iki değişken içermesi koşuluyla iki veri kümesi arasındaki ilişkiyi inceler. (Thompson, 1984: 10-12).

Kanonik korelasyon analizi, n gözlemden oluşan q açıklayan değişken ve p açıklanan değişken arasındaki ilişkinin incelenmesini sağlar. Bunun için açıklayıcı ve açıklanan değişken kümelerinden lineer bileşenler elde edilmelidir. Maksimum korelasyonlu X^* ve Y^* bileşenleri oluşturulur, X^* bağımsız değişkenlerin doğrusal işlevi ve Y^* bağımlı değişkenlerin doğrusal işlevidir. Bu doğrusal bileşenler, gözlemlenmeyen ve “kanonik değişkenler” olarak adlandırılan yapay değişkenlerdir. (Tak, 1997: 324). Aralarındaki korelasyona ise “kanonik korelasyon” adı verilir (Bektaş ve Tekin, 2013: 321). Hotelling (1936) tarafından geliştirilen Kanonik korelasyon tekniğinin matematiksel gösterimi şu şekilde ifade edilebilir:

$$V_1 = \alpha_{11} y_{11} + \dots + \alpha_{1p} y_{1p} \quad U_1 = b_{11} x_{11} + \dots + b_{1q} x_{1q} \quad (1)$$

$$V_i = \alpha_{i1} y_{i1} + \dots + \alpha_{ip} y_{ip} \quad U_i = b_{i1} x_{i1} + \dots + b_{iq} x_{iq} \quad (2)$$

y_{ij} = kriter değişkenleri ($1 \leq j \leq p$), x_{ik} = tahmin değişkenleri ($1 \leq k \leq q$), i = değişken çiftlerinin sayısı (en küçük p ve q), p = kriter değişken sayısı, q = tahmin değişken sayısı, $V_i = i$. ölçüt değişkeni çifti için kanonik rastgele değişken, $U_i =$ tahmin edilen değişkenin i . çifti için kanonik rastgele değişken, $a_{ij} = i$. ölçüt değişken kümesi çiftinde j değişkeninin kanonik ağırlığı, ($1 \leq j \leq p$), $b_{ik} =$ tahmin değişkeni kümesinin i . çiftindeki k değişkeninin kanonik ağırlığıdır ($1 \leq j \leq p$). (Fornell and Larcker, 1980: 458). Kanonik korelasyon ($\rho_{u,v}$) olan kanonik değişkenler U ve V arasındaki korelasyon eşitlik (3)'de gösterilmektedir.

$$P_{U,V} = \text{Kov}(U,V) / (\text{VAR}(U) \text{VAR}(V))^{1/2} \quad (3)$$

Kanonik korelasyon katsayıları ve basit korelasyon katsayıları benzer özelliklere sahiptir. Ancak basit korelasyon değeri -1 ile 1 arasında, kanonik korelasyon değeri ise 0 ile 1 arasında değişmektedir (Oktay ve Kaynak, 2007: 426). Kanonik korelasyon sonucuna göre elde edilen kanonik korelasyon katsayılarının anlamlılığını test etmek için yazılacak sıfır ve alternatif hipotezleri şu şekilde ifade edilir:

$$H_0 = \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_n = 0$$

$$H_1 = \rho_1 \neq \rho_2 \neq \dots \neq \rho_n \neq 0$$

Sıfır ve alternatif hipotezleri test etmek için Wilks' Lambda, Pillai's Trace, Lawley-Hotelling Trace ve Roy's Largest Root yöntemleri en sık kullanılan yöntemlerdir (Ünlükaptan, 2009: 239-240).

Kanonik Korelasyon Analizinde bir diğer önemli konu ise örneklem büyüklüğüdür. Lawley'in yaklaşımı da dahil olmak üzere, dört tip kanonik korelasyon testine ait simülasyon çalışmasını öneren Stevens (1986) çalışmasında, daha zayıf kanonik korelasyonların (< 0.3) daha büyük örneklem boyutları ($n > 200$) gerektirdiğini, daha güçlü kanonik korelasyonların (> 0.7) ise daha küçük örneklem boyutları ($n = 50$) gerektirdiğini bulmuştur (Lee, 2007: 975). Çalışmadaki örneklem genişliği çok küçükse veya değişkenler arasında birden fazla bağlantı varsa, kanonik katsayılar durağan olmayabilir. Bu durumda standartlaştırılmış kanonik katsayılar yerine kanonik değişkenler arasında basit korelasyon katsayılarının kullanılması önerilir (Albayrak, 2006: 485).

4. Veri Seti ve Ampirik Bulgular

Bu çalışmada, Kanonik Korelasyon yöntemi kullanılarak 2017 yılında gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için finansal gelişme ve gelir dağılımı arasındaki ilişki araştırılmaktadır. Çalışmada finansal gelişme "Finansa Erişim, Finansal Verimlilik, Finansal İstikrar ve Dışsal Serbestleşme" den oluşan 4 boyut ile açıklanmaktadır.

Finansa Erişim boyutunu temsil etmesi için “100.000 yetişkine düşen ATM sayısı” değişkeni kullanılırken, finansal verimlilik “Net Faiz Marjı” ile, finansal istikrar “Düzenleyici Sermayenin Risk Ağırlıklı Varlıklara Oranı” ile, dışsal serbestleşme “BIS Raporlama Yapan Bankaların Konsolide Dış Alacaklarının GSYİH’ya Oranı” ile açıklanmıştır. Bu değişkenlerden düşük net faiz marjı, yüksek banka işletim verimliliğini temsil etmekte; Düşük düzenleyici sermaye seviyesi, bankaların temerrüt olasılığının daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Gelir eşitsizliği değişken seti ise, Lorenz eğrisi diyagramındaki alanların nispi oranı olan “Gini Katsayısı” ve yoksul bireyin yoksulluktan ortalama gelir açığını ölçen “Yoksulluk Açığı Endeksi (günde 3,20 ABD Doları)” ile açıklanmaktadır. (Naceur ve Zhang, 2016: 5-6).

Çalışmada veri eksikliği nedeniyle sadece 41 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke (Arjantin, Brezilya, Şili, Kosta Rika, Dominik Cumhuriyeti, Ekvador, El Salvador, Mauritius, Myanmar, Panama, Paraguay, Peru, Tayland, Türkiye, Uruguay, Avusturya, Belçika, Kıbrıs, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, İspanya, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hırvatistan, Macaristan, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, İsveç, Slovenya, İsviçre, İzlanda, Kanada, İtalya, İrlanda, Birleşik Krallık) çalışmaya dahil edilmiş ve 2017 yılını kapsayan yıllık veriler kullanılmıştır. Değişkenlerin kaynaklarına ilişkin bilgiler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1

Değişken Tanımları

	Ana Boyutlar	Değişken Tanımları	Kaynaklar
Finansal Gelişme İndikatörleri (Bağımsız Değişken Seti)	Erişim	100.000 yetişkine düşen ATM sayısı	International Monetary Fund
	Verimlilik	Net Faiz Marjı	Global Financial Development Database (GFDD).
	İstikrar	Düzenleyici Sermayenin Risk Ağırlıklı Varlıklara Oranı	Global Financial Development Database (GFDD).
	Dışsal Serbestleşme	BIS Raporlama Yapan Bankaların Konsolide Dış Alacaklarının GSYİH'ya Oranı	FRED Economic Data https://fred.stlouisfed.org/series/DD_OI12TRA156NWDB
Gelir Eşitsizliği İndikatörleri	Gini	Gini Katsayısı	WorldBank World Development Indicators
	Yoksulluk	Yoksulluk Açığı Endeksi	WorldBank World Development Indicators

Kanonik korelasyon katsayılarının anlamlılığını test etmek için çok değişkenli anlamlılık testleri kullanılır. Anlamlılık testlerinin sonuçları Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2

Çok Değişkenli Anlamlılık Test Sonuçları

Test Adı	Değer	F ist.	Serbestlik Derecesi (S.D.)	S.D. Hatası	p olasılık değeri
Pillais	0.45814	2.67424	8	72	0.012
Hotellings	0.80969	3.44119	8	68	0.002
Wilks	0.54876	3.06178	8	70	0.005
Roys	0.44254				

Tablo 2'deki sonuçlara göre, Wilks Lambda değerinin olasılık değeri 0,05 ve 0,10'dan küçük olduğundan en az birinci kanonik korelasyon çifti istatistiksel olarak anlamlıdır. Kalan m-1 kanonik korelasyon katsayısı ise anlamlı veya anlamsız olabilir. Buna dayanarak Finansal Gelişme ve Gelir Eşitsizliği değişken setleri arasında anlamlı bir ilişkiden söz edilebilir. Ancak bu test sonuçlarının anlamlılığı, elde edilen ilişkinin gücü hakkında bilgi vermez. Bu nedenle, modelin anlamlılığının yanı sıra ilişkinin boyutunu ölçmek için de Wilks'in λ değeri kullanılır. Analiz sonucunda elde edilen modelde, kanonik değişkenler arasındaki açıklanamayan varyansı temsil eden Wilks'in λ değeri, araştırmacılar tarafından etki büyüklüğünün

tersi olarak da yorumlanır. Etki büyüklüğü 1-Wilks' $\lambda=1-0.55=0.45$ olarak hesaplanır. Buna göre iki değişken seti arasındaki paylaşılan varyans %45'dir. Tüm bu sonuçlara bakılarak oluşturulan kanonik model anlamlı bulursa da her bir kanonik fonksiyonun anlamlılığının test edilmesi gerekir. Kanonik korelasyon katsayıları ve kanonik köklerin öz değerleri Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3

Kanonik Korelasyon Katsayıları ve Kanonik Köklerin Özdeğerleri

Kök No.	Özdeğer	Pct.	Kümülatif. Pct.	Kanonik kor.	Kanonik Korelasyon Karesi
1	0.79384	98.04183	98.04183	0.66523	0.44254
2	0.01586	1.95817	100.000	0.12493	0.01561

Tablo 3'te görüldüğü gibi; ilk kanonik korelasyon katsayısı 0.66523 olan ve ardışık her bir fonksiyon için 0.44 ve 0.012'lik kanonik korelasyon karesine sahip iki fonksiyona ulaşılmıştır. Dolayısıyla test skorları pozitif olarak ilişkilidir. Diğer bir deyişle, gelir eşitsizliği ile finansal gelişme arasında yüksek doğrusal bir ilişki vardır. Tablo 4'te ise kanonik köklerin anlamlılığı, araştırmacının istatistiksel anlamlılık için fonksiyonların hiyerarşik düzenlemelerini test etmesine izin veren Boyut Küçültme Analizi ile incelenmektedir (Sherry ve Henson, 2005: 48).

Tablo 4

Boyut Küçültme Analizi

Kök No.	Wilks L.	F ist.	Serbestlik Derecesi	Serbestlik Derecesi Hatası	p olasılık değeri
1 - 2	0.54876	3.06178	8	70.00	0.005
2 - 2	0.98439	0.19026	3	36.00	0.902

Boyut Küçültme Analizi sonucunda ortaya çıkan iki olası kökten sadece birinin olasılık değeri 0,05'ten küçüktür. Bu nedenle boş hipotez kabul edilir, yani tam model (Fonksiyon 1- 2) istatistiksel olarak anlamlıdır. Fonksiyon 2-2 ($p = 0.902$) ise, istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, yalnızca birinci kanonik fonksiyonu istatistiksel olarak anlamlı olduğundan ve bu fonksiyon çoğunlukla iki değişken kümesi arasındaki varyansı açıkladığından, Tablo 5'te yalnızca Fonksiyon 1-2'e ait standartlaştırılmış kanonik fonksiyon katsayılarını yorumlanmıştır.

Tablo 5

*Standartlaştırılmış Kanonik Korelasyonlar***Finansal Gelişme Değişken Seti**

	Katsayı (U1)
Serbestleşme	-0.20437
Verimlilik	0.73254
İstikrar	-0.36861
Erişim	0.00365
Gelir Eşitsizliği Değişken Seti	
	Katsayı (V1)
Gini	0.85791
Yoksulluk	0.25237

Not. Katsayı = Standartlaştırılmış Kanonik Korelasyon Katsayısı;

Fonksiyon 1-2'deki standartlaştırılmış kanonik değişkenler U1 ve V1'in denklemleri aşağıda gösterilmiştir.

$$U_1 = 0.73254 \text{ Verimlilik}_1 - 0.36861 \text{ İstikrar}_1 - 0.2047 \text{ Serbestleşme}_1 + 0.0036 \text{ Erişim}_1$$

$$V_1 = 0.85791 \text{ Gini}_1 + 0.25237 \text{ Yoksulluk}_1$$

Değişkenlerin işaretleri dikkate alınmaksızın standartlaştırılmış kanonik korelasyon ağırlıklarına bakıldığında, U1 kanonik değişkeninin oluşumunda en önemli değişkenler sırasıyla “Verimlilik”, “İstikrar” ve “Serbestleşme”dir. V1 kanonik değişkeninin oluşumunda en önemli değişken ise “Gini Katsayısı”dır. Standartlaştırılmış kanonik değişkenler, standartlaştırılmış regresyon katsayıları olarak da yorumlanabilir. Örneğin, verimlilik değişkeninde meydana gelecek bir standart sapmalı artış, kanonik değişkeni 0,73254 standart sapma kadar artıracaktır.

Elde edilen bu sonucun güvenilirliğinin test edilmesi için, finansal gelişme ve gelir eşitsizliği değişken setlerindeki değişkenlerin yer aldığı veri seti için Mardia çok değişkenli normallik testi uygulanmıştır. Mardia testi için hipotezler aşağıdaki gibidir.

$$H_0 = \text{Ölçümler çok değişkenli normal dağılıma sahiptir.}$$

$$H_1 = \text{Ölçümler çok değişkenli normal dağılıma sahip değildir.}$$

Tablo 6

Finansal Gelişme ve Gelir Eşitsizliği Değişken Setleri için Çok Değişkenli Normallik Testi Sonuçları

	Mardia Test	b	z	p olasılık değeri
Finansal Gelişme	Çarpıklık	5,549	37,922	0,009
	Basıklık	25,118	0,5168	0,6053
Gelir Eşitsizliği	Çarpıklık	7,878	53,8338	0,00006
	Basıklık	16,3013	6,6443	0,00003

Tablo 6’da yer alan Mardia test sonucuna göre, %5 anlamlılık düzeyinde çok değişkenli

Analizi için gerekli olan hesaplamalar yapılamamıştır.

Sharma (1996) çalışmasında, standartlaştırılmış kanonik katsayılar standardize edilmemiş kanonik katsayılara göre daha fazla tercih edilmesine rağmen, özellikle küçük örneklerde ve veri setinde çoklu bağlantı olması durumunda büyük farklılıklar gösterebileceğini belirtmiştir. Bu nedenle Sharma (1996), kanonik değişken ile orijinal değişkenler arasındaki bağıntılar ortaya konulurken yükler veya yapısal korelasyonlar olarak adlandırılan korelasyon katsayılarının kullanılmasının daha uygun olacağını belirtmiştir. Tablo 7’de hesaplanmış yapısal korelasyonlar belirtilmiştir.

Tablo 7

Yapısal (Korelasyon) Katsayıları

Finansal Gelişme Değişken Seti

	r^s	rs^2
Serbestleşme	-0.55591	0.31
Verimlilik	0.89712	0.81
İstikrar	-0.62291	0.38
Erişim	-0.11206	0.012
Gelir Eşitsizliği Değişken Seti		
	r^s	rs^2
Gini	0.97465	0.95
Yoksulluk	0.64921	0.42

Not. |.45|’den büyük olan yapısal (korelasyon) katsayılarının altı çizilmiştir; rs = Yapısal (Korelasyon) Katsayısı; rs^2 = Yapısal (Korelasyon) Katsayısının Karesi

İşaretler dikkate alınmadan bu katsayılar incelendiğinde, finansal gelişme değişken seti için en önemli değişkenin “Verimlilik” olduğu; gelir eşitsizliği değişken seti için ise en önemli değişkenin “Gini katsayısının” olduğu bulunmuştur.

5. Sonuç

Bu çalışmanın amacı, 2017 yılında 41 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke için finansal gelişme ve gelir eşitsizliği arasındaki ilişkiyi Kanonik Korelasyon Analizi kullanarak araştırmaktır. Çalışmada bu amaca ulaşmak için ilk olarak literatür taraması yapılmıştır. Literatürdeki bilgilerden hareketle finansal gelişme 4 boyut ile açıklanmıştır: Erişim, Verimlilik, İstikrar ve Serbestleşme. Bu boyutlar ise 100.000 yetişkine düşen ATM Sayısı, Net Faiz Marjı, Yasal Sermayenin Risk Ağırlıklı Varlıklara Oranı, BIS Raporlama Yapan Bankaların Konsolide Dış Alacaklarının GSYİH’ya Oranı değişkenleriyle açıklanmıştır. Gelir eşitsizliğini açıklamak için ise, Gini Katsayısı ve Yoksulluk Farkı Endeksi (günde 3,20 \$) değişkenleri kullanılmıştır. İkinci olarak, finansal gelişme ve gelir eşitsizliği değişken kümeleri arasındaki ilişkiyi bulmak için Kanonik Korelasyon Analizi uygulanmıştır. Analiz

sonucunda, iki kanonik fonksiyondan istatistiksel olarak anlamlı olan birinci kanonik fonksiyonun kanonik korelasyon katsayısı incelenmiş, gelir eşitsizliği ile finansal gelişme değişken kümeleri arasında anlamlı, pozitif yönlü ve yüksek bir korelasyon bulunmuştur. Bulunan sonucun güvenilir olup olmadığını saptamak amacıyla Mardia Çok Değişkenli Normal Dağılım testi uygulanmıştır. Test sonucunda değişken veri setlerinin normal dağılmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumda Kanonik Korelasyon uygulanması doğru olmayacağından “Sağlam Kanonik Korelasyon” analizi uygulanmış ancak gözlem sayısının azlığından bu teste ait parametreler hesaplanamamıştır. Tüm bu nedenlerden ötürü, “Yapısal (Korelasyon) Katsayıları” incelenerek analize devam edilmiştir. Korelasyon analizi sonucuna göre, gelir eşitsizliği değişken seti için kanıtlarımız Gini katsayısının hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler için büyük önem taşıdığını gösterirken, Net Faiz Marjî finansal gelişme için en önemli göstergelerden biri olarak bulunmuştur. Bu önemli bir sonuçtur. Angori, Aristei ve Gallo (2019) çalışmasında da belirttiği gibi, “Net faiz marjî, geleneksel mevduat depolama ve kredilendirme faaliyetlerinde banka sağlığını ve verimliliğini ölçer”. Dolayısıyla Net Faiz Marjîndeki olumlu gelişmeler finansal gelişmeyi de olumlu etkileyecektir. Böylece yoksulların gelirleri artacak, ekonomik fırsatlar daha fazla kullanılacak ve gelir eşitsizliği daralacaktır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

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

Peer-review: 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

- Albayrak, A.S. (2006). *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*, Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Arora, R. U. (2011). Finance and Inequality: A Study of Indian States. *Applied Economics*, 44(34), 4527–4538. DOI:10.1080/00036846.2011.597736
- Angori, G., Aristei, D., Gallo, M. (2019). Determinants of Banks’ Net Interest Margin: Evidence from the Euro Area during the Crisis and Post-Crisis Period. *Sustainability*, 11(14), 3785. DOI:10.3390/su11143785
- Banerjee, A. V., Newman, A. F. (1993). Occupational Choice and the Process of Development. *Journal of Political Economy*, 101(2), 274–298. DOI:10.1086/261876.
- Bektaş, H., Tekin, M. (2013). The Relationship of Financial Ratios and Stock Exchange Performance Ratios: Canonical Correlation Analysis of Banks Trading in Istanbul Stock Exchange. *Marmara University Journal of I.I.B.*, 34(1), 317-329. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/3863>
- Bittencourt, M., Chang, S., Gupta, R., Miller, S. (2019). Does Financial Development Affect Income Inequality in the U.S. States?. *Journal of Policy Modeling*, 41(6), 1043-1056. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2019.07.008>

- Chiu, Y.B., Lee, C.C. (2019). Financial Development, Income Inequality, and Country Risk. *Journal of International Money and Finance*, 93(1), 1-18. DOI: 10.1016/j.jimonfin.2019.01.001.
- Chung, P.K., Zhao, Y., Liu, J.D., Quach, B. (2017). A Canonical Correlation Analysis On The Relationship Between Functional Fitness And Health-Related Quality Of Life İn Older Adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 68, 44-48. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2016.08.007>
- De Gregorio, J. (1996). Borrowing Constraints, Human Capital Accumulation and Growth. *Journal of Monetary Economics*, 37(1), 49-71. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(95\)01234-6](https://doi.org/10.1016/0304-3932(95)01234-6)
- Fornell, C., Larcker, D. F. (1980). The Use of Canonical Correlation Analysis in Accounting Research. *The Journal of Business Finance and Accounting*, 7(3), 455-470. DOI: 10.1111/j.1468-5957.1980.tb00213.x
- Galor, O., Zeira, J. (1993). Income Distribution and Macroeconomics. *The Review of Economic Studies*, 60(1), 35-52. <https://doi.org/10.2307/2297811>
- Greenwood, J., Jovanovic, B. (1990). Financial Development, Growth, and the Distribution of Income. *The Journal of Political Economy*, 98(5), 1076-1107. <http://piketty.pse.ens.fr/files/GreenwoodJovanovicJPE1990.pdf>
- Güler, E.Ö., Şanlı, S. (2019). A Comparison of Canonical Correlation Analysis Results on 2015-2016 Social Progress Indexes. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(2), 185-204. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/792408>
- Hair, F. J., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E. (1998). *Multivariate Data Analysis*, London: Prentice-Hall International Inc.
- Hotelling, H. (1936). Relations Between Two Sets of Variates. *Biometrika*, 283(4), 321-377. DOI: 10.1093/biomet/28.3-4.321
- Jauch, S., Watzka, S. (2015). Financial Development and Income Inequality: A Panel Data Approach. *Empirical Economics*, 51(1), 291-314. DOI:10.1007/s00181-015-1008-x
- Johnson, R.A., Wichern, D.W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 6th Edition, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Kappel, V. (2010). The Effects of Financial Development on Income Inequality and Poverty, *Center of Economic Research at ETH Zurich Working Paper*, 10/127, 1-40. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1585148
- Lee, H.S. (2007). Canonical Correlation Analysis Using Small Number of Samples. *Communications in Statistics. Simulation and Computation*, 36(5), 973-985. DOI:10.1080/03610910701539443
- Naceur, B.S., Zhang, R. (2016). Financial Development, Inequality and Poverty. *IMF Working Paper*, 1-28. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2016/wp1632.pdf>
- Nurkovic, N., Imamovic, D., Ecin Mirvic, T. (2021). The Canonical Connection of Motor Skills and Performance of Technical Elements of Goal Shooting in Water Polo. *Sportski Logos*, 34-37. https://www.researchgate.net/profile/Indira-Mahmutovic/publication/357743975_DIFFERENCES_IN_STUDENTS_'ATTITUDES_TO_PHYSICAL_ACTIVITY_AND_SATISFACTION_WITH_HEALTH_STATUS/links/61dd7ae34e4aff4a643479e7/DIFFERENCES-IN-STUDENTS-ATTITUDES-TO-PHYSICAL-ACTIVITY-AND-SATISFACTION-WITH-HEALTH-STATUS.pdf#page=36
- Odhiambo, N.M. (2020). Financial Development, Income Inequality and Carbon Emissions in Sub-Saharan African Countries: A Panel Data Analysis. *Energy Exploration & Exploitation*, 38(5), 1914-1931. DOI: 10.1177/0144598720941999

- Oktay E., Kaynak S. (2007). Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Bilgi Ekonomisi Girdi Ve Çıktı Değişkenleri Arasındaki Kanonik İlişkinin Araştırılması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 419-440. <http://static.dergipark.org.tr/articledownload/imported/1020000451/1020000445.pdf?>
- Park, D., Shin, K. (2017). Economic Growth, Financial Development, and Income Inequality, *Emerging Markets Finance and Trade*, 53(12), 2794- 2825. DOI: 10.1080/1540496X.2017.1333958.
- Perugini, C., Tekin, P. (2020). Financial Development, Income Inequality and Governance Institutions. *Panoeconomicus*, 69(1). <http://www.panoeconomicus.org/index.php/jorunal/article/view/937/582>
- Sharma, S. (1996). *Applied Multivariate Techniques*, New York: John Wiley & Sons.
- Sherry, A., Henson, R.K. (2005). Conducting and Interpreting Canonical Correlation Analysis in Personality Research: A User-Friendly Primer. *Journal of Personality Assessment*, 84(1), 37-48. DOI: 10.1207/s15327752jpa8401_09
- Statheropoulos, M., Vassiliadis Al, N., Pappa Al, A. (1998). Principal Component and Canonical Correlation Analysis for Examining Air Pollution and Meteorological Data, *Atmospheric Environment*, 32(6), 1087-1095. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(97\)00377-4](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(97)00377-4)
- Tacq, J. (1997). *Multivariate Analysis Techniques in Social Science Research: From Problem to Analysis*, Rotterdam: Sage Publications Ltd.
- Thompson, B. (1984). *Canonical Correlation Analysis: Uses and Interpretation (Quantitative Applications in the Social Sciences)*, California: Sage Publications, Inc.
- Ünlükaptan İ. (2009). Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerde İktisadi Kalkınma, Rekabetçilik ve İnovasyon İlişkilerinin Kanonik Korelasyon Analizi ile Belirlenmesi. *Maliye Dergisi*, 157, 235-250. <https://ms.hmb.gov.tr/uploads/2019/09/15.%C4%B0lter.UNLUKAPLAN.pdf>
- Zungu, L.T., Grelying, L. (2021). Financial Development and Income Inequality: A Nonlinear Econometric Analysis of 21 African Countries, 1994-2015, *Economic Research*

Teknik Etkinsizlik Kaynaklı Üretim Kayıpları: BRICS-T Ülkeleri Örneğinde Bir Panel Veri Analizi

Production Losses Due to Technical Inefficiency: A Panel Data Analysis on the Case of BRICS-T Countries

Nadide Yiğiteli* 

Öz

Çalışmada, BRICS-T ülkelerinin mevcut kaynaklarını ve teknolojiyi kullanma etkinliğinin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, 1990-2019 dönemi ve 6 ülkeden oluşan bir panel veri seti ile stokastik sınır analizi (SSA) kullanılarak üretim sınırı modellenmektedir. Üretim sınırı ve teknik etkinsizlik belirleyicilerinin tahmini için tek aşamalı bir yöntem kullanılmaktadır. Ayrıca, modelde teknik etkinsizlik ile teknik etkinsizliğe ve istatistiksel hata terimine ilişkin varyanslar, ülke nüfusu ve ihracatın ithalatı karşılama oranı değişkenlerinin bir fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır. Çalışmada, söz konusu değişkenlerin, teknik etkinsizlik üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı tespit edilmektedir. Bulgular, analiz döneminde teknik etkinlik düzeyinin ortalama %91 olduğunu ve ülkelerin bu dönemde potansiyel çıktıların %9'unu kaybettiğini göstermektedir. Analiz döneminde ortalama teknik etkinlik katsayısı açısından ilk sırada yer alan ülke Türkiye, son sırada yer alan ülke ise Rusya olarak tespit edilmiştir. Türkiye'nin etkinsizlik kaynaklı üretim kaybı %3,4 iken Rusya'nın %23,3'tür. Ayrıca Rusya analiz dönemi süresince etkinliğini artıran tek ülke olarak tespit edilmiştir. Diğer yandan analiz döneminde, yıllık ortalama olarak teknik etkinlik %0,064 azalış göstermiştir. Bu bulgu, ülkelerin mevcut teknolojilere uyumlarının giderek azaldığına ve etkinsizlik kaynaklı üretim kayıplarının arttığına işaret etmektedir. Gerek etkinsizlik kaynaklı üretim kayıpları gerekse analiz döneminde gözlemlenen etkinlik düşüşleri, sürdürülebilir ekonomik büyüme açısından BRICS-T ülkelerinin potansiyellerini daha etkin kullanmalarının önemli bir fırsat alanı olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler

Etkinlik, Üretim, Büyüme

Jel Kodları: D24, E23, O47

Abstract

This study aims to estimate the efficiency of using the available resources and technology of BRICS-T countries. In this context, the production limit is modelled using stochastic frontier analysis (SFA) within the scope of a panel data set consisting of six countries from 1990-2019. The production frontier and technical inefficiency determinants are estimated by a one-stage method. In addition, the technical inefficiency in the model and the variances related to technical inefficiency and statistical error are defined as a function of the variables' population and export-import ratios. The study has determined these variables to have no significant impact on technical inefficiency. The results show the average level of technical efficiency during the analysis period to be 91% and countries to have lost 9% of their

* Sorumlu Yazar: Nadide Yiğiteli (Dr.), Sosyal Güvenlik Uzmanı, Sosyal Güvenlik Kurumu, Ankara, Türkiye.
E-posta: nadidegulbay@gmail.com ORCID: 0000-0002-0632-7253

Atf: Yiğiteli, N. (2023). Teknik etkinsizlik kaynaklı üretim kayıpları: BRICS-T ülkeleri örneğinde bir panel veri analizi. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38, 53-73. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.38.1116692>

potential output. Turkey was determined as the country to rank first and Russia to rank last during the analyzed period in terms of the average coefficient of technical efficiency. Turkey's production loss due to inefficiency was 3.4%, while Russia's was 23.3%. On the other hand, technical efficiency decreased an average of 0.064% annually during the analysis period. This finding indicates countries' adaptation to existing technologies to gradually decrease and production losses due to inefficiency to increase. The production losses due to inefficiency and the efficiency decreases observed during the analysis period reveal an important opportunity for BRICS-T countries to use their potential more effectively in terms of sustainable economic growth.

Keywords

Efficiency, Production, Growth

JEL Classification: D24, E23, O47**Extended Summary**

The degree to which the inputs are used effectively in current production technology is determined by the production function, which shows the functional relationship between the output and inputs used in production. Converting inputs into output takes place under a specific production technology. The maximum output obtained under a specific input composition or the minimum input composition needed to achieve a specific output level determines the upper frontier of production possibilities. Economic units produce at or below this frontier. Technical efficiency is achieved when the input-output composition defined by the production function is located at a point on the production frontier. Technical inefficiency is defined as a situation where a difference occurs between the maximum output values of the production technology and the actual observed production values, with the coefficient of technical efficiency taking values between 0 and 1 otherwise. A country's inefficiency and production losses increase as this value approaches 0, while a value of 1 indicates that the country is producing at the production frontier and using its full production potential. Economic units produce at a technically inefficient point and so cannot use their current potential effectively. In this case, production losses are experienced, and production being able to be increased by activating this potential. Technical efficiency and the capacity to absorb the existing technology of economies is an essential factor that increases the speed of catching up with developed economies with high per capita income. However, achieving the potential level of output contained in the production technology (i.e., increasing technical efficiency) is subject to countries' limitations in absorbing existing technology.

This study aims to estimate the efficiency of using the available resources and technology of BRICS-T countries. In this context, the production limit is modelled using stochastic frontier analysis (SFA) within the scope of a panel dataset consisting of six countries for the period of 1990-2019. The production frontier and technical inefficiency determinants are estimated by a one-stage method. In addition, the technical inefficiency and the variances related to technical inefficiency and statistical error in the model are defined as a function of the variables of countries' populations and export-import ratios. The study has determined that these variables

do not significantly affect technical inefficiency but do have a significant effect on the variances related to technical inefficiency and the statistical error term. The results show the average level of technical efficiency during the analysis period to be 91% and countries to have lost 9% of their potential output. Turkey was determined to have ranked first and Russia last in terms of the average coefficient of technical efficiency for countries during the analyzed period, with Turkey's production loss due to inefficiency being 3.4% and Russia's was 23.3%. Meanwhile, technical efficiency decreased an average of 0.064% annually during the analysis period. The other countries experienced efficiency losses during the analysis period, while Russia's technical efficiency increased by 0.74%. According to the study results, Russia's compliance with the current level of technology, therefore, increased during the analysis period and its production losses due to inefficiency decreased.

This finding indicates that the BRICS-T countries' adaptation to existing technologies to have gradually decreased, and production losses due to inefficiency to have increased. The production losses due to inefficiency as well as the efficiency decreases observed during the analysis period, show an important opportunity to exist for economies to use their potential more effectively in terms of sustainable economic growth. The countries' performances regarding to adapting to technologies require educational processes involving new technologies being learned and taught, as well as precise, predictable social, political, and economic structures.

Giriş

Mevcut üretim teknolojisinde girdilerin ne derecede etkin kullanıldığı üretim fonksiyonu aracılığı ile elde edilmektedir. Üretim fonksiyonu, çıktı ile üretimde kullanılan girdiler arasındaki fonksiyonel ilişkiyi göstermektedir. Girdilerin çıktıya dönüştürülme süreci belirli bir üretim teknolojisi altında gerçekleşmektedir (Kök & Deliktaş, 2003). Veri bir girdi bileşimi ile elde edilebilecek en çok çıktı ya da veri bir çıktı seviyesini elde edebilmek için ihtiyaç duyulan en az girdi bileşimi üretim olanaklarının üst sınırını tayin etmektedir. Bu sınır, belirli bir girdi setinden elde edilebilecek teknik olarak olanaklı maksimum çıktıyı temsil etmektedir. Ekonomik birimler bu sınırdan veya bu sınırın altında üretim faaliyetlerini gerçekleştirebilmektedir. Üretim fonksiyonu ile tanımlanan girdi-çıkıtı bileşimi üretim sınırındaki bir noktada yer almaktaysa bu durum teknik etkinliğin sağlandığına işaret etmektedir. Girdi-çıkıtı bileşiminin, üretim sınırının altındaki bir noktada yer alması durumunda ise bu sınıra olan uzaklık ile matematiksel olarak ifade edilebilecek bir teknik etkinsizlik söz konusu olmaktadır (Kumbhakar & Lovell, 2000). Dolayısıyla, üretim teknolojisi veri iken girdilerin çıktı üretiminde ne seviyede etkin kullanıldığı teknik etkinlik kavramı ile ifade edilmektedir. Veri üretim teknolojisindeki maksimum çıktı değerleri ile fiilen gözlenen üretim değerleri arasında fark olması durumu ise teknik etkinsizlik olarak tanımlanmaktadır (Albert, 1998). Üretim sınırına doğru hareketle teknik etkinsizlik azalmakta, daha etkin bir üretim gerçekleşmektedir. Ekonomik birimlerin üretimlerini teknik olarak etkin olmadıkları bir noktada gerçekleştirmeleri mevcut potansiyellerini etkin kullanamadıkları anlamına gelmektedir (Rao & Coelli, 1998). Bu durumda üretim kayıpları yaşanmakta ve bu potansiyelin etkinleştirilerek üretim artışı sağlanması mümkün olmaktadır. Ekonomilerin mevcut teknolojiyi özümseme kapasitesi ve teknik etkinliği, kişi başına geliri yüksek olan gelişmiş ekonomileri yakalama hızını artıran önemli bir faktördür. Veri üretim teknolojisinin içerdiği potansiyel çıktı seviyesine yaklaşma, yani teknik etkinlik artışı ise ülkelerin mevcut teknolojiyi özümseme kısıtlarına tabiidir.

Farell (1957) etkinlik ölçümüne ilişkin iki temel çerçeve tanımlamaktadır. Buna göre ekonomik birimler belirli bir çıktı düzeyini teknik olarak gerekli olandan daha fazla girdi ile üretebilmektedirler. Ya da girdi fiyatları ve bu girdilerin marjinal verimlilikleri dikkate alındığında, optimal olmayan bir girdi bileşimi kullanabilirler. Bu tanımlamalardan ilki teknik etkinsizliği diğeri ise tahsis etkinsizliğini oluşturmaktadır. Bu iki kavram birlikte toplam etkinsizlik olarak ifade edilmektedir (Herrera & Pang, 2005). Diğer yandan, veri üretim sınırı dikkate alındığında, bu sınırın genişlemesi teknik ilerlemenin gerçekleşmesi ile mümkün hale gelmektedir. Daha üretken üretim teknolojilerin benimsenmesi yani teknik ilerlemenin ortaya çıkması durumunda ülkenin üretim sınırı kaymaktadır. Teknik etkinlik değişimi ve teknolojik ilerlemeden oluşan bu iki bileşen birlikte toplam faktör verimliliği/üretkenliği olarak tanımlanmaktadır (Kumbhakar & Lovell, 2000). Dolayısıyla etkinlik kavramsal olarak toplam faktör verimliliğinin bir alt bileşenidir.

Ekonomilerin mevcut girdiler ve veri üretim teknolojisi altında mümkün olan en fazla çıktıyı üreterek üretim olanakları sınırlarında buldukları geleneksel bir varsayım olarak ampirik uygulamalarda yer edinmektedir. Çalışmada, iktisadi düşünce okulları tarafından büyük önem atfedilen üretkenliğin temel bir alt bileşeni olan teknik etkinlik analiz edilmektedir. Bu kapsamda, BRICS-T¹ ülke grubuna yönelik olarak üretim sınırının belirlenmesi ve bu sınırdan sapmaların ölçülmesi amaçlanmaktadır. Çalışma, analiz edilen ülke, dönem ve kapsanan değişkenler açısından literatüre güncel bir bakış açısı sunmaktadır. Ayrıca, BRICS-T ülkelerinin mevcut potansiyellerini kullanmaları açısından göreceli durumları karşılaştırılmakta olup sürdürülebilir ekonomik büyüme açısından teknik etkinlik artışlarının sunduğu olanaklar irdelenmektedir. Diğer yandan, nüfus ve ihracatın ithalatı karşılama oranının teknik etkinlik etkisi de araştırılmaktadır.

Makalenin bu bölümünü takip eden bölümde, ampirik literatür gözden geçirilmektedir. Üçüncü bölümde çalışmanın dayandığı metodoloji özetlemektedir. Dördüncü bölümde ampirik analizde kullanılan veri seti ve model tanıtılmaktadır. Ampirik çalışmanın sonuçları beşinci bölümde sunulmakta olup makale sonuç ve değerlendirmeleri içeren altıncı bölüm ile sonlanmaktadır.

Literatür

Mevcut üretim faktörleri ve veri üretim teknolojisi altında çıktı üreten ekonomik birimler olarak ülkelerin büyümelerini ve verimliliklerini etkileyen faktörlere ilişkin oldukça geniş bir ampirik literatür bulunmaktadır. Verimlilik ölçüm yöntemlerine ilişkin metodolojik gelişmeler söz konusu çalışma alanını analiz edilen ülke ve dönem bazında güncel tutmaktadır. Bu bölümde, çalışmanın ampirik uygulaması bağlamında literatür gözden geçirilmektedir.

Golany ve Thore (1997a), aralarında Brezilya, Hindistan ve Türkiye'nin de bulunduğu 72 ülke için teknik etkinlik ve ölçek etkinliği hesaplamışlardır. Çalışmada veri zarflama analizi kullanılmış olup bulgular 1970-1985 dönemine ilişkin olarak elde edilmektedir. Hindistan için etkinlik 0,632 olarak tahmin edilmiş ve ülkenin ölçeğe göre azalan getiri koşullarında bulunduğu tespit edilmiştir. Brezilya ve Türkiye'nin ise ölçeğe göre artan getiri koşullarında bulunduğu; etkinliklerinin ise sırasıyla 0,830 ve 1,000 olduğu bulunmuştur. Veri zarflama yönteminde metodolojik olarak örneklemedeki en etkin ekonomik birime kıyasla etkinlikler tahmin edildiği için Türkiye grubunda en etkin ülke olarak görülmektedir. Krüger vd. (2000) ise yine veri zarflama analizi yöntemi ile Brezilya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye'nin dahil olduğu 87 ülke için toplam faktör verimliliği hesaplanmıştır. Analiz 1960-1990 dönemini içermektedir. Ampirik bulgular seçilmiş ülkeler için raporlanmış olup Brezilya 1960-1973 alt döneminde en yüksek verimlilik artışı gösteren ülkeler

1 Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika ile Türkiye.

arasında yer almıştır. Ancak 1973-1990 döneminde söz konusu ülke için verimlilik düşüşü toplamda ise verimlilik artışı tespit edilmiştir. Etkinlik değişimi açısından ise Brezilya analiz döneminde en yüksek etkinlik değişimi yaşanan dördüncü ülke olarak tahmin edilmektedir. Ayrıca çalışmada 1973-1990 dönemi için verimlilik artışında etkinlik artışına dikkat çekilmektedir. Forstner ve Isaksson (2002) ise, Hindistan ve Türkiye'yi de içermekte olan 57 ülke kapsamında veri zarflama analizi ve Malmquist Endeks kullanarak verimlilik analizi yapmaktadır. Çalışma 1980 ila 1990 yılları arasında kapsamaktadır. Hong Kong, Güney Kore ve Tayvan'ın büyümesinin temel olarak verimliliğe dayalı olduğu ve bunun içerisinde ise temel bileşenin teknik etkinlik artışı olduğu tespit edilmektedir. Analiz dönemi için ortalama teknik etkinlik değişimi bu ülkeler için %3,1; Türkiye için %1,8 ve Hindistan için %4,3 olarak tahmin edilmiştir. Akhremenko vd. (2019), BRICS ülkeleri dahil 149 ülke için yaptıkları çalışmada veri zarflama analizini kullanarak 1990-2013 periyoduna yönelik olarak toplam faktör verimliliğini analiz etmektedir. Çalışmada toplam faktör verimliliğinin bileşenlerinin yanı sıra makroekonomik belirleyicileri de modellenmektedir. Çalışmanın bulgularına göre kurumlar toplam faktör verimliliğinin makroekonomik belirleyicileri arasında ön plana çıkmaktadır.

Deliktaş ve Balcılar (2005), 1991-2000 dönemi ve Doğu Avrupa ve eski Sovyet ülkelerini içeren 25 ekonomi için verimlilik analizi yapmışlardır. Çalışmada SSA yöntemi kullanılarak translog üretim fonksiyonuyla üretim sınırı tahmin edilmektedir. Sovyetler Birliği'nin dağılması sonrasında geçiş ekonomileri olarak ifade edilen bu ülkelerde analiz dönemi için ortalama teknik etkinlik düzeyi 0,548 olarak tespit edilmektedir. Diğer yandan söz konusu ülkelerde yıllık ortalama teknik etkinlik değişimi ise %1,8 olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte, Rusya'nın ortalama teknik etkinlik seviyesi 0,401 olarak tahmin edilmiştir. Söz konusu ülkede teknik etkinlik seviyesi, analizin başlangıç dönemi olan 1991 yılından 2000 yılına kadarki süreçte 0,347'den 0,454'e yükselmiştir. Ayrıca çalışma, teknik etkinliğin belirleyicilerini tespit etmeye yönelik bir model de sunmaktadır. Kim ve Lee (2006), yine SSA yöntemi kullanarak aralarında Hindistan ve Türkiye'nin de bulunduğu 49 ülke için toplam faktör verimliliğini analiz etmektedir. Çalışmada 1965-1990 periyodu ele alınmaktadır. Toplam faktör verimliliği bileşenlerine ayrıştırılarak, Hong Kong, Japonya, Tayvan ve Kore'nin verimlilik artışındaki temel kaynağın teknik etkinlik değişimi olduğu bulgusu elde edilmiştir. Söz konusu ülkelerin teknik etkinlik değişimleri sırasıyla %2,73, %2,23, %1,75 ve %1,32 olarak tespit edilmiştir. G6 ekonomileri için ise teknik etkinlikte düşüş gözlenmiştir. Hindistan teknik etkinlik açısından en alt sırada; Türkiye ise 49 ülke arasında 42'inci sırada yer almaktadır. Kim vd. (2010), Brezilya, Güney Afrika, Çin ve Türkiye'nin de yer aldığı 53 ülke kapsamında yaptıkları çalışmada, 1991-2003 periyoduna ilişkin toplam faktör verimliliğini analiz etmektedir. Yöntemsel olarak yine SSA'nın kullanıldığı çalışmada ortalama olarak %0,55'lik teknik etkinlik düşüşü tespit edilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre Çin'in büyümesinin %33'ü teknik etkinlik

değişiminden kaynaklanmaktadır. Brezilya, Güney Afrika ve Türkiye’de ise teknik etkinlik değişimi negatif olarak tahmin edilmektedir. Çalışmanın bulgularına göre teknik etkinlik değişimi ekonomik büyümenin Brezilya’da $-%21$, Güney Afrika’da $-%9$ ve Türkiye’de $-%74$ ’nü oluşturmaktadır. Söz konusu ülkeler arasında Türkiye, $-%2,3$ ’lük oran ile teknik etkinlik düşüşü en fazla olan ülkedir. Analiz kapsamındaki tüm ülkeler arasında ise Türkiye teknik etkinlik düşüşünün en fazla olduğu beşinci ülkedir. Pires ve Garcia (2012), Brezilya, Hindistan ve Türkiye dahil 75 ülkenin toplam faktör verimliliğini analiz etmektedir. Çalışma 1950-2000 dönemini kapsamaktadır. Türkiye 0,958’lik teknik etkinlik düzeyi ile mevcut teknolojilere adaptasyon kabiliyeti en yüksek olan altıncı ülke konumundadır. Brezilya ve Hindistan ise sırasıyla 0,752 ve 0,640’lik teknik etkinlik seviyeleriyle 45 ve 65 inci sıralarda yer almaktadırlar. Bu dönemde, Türkiye $%0,08$ ve Brezilya $%0,55$ oranında teknik etkinlik değişimi yaşamıştır. Gelişmiş ülkeler ortalama $%0,54$, gelişmekte olan ülkeler $%0,41$ teknik etkinlik değişimi yaşamışlardır. Aguiar (2014), 34’ü OECD ülkesi olmak üzere toplamda 40 ülkeye yönelik çalışmada yine SSA çerçevesini kullanarak toplam faktör verimliliğini analiz etmektedir. 2001-2011 periyodunu içeren çalışma BRICS ülkelerini de içermektedir. Analiz edilen ülke ve dönemde ortalama teknik etkinlik düzeyi 0,64 olarak elde edilmiştir. Söz konusu oran OECD ekonomileri için 0,68; OECD üyesi olmayan ülkeler için ise 0,40’tır. Diğer yandan çalışmada, teknik etkinlik Türkiye’de 0,59, Brezilya’da 0,39, Rusya’da 0,48, Hindistan’da 0,30, Çin’de 0,37, Güney Afrika’da 0,59 olarak tahmin edilmektedir. 40 ülke içerisinde Çin teknik etkinlik açısından sondan ikinci sırada yer almaktadır. Heshmati ve Rashidghalam (2020), SSA yaklaşımını ile 190 ülke için toplam faktör verimliliği büyümesini incelemektedirler. 1996-2013 dönemini kapsayan çalışmada, teknik ilerleme ile toplam faktör verimliliğinin azalma gösterdiği bulgulanmaktadır. Ayrıca çalışmada, tüm ülke grupları için ölçüğe göre artan getiri tespit edilmektedir. Hou vd. (2020) ise Çin, Brezilya, Hindistan, Rusya, Güney Afrika’nın da yer aldığı 16 ülkeye yönelik olarak yaptıkları çalışmada, SSA, Battese ve Coelli (1995) yaklaşımını kullanarak verimliliği analiz etmektedir. 1991-2014 dönemini içeren çalışmada, toplam faktör verimliliği, teknolojik ilerleme, teknik etkinlik ve ölçek etkinliği bileşenlerine ayrıştırılmaktadır. Yıllık ortalama $%1,4$ ’lük toplam faktör verimliliği büyümesinin tespit edildiği çalışmada, $%0,006$ ’lık bir ortalama etkinlik değişimi elde edilmiştir. Çalışmada toplam faktör verimliliği büyümesinin etkinlik değişiminden ziyade teknolojik ilerleme tarafından motive edildiği tespitine vurgu yapılmaktadır.

Metodoloji

Çalışmada, analiz edilen döneme ilişkin ülkelerin üretim kayıpları yani üretim potansiyellerine olan uzaklıkları hesaplanarak tahmin edilmektedir. Bu kapsamda, ülkelerin teknik etkinlikleri hesaplanarak analiz döneminde mevcut girdi setleri ile çıktı üretme yeteneği tahmin edilmektedir. Belirli bir dönemde üretim sınırı veri iken, gözlemlenen üretim değeri ile maksimum üretim değeri arasındaki fark

parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kapsamında hesaplanabilmektedir. Parametrik olmayan yöntem veri zarflama analizini içerirken, parametrik yöntemler Stokastik Sınır Analizi (SSA) ve Bayesian Yaklaşım (BY) olmak üzere iki temel başlık altında toplanmaktadır. Parametrik olmayan yaklaşımda parametrik yaklaşımın aksine, üretim, maliyet veya kâr fonksiyonuna ilişkin fonksiyonel bir form tahmin edilmekte ve istatistiki hata yapısı modele dahil edilmemektedir. Bu duruma bağlı olarak parametrik yöntemde sınırdan tüm sapmalar etkinsizlik terimi tarafından yakalanmaktadır. Modelde yer almakta olan birleşik bir hata terimi yapısı, parametrik yöntemi parametrik olmayan yönteme göre güçlü kılmaktadır. Parametrik yöntemlerin içermiş olduğu birleşik hata yapısına bağlı olarak teknik etkinsizlik ve istatistiki rastgele hata terimi birbirinden ayrılmakta böylece üretim sınırından istatistiksel sapmalar teknik etkinsizliğe atfedilmemektedir. Diğer yandan, parametrik yöntemlerde üretim sınırı, veri zarflama analizinin tersine, örnekleme en iyi performansa göre değil her birimin kendi en iyi üretim performansına göre belirlenmektedir. Bu nedenle parametrik yöntemin, örnekleme uç değerler söz konusu olduğunda bu değerlere duyarlılığı daha azdır (Kumbhakar & Lovell, 2000; Mahadevan, 2004).

Parametrik olmayan yöntem olan veri zarflama analizinde, sınırın fonksiyonel formuna ve dağılımsal özelliklerine ilişkin daha az varsayımda bulunmaktadır. Dolayısıyla bu yöntemde belirli fonksiyonel kısıtlamalar getirilmeden, sınır doğrudan verilerden hesaplanmaktadır. Bu nedenle parametrik yöntemler (SSA, BY) ekonometrik tekniklere dayanırken, parametrik olmayan yöntemler (veri zarflama analizi) matematiksel programlama tekniklerine dayanmaktadır (Herrera & Pang, 2005).

Çalışmada parametrik yöntemin bir alt kategorisi olan SSA, analiz yöntemi olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde, etkinsizlik teriminin dağılımsal formu, zamanla değişen etkinsizlik varsayımı, teknik etkinsizlik ile birim etkilerin ayrıştırılması veya kalıcı teknik etkinsizlik kavramının modellere dahil edilmesi gibi oldukça geniş bir yelpazede farklı model spesifikasyonu bulunmaktadır (Battese & Coelli, 1988, 1992, 1995; Kumbhakar, 1990; Kumbhakar & Heshmati, 1995; Greene, 2005a,b; Wang & Ho, 2010; Chen vd., 2014; Belotti & Ilardi, 2018).

y_{it} t zamanında i firmasının üretimini, x_{it} girdi vektörünü, u_{it} etkinsizlik terimini, v_{it} istatistiki hata terimini, β parametre vektörünü göstermek üzere üretim sınırı denklemini Eş.1’de yer almaktadır.

$$y_{it} = \alpha + \beta' x_{it} + v_{it} \pm u_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T \quad (1)$$

$v_{it} \sim N[0, \sigma_v^2]$ olmak üzere, v_{it} istatistiki hata teriminin, rastgele şokların etkisini temsil ettiği, bağımsız ve özdeş dağılmış rastgele değişken (iid) olduğu varsayılmaktadır. Birleşik hata yapısının diğer bileşeni olan ve v_{it} 'den bağımsız

olduğu kabul edilen u_{it} ise teknik etkinsizliği temsil etmekte olup $N(0, \sigma_u^2)$ dağılımı sergilediği varsayılmaktadır. Üretim sınırı söz konusu olduğunda u_{it} negatif işaret almaktadır. u_{it} 'nin dağılımı, kesim noktası 0 olan yarı normal bağımsız bir dağılımı yansıtmaktadır. u_{it} 'nin, bağımsız olarak μ kesim noktasında $N(0, \sigma_u^2)$ dağılması durumunda kesikli normal dağılım söz konusu olmaktadır (Greene, 2005 a,b). Bu durum, her birimin, üretim sınırında veya üretim sınırının altında faaliyet göstermesi anlamını taşımaktadır. Sınırdan sapmalar ise birim tarafından kontrol edilen faktörlerden kaynaklanmaktadır.

Analiz, Greene (2005a, b) model spesifikasyonu takip edilerek yapılmaktadır. Greene (2005a, b) Gerçek Sabit Etkiler (TFE) ve Gerçek Rassal Etkiler (TRE) olmak üzere iki temel yaklaşım önermektedir. TFE ve TRE arasındaki temel yaklaşım farkı α_i sabit teriminden kaynaklanmaktadır. α_i parametresi rastgele bir değişken gibi hareket ediyorsa TRE modeli, sabit bir parametre gibi hareket ediyorsa TFE modeli söz konusudur².

Veri Seti ve Model

Çalışma, BRICS olarak adlandırılan ülkeler ile Türkiye'nin de dahil edildiği 6 ülke ve 1990-2019 periyodunu içermektedir. Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika ile Türkiye analiz için ülke örneklemini oluşturmaktadır. Ülkelerin üretim sınırı belirlemek amacıyla kullanılan veri seti Tablo 1'de tanıtılmaktadır.

Tablo 1

Değişken Seti ve Veri Kaynakları

Değişken	Simge	Veri Kaynağı	Dönemi	Ölçümü Birimi
Reel GSYH	Y	PWT 10.0	1990-2019	Düzye değeri 2017=100
Sermaye stoku	K	PWT 10.0	1990-2019	Düzye değeri 2017=100
İşgücü	L	PWT 10.0	1990-2019	İstihdam edilen kişi sayısı-düzye değeri
Toplam nüfus	N	PWT 10.0	1990-2019	Düzye değeri
İşgücü başına reel GSYH	y	PWT 10.0 verileriyle yazarın hesabı	1990-2019	Doğal logaritma
İşgücü başına sermaye stoku	k	PWT 10.0 verileriyle yazarın hesabı	1990-2019	Doğal logaritma
Beşeri sermaye endeksi	hc	PWT 10.0	1990-2019	Endeks değeri
Nüfus payı	n	PWT 10.0 verileriyle yazarın hesabı	1990-2019	Doğal logaritma
İhracat oranı	x	PWT 10.0 verileriyle yazarın hesabı	1990-2019	Doğal logaritma
İthalat oranı	m	PWT 10.0 verileriyle yazarın hesabı	1990-2019	Doğal logaritma
İhracatın ithalatı karşılama oranı	xm	PWT 10.0 verileriyle yazarın hesabı	1990-2019	Doğal logaritma

Not: PWT: Penn world table

2 Gerçek Sabit Etkiler (TFE) ve Gerçek Rassal Etkiler (TRE) konusunda ayrıntılı denklemler için bakınız: (Greene 2005a, b).

Çalışmada üretim sınırı, üretim fonksiyonu parametreleri ile birlikte tahmin edilmektedir. Tahmin edilen üretim fonksiyonunda, reel GSYH çıktı olarak; sermaye stoku verisi ise girdi olarak kullanılmaktadır. Hem reel GSYH hem de fiziki sermaye stoku verisi istihdam edilen işgücü başına düşen değer olarak kullanılmakta olup her iki veri de PWT'den (Penn World Table) elde edilmiştir. İstihdam edilen işgücü Mincerian yaklaşım esas alınarak nitelik uyarlanmış şekilde üretim fonksiyonuna dahil edilmiştir (Human Capital in PWT 9.0; Caselli, 2005; Hall & Jones, 1999). Üretim fonksiyonu beşeri sermaye endeksi dikkate alınarak genişletilmiştir. PWT'den elde edilen bu endeks ortalama okullaşma yılı ve eğitimin geri dönüş oranını yansıtmaktadır. Teknik etkinsizliğin modellenmesine ilişkin PWT'den elde edilen nüfus ve ihracatın ithalatı karşılama oranı değişkenleri kullanılmıştır. Nüfus verisi, her bir ülkenin nüfusu, ülkelerin toplam nüfusuna bölünerek modele dahil edilmiştir. İhracatın ithalatı karşılama oranı (xm) değişkeni ise ihracatın (x) ve ithalatın (m) reel GSYH içindeki payı esas alınarak hesaplanmıştır. İhracat ve ithalat değişkenleri, PWT'de geniş ekonomik kategori (Broad Economic Category) kapsamında tanımlanmaktadır.

Üretim fonksiyonuna dahil edilen tüm değişkenler, çoklu doğrusal bağlantı ve değişen varyans problemine yönelik olarak kendi ortalamalarıyla normalize edilerek logaritmik formda kullanılmıştır (Du, 2017; Kumbhakar vd., 2014; Kumbhakar vd., 2015). i ülkeleri, t zaman boyutunu göstermek üzere, Cobb-Douglas ve translog üretim fonksiyonu kapsamında kurulan modellerin kapalı ve açık fonksiyon formları 2 ila 5 nolu eşitliklerde ifade edilmektedir. $t=1990,1995,1996,\dots,2019$ yılları için olmak üzere;

$$y = f\{k, hc\} \quad (2)$$

$$\ln(y_{it}) = \alpha_0 + \beta_1 \ln(k_{it}) + \beta_2 \ln(hc_{it}) + v_{it} - u_{it} \quad (3)$$

$$y = f\{k, hc, (k \cdot hc), k^2, hc^2\} \quad (4)$$

$$\ln(y_{it}) = \alpha_0 + \beta_1 \ln(k_{it}) + \beta_2 \ln(hc_{it}) + \beta_{12} \ln(k_{it}) \ln(hc_{it}) \quad (5)$$

$$+ 1/2\beta_{11}(\ln k_{it})^2 + 1/2\beta_{22}(\ln hc_{it})^2 + v_{it} - u_{it} \quad (6)$$

y istihdam edilen işgücü başına reel geliri, k istihdam edilen işgücü başına fiziki sermaye stokunu, hc beşeri sermaye endeksini, v_{it} , 0 ortalama σ_u^2 varyansa sahip istatistiksel hata terimini, u_{it} teknik etkinsizliği göstermektedir. β_{ij} ise tahmin edilecek parametre değerleridir.

Diğer yandan, μ_{it} , μ kesim noktasında $N^+[\mu, \sigma_u^2]$ dağılan u_{it} 'nin ortalamasını; δ , tahmin edilecek parametre değerlerini; w_{it} hata terimini göstermek üzere teknik etkinsizlik Eş.6'da ifade edildiği şekilde modellenmektedir (Battese & Coelli, 1995). Eşitlikte yer alan n terimi nüfus payını xm terimi ise ihracatın ithalatı karşılama oranını göstermektedir.

$$\mu_{it} = \delta_0 + \delta_1 \ln n + \delta_2 \ln xm + w_{it} \quad (6)$$

Teknik etkinsizlik ve istatistiki hata terimine ilişkin varyanslar da Eş.7 ve Eş.8'de belirtildiği üzere n ve xm değişkenlerinin fonksiyonu olarak tanımlanmıştır.

$$\sigma_u = f(\ln n, \ln xm) \quad (7)$$

$$\sigma_u = f(\ln n, \ln xm) \quad (8)$$

Tahmin edilen üretim sınırı fonksiyonunda teorik olarak $\frac{\partial \ln(y)}{\partial \ln(k)} = \beta_1 > 0$; $\frac{\partial \ln(y)}{\partial \ln(hc)} = \beta_2 > 0$; değerler alması beklenmektedir. Diğer yandan teknik etkinsizlik modelinde yer almakta olan $\frac{\partial \ln(\mu_{it})}{\partial \ln n} = \delta_1$ veya $\frac{\partial \ln(\mu_{it})}{\partial \ln xm} = \delta_2$ pozitif veya negatif değerler alması beklenmektedir.

Ampirik Bulgular

BRICS ülkeleri ile Türkiye'ye ilişkin temel değişkenler Tablo 2'de özet olarak sunulmaktadır. 2019 yılı açısından değerlendirildiğinde istihdam edilen işgücü başına reel gelirin (2017 yılı fiyatları ile USD) en yüksek olduğu ülkenin Türkiye olduğu; Rusya ve Güney Afrika'nın Türkiye'yi takip ettiği görülmektedir. İşgücü başına geliri yüksek olan ülkelerde işgücü başına sermaye stokunun da yüksek olduğu önsel bir bilgi olarak görülmektedir.

Beşeri sermaye endeksinin en yüksek olduğu ülke Rusya olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum özellikle gelecek yıllar için kişi başına gelir açısından Rusya'nın avantajlı konumda olabileceğine işaret etmektedir. Beşeri sermaye endeksinin en düşük olduğu ülke ise Hindistan olup bu ülkeyi Türkiye izlemektedir.

Tablo 2

Değişkenlere İlişkin Özet İstatistik Veriler (2019 Yılı)

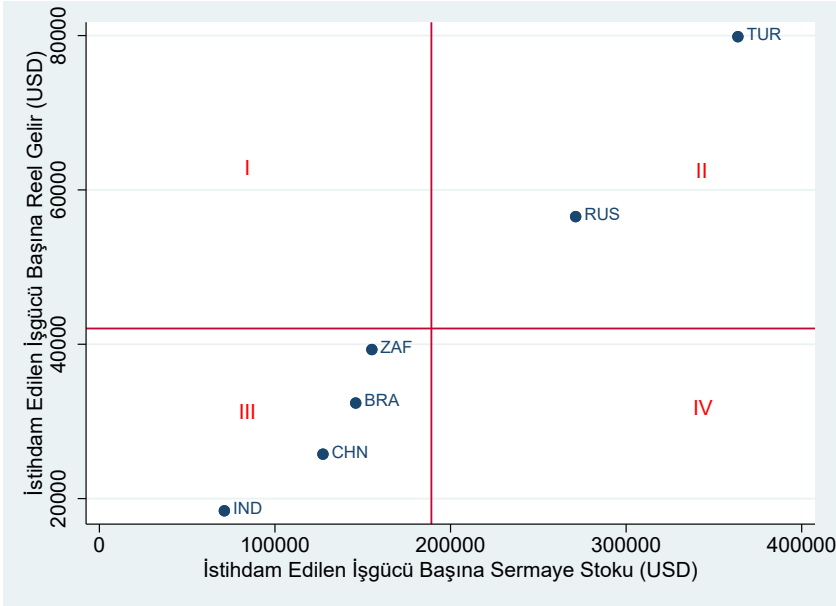
Ülke	y (USD)	k (USD)	hc (yıl)	n (%)	x (%)	m (%)	xm (%)
Türkiye	79.853	363.645	2,51	2,53	12,00	-5,00	80,00
Rusya	56.539	271.253	3,43	4,42	18,00	-9,00	200,00
Güney Afrika	39.310	155.171	2,91	1,77	18,00	-20,00	90,00
Brezilya	32.378	145.987	3,09	6,40	13,00	-14,00	92,86
Çin	25.754	127.319	2,70	43,46	19,00	-17,00	111,76
Hindistan	18.414	71.186	2,17	41,42	5,00	-8,00	62,50
Ortalama	42.041	189.093	2,80	16,67	14,16	-13,83	106,19

Not: y ve k, reel büyüklükler olup 2017 yılı USD bazlıdır.

İhracatın (x) ve ithalatın (m) reel GSYİH içindeki payının en yüksek olduğu ülkeler ise sırasıyla Çin ve Güney Afrika'dır. İhracatın ithalatı karşılama oranı (xm) açısından ise Rusya ilk sırada yer almaktadır. Rusya'yı, Çin takip etmektedir.

Diğer yandan, reel gelir ile sermaye stoku arasındaki ilişki Şekil 1'de; reel gelir ile beşeri sermaye endeksi arasındaki ilişki ise Şekil 2'de gösterilmektedir. Söz konusu

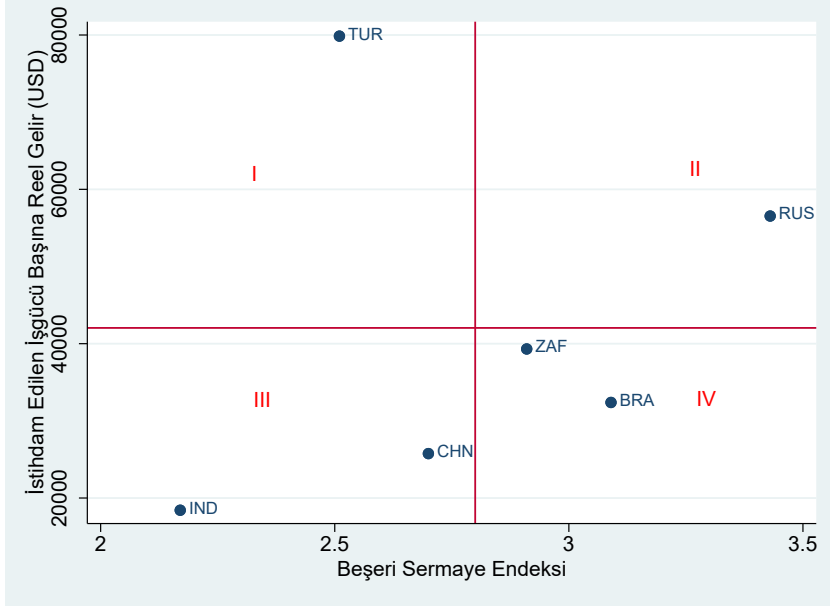
şekiller, değişkenlere yönelik ilişkileri önsel olarak göstermektedir. Reel gelir ile fiziki sermaye eşleşmesinde ortalama değerler serpilme grafiğini iki temel alana ayırmaktadır. Sermaye stoku yüksek ülkeler kişi başına gelir açısından da ortalamanın üzerinde yer almaktadır. II. alanda yer alan ülkeler (Rusya, Türkiye) kişi başına düşen reel gelir ve kişi başına düşen fiziki sermaye stoku açısından ortalamanın üzerinde bulunmaktadır. II. bölgenin simetriğinde bulunan III. bölgede ise ülkeler (Hindistan, Çin, Brezilya, Güney Afrika,) kişi başı reel gelir ve fiziki sermaye stoku açısından ortalamanın altında bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1: Gelir-Fiziki Sermaye İlişkisi (2019 yılı)³

Şekil 2’de görüldüğü üzere, Hindistan beşeri sermaye endeksi en düşük ülke olup Hindistan’ı Türkiye takip etmektedir. Beşeri sermaye endeksi ile işgücü başına reel gelir değişkeni arasında ters yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Ancak, Türkiye, beşeri sermaye endeksi düşük olmakla birlikte işgücü başına reel geliri yüksek olan aykırı bir konumda yer almaktadır. Beşeri sermaye endeksi en yüksek ülke ise Rusya’dır.

3 IND: Hindistan; CHN: Çin; BRA: Brezilya; ZAF: Güney Kore; RUS: Rusya; TUR: Türkiye.



Şekil 2: Gelir-Beşeri Sermaye İlişkisi (2019 yılı)

Çalışmanın ampirik uygulama bölümü için kullanılan temel değişkenler Tablo 3'te, korelasyon matrisi ise Tablo 4'te raporlanmaktadır.

Tablo 3

1990-2019 Özet İstatistik Veriler

Değişkenler	Birimi	Gözlem	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Y	Milyon USD	180	3.620.000	4.130.000	368.000	20.600.000
K	Milyon USD	180	14.400.000	16.200.000	1.610.000	102.000.000
L	Milyon Kişi	180	228	276	12	799
N	Milyon Kişi	180	483	536	37	1.430
y	İşgücü Başı USD	180	31.300	17.902	4.512	79.853
k	İşgücü Başı USD	180	140.467	93.064	8.049	363.645
hc	Endeks Değeri-Yıl	180	2,35	0,49	1,49	3,43
n	%	180	16,67	18,39	1,51	48,28
x	%	180	12,37	6,07	3,00	33,00
m	%	180	-11,78	5,32	-24,00	-3,00
xm	%	180	111,71	54,07	54,55	380,00

Not: Yazarın Kendi Hesabı.

Korelasyon matrisinde, reel gelir ile fiziki sermaye stoku en yüksek korelasyona sahip değişkenlerdir. Bu ikili değişkeni reel gelir ve nüfus ile beşeri sermaye ve ihracat takip etmektedir. Nüfus ile reel gelir, nüfus ile fiziki sermaye stoku ve nüfus ile beşeri sermaye endeksi değişkenlerinin birbiriyle negatif ilişkili olduğu görülmektedir.

Tablo 4

Korelasyon Matrisi

Değişkenler	y	k	hc	n	x	m
y	1,0000					
k	0,8782*** 0,0000	1,0000				
hc	0,4454*** 0,0000	0,6344*** 0,0000	1,0000			
n	-0,7943*** 0,0000	-0,7566*** 0,0000	-0,2965*** 0,0001	1,0000		
x	0,4492*** 0,0000	0,5400*** 0,0000	0,7938*** 0,0000	-0,3121*** 0,0000	1,0000	
m	-0,5958*** 0,0000	-0,3768*** 0,0000	-0,2680*** 0,0003	0,3819*** 0,0000	-0,5841*** 0,0000	1,0000

Not: ***: $p < 0,01$, **: $p < 0,05$, *: $p < 0,1$.

Tablo 5, farklı varsayımlara sahip model tahminlerini içermektedir. Bu kapsamda beş temel model tahmin edilmekte olup bu modellere ilişkin dört hipotez sınaması yapılmaktadır. Üretim sınırı tespitinde kullanılan girdiler istihdam edilen işgücü başına fiziki sermaye ile beşeri sermaye endeksi değişkenlerinden oluşmakta, çıktı ise istihdam edilen işgücü başına reel gelir ile temsil edilmektedir.

Tablo 5

Regresyon Sonuçları

Değişkenler	OLS (1)	TFE Modeli Translog ve T Normal (2)	TFE Modeli Cobb- Douglas ve T Normal (3)	TFE Modeli Translog ve H Normal (4)	TRE Modeli Translog ve T Normal (5)
Üretim Sınırı (Frontier)					
lnk	0,796*** -0,0287	0,585*** -0,015	0,602*** -0,0164	0,612*** -0,0247	0,595*** -0,0186
lnhc	-0,316*** -0,0781	0,396** -0,162	0,354*** -0,0509	0,268*** -0,0508	0,462*** -0,0316
lnklnhc	-1,459*** -0,157	-0,684*** -0,145		-0,683*** -0,119	-0,660*** -0,048
lnk2	0,211*** -0,0339	0,0684*** -0,0234		0,0679*** -0,0253	0,0702*** -0,0129
lnhc2	3,645*** -1,072	0,459 -1,885		0,238 -0,791	1,305*** -0,257
Sabit	0,0205 -0,0201	- -	- -	- -	1,045*** (0,0633)
Etkinsizlik- μ					
lnn	- -	0,174 (0,178)	0,350*** -0,0532	- -	-0,151 (0,444)
lnxm	- -	-0,135 (0,222)	0,489*** -0,0895	- -	0,270 (0,708)
Sabit	- -	-0,172 (0,300)	0,146*** -0,027	- -	-1,310 (1,201)

σ_u

Tablo 5

Regresyon Sonuçları

Değişkenler	OLS	TFE Modeli	TFE Modeli	TFE Modeli	TRE Modeli
Üretim Sınırı (Frontier)	(1)	Translog ve T Normal (2)	Cobb- Douglas ve T Normal (3)	Translog ve H Normal (4)	Translog ve T Normal (5)
lnn	-	-0,523** (0,208)	0,567 -1,219	3,171 -3,554	-0,0759 (0,319)
lnxm	-	2,799*** (0,374)	-2,229 -2,064	-0,629 -1,176	2,023*** (0,591)
Sabit	-	-3,699*** (0,784)	-6,517*** -1,746	-7,902** -3,461	-2,273*** (0,803)
σ_v					
lnn	-	-6,511*** (2,391)	-0,384 -0,245	-0,974*** -0,274	0,315 (0,274)
lnxm	-	-6,346* (3,536)	3,671*** -0,394	3,977*** -0,38	-2,878*** (1,015)
Sabit	-	-24,07*** (6,050)	-5,569*** -0,381	-6,341*** -0,41	-8,147*** (0,519)
σ_u		0,212	0,395	0,031	0,331
σ_v		0,007	0,086	0,086	0,020
γ		0,999	0,173	0,113	0,996
Gözlem/Yatay Kesit		180/6	180/6	180/6	180/6

Not: Yazarın Kendi Hesabı.

İlk model, etkinsizliğin ülkelerin çıktılarında farklılığa neden olan bir faktör olup olmadığının test edilmesi için OLS (Ordinary Least Square) yöntemi ile tahmin edilmiştir. Bu nedenle etkinsizlik terimine ilişkin parametreler Model 1’de bulunmamaktadır. Model 2, SSA-TFE spesifikasyonu, translog üretim fonksiyonu ve kesikli normal dağılım varsayımlarına dayanmaktadır. Model 3, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu formu olup bu model uygun üretim fonksiyonu formunun sınanmasına yönelik olarak tahmin edilmiştir. Model 4, etkinsizlik terimine ilişkin yarı normal dağılım varsayımını içermektedir. Bu model uygun dağılımsal formun sınanmasına yönelik tahmin edilmiştir. Model 5 ise SSA-TRE spesifikasyonunu içermektedir. Teknik etkinsizlik tahmini için uygun modelin tespitine ilişkin sınamalar Tablo 6’da yer almaktadır.

Tablo 6

LR-Hausman Test Sonuçları

No	H0 Hipotezi	Log Likelihood	LR test istatistiği	Kritik Değer	Karar
1	Etkinsizlik Yok $H_0 : \sigma_u^2 = 0$	80,6	336,7	2,71	H_0 Red SSA Uygun
2	Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu $H_0 : \beta_{11} = \beta_{12} = \beta_{22} = 0$	208,8	80,4	7,05	H_0 Red Translog Model Uygun
3	Yarı Normal $H_0 : u_i \sim iidN^+(0, \sigma_u^2)$	90,2	317,5	5,14	H_0 Red Kesikli Normal Dağılım Uygun
4	H_0 : Rassal Etkiler Geçerli		Chi2(7) = 463,85; Prob>Chi2 0,000		H_0 Red Sabit Etkiler Geçerli

Not: Yazarın Kendi Hesabı. Baz Model Log Likelihood değeri 248,99'dur. İlk üç hipotez LR testi ile dördüncü hipotez ise Hausman testi ile sınanmıştır. Hesaplanan LR test istatistiklerinin sınaması Kodde ve Palm (1986) çalışması ile yapılmıştır.

SSA'nın OLS'ye tercih edilebilir olup olmadığına yönelik yapılan LR test sonucuna göre teknik etkinsizlik çıktı üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir. Bu bulgu, SSA'nın uygun spesifikasyon olduğunu göstermektedir. Tablo 6'da yer almakta olan 2, 3 ve 4 nolu hipotez testleri ise sırasıyla uygun üretim fonksiyonu formunun translog üretim fonksiyonu olduğunu; teknik etkinsizliğe ilişkin uygun dağılımsal formun kesikli normal dağılım olduğunu ve modelde rassal etkiler varsayımının reddedilmesine bağlı olarak uygun model spesifikasyonunun TFE olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara bağlı olarak teknik etkinsizlik katsayıları Model 2 referans alınarak (SSA-TFE spesifikasyonu, translog üretim fonksiyonu ve kesikli normal dağılım) tahmin edilmiştir.

Model 2 incelendiğinde $\ln k$ ve $\ln hc$ katsayı tahminlerinin iktisat teorisi ile uyumlu olarak beklenen işaretleri aldığı ve istatistiksel olarak da anlamlı olduğu görülmektedir. Yine etki gücü en yüksek değişken işgücü başına fiziki sermaye stokudur. Bu değişkendeki %1'lik her artış çıktı düzeyinde %0,59'luk bir artış sağlamaktadır. Beşeri sermayede meydana gelen %1'lik her artış ise çıktı düzeyini %0,39 artırmaktadır. Etkileşim teriminin ($\ln k \ln hc$) negatif işaretli olması beşeri sermaye ve fiziki sermaye değişkenleri arasında ikame ilişkisi olduğunu göstermektedir. Söz konusu katsayı, istatistiksel olarak da %1 önem düzeyinde anlamlıdır. Diğer yandan, nüfus ile ihracatın ithalatı karşılama oranı değişkenlerinin bir fonksiyonu olarak tanımlanan ve modeldeki teknik etkinsizliği gösteren μ terimi üzerinde, bu değişkenlerin anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir. Üretim sınırı fonksiyonunun parametrelerinin ve teknik etkinsizliğin tutarlı ve sapmasız tahminlerini elde etmek amacıyla çalışma kapsamında etkinsizliğe ve istatistiksel hata terimine ilişkin değişen varyans da modellenmiştir (Wang, 2002; Belotti vd., 2013; Kumbhakar vd., 2014). σ_u ve σ_v nüfus ile ihracatın ithalatı karşılama oranı değişkenlerinin fonksiyonu olarak tanımlanmış⁴ söz konusu değişkenler istatistiksel

4 μ , σ_u ve σ_v 'nin aynı değişkenlerin fonksiyonu olarak tanımlanması önerilmektedir (Wang, 2002).

olarak anlamlı bulunmuştur. Buna göre ihracatın ithalatı karşılama oranının artması teknik etkinlikte daha yüksek bir varyansa; nüfus payının artması ise teknik etkinlikte daha düşük bir varyansa neden olmaktadır. Diğer yandan söz konusu değişkenlerdeki artış çıktının varyansını azaltmaktadır (σ_v başlığı altında yer alan değişkenlerin katsayıları negatif işaretli).

Model 2 referans alınarak teknik etkinlik katsayıları ve teknik etkinlik değişimleri elde edilmiş olup Tablo 7 ile Tablo 9 arasında sunulmaktadır. Teknik etkinlik katsayısı 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Bu değer 0'a yaklaştıkça ülkenin etkisizliği ve üretim kayıpları artmaktadır. Söz konusu değer 1 olması ise ülkenin üretim sınırında üretim yaptığını ve üretim potansiyelini tamamen kullandığını göstermektedir.

Tablo 7'de analiz döneminde (30 yıllık) teknik etkinlik seviyesinin ortalama %91 olduğu görülmektedir. Bu durum ülkelerin analiz döneminde potansiyel çıktılarının %9'unu kaybettiğini göstermektedir. Yıllar itibarıyla ise ülkelerin ortalama olarak teknik etkinliği önce azalmış, 2003 yılından sonra ise genel eğilim olarak artış göstermiştir. Analiz dönemi boyunca yıllık ortalama olarak teknik etkinlik %0,064 azalış göstermiştir.

Tablo 7

Yıllara Göre Teknik Etkinlik ve Teknik Etkinlik Değişimi

Yıl	Teknik Etkinlik		Teknik Etkinlik Değişimi		
	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama (%)	Standart Sapma	Birim Sayısı
1990	0,947	0,088			6
1991	0,919	0,097	-2,77	0,019	6
1992	0,888	0,131	-3,14	0,035	6
1993	0,883	0,151	-0,51	0,023	6
1994	0,868	0,171	-1,49	0,035	6
1995	0,877	0,180	0,97	0,015	6
1996	0,879	0,185	0,18	0,016	6
1997	0,876	0,177	-0,33	0,023	6
1998	0,851	0,179	-2,47	0,021	6
1999	0,835	0,153	-1,66	0,035	6
2000	0,854	0,141	1,91	0,033	6
2001	0,843	0,121	-1,12	0,044	6
2002	0,856	0,113	1,36	0,021	6
2003	0,872	0,100	1,61	0,018	6
2004	0,897	0,091	2,44	0,016	6
2005	0,912	0,079	1,55	0,014	6
2006	0,931	0,056	1,84	0,025	6
2007	0,953	0,041	2,22	0,022	6
2008	0,953	0,039	0,03	0,025	6
2009	0,929	0,045	-2,38	0,035	6
2010	0,955	0,045	2,59	0,011	6
2011	0,959	0,038	0,43	0,022	6
2012	0,953	0,030	-0,61	0,019	6
2013	0,957	0,031	0,38	0,010	6
2014	0,959	0,024	0,18	0,017	6
2015	0,943	0,029	-1,59	0,026	6
2016	0,937	0,043	-0,60	0,022	6
2017	0,938	0,052	0,11	0,016	6
2018	0,932	0,066	-0,64	0,019	6
2019	0,928	0,073	-0,34	0,010	6
Ortalama	0,910	0,106	-0,064	0,027	180

Not: Yazarın Kendi Hesabı.

Teknik etkinlik katsayıları ülkeler açısından değerlendirildiğinde ise ülkeler bazında farklılaşan bir durum bulunmaktadır. Analiz döneminde ortalama teknik etkinlik katsayısı açısından ilk sırada yer alan ülke Türkiye, son sırada yer alan ülke ise Rusya olarak tespit edilmiştir. Türkiye'nin etkinsizlik kaynaklı üretim kaybı %3,4 iken Rusya'nın %23,3'tür. Bununla birlikte Rusya analiz dönemi süresince etkinliğini artıran tek ülke olarak görülmektedir. Diğer ülkeler analiz döneminde etkinlik kayıpları yaşarken Rusya'nın teknik etkinliği %0,74 artış göstermiştir. Bu nedenle çalışmanın bulgularına göre, analiz dönemi boyunca Rusya'nın mevcut teknoloji düzeyine uyumu artmış ve etkinsizlik kaynaklı üretim kayıpları azalmıştır.

Tablo 8

Ülkelere Göre Ortalama Teknik Etkinlik Katsayıları ve Teknik Etkinlik Değişimi

Sıra	Bölge	Teknik Etkinlik		Teknik Etkinlik Değişimi		Yıl
		Ortalama	Standart Sapma	Ortalama (%)	Standart Sapma	
1	Türkiye	0,966	0,032	-0,013	0,034	30
2	Brezilya	0,949	0,047	-0,549	0,020	30
3	Güney Afrika	0,936	0,042	-0,104	0,017	30
4	Hindistan	0,924	0,040	-0,012	0,019	30
5	Çin	0,915	0,060	-0,455	0,024	30
6	Rusya	0,767	0,178	0,747	0,040	30
	Ortalama	0,910	0,106	-0,064	0,027	180

Not: Yazarın Kendi Hesabı.

Teknik etkinlik ülkelerin mevcut teknolojiyi kullanabilme performansının da bir göstergesi olarak değerlendirildiğinden, mevcut koşullarda teknolojiye adapte olma kabiliyeti en iyi ülke Türkiye, en zayıf olan ülke ise Rusya olarak görülmektedir. Bununla birlikte, ülkelerin yüksek teknik etkinlik düzeyine sahip olması aynı zamanda yüksek verimlilik seviyelerine de sahip olduğu anlamına gelmemektedir. Bunun için teknolojik ilerlemenin de dikkate alınması gerekir. Teknolojik ilerleme söz konusu olduğunda üretim sınırı da kaymaktadır. Bu nedenle ülke teknik olarak etkin olmakla birlikte verimlilik açısından değerlendirildiğinde düşük bir teknolojik ilerleme sergilediyse diğer ülkelerin gerisinde kalabilecektir.

Sonuç ve Değerlendirme

Çalışmada, 1990-2019 dönemini içeren panel veri seti kapsamında BRICS ülkeleri ile Türkiye'nin, teknik etkinlik düzeyleri hesaplanarak etkinsizlik kaynaklı üretim kayıpları tahmin edilmiştir. Teknik etkinlik, ekonomik birimin mevcut kaynaklarını ve teknolojisini kullanma kabiliyetini göstermekte olup teknik etkinliğin azalması ülkenin üretim sınırından uzaklaşması ve etkinsizlik kaynaklı üretim ve gelir kayıpları yaşadığı anlamına gelmektedir.

Çalışmanın bulguları, analiz döneminde (30 yıllık süreçte) teknik etkinlik seviyesinin ortalama %91 olduğunu göstermektedir. Bu durum ülkelerin analiz döneminde potansiyel çıktılarının %9'unu kaybettiği anlamına gelmektedir. Diğer yandan analiz dönemi boyunca yıllık ortalama olarak teknik etkinlik %0,064 azalış göstermiştir. Bu durum analiz dönemi boyunca ülkelerin mevcut teknolojilere uyumlarının giderek azaldığını ve etkinsizlik kaynaklı üretim kayıplarının ise arttığını ifade etmektedir. Çalışmada, teknik etkinlik katsayısı açısından ilk sırada yer alan ülke Türkiye, son sırada yer alan ülke ise Rusya olarak tespit edilmiştir. Etkinsizlik kaynaklı üretim kaybı Türkiye'de %3,4, Rusya'da %23,3 olarak gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, Rusya analiz dönemi süresince etkinliğini artıran tek ülke olarak tespit edilmiştir.

Gerek etkinsizlik kaynaklı üretim kayıpları gerekse analiz dönemi boyunca gözlemlenen etkinlik düşüşleri, sürdürülebilir ekonomik büyüme açısından ekonomilerin potansiyellerini daha etkin kullanmalarının önemli bir fırsat alanı olduğunu göstermektedir. Diğer yandan, teknolojik ilerleme gösteren ülkelerin üretim sınırlarındaki bu kaymaya eşlik edecek üretim artışı, bu ülkelerin ileri teknolojilere uyum sağlama performansı kısıtı altındadır. Genişleyen bir üretim sınırı söz konusu olduğunda mevcut teknolojiye adaptasyon çabasının yeterince karşılık bulamaması durumunda teknik etkinliğin düşmesi de kaçınılmaz bir sonuç olarak görülmektedir. Gerek mevcut gerekse yeni teknolojilere intibak, kuralları net, kesin ve öngörülebilir sosyal, siyasal, kültürel ve ekonomik kurumsal yapılar ile yeni teknolojilerin öğrenilmesi ve öğretilmesini içeren eğitim süreçlerini gerekli kılmaktadır. Diğer yandan, BRICS ülkelerine yönelik olarak teknolojik ilerlemenin ve toplam faktör verimliliğinin hesaplanması ile etkinlik ve verimliliğe ilişkin makroekonomik belirleyicilerin analiz edilmesi bu çalışmanın devamı niteliğindeki bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

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

- Aguiar, D. I. R. (2014). *Measuring the Differences in Productivities of Nations: A Stochastic Frontier Approach*. Doctoral dissertation. Tese de Mestrado, Porto: Universidade Católica Portuguesa.
- Akhremenko, A., Petrov, A., and Yureskul, E. (2019). Institutions, Productivity Change, and Growth. In S. Smirnov, A. Ozyildirim, and P. Picchetti (eds.), *Business Cycles in BRICS* (pp. 29–54). Berlin–Heidelberg: Springer.

- Albert, M. G. (1998). Regional Technical Efficiency: A Stochastic Frontier Approach. *Applied Economics Letters*, 5(11), 723-726.
- Battese, G. E., and Coelli, T. J. (1988). Prediction of Firm-Level Technical Efficiencies with a Generalized Frontier Production Function and Panel Data. *Journal of Econometrics*, 38(3), 387-399.
- Battese, G. E., and Coelli, T. J. (1992). Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, 3(1), 153-169.
- Battese, G. E., and Coelli, T. J. (1995). A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data. *Empirical Economics*, 20(2), 325-332.
- Belotti, F., and Ilardi, G. (2018). Consistent Inference in Fixed-Effects Stochastic Frontier Models. *Journal of Econometrics*, 202(2), 161-177.
- Belotti, F., Daidone, S., Ilardi, G., and Atella, V. (2013). Stochastic Frontier Analysis Using Stata. *The Stata Journal*, 13(4), 719-758.
- Caselli, F. (2005). Accounting for Cross-Country Income Differences. *Handbook of Economic Growth*, 1, 679-741.
- Chen, Y.-Y., Schmidt, P., and Wang, H.-J. (2014). Consistent Estimation of the Fixed Effects Stochastic Frontier Model. *Journal of Econometrics*, 18(2), 65-76.
- Deliktaş, E., and Balçılar, M. (2005). A Comparative Analysis of Productivity Growth, Catch-Up, and Convergence in Transition Economies. *Emerging Markets Finance and Trade*, 41(1), 6-28.
- Du, K. (2017). Translog: Stata Module to Create New Variables for a Translog Function, Statistical Software Components S458318, Boston College Department of Economics. Link: <https://ideas.repec.org/c/boc/bocode/s458318.html>
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120, 253-90.
- Forstner, H., and Isaksson, A. (2002). Productivity, Technology, and Efficiency: An Analysis of the World Technology Frontier; When Memory is Infinite. *Statistics and Information Networks Branch of UNIDO*.
- Golany, B., and Thore, S. (1997). The Economic and Social Performance of Nations: Efficiency and Returns to Scale. *Socio-Economic Planning Sciences*, 31(3), 191-294.
- Greene, W. (2005a). Fixed and Random Effects in Stochastic Frontier Models. *Journal of Productivity Analysis*, 23(1), 7-32.
- Greene, W. (2005b). Reconsidering Heterogeneity in Panel Data Estimators of The Stochastic Frontier Model. *Journal of Econometrics*, 126(2), 269-303.
- Hall, R. E., and Jones, C. I. (1999). Why Do Some Countries Produce so Much More Output per Worker than Others?. *The Quarterly Journal of Economics*, 114(1), 83-116.
- Herrera, S., and Pang, G. (2005). *Efficiency of Public Spending in Developing Countries: An Efficiency Frontier Approach* (Vol. 3645). World Bank Publications.
- Heshmati, A., and Rashidghalam, M. (2020). Estimation of Technical Change and TFP Growth Based on Observable Technology Shifters. *Journal of Productivity Analysis*, 53, 21-36.
- Hou, Z., Roseta-Palma, C., and Ramalho, J. J. (2020). Directed Technological Change, Energy and More: A Modern Story. *Environment and Development Economics*, 25(6), 611-633.
- Human Capital in PWT 9.0. (n.d.). [ebook] Penn World Table. Available at: http://www.rug.nl/ggdc/docs/human_capital_in_pwt_90.pdf [Erişim: 27/09/2020].

- Kim, S., and Lee, H. (2006). The Productivity Debate of East Asia Revisited: A Stochastic Frontier Approach. *Applied Economics*, 38, 1697–1706.
- Kim, S., Park, D., and Park, J.-H. (2010). Productivity Growth Across the World, 1991-2003. *Asian Development Bank Economics Working Paper Series* (212).
- Kodde, D. A., and Palm, F. C. (1986). Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality Restrictions. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1243-1248.
- Kök, R., and Deliktaş, E. (2003). *Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri*. İzmir: DEÜ İİBF Yayınları, Yayın Karar No.25-8/1.
- Krüger, J., Cantner, U., and Hanusch, H. (2000). Total Factor Productivity, the East Asian Miracle, and the World Production Frontier. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 136(1), 111-136.
- Kumbhakar, S. C. (1990). Production Frontiers, Panel Data and Time-Varying Technical Inefficiency. *Journal of Econometrics*, 46(1-2), 201-211.
- Kumbhakar, S. C., and Heshmati, A. (1995). Efficiency Measurement in Swedish Dairy Farms: An Application of Rotating Panel Data, 1976–88. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(3), 660-674.
- Kumbhakar, S. C., Lien, G., and Hardaker, J. B. (2014). Technical Efficiency in Competing Panel Data Models: A Study of Norwegian Grain Farming. *Journal of Productivity Analysis*, 41(2), 321-337.
- Kumbhakar, S. C., Wang, H.-J., and Horncastle, A. P. (2015). *A Practitioner's Guide to Stochastic Frontier Analysis Using Stata*. New York: Cambridge University Press.
- Kumbhakar, S., and Lovell, C. (2000). *Stochastic Frontier Analysis*. New York: Cambridge University Press.
- Mahadevan, R. (2004). *The Economics of Productivity in Asia and Australia*. Massachusetts: Edward Elgar Publishing.
- Penn World Table. (2021). Groningen Growth and Development Centre, Faculty of Economics and Business. Web: <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/?lang=en> [Erişim: 24.03.2022].
- Pires, J., and Garcia, F. (2012). Productivity of Nations: A Stochastic Frontier Approach to TFP Decomposition. *Economics Research International* (Article ID 584869), 1-20.
- Rao, D.S.P. and Coelli, T.J. (1998). A Cross-Country Analysis of GDP Growth Catch-Up And Convergence in Productivity and Inequality, *Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA)*. Working Paper No. 5/98, University of New England, Australia.
- Wang, H. J. (2002). Heteroscedasticity and Non-Monotonic Efficiency Effects of a Stochastic Frontier Model. *Journal of Productivity Analysis*, 18(3), 241-253.
- Wang, H.-J., and Ho, C.-W. (2010). Estimating Fixed-Effect Panel Stochastic Frontier Models by Model Transformation. *Journal of Econometrics*, 157(2), 286-296.



Semi-Parametric Modeling of Churn Confounding Competing Risks Using Time-Dependent Covariates Among Mobile Phone Subscribers in Kenya

Ndilo B. Fwaru* , Leonard K. Alii** , Jerita J. Mwambi*** 

Abstract

Mobile phone service providers are currently experiencing high churn rates. As a result, service providers are trying to develop ways to predict churn rates and uncover why subscribers' churn occurs. However, the task of predicting churn in the mobile phone industry is complicated due to the large, sparse, and unbalanced nature of the data especially when competing risks are confounded by time-dependent covariates.

This paper aims to develop a semi-parametric model (the adjusted Cox model) by adjusting the extended Cox proportional hazards model to model competing risks confounded by time-dependent covariates and uses data from three mobile phone service providers in Mombasa and Kilifi Counties in Kenya to analyze and evaluate the validity and performance of the model.

The paper establishes that the adjusted Cox model is a better model for predicting subscriber's survival outcomes as well as for detecting the most influential covariates when competing risks are confounded with time-dependent covariates.

Keywords

Semi-parametric, Competing Risks, Time-dependent Covariates, Churn

* Corresponding author: Ndilo B. Fwaru (Mr.), Pwani University, School of Pure and Applied science, Department of Mathematics and Computer Science, Kilifi, Kenya. E-mail: nbfwaru@gmail.com ORCID: 0000-0003-2709-6455

** Leonard K. Alii (Dr.), Pwani University, School of Pure and Applied science, Department of Mathematics and Computer Science, Kilifi, Kenya. E-mail: l.ali@pu.ac.ke ORCID: 0009-0009-5059-1834

*** Jerita J. Mwambi, (Dr.), Pwani University, School of Pure and Applied science, Department of Mathematics and Computer Science, Kilifi, Kenya. E-mail: j.mwambi@pu.ac.ke ORCID: 0000-0001-6506-0635

To cite this article: Fwaru, N.B., Alii, L.K., & Mwambi, J.J. (2023). Semi-Parametric modeling of churn confounding competing risks using time-dependent covariates among mobile phone subscribers in Kenya. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38, 75-86. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.38.1159543>



1. Introduction

For many mobile phone service providers, finding reasons for losing subscribers, measuring subscriber loyalty, and regaining subscribers are issues of concern. The service providers organize a variety of research and campaigns to avoid losing subscribers.

The ability to predict whether a particular subscriber is at high risk of churn when there is still time to act represents a significant additional potential source of revenue for the service providers. (*Customer Churn Prediction & Prevention Model*, 2021, December 22). Predictive churn modeling techniques seek to understand subscriber behavior and attributes that indicate the risk and timing of a customer's churn.

If there are no competing risks and only time-invariant covariates are used, the Cox proportional hazards model (Cox, 1972) is expressed as follows:

$$\lambda(t) = \lambda_0(t)\exp\{\beta^T \mathbf{X}\} \quad (1)$$

and can be used to estimate the probability of an event occurring at any time. However, the assumption that the hazard is constant, prevents us from integrating time-dependent variables into the model (Austin et al., 2019).

To model competing risks, Prentice et al. (1978) adapted Equation 1 to

$$\lambda_j(t|\mathbf{X}) = \lambda_{j0}(t)\exp\{\beta_j^T \mathbf{X}\} \quad (2)$$

where j represents a competing risk, to analyze the cause-specific hazard functions based on different event types. The cause-specific approach, however, suffers from the assumption of independent censoring for subjects that are not censored but failed due to competing events.

To overcome this, Fine and Gray (1999) developed the following equation:

$$\tilde{\lambda}_j(t|\mathbf{X}) = \tilde{\lambda}_{j0}(t)\exp\{\beta_j^T \mathbf{X}\} \quad (3)$$

to model the cumulative incidence function by imposing the proportional hazards assumption onto the sub-distribution hazards. The Fine and Gray model, however, can only model competing risks using time-invariant covariates.

For time-dependent covariates, Therneau and Grambsch (2000) developed the extended Cox model as follows:

$$\lambda_j(t|\mathbf{X}(t)) = \lambda_0(t)\exp\{\beta_j^T \mathbf{X}(t) + \gamma_j^T \mathbf{X}\} \quad (4)$$

The model, however, produces inaccurate estimates in the presence of competing risks and therefore cannot be used to model competing risks.

Beyersmann and Schumacher (2008) proposed ad hoc approaches within the sub-distribution in a time-dependent framework to extrapolate the internal time-dependent covariates. However, the use of such techniques leads to an implicit definition of the sub-distribution hazard that may be difficult to interpret.

This paper develops a semi-parametric model of churn for when competing risks are confounded with time-dependent covariates.

The paper also contributes to the existing literature on modeling churn when competing risks are confounded with time-dependent covariates and also forms the basis for further study in other areas such as employee turnover within a business, components, and equipment longevity, duration of unemployment, and cause of death among patients when competing risks are confounded with time-dependent covariates.

The paper is organized into five sections as follows: Section 1 provides the introduction, Section 2 presents the methodology, Section 3 explains the data and empirical results, and Section 4 shows the findings. Section 5 discusses the conclusions.

2. Methodology

To develop a semi-parametric model (-adjusted Cox model-) for modeling, detecting the most influential time-dependent covariates and predicting subscriber's survival outcomes when competing risks are confounded with time-dependent covariates, Equation (1) is adjusted as:

$$\lambda_j(t|\mathbf{X}(t)) = \lambda_j(t) \frac{\exp\{(\beta_j + \gamma_j)^T \mathbf{X}(t)\}}{\exp(\beta_j^T \mathbf{X}(t))F(t) + \exp(\gamma_j^T \mathbf{X}(t))S(t)} \quad (5)$$

where

$\mathbf{X}(t)$ represents the time-dependent covariates of age, marital status, occupation, education level, and residence; j represents competing risks such as network quality churn, service quality churn, price sensitivity churn, carrier responsiveness churn, and fraud churn; β_j and γ_j are regression coefficients; $S(t)$ is the baseline survival function calculated as:

$$S(t) = \prod_{j=1}^5 S_j(t) \quad (6)$$

$F(t)$ is the baseline cumulative distribution function calculated as:

$$F(t) = \sum_{j=1}^5 \left(\int_0^t \Lambda_j(u) S(u) du \right) \quad (7)$$

where $A_j(t)$ is the baseline cumulative hazard for the j^{th} cause, and Equation (5) is the adjusted Cox model.

The unknown parameters $\theta = \{(\beta_j, \gamma_j, A_j), j=1, \dots, 5\}$ in Equation (5) are estimated as follows: For $n = 6000$ observations, let $t_i = 830$ weeks be the observation time, d_i the churn indicator (1 if a subscriber churned, 0 if censored), J_i the cause of churn index (takes a value of between 1 and $m = 5$ for subscriber churn and is undefined for censored cases), and $x_i(t)$ the vector of time-dependent covariates, then the likelihood function for the unknown parameters of

$\theta = \{(\beta_j, \gamma_j, A_j), j=1, \dots, 5\}$ would be:

$$L_n(\theta) = \prod_{i=1}^{6000} \prod_{j=1}^5 \lambda_j(t_i, x_i(t))^{d_{ij}} \exp\{-\Lambda_j(t_i, x_i(t))\} \tag{8}$$

where

$$\Lambda_j(t_i, x_i(t)) = \int_0^t \frac{\exp\{(\beta_j + \gamma_j)^T X(s)\}}{\exp(\beta_j^T X(s))^{F(s)} + \exp(\gamma_j^T X(s))^{S(s)}} d(s) \tag{9}$$

The logarithm of the likelihood function then becomes:

$$\ell_n(\theta) = \sum_{i=1}^{6000} \sum_{j=1}^5 \lambda_j(t)^{d_{ij}} + d_{ij}(\beta_j + \gamma_j)^T X(t) - \ell_n(\exp(\beta_j^T X(t))^{F(t)} + \exp(\gamma_j^T X(t))^{S(t)}) - 60000t \tag{10}$$

with the vector θ being obtained by maximizing the likelihood function as

$$\frac{\partial}{\partial \lambda_j} \ell_n(\theta) = \sum_{i=1}^{6000} \sum_{j=1}^5 d_{ij} \lambda_j(t)^{d_{ij}-1} = 0, \tag{11}$$

$$\frac{\partial}{\partial \beta_j} \ell_n(\theta) = \sum_{i=1}^{6000} \sum_{j=1}^5 d_{ij} X(t) - \left(\frac{\exp(\beta_j^T X(t))^{F(t)}}{\exp(\beta_j^T X(t))^{F(t)} + \exp(\gamma_j^T X(t))^{S(t)}} \right) = 0 \tag{12}$$

and

$$\frac{\partial}{\partial \gamma_j} \ell_n(\theta) = \sum_{i=1}^{6000} \sum_{j=1}^5 d_{ij} X(t) - \left(\frac{\exp(\gamma_j^T X(t))^{S(t)}}{\exp(\beta_j^T X(t))^{F(t)} + \exp(\gamma_j^T X(t))^{S(t)}} \right) = 0 \tag{13}$$

The estimates of the unknown parameters, $\hat{\theta} = (\hat{\lambda}_j, \hat{\beta}_j, \hat{\gamma}_j)$ are obtained using the Newton-Raphson method. The estimators $\hat{\lambda}_j, \hat{\beta}_j$ and $\hat{\gamma}_j$ are asymptotically normal with the asymptotic mean respectively equal to λ_{j0}, β_{j0} and γ_{j0} with the asymptotic variance shown respectively as follows:

$$-\sum_{i=1}^{6000} \sum_{j=1}^5 \frac{\lambda_{j0}(t)}{d_{ij} \lambda_{j0}(t)^{d_{ij}}} \tag{14}$$

$$\frac{1}{6000} \sum_{j=1}^5 \left(\frac{\exp(\beta_{j0}^T \mathbf{X}(t))F(t) + \exp(\gamma_j^T \mathbf{X}(t))S(t)}{\exp(\beta_{j0}^T \mathbf{X}(t))F(t)} \right) \tag{15}$$

and

$$\frac{1}{6000} \sum_{j=1}^5 \left(\frac{\exp(\beta_j^T \mathbf{X}(t))F(t) + \exp(\gamma_{j0}^T \mathbf{X}(t))S(t)}{\exp(\gamma_{j0}^T \mathbf{X}(t))S(t)} \right) \tag{16}$$

Thus, the distribution of the maximum likelihood estimators $\hat{\lambda}_j, \hat{\beta}_j$ and $\hat{\gamma}_j$ can be estimated using normal distributions with the respective means λ_{j0}, β_{j0} and γ_{j0} with the variance being defined by Equations 14, 15, and 16.

Equation (5) has now been fully specified and is usable for modeling and predicting subscriber’s survival outcomes when competing risks are confounded by time-dependent covariates. The most influential time-dependent covariates will have a $p < 0.05$.

3. Data and Empirical Results

To assess the model’s adequacy and performance, a churn dataset is used with five time-dependent variables (age, marital status, occupation, education level, and residence) and 5 competing risks (network quality, service quality, price sensitivity, carrier responsiveness, and fraud) from November 2003 - July 2019. The weekly churn rate for this period is used to determine the extent of customer churn among Safaricom PLC, Airtel Networks Limited, and Telkom Kenya Limited.

The population size for the study includes all present and past active mobile subscriptions in Kenya. The sample size ($n=6000$) was calculated using the stratified sampling technique as well as the random sampling method of Yamane (1967). The latest national census data from 2019 was used as a sampling framework for identifying the subscribers.

Primary data were gathered through close-ended questionnaires to find out if subscriber churn had occurred based on: subscriber, residence, age group, marital status, occupation, and education.

The customers were monitored for 830 weeks. The minimum follow-up time was 0 weeks and the maximum was 830 weeks. Of the subscribers, 1128 churn events (18.80%) occurred during the monitoring, with 678 (60.11%) happening within 207 weeks, 956 (84.75%) within 265 weeks, and 1093 (96.90%) within 623 weeks of line activation.

4. Findings

Table 1

Demographic factors of categorical covariates.

Demographic factors		Status of censoring or event				
		Total	Churn	Censored	Event/Churn Percentage	Weeks to churn
Marital status	Married	3,371	633	2,738	19%	202
	Single	2,629	495	2,134	19%	207
	Tertiary	1,417	285	1,132	20%	199
Level of Education	Secondary	746	111	635	15%	219
	Primary	3,620	684	2,936	19%	204
	None	217	48	169	22%	204
Age	18 – 25 years	778	146	632	19%	165
	26 – 35 years	2,416	438	1,978	18%	205
	36 – 45 years	2,241	441	1,800	20%	208
	46+ years	565	103	462	18%	240
Occupation	Employed	2,841	617	2,224	22%	206
	Unemployed	771	144	627	19%	201
	Self-employed	2,388	367	2,021	15%	203
Place of residence	Urban	2,169	416	1,753	19%	199
	Rural	3,831	712	3,119	19%	208

Table 1 shows, the average time until churn to have been 202 weeks for married subscribers and 207 weeks for single subscribers. Both subscribers had equal odds of churning.

Of the total sample population 20% with tertiary education, 15% with secondary education, 19% with primary education, and 22% with no formal education, churned. The average time until churning was 199 weeks for subscribers with tertiary education, 219 for those with secondary education, 204 for those with primary education, and 204 for those with no formal education. Subscribers with no formal education had a higher propensity to churn followed by subscribers with tertiary education. Subscribers with secondary education had the least probability of churning.

Of the total sample population, 19% of those between 18-25 years, 18% of those between 26-35 years, 20% of those between 36-45 years, and 18% of those 46 years or older had churned. The average number of weeks to churn was 165 for subscribers between 18-25 years, 205 for those between 26-35 years, 208 for those between 36-45 years, and 240 for those 46 years or older. Subscribers between 36-45 years old,

had a higher propensity to churn, while subscribers between 26-35 years, and those 46 years or older had the least probability of churning.

Of the total sample population, 22% of employed, 19% of unemployed, and 15% of self-employed subscribers churned. The average number of weeks until churning was 206 for employed, 201 for the unemployed, and 203 for the self-employed subscribers. Employed subscribers had a higher propensity to churn, while self-employed subscribers had the lowest.

For residence, 416 subscribers living in urban areas and 712 subscribers living in rural areas had churned. The average time to churn was 199 weeks for urban subscribers, and 208 weeks for rural subscribers, showing both to have equal odds of churning.

Table 2 shows that, of the total sample population, 17% of Safaricom, 22% of Airtel, and 24% of Telkom subscribers had churned, with their respective average times until churning being 203, 210, and 193 weeks. Telkom subscribers had a higher propensity to churn while Safaricom subscribers had the least.

Table 2

Status of the censoring or event for the mobile phone providers.

Subscriber	Status of censoring or event				
	Total	Churn	Censored	Event/Churn Percentage	Time to churn
Safaricom	3,871	657	3,214	17%	203
Airtel	1,728	374	1,354	22%	210
Telkom	401	97	304	24%	193

Table 3 shows, 502 subscribers churned due to network quality, 350 due to service quality, 113 due to price sensitivity and carrier responsiveness, and 50 due to fraud.

Table 3

Number of Subscribers who churned based on competition

Event	Censored	Network quality	Service quality	Price Sensitivity	Carrier responsiveness	Fraud
Number of Subscribers	4872	502	350	113	113	50

Figure 1 reveals most churn events to have occurred between 150-250 weeks after line activation. Safaricom subscribers had the lowest chance of churn, while Telkom subscribers had relatively a higher chance of churn.

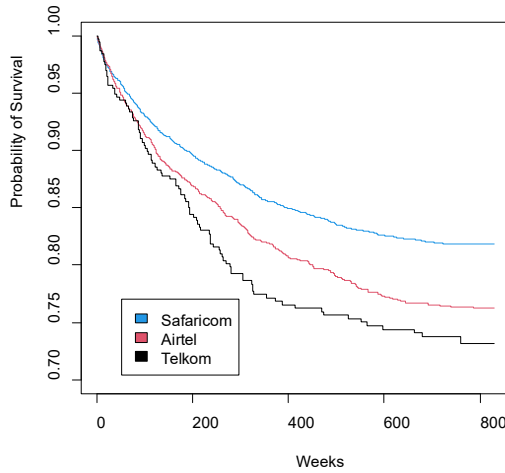


Figure 1 Kaplan-Meier estimates for :

Figure 2(a) shows those living in urban areas to have stayed loyal longer than those living in rural areas.

Figure 2(b) shows subscribers between 18-25 years of age to have been less loyal compared to those 46 years or older.

Figure 2(c) shows no statistically significant difference to have occurred regarding churn rates between married and single subscribers.

Figure 2(d) shows self-employed subscribers to have stayed loyal longer compared to employed subscribers.

Figure 2(e) shows subscribers with secondary education to have remained loyal subscribers longer compared to subscribers with no formal education.

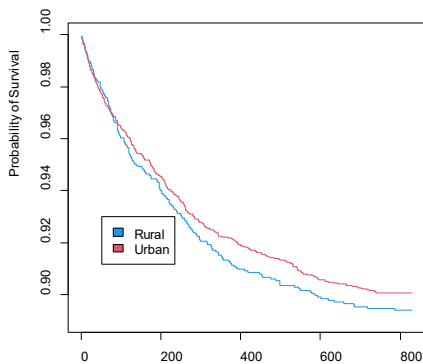


Figure 2 (a) Kaplan-Meier estimates f

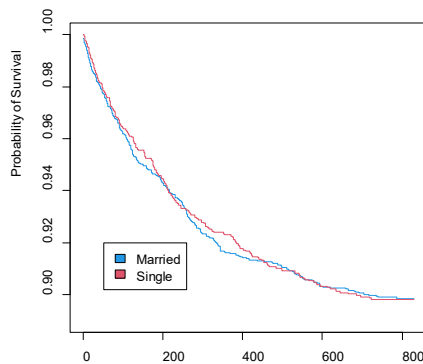


Figure 2 (c) Kaplan-Meier estimates f

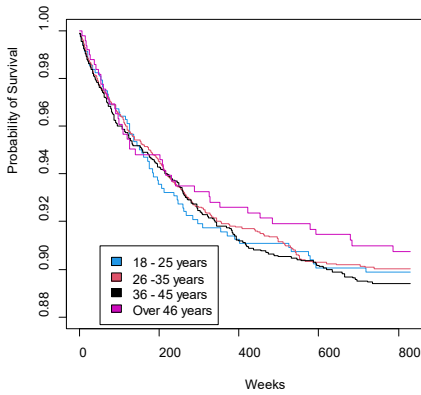


Figure 2 (b) Kaplan-Meier estimates 1

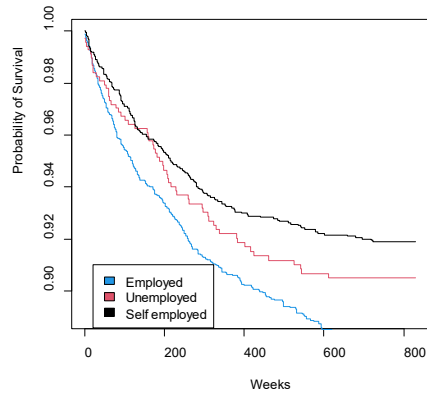


Figure 2 (d) Kaplan-Meier estimates 1

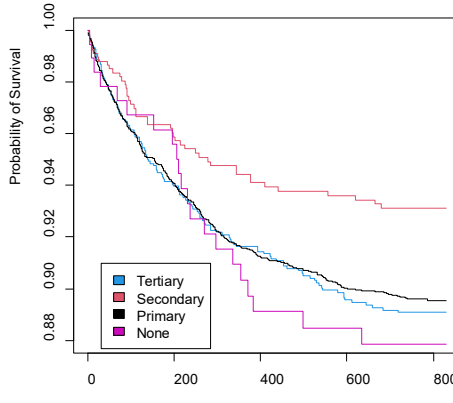


Figure 2 (e) Kaplan-Meier estimates 1

Table 4 and Figure 3 show the cumulative incidence function for network quality churn (the risk of network quality churn in the presence of service quality churn, price sensitivity churn, carrier responsiveness churn, and fraud churn) after 600 weeks to be 0.08.

Table 4

Summary of the results of the CIF for the adjusted Cox model

Cumulative incidence function - Estimates				
Cause	200	400	600	800
Network quality churn	0.0483	0.0705	0.0800	0.0837
Service quality churn	0.0350	0.0495	0.0562	0.0583
Price sensitivity churn	0.0110	0.0152	0.0185	0.0188
Carrier responsiveness churn	0.0112	0.0152	0.0180	0.0188
Fraud churn	0.0047	0.0073	0.0078	0.0083

Similarly, the cumulative incidence function for service quality churn (the risk of service quality churn in the presence of network quality churn, price sensitivity churn, carrier responsiveness churn, and fraud churn) after 800 weeks was shown to be 0.0583.

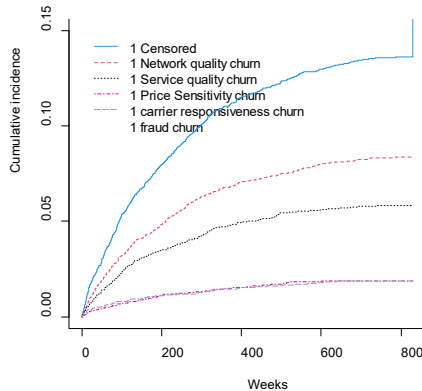


Figure 3 Overall cumulative incidence

Table 5 gives a comparison of the cause-specific hazards model and the adjusted Cox model.

From the table, the cause-specific hazards model for network quality churn inflates the model coefficients for all the covariates except for marital status compared to the adjusted Cox model.

In both models, only subscriber occupation is statistically significant ($p < 0.05$) for network quality churn.

Table 5.

CSH model for Network quality churn and the adjusted Cox model

Covariates	Cause-specific hazards model for Network quality churn			Adjusted Cox model for Network quality churn		
	Coef	p-value	SE	Coeff.	p-value	SE
Residence	-0.0953	0.3040	0.0928	-0.0650	0.4800	0.0930
Age group	-0.0149	0.7830	0.0540	-0.0098	0.8500	0.0532
Marital status	-0.0125	0.8900	0.0902	-0.0156	0.8600	0.0904
Occupation	-0.2078	0.0000238	0.0492	-0.1795	0.00029	0.0495
Education	-0.0314	0.535	0.0507	0.0292	0.5700	0.0515

The cause-specific hazards model for network quality churn has a likelihood ratio test of 19.02, while the adjusted Cox model for network quality churn has a value of 14.

5. Discussion and Conclusion

The model identified the most influential (statistically significant) of the covariates of residence, age group, marital status, occupation, and education, to be subscriber occupation. One's occupation highly influences their general social status such as place of residence, education, marital status, and age group, and may be significant in determining behaviors such as churn.

Mobile phone service providers should support the government's policy of free day secondary education, as well as encourage and support subscribers to engage in blue-collar jobs due to the subscribers with secondary education levels and those who are self-employed having lower propensities to churn.

In addition, service providers will need to intensify promotional activities geared towards holding onto subscribers during years 3-5 after line activation.

Furthermore, mobile service providers should make deliberate efforts to provide the best network quality and improve service quality.

When testing the overall significance of the model, the null hypothesis that the two models (i.e., adjusted Cox model and cause-specific hazards model) are equal was tested against the alternative hypothesis the adjusted Cox model is better at predicting subscriber's survival outcomes when competing risks are confounded with time-dependent covariates and the most influential covariates are detected. This study asserts the adjusted Cox model to be better at predicting subscribers' survival outcomes compared to the cause-specific hazards model when competing risks are confounded with time-dependent covariates and the most influential covariates have been detected as the adjusted Cox model's computed test statistic was calculated as 10.04 at a 95% confidence level, which is less than the critical value of 11.07.

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.B.F., L.K.A., J.J.M.; Data Acquisition: N.B.F.; Data Analysis/ Interpretation: N.B.F.; Drafting Manuscript: N.B.F., L.K.A., J.J.M.; Critical Revision of Manuscript: N.B.F., L.K.A., J.J.M.; Final Approval and Accountability: N.B.F., L.K.A., J.J.M.

References

- Austin, P. C., Latouche, A., & Fine, J. P. (2019). A review of the use of time-varying covariates in the Fine-Gray subdistribution hazard competing risk regression model. *Statistics in Medicine*, 39(2), 103–113. <https://doi.org/10.1002/sim.8399>
- Beyersmann, J., & Schumacher, M. (2008). Time-dependent covariates in the proportional subdistribution hazards model for competing risks. *Biostatistics*, 9(4), 765–776.
- Cox, D. R. (1972). Regression models and life tables. *Journal of the Royal Statistical Society B*, 34(2), 187–220.

Customer Churn Prediction & Prevention Model. (2021, December 22). Optimove. Retrieved January 15, 2022, from <https://www.optimove.com/resources/learning-center/customer-churn-prediction-and-prevention#:~:text=Churn%20prediction%20modeling%20techniques%20attempt%20to%20understand%20the,to%20the%20success%20of%20any%20proactive%20retention%20efforts>.

Fine, J. & Gray R. (1999). A proportional hazards model for the subdistribution of a competing risk. *Journal of the American Statistical Association*, 94 (446), 496–509.

Therneau, T. M., & Grambsch, P. M. (2000). *Modeling survival data: Extending the Cox model*. New York: Springer-Verlag. doi: 10.1007/978-1-4757-3294-8



Ülkelerin Gelişmişlik Düzeylerinin Karar Ağacı ve Rastgele Orman Yöntemleriyle Tahmin Edilmesi

Predicting Countries' Development Levels Using the Decision Tree and Random Forest Methods

Batuhan Özkan* , Coşkun Parim** , Erhan Çene***

Öz

Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ile ekonomik açıdan kalkınma düzeyleri arasında çok yakın bir ilişki söz konusudur. Ülkeler, çeşitli ölçütlere göre incelenerek, gelişmişlik düzeylerine göre az gelişmişten çok gelişmişe doğru farklı gruplarda değerlendirilebilirler. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde, genellikle sosyo-ekonomik faktörler belirleyici rol oynamaktadır. Gelişmişlik düzeyi her ne kadar sosyo-ekonomik değişkenler yardımıyla belirlense de, ülkelerin sınıflandırılması farklı organizasyonlar (Birleşmiş Milletler, Uluslararası Para Fonu vb.) tarafından farklı yöntemlerle yapılabilmektedir. Bu durum bir ülkenin gelişmişlik düzeyinin yönleme ve organizasyona göre farklı kategoride yer almasına sebep olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, 193 ülke için gelişmişlik düzeyini tahmin eden bir makine öğrenmesi modeli geliştirmektir. Gelişmişlik düzeyi, "Yüksek Gelir", "Üst Orta Gelir", "Alt Orta Gelir" ve "Düşük Gelir" kategorilerinden oluşmaktadır. Ülkelerin gelişmişlik seviyesini etkileyen 26 değişken ise, Dünya Gelişmişlik İndeksi (World Development Indicators - WDI) veri tabanından elde edilmiştir. İlk olarak özellik seçimi olarak gelişmişlik düzeyini etkileyen en önemli değişkenlerin belirlenmesinde, rastgele orman metodu yardımıyla değişken önemi kullanılmıştır. Önemli bulunan bağımsız değişkenler yardımıyla, karar ağaçları ve rastgele orman algoritmaları kullanılarak gelişmişlik düzeyleri sınıflandırılmıştır. Rastgele orman algoritmasıyla oluşturulan modelin ülkelerin gelişmişliklerini %70 oranında doğru sınıflandırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, bulgular Ergen Doğurganlık Hızı, Toplam Doğurganlık Oranı ve Tarım, Orman ve Balıkçılık'ın GSYİH (Gayri Safi Yurtiçi Hasıla) daki payının ülkelerin gelişmişliklerini etkileyen en önemli değişkenler olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler

Gelişmişlik Seviyesi, Karar Ağacı, Rastgele Orman, Doğurganlık Hızı, Makine Öğrenmesi

Abstract

A very close relationship exists between countries' development levels and economic level. Countries can be examined according to various criteria and evaluated under different groups based on their level of development, from underdeveloped to highly developed. Socioeconomic factors generally play a decisive role in determining countries' levels of development. Although the level of development is determined with the help of socioeconomic variables, different organizations (e.g., United Nations [UN], International Monetary Fund [IMF]) may make country classifications with different methods. This situation causes a country's development level to occur in different categories based on the method used and the organization that performed it. The aim of this study is to propose a machine learning model

* **Sorumlu Yazar:** Batuhan Özkan (Arş. Gör.), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, İstanbul, Türkiye.
E-Posta: baozkan@yildiz.edu.tr ORCID: 0000-0002-1773-9317

** Coşkun Parim (Arş. Gör. Dr.), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, İstanbul, Türkiye.
E-Posta: cparim@yildiz.edu.tr ORCID: 0000-0002-6412-1325

*** Erhan Çene (Dr. Öğr. Üyesi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, İstanbul, Türkiye.
E-Posta: ecene@yildiz.edu.tr ORCID: 0000-0001-5336-6004

Atf: Ozkan, B., Parim, C., & Cene, E. (2023). Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin karar ağacı ve rastgele orman yöntemleriyle tahmin edilmesi. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38, 87-104. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.38.1172190>



that predicts the development level for 193 countries. Development level consists of the categories of high income, upper middle income, lower middle income, and low income. The 26 variables that affect countries' development levels were obtained from the World Development Indicators (WDI) database. Firstly, random forest based variable importance was used to determine the variables which have the most important effects on countries' development levels. Afterwards, countries' development levels were classified using decision trees and random forest algorithms with the most important variables selected through variable importance. The model composed with the random forest algorithm was determined to have correctly classified countries' development levels at an accuracy of 70%. In addition, the findings show the variables of adolescent fertility rate, total fertility rate, and the share of agriculture, forestry, and fisheries in gross domestic product (GDP) to be the most important variables affecting countries' development levels.

Keywords

Development Level, Decision Tree, Random Forest, Fertility Rate, Machine Learning

Extended Summary

Although countries' development levels are often associated with economic indicators, many different factors are found to affect their level of development. The methods used to determine countries' development levels differ by organization (e.g., United Nations, World Bank, International Monetary Fund), and thus countries may show different levels of development, with the literature showing statistical methods such as machine learning, artificial neural networks, multiple discriminant analysis, and regression analysis to have been used to predict countries' development levels.

Machine learning is the art of making future predictions from data using statistical algorithms. Machine learning methods train a model using part of the data as training data and then tests the performance of the proposed model using the remaining data (i.e., test data). In this way, the accuracy of a produced model is tested on test data the model has never seen before. Studies are found to have used machine learning and econometric methods to classify countries' development levels, just as has been done in many areas.

This study developed a machine learning model that predicts the development levels for 193 countries using the World Development Indicator's 2019 dataset. The dependent variable of the model has been classified as high income (\$12,535 or more a year per capita), upper middle income (from \$4,046-\$12,535), lower middle income (\$1,035-\$4,046), and low income (Less than \$1,035). The groups in this classification were determined according to the World Bank's Atlas Method, which they use to estimate the size of economies in terms of gross national income a year per capita in US dollars. The World Bank uses the Atlas conversion factor instead of simple exchange rates when calculating gross national income (GNI—formerly GNP) in US dollars for certain operational and analytical purposes. The purpose of the Atlas conversion factor is to reduce the effect of exchange rate fluctuations caused by inflation when comparing national incomes between countries. The Atlas conversion factor for any given year is the average of a country's exchange rate for that year and the exchange rates for the previous two years, adjusted for the difference between the

inflation rate in the country and international inflation. The independent variables are made up of the 26 variables obtained from the World Development Indicators (WDI) database that can be associated with countries' development levels. These variables are related to health, industry, economy, agriculture, and technology. The study uses the decision tree and random forest machine learning methods. The results this study obtains will reveal the characteristics of countries that are at different development levels, as well as which variables affect them the most.

The data set used in the machine learning algorithms has been divided into 80% training and 20% test data. The decision tree and random forest algorithms were then applied to the data set. When considering the accuracy rates of both methods, the decision tree is seen to have a 65% accuracy rate, while the random forest has 70%. This shows the countries' development levels to have been classified correctly at a rate of 70%. When examining the correct classification rates for each income group, all the countries in the high income group are seen to have been correctly classified, while the accuracy of the classifications in the low, lower middle, and high middle groups can be said to range between approximately 65%-97%. This may be due to the effects changes have on countries in the lower income groups. In addition, the study has included values for sensitivity, specificity, positive and negative predictive values, prevalence, detection rate, detection prevalence, and balanced accuracy in order to show the classification of the categories of developmental levels.

When examining the results, the decision tree algorithm revealed three variables to be present that affect countries' development levels namely agriculture, forestry and fisheries (AFF), total fertility rate (TFR) and adolescent fertility rate (AFR). Countries with low AFF (<4.4) and high AFR (≥ 37) result a upper middle income country whereas countries with low AFF (<4.4) but also low AFR (<37) yield a high income country. When the AFF has moderate or high values (≥ 4.4) the structure for predicting the countries development level is a bit more complex which requires considering different value ranges for the TFR. When moderate or high AFF (≥ 4.4) combined with high TFR (≥ 4) produce a low income country. On the other hand, lower middle income countries appear in two situations. 1) High AFF (≥ 12) and low or moderate TFR (<4) and 2) Moderate AFF ($4.4 < \text{AFF} < 12$) and moderate TFR ($2.8 < \text{TFR} < 4$). The last branch of the decision tree produces upper middle income countries with moderate AFF ($4.4 < \text{AFF} < 12$) and low TFR (<2.8).

Giriş

Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri sıklıkla ekonomik göstergelerle ilişkilendirilse de, gelişmişlik düzeyini etkileyen pek çok farklı etmen de bulunmaktadır. Teknoloji, nüfus, eğitim (Bloom ve Canning, 2000) ve sağlık (Guisan ve Aguayo, 2007) ülkelerin gelişmişlik düzeyi üzerinde etkili olduğu düşünülen diğer etmenlerdir (Demirci ve Karaatlı, 2019).

Ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile en çok ilişkilendirilen değişken Gayri Safi Yurt İçi Hasıla'dır (GSYİH). Genellikle GSYİH ile ülkelerin gelişmişliği arasında pozitif bir ilişki olduğu düşünülmektedir. Buna karşın GSYİH' nın tek başına göz önüne alındığı durumlar ülkelerin hatalı sınıflandırılmasına da yol açabilmektedir (Öztürk, 2007; Erden Özsoy ve Tosunoğlu, 2017). Ülkelerin gelişmişlik düzeyi incelenirken diğer kategorilerdeki etmenlerin de göz önüne alınması gereklidir.

Makine öğrenimi (ML), geleneksel programlama yöntemlerini kullanarak programlanması zor olan karmaşık problemlerin çözümlerini otomatikleştirmek için algoritmaları ve teknikleri inceleyen bir bilgisayar bilimi alanıdır (Rebala, Ravi ve Churiwala, 2019). Geleneksel programlama yönteminde ilk adım, program için ayrıntılı bir tasarım, yani sorunu çözmek için sabit bir dizi adım veya kural oluşturmaktır. İkinci adım ise, detaylı tasarımın bilgisayar dilinde bir program olarak uygulanmasıdır. Bu yaklaşım, yapılacak iş çok net olduğunda dahi birçok gerçek dünya problemi için zorlayıcı olabilir. Makine öğrenimi algoritmaları, bu zor sorunların çoğunu daha genel bir yaklaşım uygulayarak çözebilir. Bu algoritmalar, açık ve ayrıntılı bir tasarım kullanmak yerine, ayrıntılı tasarımı bir dizi etiketli veriden öğrenirler. Bir makine öğrenimi algoritmasının amacı, veri kümesinde olmayan veri noktalarının etiketlerini doğru bir şekilde tahmin edebilmesi için etiketli bir veri kümesinden bir model veya bir dizi kural öğrenmektir. Makine öğrenimi algoritmaları, önce veri kümesini işlemeye dayalı bir model oluşturarak ve ardından bu modeli çalıştırarak yeni bir veri noktasının etiketini tahmin ederek sorunları çözer (Rebala, Ravi ve Churiwala, 2019). Bu yaklaşım denetimli makine öğrenimi olarak bilinir. Bu çalışmada denetimli makine öğrenmesi algoritmalarından olan karar ağacı ve rastgele orman yöntemleri kullanılarak ülkelerin gelişmişlik düzeyi tahmin edilecektir. Pek çok alanda olduğu gibi, ülkelerin gelişmişlik düzeyinin sınıflandırılmasında makine öğrenmesi ve ekonometrik yöntemler kullanan çalışmalar mevcuttur.

Ahmad ve Saleem (2012), Birleşmiş Milletler ve Dünya Bankası'ndan 186 ülke için topladıkları 2010 yılı verileri ile ülkelerin gelişmişlik düzeyini tahmin eden bir model geliştirmişlerdir. Yazarlar bu çalışmalarında veriyi eğitim ve test verisine bölerek yapay sinir ağları kullanmışlar ve test verilerinde %95 lik bir başarı elde etmişlerdir. Yaptıkları önem analizi, gelişmişlik üzerinde en etkili değişkenlerin kişi başına sağlık harcaması ve beklenen ortalama eğitim süresi olarak bulunmuştur.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin sağlık ve eğitim alanlarına yoğunlaşmalarının ülkelerin gelişmişlik düzeyini yukarı çekeceği sonucuna varmışlardır.

Ozturk, S.G. (2007), 77 ülke için Birleşmiş Milletler'den elde ettiği 2005 yılı İnsani Gelişmişlik İndeks verilerini çoklu diskriminant analizi ile uygulayarak ülkelerin gelişmişlik seviyesini tahmin etmiştir. Çalışma, sağlık, eğitim ve kadınların politikaya katılımı gibi ekonomik göstergeler dışında kalan göstergeleri kullanmıştır. Çalışmada veri eğitim ve test verisine ayrılmamıştır. Modelin başarısı %94.8 olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda sağlıktaki gelişmişlik seviyesi, gelişmiş ve gelişmemiş ülkeler arasındaki farklılığı oluştururken, gelişmekte olan ülkeleri belirlemede en faydalı olan göstergeler kadınların politikaya katılımı, ekonomik büyüme ve ticari gelişimdir.

Upreti (2015), gelişmekte olan 76 ülkenin ekonomik büyümesi üzerinde etkili olan etmenleri 1995, 2000, 2005 ve 2010 yılları için regresyon analizi ile incelemiştir. Sonuç olarak, yüksek ihracat, doğal kaynak bolluğu, yüksek yaşam beklentisi ve yüksek yatırım oranı ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkide bulunduğu görülmüştür. Çalışma doğrudan yabancı sermayenin farklı zaman dilimlerinde farklı sonuçlar verdiğini ve genel kanının aksine büyük ekonomilerin her zaman yavaş büyümediği sonucuna varmıştır. Yazarlar bunu gelişmekte olan pek çok ülkenin başlangıçta benzer kişi başına düşen GSYİH'a sahip olmasıyla açıklamıştır.

Demirci ve Karaatlı (2019), 104 ülke için Uluslararası Para Fonu ve Dünya Bankası'ndan topladıkları 2016 yılı verileri ile ülkelerin gelişmişlik düzeylerini tahmin etmişlerdir. Çalışmada 17 farklı makine öğrenmesi yöntemiyle model kurulmuş ve en başarılı modelin %90'ın üzerinde başarıya sahip olduğu görülmüştür. Bu çalışmada verinin eğitim ve test verisine bölünüp bölünmediğiyle ilgili bir bilgiye yer verilmemiştir. Değişken önemi analizi yapılmadığından hangi değişkenlerin ülkelerin sınıflandırılması üzerinde etkili olduğu da belirtilmemiştir. Çalışmada herhangi bir ekonometrik çıkarım yapılmamıştır.

Jemna (2015), Romanya'daki doğurganlık oranı ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini incelemiştir. Çalışmada durağanlık testleri, vektör otoregresyon (VAR) modeli, nedensellik analizi ve etki-tepki analizi kullanılmıştır. Hem doğurganlık oranı hem de ekonomik büyüme durağan bulunmuş, her iki VAR modeli anlamlı çıkmış ve her iki değişkenin uzun dönemde birbirini üzerinde etkili olduğu sonucuna varmıştır. Çalışma doğurganlık oranının ekonomik büyümeden olumlu yönde etkilendiğini belirtmiştir. Benzer başka bir çalışmada, Lacalle-Calderon, Perez-Trujillo, & Neira (2017), 1970-2010 zaman aralığında 151 ülkeye ait doğurganlık ve GSYİH arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu amaçla, hem doğrusal regresyon hem de panel kartil regresyonu ve koşullu panel kartil regresyonu uygulanmıştır. Çalışma doğurganlık ve ekonomik büyüme arasında J-şeklinde bir yapı olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma doğurganlık oranının fazla olduğu yerlerde, doğurganlık

oranını azaltmak için daha fazla GSYİH'ı ihtiyaç duyulduğu sonucuna varmıştır. Kadın başına doğum sayısının fazla olduğu ülkelerde, düşük doğurganlığa sahip olan ülkelere göre negatif ve pozitif eğim katsayılarının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Kubar (2016), toplam 53 düşük ve orta gelir grubundaki ülkelere ait 1995-2010 dönemindeki ekonomik büyüme, tarım sektörü katma değeri, sabit sermaye tüketimi, tüketici fiyat endeksi, mal ve hizmet ihracatı, nihai tüketim harcaması, mal ve hizmet ithalatı ve sanayi sektörü katma değeri verilerini OECD ve WDI veri tabanlarından elde etmiştir. Bu değişkenlerin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini yedi basit panel regresyon modeli, birim kök testi, panel eşbütünleşme ve panel nedensellik analizleriyle incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, hem düşük hem orta gelir grubundaki ülkeler için ekonomik büyüme tarım sektörü katma değeri ve sabit sermaye tüketiminden olumsuz olarak etkilenirken, mal ve hizmet ihracatı, nihai tüketim harcaması, mal ve hizmet ithalatı ve sanayi sektörü katma değerinde olumlu olarak etkilenmektedir. Tüketici fiyat endeksi ise düşük gelir grubundaki ülkeleri olumlu, orta gelir grubundaki ülkeleri olumsuz etkilemektedir.

Stec, Filip, Grzebyk, ve Pierscieniak (2014), 28 Avrupa Birliği Üyesi ülkenin 2005-2010 yılı arasında verisini topladığı 27 ölçüt ile bir sosyo-ekonomik gelişmişlik indeksi geliştirmiştir. Gelişmişlik indeksinde yer alan ölçütler demografik potansiyel ve çalışan pazarı, ekonomik potansiyel, sosyal altyapı ve teknik altyapı ana başlıklarında yer almaktadır. Yüksek, orta-yüksek, orta-düşük ve düşük isimli dört gelişmişlik seviyesinden oluşan bu indekse göre, Lüksemburg, Finlandiya, İsveç ve Danimarka en yüksek grupta yer alırken, Slovakya, Bulgaristan, Romanya ve Polonya en düşük grupta yer almaktadır. Çalışma söz konusu dönemde AB ülkelerinin ortalama düzeyde bir gelişmişlik artışı gösterdiğini, 2010 krizinin de etkisiyle çoğu AB ülkesinin görece düşük gelişmişlik göstergelerine sahip olduğunu vurgulamıştır.

Bulut, Babacan ve Ertekin (2021), dört farklı insani gelişmişlik düzeyinden 16 ülkeye ait 2005-2017 yılı verilerini kullanarak ekonomik büyümeye etki eden etmenleri panel veri analizi ile incelemiştir. Bu amaçla, yatay kesit bağımlılığı, homojenite analizi, birim kök testleri ve eşbütünleşme testleri kullanılmıştır. Çalışmada nüfusun, kamu harcamalarının, enflasyonun, ticaret hacminin ve işsizliğin gelişme düzeyinden bağımsız olarak ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği ifade edilmiştir.

Demiray Erol (2013), Türkiye ve AB üyesi 28 ülkenin sosyo-ekonomik seviyesini temel bileşenler analizi ile karşılaştırmıştır. Bu amaçla, yaşam beklentisi, sağlık, göç, ekonomik göstergeler, istihdam ve suç göstergelerinden oluşan 19 değişkeni 5 temel bileşene indirgemiş ve bu 5 bileşenden tek bir skor elde ederek ülkeleri sıralamıştır. 5 temel bileşen toplam değişkenliğin %82 sini açıklamıştır. Oluşturulan sıralamada Lüksemburg, İsveç ve Danimarka ilk üç sırada, Letonya, Romanya ve Türkiye ise son üç sırada yer almıştır. Türkiye'nin sosyal gelişmişlik seviyesini artırabilmesi için eğitim, sağlık harcamalarını arttırması ve gelir dağılımında adaleti sağlamaya

yardımcı etkin genişletici maliye politikası ve para politikası uygulaması gerektiğini belirtmiştir.

Benzer bir çalışmada, Koşar Taş ve Örk Özel (2017), Türkiye ve AB üyesi 28 ülkenin sosyo-ekonomik seviyesini faktör analizi kullanarak karşılaştırmıştır. Bu amaçla, 28 değişkeni araştırma ve eğitim, gelir ve refah, sağlık, işsizlik, yoksulluk ve nüfus isimli altı faktöre indirgemiş ve ülkeleri her bir faktör skoruna göre sıralamıştır. Bu çalışmada 6 faktör toplam değişimin yaklaşık %82'sini açıklamıştır. Oluşturulan gelişmişlik faktörüne göre Almanya, Fransa ve Birleşik Krallık ilk üç sırada yer alırken, Kıbrıs, Lüksemburg ve Malta son üç sırada yer almıştır. Türkiye bu çalışmada kendisine yedinci sırada yer bulmuştur.

Bir diğer çalışmada, Parim, Özkan ve Çene (2019) 54 ülkenin son 20 yıldaki ekonomik değişimlerini ortaya koymak amacıyla sosyo-ekonomik faktörler yardımıyla kümeleme analizi uygulayarak ülkeleri gelişmişlik düzeylerine göre sınıflandırmışlardır. Bu amaçla doğrudan yabancı sermaye, GSYİH, döviz kuru, enflasyon, işsizlik, ticarete açıklık, nüfus, işçi verimliliği, politik hak ve sivil özgürlük indeksi gibi değişkenler kullanılmıştır. K-ortalama kümeleme analizi yöntemi 1995 ve 2015 yılı verisi için iki kez tekrarlanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çeştepe, Vergil ve Ergun (2012), hizmet ticareti ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi geliştirmiş ve geliştirmekte olan ülkelerde araştırmışlardır. Bu amaçla 1980-2007 döneminde 35 ülkeye ait, GSYİH ile yatırım harcamaları, kamu harcamaları ve hizmet ticareti verileri arasında panel veri analizi kullanılmıştır. Tüm ülkeler, gelişmiş ülkeler ve geliştirmekte olan ülkeler için ayrı ayrı gerçekleştirilen panel regresyon analizi sonucunda hizmet ticareti geliştirmekte olan ülkeleri olumlu etkilerken, gelişmiş ülkelerde herhangi bir anlamlı etkiye rastlanamamıştır.

Uçan ve Koçak (2018), Pedroni eşbütünleşme testi ile insani gelişme endeksi ve büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu amaçla, 1990-2015 dönemi için Türkiye, Almanya, ABD, Norveç ve İtalya'ya ait GSYİH, insani gelişme endeksi, eğitim endeksi ve sağlık endeksi verileri kullanılmıştır. Pedroni panel eşbütünleşme testi sonucuna göre, uzun dönemde sağlık, eğitim ve insani gelişme arasında ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişki vardır. Panel regresyon analizi sonucuna göre insani gelişme endeksi ve eğitim endeksi ekonomik büyümeyi pozitif etkilerken, sağlık endeksi ise büyümeyi negatif etkilemektedir.

Zhang ve Danish (2019) geliştirmekte olan 29 Asya ülkesi için 1990-2016 yıllarını kapsayan, GSYİH, internet kullanımı, mobil telefon kullanımı, insani gelişmişlik indeksi, ticarete açıklık ve doğrudan yabancı sermaye verisini panel veri analizinde kullanmışlardır. Çalışmada ekonomik büyüme bağımlı, diğer değişkenler bağımsız değişkenlerdir. Yazarlar, veri setleri heterojen ve otokorelasyon gösterdiği için Driscoll-Kraay ve dayanıklı tahminçiler kullanmışlardır. Çalışma sonucunda yüksek

insani gelişmişlik ve mobil telefon kullanımı, ekonomik büyümeyi desteklerken, internet kullanımı için bu yönde bir sonuç bulunamamıştır.

Bu çalışmada da, 193 ülke için gelişmişlik düzeyini tahmin eden bir makine öğrenmesi modeli geliştirilmiştir. Modelin bağımlı değişkeni, “Yüksek Gelir”, “Üst Orta Gelir”, “Alt Orta Gelir” ve “Düşük Gelir” olmak üzere 4 sığtan oluşan gelişmişlik düzeyidir. Bağımsız değişkenler ise, Dünya Gelişmişlik İndeksi (World Development Indicators - WDI) veri tabanından elde edilen ve ülkelerin gelişmişlik seviyesiyle ilişkilendirilebilecek 26 değişkenden oluşmaktadır. Bu değişkenlere ve kısaltmalarına Tablo 1’den ulaşılabilir. Bu tablo incelendiğinde, bu değişkenlerin, sağlık, sanayi, ekonomi, tarım ve teknoloji ile ilgili olduğu görülmektedir. Tüm değişkenler 2019 yılı için toplanmıştır. Çalışmada karar ağacı ve rastgele orman makine öğrenmesi metodları kullanılmıştır. Bu çalışmadan elde edilecek sonuçlar, farklı gelişmişlik seviyesindeki ülkelerin karakteristiklerini ve hangi değişkenlerden en çok etkilendiğini ortaya koyacaktır.

Yöntem

Veri Seti

Çalışmada, Dünya Bankası’nın veri bankasından alınan Dünya Gelişmişlik Göstergeleri (World Development Indicators) veri seti kullanılmıştır. Veri seti, 193 ülkeye ait 2019 yılı verilerini içermektedir. Ülkelerin gelişmişlik seviyeleri; Yüksek Gelir (12.535\$ veya daha fazla), Üst Orta Gelir (4.046\$ ile 12.535\$ arası), Alt Orta Gelir (1.035\$ ile 4.046\$ arası) ve Düşük Gelir (1.035\$ veya daha az) olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflama için Dünya Bankası Atlas Yöntemi’ni kullanmıştır. Atlas yöntemi, Dünya Bankası tarafından ekonomilerin büyüklüğünü ABD doları cinsinden gayri safi milli gelire göre tahmin etmek için kullanılan bir yöntemdir. Dünya Bankası, belirli operasyonel ve analitik amaçlar için ABD doları cinsinden gayri safi milli geliri (GNI-eski adıyla GSMH) hesaplarırken, basit döviz kurları yerine Atlas dönüştürme faktörünü kullanmaktadır. Atlas dönüşüm faktörünün amacı, ulusal gelirlerin ülkeler arası karşılaştırmasında enflasyonun neden olduğu döviz kuru dalgalanmalarının etkisini azaltmaktır. Herhangi bir yıl için Atlas dönüşüm faktörü, o yıl için bir ülkenin döviz kurunun ve önceki iki yıl için döviz kurlarının ortalamasıdır ve ülkedeki enflasyon oranı ile uluslararası enflasyon arasındaki farka göre düzeltilmektedir (World Bank, 2022).

Karar ağacı

Karar ağacı, hem regresyon ağacını hem de sınıflama ağacını bir arada sunan bir algoritmaya sahiptir. Bu algoritma, veri setinin sahip olduğu özellikleri kullanarak oluşturduğu kurallar yardımıyla veri setini alt örneklemelere ayırmaktadır. Düğümler ve

dallardan meydana gelen karar ağacı diyagramları görsel olarak da sunulabilmektedir (Çene, 2022).

Veri madenciliği, makine öğrenmesi, yapay zekâ uygulamaları gibi pek çok alanda karar ağaçları yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaygın kullanımının başlıca sebepleri arasında kullanım kolaylığı, veriyi görselleştirmesi neticesinde yorumlanmasının kolay olması, hem kesikli hem de sürekli veriler için uygulanabilir olması vb. yer almaktadır.

Karar ağacı elde etmek için pek çok farklı istatistiksel algoritma kullanılmaktadır. Sınıflama ve Regresyon Ağaçları (Classification and Regression Trees, CART), Otomatik Ki-Kare Etkileşim Belirleme (Chi-Squared Automatic Interaction Detection, CHAID), Hızlı Yansız Etkili İstatistiksel Ağaç (Quick, Unbiased, Efficient, Statistical Tree, QUEST), ID3, C4.5 ve C5.0 bu algoritalardan bazılarıdır (Özkan, Çene ve Parim, 2018).

Rastgele Orman

İlk olarak Breiman (2001) tarafından tanıtilen rastgele orman (RO) algoritması, yanıt değişkeni ile ilişkilerinin biçimine ilişkin önceden herhangi bir varsayımda bulunmadan çeşitli türdeki tahmin değişkenlerine dayalı tahmin kuralları oluşturmaktadır (Probst vd. (2019)).

Rastgele orman, popüler makine öğrenimi yöntemleri arasında birçok veri türü için benzersiz bir tahmin doğruluğu ve kolay yorumlanabilen parametrik olmayan bir yöntemdir. RO'da kullanılan rastgele örnekleme ve topluluk stratejileri, daha iyi genellemelerin yanı sıra doğru tahminler elde etmesini sağlamaktadır (Yang vd. (2010)).

Yöntem; her bir ağacın yapısını, ormanın yapısını ve boyutunu ve ayrıca rastgeleliğini kontrol eden birkaç hiperparametreyi içermektedir (Probst, Wright ve Boulesteix, 2019). Farklı bileşenlerin kombinasyonu olan bu yöntemle rastgele ormanları düzgün bir şekilde analiz etmek zordur. Ormanların temel bileşenleri arasında hem torbalama (Bagging) hem de Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları (CART) kritik öneme sahiptir. Torbalama, orijinal veri setinden önyükleme örnekleri oluşturan, her örnekten bir tahmin edici oluşturan ve ortalama olarak karar veren genel bir toplama şemasıdır (Biau ve Scornet, 2016). Problemin karmaşıklığı ve ölçeği nedeniyle tek adımda iyi bir model bulmanın imkânsız olduğu, özellikle büyük, yüksek boyutlu veri kümeleri için, kararsız tahminleri iyileştirmek için en etkili hesaplama prosedürlerden biridir (Bühlmann ve Yu, 2002; Kleiner, Talwalkar, Sarkar ve Jordan, 2014; Wager, Hastie ve Efron, 2014). CART bölünme kriteri ise eksenlere dik en iyi kesimleri seçmek için bireysel ağaçların oluşturulmasında kullanılmaktadır. Sınıflandırma için Gini safsızlığı, regresyon için ise hata tahmin kareler baz alınarak CART bölünme kriteri optimize edilir ve her ağacın her düğümünde en iyi kesim seçilir (Biau ve Scornet, 2016).

Özellik Seçimi

Özellik seçimi (ÖS), veri ön işlemede en sık kullanılan ve önemli tekniklerden biridir ve makine öğrenme sürecinin vazgeçilmez bir bileşeni haline gelmiştir (Kalousis, Prados ve Hilario, 2007). Makine öğrenmesi ve istatistikte değişken seçimi, öznelik seçimi veya değişken alt küme seçimi olarak da bilinmektedir. ÖS ile ilgili özellikler tespit edilerek ilgisiz, gereksiz veya gürültülü veriler kaldırılmaktadır. Bu süreç tahmin doğruluğunu ve anlaşılabilirliği arttırmaktadır (Kumar ve Minz, 2014). Genel olarak, büyüklük ve değerlendirme ölçütü arasında en iyi bağlılığa sahip alt küme yaklaşımı kullanılarak bir dizi aday özellik elde edilmektedir. Denetimli tümevarımsal öğrenme açısından özellik seçiminde kullanılan diğer yaklaşımlar ise; bir değerlendirme ölçüsünü optimize eden özelliklerin alt kümesinin belirtilen boyutu ve değerlendirme ölçütlerinde belirli bir kısıtlamayı karşılayan alt kümenin daha küçük boyutu yaklaşımlarıdır (Molina, Belanche ve Nebot, 2002).

Özellik seçimi için iki ana yaklaşım vardır. Birincisi bireysel değerlendirme, ikincisi ise alt küme değerlendirmesidir. Özelliklerin sıralanması bireysel değerlendirme olarak bilinmektedir (Guyon ve Elisseeff, 2003). Bireysel değerlendirmede, bireysel bir özelliğin ağırlığı, ilgililik derecesine göre atanmaktadır. Alt küme değerlendirmesinde ise aday özellik alt kümeleri, arama stratejisi kullanılarak oluşturulmaktadır (Kumar ve Minz, 2014). Özellik seçimi için genel prosedürde dört temel adım vardır. Bunlar; alt küme oluşturma, alt kümenin değerlendirilmesi, durdurma kriterleri ve sonuç doğrulamadır.

Bu çalışmada değişken öneminin belirlenmesinde alt küme değerlendirmesi yöntemlerinden biri olan Özyinelemeli Değişken Eleme (Recursive Feature Elimination) yöntemi kullanılmıştır (Guyon, Weston ve Barnhill, 2002). Bu yöntem tüm değişkenleri kullanarak bir model oluşturarak başlar ve ardından her bir değişken için bir önem skoru hesaplar, en az önemli olan değişkeni modelden çıkarır ve modeli tekrar kurar. Değişken azaltmanın artık model başarısını etkilemediği ya da belirlenen değişken sayısına ulaşıldığında algoritma durur.

Çalışmada Özyinelemeli Değişken Eleme, karar ağacı ve rastgele orman analizleri R programlama dili (R Core Team, 2021) içerisindeki caret paketiyle yapılmıştır (Max, Wing, Weston, Williams, Keifer, Engelhardt, Cooper, Mayer, Ziem, Scrucca, Hunt ve Kuhn, 2021).

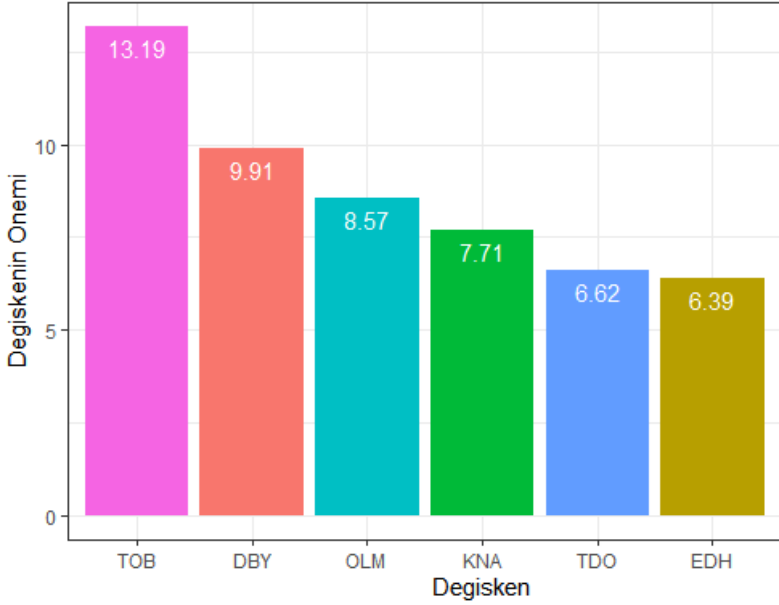
Tablo 1

Değişken Kısaltmaları, İsimleri ve Tanımları

Değişkenler	Açıklaması
EDH	Ergen Doğurganlık Hızı (15-19 yaş arası 1000 kadın başına doğum)
TOB	Tarım, Ormancılık ve Balıkçılığın katma değeri (GSYİH yüzdesi)
MHI	Mal ve Hizmet İhracatı (GSYİH yüzdesi)
TDO	Toplam Doğurganlık Oranı (Kişi başı)
DYY	Doğrudan Yabancı Yatırım Net Girişleri (Amerikan Doları)
OAL	Ormanlık Alan (Kilometre kare)
GSYIH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (Amerikan Doları)
GSYIHB	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla Büyümesi (Yıllık yüzde olarak)
GSMH	Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla (Amerikan Doları)
BSO	Bürüt Sermaye oluşumu (GSYİH yüzdesi)
YTI	Yüksek Teknoloji İhracatı (üretim ihracatının yüzdesi)
KAO	Kızamık Aşısı Olma (12-23 aylık çocukların yüzdesi)
MHIT	Mal ve Hizmet İthalatı (GSYİH yüzdesi)
SAN	Sanayi (inşaat dahil) katma değeri (GSYİH yüzdesi)
ENF	Enflasyon (Yıllık yüzde)
DBY	Doğumda Beklenen Yaşam Süresi (Yıl)
TIC	Mal Ticareti (GSYİH yüzdesi)
ASH	Askeri Harcamalar (GSYİH yüzdesi)
MOB	Mobil Abonelikler (100 kişi başına)
OLM	5 Yaş Altı Ölüm Oranı (Her 1000 doğum için)
NTSE	Net Ticaret Sınırları Endeksi (2000 yılı baz alınarak ölçülen ihracat birim değer endekslerinin ithalat birim değer endekslerine yüzde oranı)
PREM	Alınan Kişisel Havaleler (Amerikan Doları)
NYO	Nüfus Yoğunluğu (Kilometre kare kare başına kişi)
NAR	Nüfus Artışı (Yıllık yüzde)
NUF	Toplam Nüfus
KNA	Kentsel Nüfus Artışı (Yıllık yüzde)

Bulgular

Bu çalışmada da, 193 ülke için gelişmişlik düzeyini tahmin etmek için kullanılan Bağımsız değişkenler Dünya Gelişmişlik İndeksi (World Development Indicators - WDI) veri tabanından elde edilen 26 değişkenden oluşmaktadır. Gelişmişlik seviyesini etkileyen en önemli değişkenlerin belirlenmesinde, değişken önemi kullanılmıştır. Değişken önemi, Özyinelemeli Değişken Eleme yöntemi ile hesaplanmıştır. Değişken önemi hesabı 5 tekrarlı 10 lu çapraz doğrulama ile yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde en yüksek doğruluk (0,7375) ve Kappa (0,6375) değerine sahip olan 6 değişkenin gelişmişlik düzeyini tahmin etmede en çok etkili olduğu görülmüştür. Değişkenlerin önem sırası grafik yardımıyla görselleştirilmiş ve Şekil 1'de verilmiştir. Değişken önemi, özellik seçimi için kullanılan sıralama yöntemi kullanılarak hesaplanır. Herhangi bir birime sahip değildir. Bulunan ideal küme boyutu olan 6 değişken için önemler, tüm yeniden örneklemelelerdeki modellerin önemlerinin ortalaması alınarak elde edilir. Değişkenler önem sırasına göre TOB, DBY, OLM, KNA, TDO ve EDH olarak sıralanabilir. Diğer 20 değişkenin bunlara göre daha önemsiz olduğu söylenebilir.



Şekil 1. Gelişmişlik seviyesini en çok etkileyen değişkenler

Makine öğrenmesi algoritmalarında kullanılacak olan veri seti 10-katlamalı çapraz doğrulama yöntemi ile bölümlenmiştir. Bölümlenmiş veri seti için değişkenlerin ilk beş gözlem değeri Tablo 2’de verilmiştir. Doğruluk değerleri hesaplanırken kesim noktası 0,5 olarak belirlenmiştir. Karar ağacı yönteminde ağaç budaması için karmaşıklık parametresi 0,115 için doğruluk en yüksek çıkmıştır. Rastgele Orman yöntemi için 500 ağaç kullanılmış ve optimum rastgele alt değişken sayısı 5 için en yüksek doğruluk değeri elde edilmiştir. Tablo 3’te Karar ağacı ve rastgele orman algoritmalarının sonuçları yer almaktadır. Her iki yöntemin de doğruluk oranlarına bakıldığında karar ağacının %65 ve rastgele ormanın ise %70 olduğu görülmektedir. Bu da ülkelerin gelişmişlik seviyelerinin %70 oranında doğru sınıflandırıldığını göstermektedir. Her bir gelir grubu için doğru sınıflandırma oranlarına bakıldığında yüksek gelir grubundaki ülkelerin tamamının doğru sınıflandırıldığı görülmektedir. Düşük, alt ve üst orta gruplarındaki sınıflandırmaların yaklaşık olarak %65 ile %97 arasında olduğu söylenebilir. Bu da alt gelir gruplarındaki ülkelerdeki değişimlerin etkisinden kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca, analiz bulguları hakkında daha detaylı bilgi oluşturması açısından duyarlılık, özgüllük, pozitif ve negatif tahmin değerleri, yaygınlık, algılama oranı, algılama yaygınlığı ve dengeli doğruluk değerleri de gelişmişlik düzeylerinin kategorilerinin sınıflandırılmasını göstermesi açısından Tablo 3’te karışıklık matrisleri ise Tablo 4 ve Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 2

Eğitim ve test verisi için değişkenlerin ilk beş gözlem değeri

	TOB	DBY	OLM	KNA	TDO
EĞİTİM	0.219	81.866	8.8	-0.009	1.590
	0.630	83.704	4.0	0.783	1.480
	0.316	81.687	2.0	0.891	0.918
	1.844	82.907	2.3	1.121	1.530
	0.218	82.446	2.8	2.228	1.340
	0.916	78.787	6.4	0.701	1.705
TEST	1.392	82.958	2.7	1.330	1.700
	1.071	81.792	3.6	0.817	1.460
	1.007	84.356	2.5	-0.119	1.360
	1.667	83.226	3.1	0.162	0.918

Tablo 3

Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Performansı

Sınıf	Karar Ağacı				Rastgele Orman			
	Yüksek	Düşük	Alt Orta	Üst Orta	Yüksek	Düşük	Alt Orta	Üst Orta
Duyarlılık (Sensitivity)	1	0.0	0.5000	0.6	0.9231	1	0.5000	0.5000
Özgüllük (Specificity)	0.8333	1	0.8148	0.8519	0.7917	0.9394	1	0.8519
Pozitif Tahmin Değeri (Pos Pred Value)	0.7647	NaN	0.5000	0.6	0.7059	0.6667	1	0.5556
Negatif Tahmin Değeri (Neg Pred Value)	1	0.8919	0.8148	0.8519	0.9500	1	0.8437	0.8214
Yaygınlık (Prevalence)	0.3514	0.1081	0.2703	0.2703	0.3514	0.1081	0.2703	0.2703
Algılama Oranı (Detection Rate)	0.3514	0.0	0.1351	0.1622	0.3243	0.1081	0.1351	0.1351
Algılama Yaygınlığı (Detection Prevalence)	0.4595	0.0	0.2703	0.2703	0.4595	0.1622	0.1351	0.2432
Dengeli Doğruluk (Balanced Accuracy)	0.9167	0.5000	0.6574	0.7259	0.8574	0.9697	0.7500	0.6759
Doğruluk		0.6486				0.7027		

Tablo 4

Karar ağacı için karışıklık matrisi

Tahmin	Gerçek			
	Alt Orta Gelir	Düşük Gelir	Üst Orta Gelir	Yüksek Gelir
Alt Orta Gelir	5	4	1	0
Düşük Gelir	0	0	0	0
Üst Orta Gelir	4	0	6	0
Yüksek Gelir	1	0	3	13

Tablo 5

Rastgele orman için karışıklık matrisi

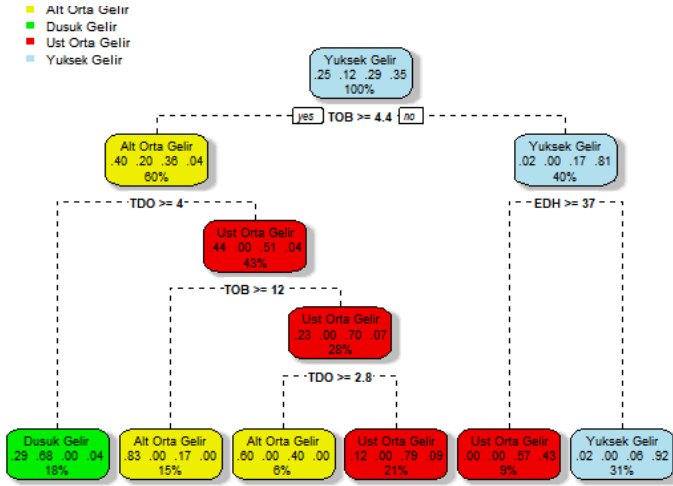
Tahmin	Gerçek			
	Alt Orta Gelir	Düşük Gelir	Üst Orta Gelir	Yüksek Gelir
Alt Orta Gelir	5	0	0	0
Düşük Gelir	2	4	0	0
Üst Orta Gelir	3	0	5	1
Yüksek Gelir	0	0	5	12

Karar ağacı analizinde düğümler, düşük gelir, alt orta gelir, üst orta gelir ve yüksek gelir olarak isimlendirilmiştir. Bunlar sırasıyla, yeşil, sarı, kırmızı ve mavi renkler ile renklendirilmiştir. Olasılık olarak hangi gelir grubu olasılığı daha fazla ise onun rengi ile düğüm renklendirilmektedir. Düğümlerin altında yazan koşul sağlandığında evet yazan sol tarafa, koşul sağlanmıyorsa da hayır yazan sağ tarafa devam edilir. Ayrıca, her bir düğümün altında yüzdesi yer almaktadır. Burada belirtilmesi gereken diğer bir durum ise TOB, TDO ve EDH değişkenlerinin diğer değişkenlere göre daha baskın olduğudur. Karar ağacının kök düğüm ve dallarında geriye kalan 23 değişken bu değişkenlerin baskın olması nedeniyle yer almamıştır.

Ülkelerin gelişmişlik seviyeleri için uygulanan karar ağacı analizi sonuçları Şekil 1’de verilmektedir. Kök düğümden de görülebileceği gibi test veri setindeki ülkelerin %25’i düşük, %12’si alt orta, %29’u üst orta ve %35’i yüksek gelir grubuna dahildir. Kök düğümde yer alan ve gelir gruplarının belirlenmesindeki en önemli değişkenin TOB (Tarım, Ormancılık ve Balıkçılığın katma değeri (GSYİH yüzdesi)) olduğu söylenebilir. TOB değişkeni 4.4’e eşit veya daha fazla olduğunda ülkelerin yüksek gelir grubuna dahil olma olasılığı %4’e gerilemektedir. Bu koşulda, ülkelerin yüzde %40 olasılıkla alt orta gelir grubuna dahil olacağı söylenebilir. TOB değişkeni 4.4’e eşit veya daha fazla olduğunda bir de TDO (Toplam Doğurganlık Oranı (Kişi başı)) değişkeni de 4’ten fazla ise %68 oranında düşük gelir grubuna sahip bir ülke olduğu hatta %96 olasılıkla da düşük ve alt gelir grubuna sahip bir ülke olduğu söylenebilir.

TDO değişkeni 4’ten az ve TOB değişkeni de 12’ye eşit ya da fazla olduğunda %83 olasılıkla alt gelir grubuna sahip bir ülke olduğu görülebilir. Ayrıca sonuçlar göstermektedir ki TOB değişkeni 4.4 ile 12 arasında olduğunda, TDO değişkeni 2.8 ile 4 arasında ise %60 oranında alt gelir grubuna sahip bir ülke, TDO değişkeni 2.8 ‘den az ise de %79 oranında üst orta gelir grubuna sahip bir ülke olacağı söylenebilir.

TOB değişkeni 4.4’ten az bir orana sahip ise %81 olasılıkla yüksek gelir grubuna sahip bir ülke olacağı, buna ek olarak EDH (Ergen Doğurganlık Hızı) değişkeninin de 37 ‘den az olması durumunda da yüksek gelir grubuna sahip bir ülke olması olasılığının %92’ye yükseleceği söylenebilir. Bu koşullar altında EDH 37’den fazla olursa %57 olasılıkla üst orta gelir grubu bir ülke olacağı aşıkardır.



Şekil 2. Ülkelerin Gelişmişlik Seviyelerinin Belirlenmesi için Karar Ağacı Analizi Sonuçları

Sonuç ve Tartışma

Karar ağacı algoritması ülkelerin gelişmişlik düzeyi üzerinde etkili üç değişkenin olduğunu göstermiştir. Bu değişkenlerden Ergen Doğurganlık Hızı, Yüksek Gelire Sahip Ülkelerle, Üst Orta Gelir Düzeyi'ne sahip ülkeleri birbirinden ayırmaktadır. Ergen Doğurganlık Hızı daha düşük olan ülkeler Yüksek Gelir Düzeyi'nde yer almaktadır. Bu sonuç Jemna (2015) ve Lacalle Calderon (2017)'in çalışmalarıyla örtüşmektedir. Benzer şekilde Toplam Doğurganlık Oranı arttıkça gelir düzeyinin azaldığını söyleyen çalışmalara karşın bu çalışma, Toplam Doğurganlık Oranı ile Tarım, Orman ve Balıkçılık'ın GSYİH daki payının bir ülkenin gelir düzeyini belirlerken birlikte değerlendirilmesi gerektiğini önermektedir. TOB orta ve yüksek düzeyde ($\geq 4,4$) ve TDO yüksek olduğunda (≥ 4) ülkeler düşük gelişmişlik düzeyindeyken; TOB orta ($\geq 4,4$ ve < 12) ve TDO düşük ($< 2,8$) iken ülkeler üst orta gelir grubunda yer almaktadır. Alt orta ülkeler ise iki durumda karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan birincisi TOB'un yüksek (≥ 12) ve TDO'nun orta ve düşük olduğu (< 4) durum, ikincisi ise TOB'un orta ($\geq 4,4$ ve < 12) ve TDO'nun orta düzeyde olduğu durumdur.

Bu çalışmada, ülkelerin gelir seviyelerinin tahmini için karar ağacı ve rastgele orman yöntemleriyle makine öğrenmesi modelleri kurulmuştur. Aday değişkenler öncelikle özellik seçimi yöntemiyle 6 değişkene indirgenmiş ve makine öğrenmesi modelleri bu 6 değişkenle oluşturulmuştur. Karar ağacı modeli %65 doğruluğa sahipken, rastgele orman modeli %70 doğruluğa sahiptir. Karar ağacı modeli, ülkelerin ekonomik gelişmişlik seviyesi üzerinde en etkili değişkenlerin Ergen Doğurganlık Hızı, Toplam Doğurganlık Oranı ve, Tarım, Orman ve Balıkçılık'ın GSYİH 'daki payı olduğunu göstermiştir.

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: B.Ö., C.P., E.Ç.; Veri Toplama: B.Ö., C.P., E.Ç.; Veri Analizi /Yorumlama: B.Ö., C.P., E.Ç.; Yazı Taslağı: B.Ö., C.P., E.Ç.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi: B.Ö., C.P., E.Ç.; Son Onay ve Sorumluluk: B.Ö., C.P., E.Ç.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The authors has 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: B.Ö., C.P., E.Ç.; Data Acquisition: B.Ö., C.P., E.Ç.; Data Analysis/ Interpretation: B.Ö., C.P., E.Ç.; Drafting Manuscript: B.Ö., C.P., E.Ç.; Critical Revision of Manuscript: B.Ö., C.P., E.Ç.; Final Approval and Accountability: B.Ö., C.P., E.Ç.

Kaynakça/References

- Ahmad Z ve Saleem A. (2012). Predicting Level of Development for Different Countries. *Journal of Sustainable Development*, 5(11). doi:10.5539/jsd.v5n11p15
- Biau G ve Scornet E. (2016). A random forest guided tour. *Test*, 25(2), 197-227.
- Bloom DE ve Canning D. (2000). The health and wealth of nations. *Science*, 287(5456), 1207-1209.
- Breiman L. (2001). Random forests. *Machine learning*, 45(1), 5-32.
- Bulut Ş, Babacan A, ve Ertekin Ş. (2021). Ekonomik Büyümenin Belirleyicilerinin Farklı İnsani Gelişmişlik Düzeyindeki Ülkelere Göre Analizi. *Sayıştay Dergisi*, (120), 89-114.
- Bühlmann P ve Yu B. (2002). Analyzing bagging. *The Annals of Statistics*, 30(4), 927-961.
- Çene E. (2022). Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Euroleague Basketbol Maç Sonuçlarının Tahmin Edilmesi Ve Maç Sonuçları Üzerinde En Etkili Değişkenlerin Bulunması. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 29-52.
- Çeştepe H, Vergil H, ve Ergun H. (2012). Hizmet Ticaretinin Büyümeye Etkisi: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler Üzerine Bir Panel Veri Analizi. *Business and Economics Research Journal*, 3(4), 91-105.
- Demiray Erol E. (2013). Türkiye ve Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Düzeylerinin Karşılaştırmalı Analizi. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 5(1), 198-208.
- Demirci E ve Karaatlı M. (2019). Ülkelerin Gelişmişlik Seviyelerinin Tahmininde Kullanılan Sınıflandırma Algoritmalarının Karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(3), 703-714.
- Erden Özsoy C ve Tosunoğlu BT. (2017). GSYH'nin ötesi: ekonomik gelişmenin ölçümünde alternatif metrikler. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26(1), 285-301.
- Guisan M-C ve Aguayo E. (2007). Health expenditure, poverty and economic development in Latin America 2000-2005. *International journal of Applied Econometrics and Quantitative studies*, 4(1), 5-24.
- Guyon I ve Elisseeff A. (2003). An introduction to variable and feature selection. *Journal of machine learning research*, 3(Mar), 1157-1182.
- Guyon I, Weston J, ve Barnhill S. (2002). Gene selection for cancer classification using DCA. *Machine Learning*, 46, 389-422.
- Jemna D-V. (2015). Causality Relationship between Economic Development and Fertility in Romania on Regional Level. *Procedia Economics and Finance*, 20(15), 334-341. doi:10.1016/s2212-5671(15)00081-7

- Kalousis A, Prados J, ve Hilario M. (2007). Stability of feature selection algorithms: a study on high-dimensional spaces. *Knowledge and information systems*, 12(1), 95-116.
- Kleiner A, Talwalkar A, Sarkar P, ve Jordan MI. (2014). A scalable bootstrap for massive data. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 76(4), 795-816.
- Koçak E ve Uçan O. (2018). İnsani gelişme endeksi ile büyüme ilişkisi: Pedroni eşbütünlük testi. *Journal of Politics Economy and Management*, 1(2), 55-61.
- Koşar Taş Ç ve Örk Özel S. (2017). Faktör Analizi Yöntemi İle Türkiye ve Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerin Sosyo-Ekonomik Göstergeler Bakımından Gelişmişlik Düzeylerinin Karşılaştırılması. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26(3), 60-77.
- Kubar Y. (2016). Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin kalkınma göstergeleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Bir panel veri analizi (1995-2010). *Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(4), 65-99.
- Kumar V ve Minz S. (2014). Feature selection: a literature review. *SmartCR*, 4(3), 211-229.
- Lacalle-Calderon M, Perez-Trujillo M, ve Neira I. (2017). Fertility and Economic Development: Quantile Regression Evidence on the Inverse J-shaped Pattern. *European Journal of Population*, 33(1), 1-31. doi:10.1007/s10680-016-9382-4
- Max A, Wing J, Weston S, Williams A, Keefer C, Engelhardt A, ... Kuhn MM. (2021). Package 'caret' R topics documented :
- Molina LC, Belanche L, ve Nebot A. (2002). Feature selection algorithms: A survey and experimental evaluation. *IEEE International Conference on Data Mining Proceedings*. içinde (ss. 306-313). IEEE.
- Özkan B, Çene E, ve Parim C. (2018). İstanbul'daki Üniversite Öğrencilerinin Memnuniyet Düzeylerinin Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler ve Karar Ağacıyla İncelenmesi. *International Conference on Data Science and Applications* içinde (ss. 489-505).
- Öztürk SG. (2007). Classifying and predicting country types through development factors that influence economic, social, educational and health environments of countries. *SWDI Proceedings papers S*, 759, 665-674.
- Parim C, Özkan B, ve Çene E. (2019). Clustering of Countries by the Factors Affecting Levels of Development and It's Comparison by Years. *Data Science and Applications*, 2(1), 4-7.
- Probst P, Wright MN, ve Boulesteix A. (2019). Hyperparameters and tuning strategies for random forest. *Wiley Interdisciplinary Reviews: data mining and knowledge discovery*, 9(3), e1301.
- R Core Team. (2021). R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing., Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>. adresinden erişildi.
- Rebala G, Ravi A, ve Churiwala S. (2019). *An introduction to machine learning*. Cham: Springer.
- Stec M, Filip P, Grzebyk M, ve Pierscieniak A. (2014). Socio-economic development in the eu member states – Concept and classification. *Engineering Economics*, 25(5), 504-512. doi:10.5755/j01.ee.25.5.6413
- Upreti P. (2015). Factors affecting economic growth in developing countries. *Major Themes in Economics*, 17(1), 37-54.
- Wager S, Hastie T, ve Efron B. (2014). Confidence intervals for random forests: The jackknife and the infinitesimal jackknife. *The Journal of Machine Learning Research*, 15(1), 1625-1651.
- World Bank. (2022). The World Bank Atlas method - detailed methodology. 6 Temmuz 2022 tarihinde <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/378832-what-is-the-world-bank-atlas-method> adresinden erişildi.

Yang P, Hwa Yang Y, B Zhou B, ve Y Zomaya A. (2010). A review of ensemble methods in bioinformatics. *Current Bioinformatics*, 5(4), 296-308.

Zhang J ve Danish. (2019). The dynamic linkage between information and communication technology, human development index, and economic growth: evidence from Asian economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(26), 26982-26990.

The Impact of News Related Covid-19 on Exchange Rate Volatility: A New Evidence From Generalized Autoregressive Score Model

Deniz Erer* 

Abstract

The COVID-19 pandemic causes serious problems for the economy. When considering the significant impact the COVID-19 pandemic had on capital flows and global trade, it can be stated that the outbreak of this virus has caused sharp fluctuations in exchange rate markets. From this point of view, this study examines the effect of the news regarding the COVID-19 pandemic on exchange rate volatility for 12 emerging and developed countries that were most affected by the outbreak. The data covers the period between January 1, 2019 and August 31, 2022. For this purpose, we use the Generalized Autoregressive Score (GAS) model with student-t distribution, which is a new approach to measure the volatility of a financial series and to obtain the volatility clustering and fat-tail properties of a financial series. The findings of this study show that panic and fake news about the COVID-19 pandemic has increased the volatilities of exchange rates, while media hype news decreases the volatilities. These results indicate that the negative and speculative news regarding COVID-19 adversely affects exchange rate volatility through increasing the uncertainty of financial markets.

Keywords

Exchange Rate Volatility, COVID-19, Generalized Autoregressive Score Model, Expected Shortfall, Tail Effect

Jel Codes: F31, G15, C58, C22

* Deniz Erer (Dr.), Izmir, Türkiye. E-mail: denizerer@hotmail.com ORCID: 0000-0001-9977-9592

To cite this article: Erer, D. (2023). The impact of news related Covid-19 on exchange rate volatility: A new evidence from generalized autoregressive score model. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38, 105-126. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.38.1179575>

1. Introduction

Modeling the volatility of a financial time series is essential for investors, economists, and policymakers. Exchange rate volatility has been measured by the GARCH family models in many studies (Thorlie et al., 2014; Abdullah et al., 2017; Ogutu et al., 2018; Peng et al., 2021). The GARCH family models assume that the conditional distribution does not change over time (Makatiane and Kalebe, 2018). However, the Generalized Autoregressive Score (GAS) model proposed by Creal et al. (2013) allows for the predictions of the time-varying parameters. The GAS model is a score-based model and is more flexible than other models (Harvey and Sucarrat, 2014; Troster et al., 2019). This model utilizes full likelihood information of the parameters (Ardia et al., 2016). It is also more robust than the heavy-tailed distributions (Troster et al., 2019).

The impact of the news on the exchange rate volatility has become an increasingly important issue in late years. The Efficient Market Hypothesis (EMH) by Fama (1970) states that asset prices accurately represent all available information and are thus merely a response to new pieces of information which influence investors' perceptions about the future economic situation and cash flows. Contrary to other financial markets, foreign exchange rate markets are rather ideal to test EMH because they are always open. This property allows the sudden responses of exchange rate changes reported on the news to be researched. The empirical and theoretical literature has concentrated on how economic or political news impacts the movements in exchange markets (Laakkonen, 2007; Omrane and Savaş, 2017; Li et al., 2019). Many studies are available in the literature which focused on how news effects exchange rates (Andersen et al., 2003, 2007; Pearce and Solakoglu, 2007, Laakkonen, Birz and Lott, 2013, Caporale et al. 2018, Jabeen et al., 2020). The consensus states that the information reported on social media platforms exhibits an important effect on the exchange market dynamic, particularly during periods of economic and political uncertainty.

The factors affecting exchange rate volatility vary depending on the theoretical framework. These factors include: relative income and money supply in the flexible price monetary model (Frankel, 1976), the real interest rate in the sticky-price monetary model (Dornbusch, 1976), and trade balance in the portfolio balance model (Branson, 1977, 1981, 1983). In addition, expectations regarding the central bank's behavior can also cause fluctuations in exchange rates (Balduzzi et al., 2001). In terms of investor psychology, the most crucial factor influencing exchange rate volatility is the "surprising" news about uncertainty (De Long et al., 1990, Campell et al., 1993).

The COVID-19 pandemic has caused increases in worries and uncertainty and has thus generated pressure in the financial markets and exchange rates (Segal and Gerstel,

2020). Due to uncertainty and worry, the currencies of both developing countries and the countries which export energy have depreciated against reserve currencies, which are the dollar, euro, and yen. By contrast, the dollar has shown a little change against the euro and yen. The main reasons for the fragility from exchange rate volatility are the debt stock issued in foreign currency exceeding the foreign exchange reserve and dependence on the commodity. Coordinated policy responses, such as swap lines, to be implemented against the negative economic effects of the COVID-19 pandemic can help fragile economies with excessive currency volatility.

In the present study, we contribute to the literature in several ways. Firstly, we examine the response of the exchange rate market to the news about the COVID-19 pandemic in the twelve emerging and developed countries which have had the highest number of cases. Secondly, we apply the newly developed Generalized Autoregressive Score (GAS) model to obtain the marginal distributions of the exchange rates. Although GARCH-type models are commonly used in modeling financial series due to their ability to define volatility clustering property, the GAS model utilizes the full density rather than the first and higher moments of a financial series. By this means, an effective choice can be provided by optimizing the time-varying parameters of the model. The GAS model enables additional flexibility in selecting the scaling matrix, which ensures a way to update the time-varying parameters. Because this model comprises the GARCH family models, it makes it possible to obtain the volatility clustering of exchange rate returns.

2. Literature Review

The fluctuations of exchange rates have been a crucial issue in macroeconomy since the collapse of the Bretton Woods System. In this way, many studies in the literature have analyzed the volatility of exchange rates, both on developing and developed countries, through different approaches. Mandelbrot (1963) and Fama (1965) stated that because exchange rates generally have such characteristics as clustered volatility, conditional heteroscedasticity, and asymmetry, that they do not exhibit normal distribution. The study also indicates that price changes are characterized by volatility periods and the unconditional distributions of them are typically fat-tailed or leptokurtic. As such, many studies have shown that price changes are non-normal distributions, such as the scaled t, the lognormal, or the stable Paretian (Mandelbrot, 1963; Praetz, 1972, Clark, 1973; Blattberg and Gonedes, 1974). Similar analyses for changes in exchange rates are performed by Rogalski and Vinso (1978), McFarland et al. (1982), and Hsieh (1988). These studies indicate that unconditional distributions of exchange rates change across different days of the week.

An alternative approach is the ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) model framework of Engle (1982). Engle (1982) points out that

the unconditional distribution will be symmetric and leptokurtic if the conditional distribution is normal. Following this study, Milhoj (1987), Hsieh (1988), and Diebold and Nerlove (1989) applied ARCH models to exchange rates. Bollerslev (1986) proposed the GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) model. This model is the extended-ARCH model and is a function of the lagged shocks and conditional variance. The ARCH and GARCH models assume that the effect of the negative and positive shocks on conditional variance is symmetric. However, it is often observed that the downside fluctuations lead to a higher volatility than the upside fluctuations, which shows that the volatility responds asymmetrically to the shocks. Thus, the alternative GARCH family of models, such as EGARCH (Nelson, 1991), TARARCH (Zakoian, 1994), and GJR-GARCH (Glosten, Jaganna, and Runkle, 1993), were developed. Bollerslev (2010) also provides a reference guide to the ARCH models, with 100 variants and GARCH model extensions. Many studies apply these models to different financial series such as stock markets (Alberg et al., 2008; Lim and Sek, 2013; Lin, 2018), exchange rates (Rapach and Strauss, 2008; Barunik et al., 2016; Abdullah et al., 2017; Donkor et al., 2022), cryptocurrencies (Chu et al., 2017; Cerqueti et al., 2020; Ari, 2022). Rapach and Strauss (2008) analyzed the volatility of the currencies of Canada, Denmark, Germany, Japan, Norway, Switzerland, and the UK by using the GARCH model for the years 1980 to 2015. This study revealed that the parameter estimates for these exchange rates generally change across the subsamples, defined by structural breaks in the GARCH(1,1). Abdullah et al. (2017) investigated the daily exchange rate volatility in Bangladesh during the period of 2008 to 2015. They used alternative GARCH family models under both normal and Student-t distribution assumptions. They concluded that the currency of Bangladesh has a fat-tail and skewed distribution, which means that GARCH(1,1) with Student-t distribution performs better than the normal distribution. Donkor et al. (2022) examined the oil price volatility and exchange rate volatility of oil-dependent economies with the GARCH and EGARCH models before and after the Global Financial Crisis. Chu et al. (2017) applied various GARCH models to seven cryptocurrencies and concluded that the IGARCH and GJR-GARCH models show perform better at predicting the volatility of cryptocurrencies. Ari (2022) examined the volatility of Bitcoin/USD by using discrete and continuous-time GARCH models and found that the continuous-time GARCH model is better than the discrete-time GARCH model in terms of predicting volatility.

Many studies are available in the literature which focus on how the news affects exchange rates (Andersen et al., 2003, 2007; Pearce and Solakoglu, 2007, Laakkonen, 2007; Birz and Lott, 2013, Caporale et al. 2018; Jabeen et al., 2020). The study of Andersen et al. (2003) indicated that exchange rates respond very quickly to US macroeconomic news. Similarly, Andersen et al. (2007) researched the effects of US macroeconomic news on the US, German, and British bond, stock, and exchange rates. They concluded that macroeconomic news creates conditional mean jumps and

that bond markets are most strongly affected by macroeconomic news. Pearce and Solakoglu (2007) examined the impact of macroeconomic news on the dollar-Mark and dollar-Yen exchange rates. They used high-frequency data and concluded that the impact of the news depends on the state of the economy, although this effect was found to be linear and symmetric. Laakkonen (2007) analyzed the effect of European and US macroeconomic news on USD/EUR volatility by using Flexible Fourier Form. This study revealed that macroeconomic news enhances USD/EUR volatility and that bad news has a greater effect on it. Caporale et. al. (2018) explored the impact of macroeconomic news on exchange rates *vis-a-vis* the Euro and the US of the currencies of emerging countries, including Turkey, Thailand, Indonesia, South Africa, Korea, Hungary, Czech Republic, Mexico, and Poland. They used VAR-GARCH(1,1) and revealed that foreign news during crisis periods significantly affects spillovers between macroeconomic news and exchange rates. Jabeen et al. (2020) examined the impact of macroeconomic news on PKR/USD exchange rate volatility by employing the GARCH model in Pakistan. They indicated that both domestic and foreign macroeconomic news has a significant effect on the PKR/USD exchange rate. They also stated that PKR/USD exchange rate volatility instantly adjusts to the news.

In contrast to the GARCH family models, the Generalized Autoregressive Score (GAS) model lets the conditional distribution change over time. This model with time-varying parameters is a score-based model and is more suited to heavy-tailed distributions than other models. The GAS model, which is a score-based technique, was first proposed by Creal et al. (2011, 2013) and Harvey (2013). This model is a new approach to model volatility of financial time series. Harvey and Luati (2014) analyzed data with a thick-tail structure by using the GAS model and pointed out that the GAS model with skew distribution is more effective in modeling the thick-tail structure, and so it provides advantages for the estimation of financial risks. Makatjane et al. (2017) applied the GAS model to stock returns. They stated that heavy tail in returns and risk measurements can be modeled with the GAS model. Blasques et al. (2019) indicated that the GAS model provides more consistent results in estimating risk measurement. Among the empirical studies, Erer and Erer (2018) estimated the volatility of the BIST 100 and Dow Jones Indexes by using the GAS model to obtain time-varying dynamic conditional variance. Babatunde et al. (2020) used the GAS model with its variants for estimating the volatility of the US/Naira, Pound sterling/Naira and Euro/Naira exchange rates, with GAS-T, EGAS-T, and EGAS-SKT being selected as the best model, respectively. Lazar and Xue (2020) compared the GARCH model with the GAS model by employing intraday data the S&P 500, Dow Jones Industrial Average, Nikkei 225, and FTSE 100. They found that the GAS model shows a higher performance for the benchmark models across all indices than the GARCH model. Xu and Lien (2020) investigated the impact of the US-China trade war on the daily exchange rates of CNY (China), JPY (Japan),

KRW (South Korea), ZAR (South Africa), EUR (Germany and Netherlands), SGD (Singapore), and AUD (Australia) by using the GAS model. They expressed that the GAS model is an effective tool in modeling exchange rate volatility. Jeribi and Ghorbel (2021) used the GAS model to forecast and model the risk of stock market indices, cryptocurrencies, and gold returns. They concluded that GAS-ts (student) and GAS-sts (skewed student) outperform for gold, cryptocurrencies, and developed and emerging stock market indices.

3. Data

To analyze the effects of COVID-19-related news on exchange rate volatility in emerging and developed countries, we compared the US Dollar to the following currencies between January 1, 2019 and August 31, 2020: Turkish Lira (TL), Russian Ruble (RUB), Brazilian Real (BRL), India Rupee (INR), South African Rand (ZAR), Mexican Peso (MXN), Japanese Yen (JPY), Euro (EUR), British Pound (GBP), Swiss Franc (CHF), China Renminbi (CNY), and Canada Dollar (CAD). These countries were chosen because they were the countries with the highest number of cases. The daily exchange rate data was obtained from the website “investing.com.” We computed the daily returns by using the formula $R_{i,t} = \log(P_{i,t}/P_{i,t-1})$, where $P_{i,t}$ is the closing prices of the exchange rate in day t for i country.

We used four indices in our comparison: the coronavirus panic index, the coronavirus media hype index, the coronavirus fake news index, and the coronavirus worldwide sentiment index, and COVID-19-related news. These variables were obtained using the RavenPack analytics tool, which provides real-time analytics related to the COVID-19 outbreak. RavenPack also incorporates such global news outlets as *The Wallstreet Journal* and *Dow Jones News* (Smales, 2014; Dai et.al., 2015; Ho et.al., 2017; Blitz et.al., 2019; Rognone et.al., 2020; Cepoi, 2020). Detailed information about the variables is shown in Table 1 below.

Table 1
The Data and Source

Variables	Description	Source
Exchange Rate Return (EX)	Daily returns are computed as $R_{i,t} = \log(P_{i,t}/P_{i,t-1})$, where $P_{i,t}$ is close prices of the exchange rate in day t for i country	investing.com
Coronavirus Panic Index (PANIC)	This index measures the level of news chatter indicating ‘panic’ or ‘hysteria’ and ‘coronavirus’. It takes values between 0 and 100.	https://coronavirus.ravenpack.com/
Coronavirus Media Hype Index (MEDIAHYPE)	This index measures the percentage of news talking about the coronavirus. It takes values between 0 and 100.	https://coronavirus.ravenpack.com/

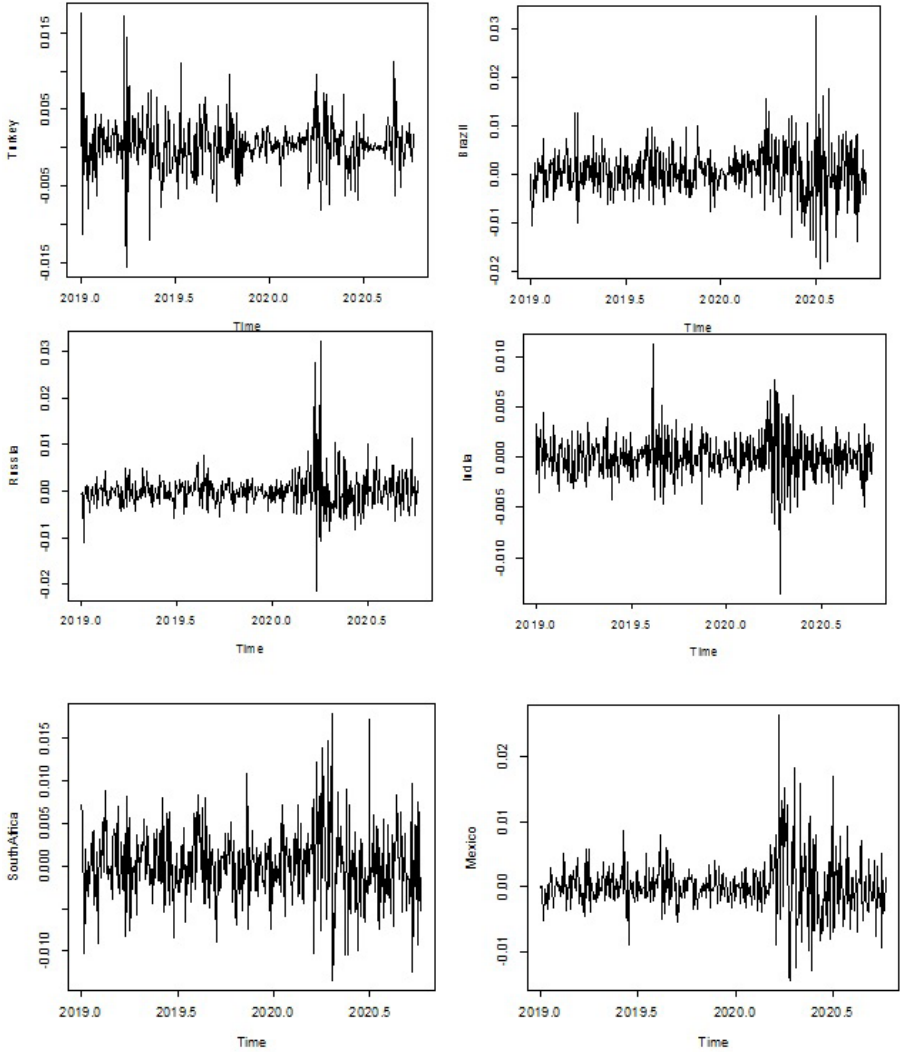
Coronavirus Fake News Index (FAKENEWS)	This index measures the level of media chatter about the coronavirus that makes reference to misinformation or fake news alongside COVID-19. It takes values between 0 and 100.	https://coronavirus.ravenpack.com/
Coronavirus Worldwide Sentiment Index (SENTIMENT)	This index measures the level of sentiment across all entities mentioned alongside the coronavirus. It takes values between -100 and 100.	https://coronavirus.ravenpack.com/

In Figure 1, Panel A and Panel B indicate the exchange rate returns for emerging countries and for developed countries, respectively. As displayed in Figure 1, the clusters were observed in the return series at certain intervals. Therefore, the volatility fluctuates at certain intervals. This event is called volatility clustering, which means that the small changes follow small fluctuations and that the large changes follow large fluctuations.

Table 2
Descriptive Statistics

Panel A: Emerging Countries						
	Turkey	Brazil	Russia	India	South Africa	Mexico
Mean	0.000324	0.000329	0.000063	0.000048	0.000151	0.000102
Median	0.000162	0.000128	-0.00004	0.000016	-0.000052	-0.00020
Maximum	0.017487	0.032468	0.032146	0.011238	0.017865	0.026346
Minimum	-0.01553	-0.01948	-0.02135	-0.01355	-0.013430	-0.01439
Std. Dev.	0.003428	0.005251	0.003924	0.002218	0.004297	0.004159
Skewness	0.377519	0.309240	1.912243	-0.06994	0.315692	1.076220
Kurtosis	7.742547	7.150010	20.54262	7.681101	4.451596	9.244128
Jarque-Bera	417.0349	318.3589	5829.531	396.6087	45.312810	788.8336
Probability	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000	0.0000
Observations	434	434	434	434	434	434
Panel B: Developed Countries						
	China	Japan	Switzerland	Euro	England	Canada
Mean	-0.000002	-0.000038	-0.000085	0.000036	-0.000046	-0.000024
Median	0.000000	0.000052	0.000043	0.000077	0.000050	0.000002
Maximum	0.006861	0.011414	0.009047	0.006282	0.018491	0.007416
Minimum	-0.003259	-0.009453	-0.008471	-0.011458	-0.012619	-0.006595
Std. Dev.	0.001141	0.002037	0.001775	0.001765	0.002700	0.001887
Skewness	0.904666	-0.114598	-0.113232	-0.431316	0.326839	0.395249
Kurtosis	7.667542	8.325000	5.996055	7.464838	9.314131	6.338149
Jarque-Bera	453.161700	513.714200	163.249700	373.943600	728.677800	212.806900
Probability	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Observations	434	434	434	434	434	434

Panel A: Emerging Countries



Panel B: Developed Countries

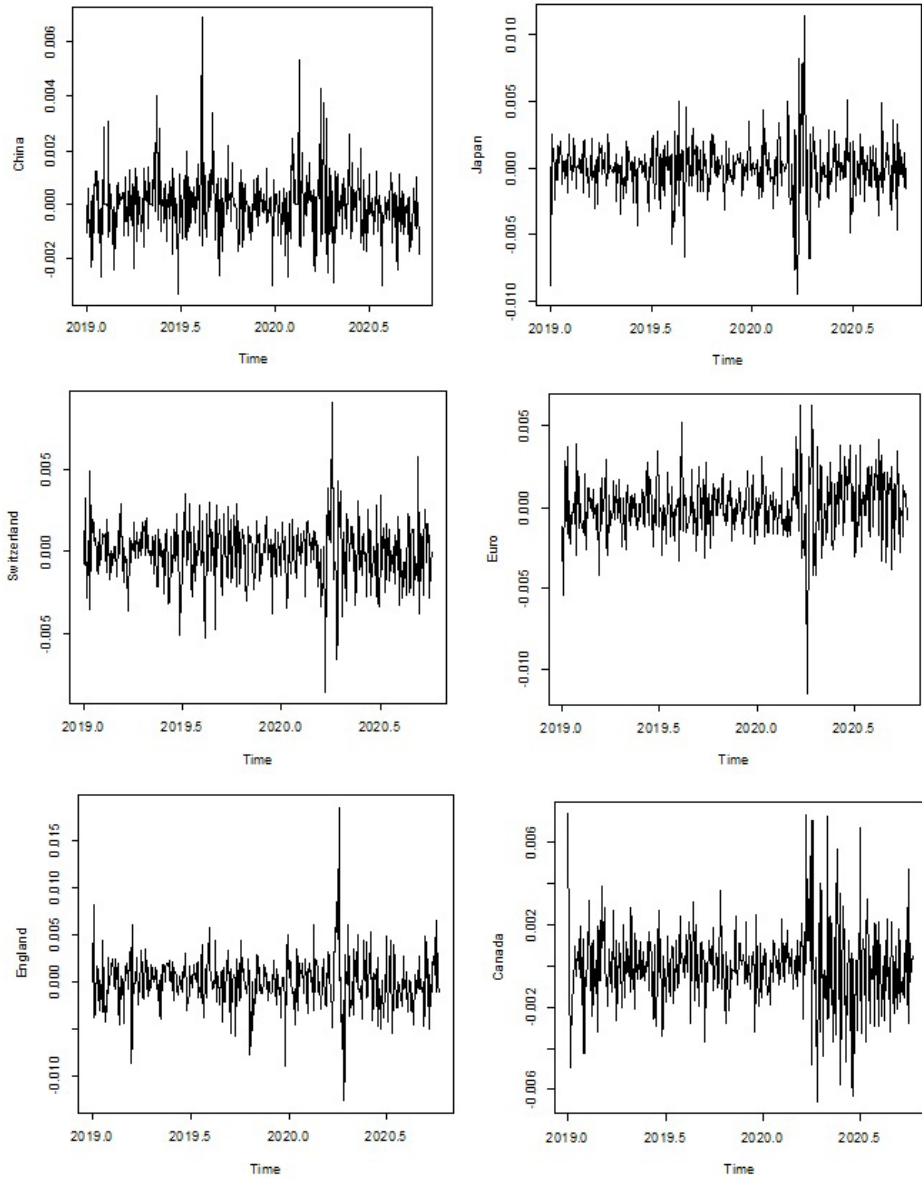


Figure 1. Exchange Rates Return Series

Table 2 indicates the descriptive statistics regarding the exchange rate returns for emerging and developed economies. During the investigated period, the returns had a positive mean in emerging countries, while the returns for developed countries exhibited a negative mean. The kurtosis values were considerably higher than “,” representing the critical value for normal distribution. Therefore, the return series have fat tails. Also, the returns are not normally distributed based on the JB test statistics and instead follow the leptokurtic distribution.

4. Methodology

The fluctuations in the asset prices, such as stock prices, bond returns, and exchange rates, are of importance for portfolio investors, policymakers, and central banks because they are the essential indicators of financial instability and financial risk. As such, the so-called risk must be correctly measured. The generalized autoregressive conditional volatility models are frequently used to measure risk in the literature because many financial series have the fat-tails and leptokurtic distribution. There are various techniques to measure conditional volatility. Some of these techniques suppose that the distributions used to estimate the parameters have not changed based on previous and new information, which leads the parameters to be fixed over time. They are called parameter-based models, as defined by Cox (1981). The most well-known of these models are the stochastic volatility (SV) model (Shephard, 2005) and the stochastic density model (Bauwens and Hautsch, 2006; Koopman et al., 2008). However, the financial time series with high frequencies needs to organize the possibilities based on new information. Therefore, the parameters can change over time. These models are called observation-based models, as defined by Cox (1981). In this approach, the time variation of the parameters is accrued by allowing the parameters to be a function of both the lagged dependent variables and the lagged explanatory variables. Some of these models are: the GARCH models (Engle, 1982; Bollerslev, 1986; Engle and Bollerslev, 1986), the Autoregressive Conditional Duration and Intensity (ACD and ACI, respectively) models (Engle and Russell, 1998) and Russell, 2001), and the Dynamic Conditional Correlation (DCC) model (Engle, 2002). Recently, the GAS model has been proposed by Creal et al. (2013) and Harvey (2013) to measure downside risk.

GARCH models with variants are adept at measuring smooth fluctuations in the volatility of financial returns. However, these models may fail in the case of financial crisis or turmoil, when the level of volatility may change suddenly. The GAS model allows for the updating of the time-varying parameter quickly when the data is informative (Blasques et al., 2019). The GAS model provides time variation in the parameters based on the score of the conditional density function. This model is a new approach to the observation-based models, with the extended versions of the model considering asymmetry, long memory, and complex dynamics. The GAS model allows the parameters to change over time. Depending on the score, it utilizes from the absolute density structure rather than the first and higher moments. It estimates the parameters based on the lagged values of the response variable and explanatory variables.

The GAS model has $N \times 1$ vectors. In the relevant equation, y_t denotes the dependent variable of interest, f_t is the time-varying parameter vector, x_t is a vector of the exogenous variables, and θ is a vector of static parameters. It is defined as $Y_t = \{y_1, \dots, y_t\}$, $F_t = \{f_1, \dots, f_t\}$ and $X_t = \{x_1, \dots, x_t\}$. The available information set at time t consists of $\{f_t, F_t\}$ where $\{Y_{t-1}, F_{t-1}, X_t\}$, for $t = 1, \dots, n$.

It is assumed that y_t is generated by the observation density

$$y_t \sim p(y_t | f_t, F_t) \quad (1)$$

Furthermore, it is assumed that the mechanism of updating the time-varying parameter f_t is given by the familiar autoregressive updating equation.

$$f_{t+1} = \kappa + \sum_{i=1}^p A_i s_{t-i+1} + \sum_{j=1}^q B_j f_{t-j+1} \quad (2)$$

where κ is the matrix of constant values, A and B are the coefficient matrix for the appropriate dimensions for $i=1, \dots, p$ and $j=1, \dots, q$,

$$s_t = s_t(y_t, f_t, F_t; \theta).$$

$$F_t = \{Y_{t-1}, F_{t-1}, X_t\}$$

where t and θ are the vector of the static parameters. Unknown coefficients are given with θ . Accordingly, $\kappa = \kappa(\theta)$, $A_i = A_i(\theta)$ and $B_j = B_j(\theta)$ and $i=1, 2, \dots, p$ and $j=1, 2, \dots, q$.

The model estimation is made based on the observation density function in equation (1). The time-varying parameter (f_t) is given as follows for $t+1$ period when y_t observation occurs.

$$s_t = S_t \cdot \nabla_t, \nabla_t = \frac{\partial \ln p(y_t | f_t, F_t; \theta)}{\partial f_t}$$

$$S_t = S(t, f_t, F_t; \theta)$$

$$\kappa \equiv (\kappa_\mu, \kappa_\phi, \kappa_\nu) A \equiv \text{diag}(a_\mu, a_\phi, a_\nu) \wedge B \equiv \text{diag}(b_\mu, b_\phi, b_\nu) \quad (3)$$

where S_t is a scale matrix function. Equation (3) is a positive definite. f_t is employed intuitively in the scoring in the GAS model. The scores are determined based on not only the first and second moments but also the total density function. Equations (2)-(3) define the GAS (p,q) model (Creal, Koopman, and Lucas, 2013). This model is estimated with the maximum likelihood approach.

5. Empirical Results

The return series must be nonlinear in the GAS model. We applied Teraesvirta's neural network test, White neural network, Keenan's one-degree, and Tsay's tests to determine whether these series have a nonlinear structure. In these tests, the null hypothesis indicates the linearity in the mean. According to the results in Table 3, the null hypothesis is statistically rejected for all returns. Therefore, they have a nonlinear structure on average.

Table 3
Nonlinearity Tests

Panel A: Emerging Countries						
	Turkey	Brazil	Russia	India	South Africa	Mexico
Teraesvirta	13.1706***	6.5271**	11.0113***	2.8074	2.3351	10.0333***
White	14.0385***	5.3599*	6.1370**	2.3023	1.2489	8.4507**
Keenan	8.0146***	0.0175	39.0821***	8.7562***	3.8286**	3.8792**
Tsay	2.3033***	1.9240***	4.5747***	1.6219	1.5785	9.7606***
Panel B: Developed Countries						
	China	Japan	Switzerland	Euro	England	Canada
Teraesvirta	2.0997	36.4707***	0.8908	7.2463**	1.7622	8.9470**
White	2.9547	27.2654***	0.9828	7.5460**	7.5369**	3.6926
Keenan	0.4006	0.0001	3.0154*	2.4754	0.0005	10.2366***
Tsay	0.5276	3.6577***	0.4136	1.7583**	3.6490***	0.0000

Note: *, ** and *** indicate significance at 10%, 5% and 1%, respectively.

The VaR (Value at Risk), which is a technique used to measure possible downside risks, is estimated based on the GAS model. The shocks and the extreme events leading to “tail risk” in financial markets designate and change the distributions of the financial series. The standard VaR model assumes that the data have a normal distribution. However, testing of stationary of tail, skewness, shape, and location, which are parameters for each univariate distribution, is an important process. Therefore, it is of vital importance to utilize methods such as the VaR, taking into account the distribution parameters in question (Gonzalez-Rivera et.al., 2004). In the case of the existence of tail risk, the expected shortfall is more affected by the risk in question than the realized shortfall risks. These techniques are called the Expected Shortfall (ES). Consequently, these methods that measure the shortfall risks are applied to test the consistency and effectiveness of the parameters from the GAS model. The obtained values from the VaR are an indicator regarding the model risk and risk levels. In other words, the shortfall risks provide an opportunity to evaluate the validity of models. Using the GAS model to measure the shortfall risks provides additional information about the tail risks. Additionally, shortfall risks enable us to evaluate the validity of GAS model and to information about tail risks.

The estimated VaR values for the exchange rate returns from the GAS model with Student-t distribution are exhibited in Table 4. The results indicate both the time-dependent parameters and the parameters regarding the distribution, which provides information about the fat tails. In the Table 4, the location, scale, and shape parameters define the univariate distribution. The “shape” value shows the shape of the distribution. If this value is higher than 3, it indicates the possible tail effect. The coefficients of kappa1, kappa 2 and kappa 3 refer to the elements of vector κ , i.e., κ_{μ} (location), κ_{σ} (scale) and κ_{ν} (shape), respectively. In addition, a_1, a_2 and a_3 show the estimates a_{μ} (location), a_{σ} (scale) and a_{ν} (shape), b_1, b_2 and b_3 show the estimates b_{μ} (location), b_{σ} (scale) and b_{ν} (shape), where σ is the scale parameter of the Student-t distribution.

To test the consistency and effectiveness of the estimators, the VaR values for exchange rate returns were calculated using the above-mentioned parameters. There is a difference between the realized and calculated risk levels because these values are impacted by the deviations, which leads the realized shortfalls to be higher than the calculated ones. This result indicates that the method is more effective against the extreme shocks.

Table 4
The Results of VaR and GAS Model

Panel A: Emerging Countries						
	Turkey	Brazil	Russia	India	South Africa	Mexico
Panic	0.0003*** (0.00003)	0.0004 (0.0006)	0.0018*** (0.0005)	-0.0003* (0.0002)	0.0012** (0.0005)	0.0014*** (0.0004)
Mediahype	-0.000016 (0.00007)	-0.00007 (0.00004)	-0.0001*** (0.00003)	0.000003 (0.00003)	-0.0001*** (0.00004)	-0.0001*** (0.00003)
Fakenews	-0.0005* (0.0002)	0.0018 (0.0028)	0.0007 (0.0027)	0.0010 (0.0008)	0.0043* (0.0023)	0.0035* (0.0020)
Sentiment	-0.000008 (0.00004)	-0.00001 (0.00004)	-0.000001 (0.00004)	-0.00001 (0.00003)	-0.000006 (0.00003)	0.00002 (0.00005)
kappa1	0.0002** (0.0001)	0.00003** (0.00006)	-0.000037 (0.00009)	0.000002 (0.00007)	-0.00002 (0.0001)	-0.00005 (0.00009)
kappa2	-1.1984*** (0.2379)	-0.3945*** (0.0250)	-4.1552*** (0.0863)	-0.4471*** (0.0020)	-1.5163*** (0.5025)	-0.5977*** (0.1780)
kappa3	-0.0470*** (0.0148)	-1.0589*** (0.2495)	-1.1756*** (0.3018)	-1.1756*** (0.2060)	-1.1756*** (0.2438)	-1.1756*** (0.2874)
a1	0.000001*** (0.0000003)	0.000001*** (0.0000003)	0.000001*** (0.0000002)	0.0000009*** (0.0000001)	0.000001** (0.0000004)	0.000001*** (0.0000002)
a2	0.5691*** (0.0973)	0.3794*** (0.0904)	0.3794*** (0.0885)	0.1897*** (0.0503)	0.3794*** (0.1042)	0.5690*** (0.1191)
a3	0.1898*** (0.0011)	0.9483*** (0.0029)	1.8966*** (0.0057)	1.5173*** (0.0069)	0.1897*** (0.0014)	0.1897*** (0.0002)
b1	0.5000*** (0.0271)	0.8144*** (0.0057)	0.5000*** (0.0059)	0.5000*** (0.0040)	0.5000*** (0.0199)	0.5000*** (0.0075)
b2	0.8972*** (0.0197)	0.9634*** (0.0017)	0.9634*** (0.0073)	0.9634*** (0.00003)	0.8641*** (0.0448)	0.9468*** (0.0154)
b3	0.9800*** (0.0087)	0.5496*** (0.0385)	0.5000*** (0.0216)	0.5000*** (0.0451)	0.5000*** (0.0288)	0.5000*** (0.0171)
Location	0.0003	0.0002	0.00007	0.000005	-0.00004	-0.0001
Scale	0.000008	0.000020	0.00001	0.000003	0.00001	0.00001
Shape	7.9991	7.9999	8	8	8	7.9999
AIC	-3958.588	-3527.843	-3927.390	-4221.457	-3615.640	-3850.512
BIC	-3921.685	-3490.940	-3880.487	-4184.554	-3578.737	-3818.609
Q(5)	7.4306	7.1627	2.6074	10.5074	10.2749	5.7348
Q ² (5)	4.0617	4.9473	4.1733	1.8408	2.0449	4.5873
ARCH(5)	1.4497	1.1969	1.2225	0.4037	0.1324	0.2587
Panel B: Developed Countries						
	China	Japan	Switzerland	Euro	England	Canada
Panic	-0.000023*** (0.000005)	0.0001 (0.00017)	0.00008 (0.00019)	-0.000152 (0.000212)	0.00074** (0.00033)	0.00066** (0.00027)
Mediahype	-0.000011 (0.00001)	0.000006 (0.00003)	-0.000014 (0.00002)	0.000026 (0.00002)	-0.00008*** (0.00002)	-0.00009*** (0.00002)

Fakenews	0.000593*** (0.000004)	-0.00096 (0.00073)	-0.000073 (0.00081)	-0.000119 (0.000921)	0.000701** (0.00146)	0.00202* (0.00114)
Sentiment	-0.000002 (0.000132)	0.000002 (0.00003)	-0.000006 (0.00003)	0.000007 (0.00003)	0.0000003 (0.00001)	0.000001 (0.00004)
kappa1	-0.000008 (0.00004)	0.000005 (0.00007)	-0.000019 (0.00007)	0.000005 (0.00006)	0.000001 (0.00008)	-0.000008 (0.00007)
kappa2	-0.2769*** (0.0894)	-1.0947*** (0.2318)	-1.3323*** (0.2094)	-1.1190*** (0.2118)	-0.8435*** (0.1098)	-0.6813*** (0.1143)
kappa3	-1.1756*** (0.2394)	-0.3194*** (0.0858)	-0.2027*** (0.0676)	-0.2027** (0.09107)	-0.5140*** (0.1354)	-0.0859** (0.0443)
a1	0.000001*** (0.0000001)	0.0000009*** (0.0000001)	0.000009*** (0.0000001)	0.0000009*** (0.0000001)	0.000001*** (0.0000002)	0.0000009*** (0.0000001)
a2	0.5191*** (0.0823)	0.1897*** (0.0532)	0.1897*** (0.0554)	0.1897*** (0.0556)	0.1897*** (0.0737)	0.1897*** (0.0448)
a3	0.1897*** (0.0001)	0.1897*** (0.0007)	2.8448*** (0.0550)	5.50*** (0.0212)	1.3276*** (0.0444)	5.50*** (0.0925)
b1	0.8475*** (0.0010)	0.5000*** (0.1341)	0.5000*** (0.1087)	0.5000*** (0.1160)	0.5000*** (0.1588)	0.5000*** (0.0167)
b2	0.9800*** (0.1538)	0.9137*** (0.1837)	0.8972*** (0.1783)	0.9217*** (0.0093)	0.9303*** (0.0090)	0.9468*** (0.1537)
b3	0.5000*** (0.0180)	0.8641*** (0.0022)	0.9137*** (0.0017)	0.9137*** (0.0010)	0.7813*** (0.0083)	0.9634*** (0.018)
Location	-0.00058	0.000011	-0.000039	0.0001	0.000002	-0.00001
Scale	0.0000009	0.000003	0.000002	0.000002	0.000005	0.000002
Shape	8	7.9999	8	7.9999	8	7.9999
AIC	-4607.303	-4337.469	-4396.160	-4420.956	-4081.629	-4324.200
BIC	-4570.401	-4300.566	-4359.257	-4384.053	-4044.726	-4337.297
Q(5)	16.6634	4.0528	4.4660	4.4701	3.5714	6.4443
Q ² (5)	6.0923	0.6840	14.2592	1.1690	6.6950	10.9774
ARCH(5)	0.6877	0.2822	2.0053	0.2523	1.3703	1.1261

Note: *, ** and *** indicate significance at 10%, 5% and 1%, respectively. The values in paranthesis are standart deviations.

Table 4 also shows the results regarding the impacts of the coronavirus panic index, the coronavirus media hype index, the coronavirus fake news index, and the coronavirus worldwide sentiment index on exchange rate returns in emerging and developed countries. As examined in Table 4, it is seen that the coronavirus panic index is statistically significant at a 5% level and has a positive effect on exchange rate volatility in Turkey, Russia, South Africa, Mexico, England, and Canada, while having a negative effect in China, but this effect is less than other countries. However, it does not have a significant and statistical effect on the exchange rate volatility of Brazil, Russia, India, Japan, and Switzerland. The coronavirus media hype index decreases the volatility in Russia, South Africa, Mexico, England, and Canada. The reason can be the positive news about the COVID-19 pandemic, such as vaccine studies, a decrease in the number of cases due to warming and the weather, and easing of the lockdown measures. The coronavirus fake news led the exchange rate volatility to increase only for China and England at a 5% significance level, which represents the speculative behaviors created by fake news in international markets. The coronavirus worldwide sentiment index does not have any significant impact on the exchange rate volatility for all studies countries.

Table 5
VaR Backtesting Results

	Test Type	$\alpha = 1\%$	$\alpha = 5\%$
Turkey	LR_{UC}	2.6323 (0.1047)	0.0000001 (0.9999)
	LR_{CC}	2.8398 (0.2441)	0.5321 (0.7663)
	DQ	7.8690 (0.3442)	1.5812 (0.9793)
Brazil	LR_{UC}	0.7827 (0.3763)	2.7509* (0.0971)
	LR_{CC}	0.8652 (0.6488)	4.3445 (0.1139)
	DQ	3.1683 (0.8690)	23.7463*** (0.0012)
Russia	LR_{UC}	0.0000001 (0.9999)	0.9768 (0.3229)
	LR_{CC}	0.0204 (0.9898)	1.1643 (0.5586)
	DQ	0.4912 (0.9994)	8.7753 (0.2691)
India	LR_{UC}	0.7827 (0.3763)	0.1984 (0.6559)
	LR_{CC}	0.8652 (0.6488)	1.3957 (0.4976)
	DQ	2.8248 (0.9007)	14.0167* (0.0588)
South Africa	LR_{UC}	2.6323 (0.1047)	0.7530 (0.3855)
	LR_{CC}	2.7567 (0.2519)	1.6618 (0.4356)
	DQ	3.1433 (0.8714)	4.7971 (0.6947)
Mexico	LR_{UC}	0.0000001 (0.9999)	0.1984 (0.6559)
	LR_{CC}	0.0204 (0.9898)	0.9731 (0.6147)
	DQ	0.9965 (0.9948)	6.6492 (0.4662)
China	LR_{UC}	0.0000001 (0.9999)	0.7530 (0.3855)
	LR_{CC}	0.0204 (0.9898)	1.4337 (0.4882)
	DQ	2.4657 (0.9296)	12.796* (0.0772)
Japan	LR_{UC}	0.0000001 (0.9999)	0.2253 (0.6350)
	LR_{CC}	0.0204 (0.9898)	0.5622 (0.7549)
	DQ	0.7688 (0.9977)	2.4203 (0.9329)

	LR_{UC}	0.7827 (0.3763)	0.1984 (0.6559)
Switzerland	LR_{CC}	0.8652 (0.6488)	0.9731 (0.6147)
	DQ	3.1195 (0.8737)	10.5590 (0.1590)
	LR_{UC}	2.0100 (0.1562)	0.9768 (0.3229)
Euro	LR_{CC}	2.1672 (0.3660)	1.1543 (0.5586)
	DQ	0.9696 (0.9953)	1.0016 (0.9948)
	LR_{UC}	0.0000001 (0.9999)	1.6258 (0.2036)
England	LR_{CC}	0.0204 (0.9898)	3.0242 (0.2204)
	DQ	4.1783 (0.7590)	8.0227 (0.3305)
	LR_{UC}	0.7827 (0.3763)	1.6258 (0.2036)
Canada	LR_{CC}	0.8652 (0.6488)	3.0242 (0.2204)
	DQ	4.1440 (0.7427)	7.8225 (0.3484)

Note: The values in paranthesis are probabilities. $LR_{uc} = -2\ln\{[(1-p)^{T_0}p^{T_1}]/[(1-\pi)^{T_0}\pi^{T_1}]\}$ indicates the probability level, π indicates the percentage of violations, T_0 and T_1 are respectively the number of non-violations and violations in VaR. For large samples, the test statistics represents a chi-squared distribution. $LR_{CC} = 2(\log(\hat{\pi}_{01}^{T_{01}}(1-\hat{\pi}_{01})^{T_{00}}\hat{\pi}_{11}^{T_{11}}(1-\hat{\pi}_{11})^{T_{10}}) - \log(p^{T_{01}+T_{11}}(1-p)^{T_{01}+T_{10}}))$, $DQ = \frac{\Psi'Z'Z\Psi}{\alpha(1-\alpha)} \lim_{T \rightarrow \infty} \chi^2(2K+1)$. Z is the matrix of explanatory variables and $\Psi = (\delta, \beta_1, \dots, \beta_K, \gamma_1, \dots, \gamma_K)'$ is the vector of $2K+1$ parameters of the model.

The backtesting methods, which are the unconditional coverage test of Kupiec (1995) (LR_{UC}), the conditional coverage test of Christoffesen (1998) (LR_{CC}), and the Dynamic Quantile test of Engle and Manganelli (2004) (DQ), are used to test whether there is any statistical difference between the expected and realized deviations from the GAS model. The LR_{UC} test can be insufficient because of the jumps, bubbles, and excessive deviations. Therefore, the LR_{CC} test is more effective than the LR_{UC} test. However, both techniques can be biased due to the tail effects. The DQ test provides more effective results in the existence of tail effects. The results of backtesting based on the GAS model are given in Table 5. According to the results of the LR_{UC} , the LR_{CC} , and the DQ tests, the null hypothesis suggesting the difference between expected and realized shortfalls can be not rejected at a 5% level of significance for all returns. These findings are demonstrated in Table 5. There is not a statistically significant difference between what was realized and the deviations. This indicates the presence of tail effects and time dependence.

6. Conclusion and Discussion

Exchange rates act a crucial role in evaluating the financial position of a country. The deteriorating of exchange rates leads a country to move towards high inflation by affecting the purchasing power. Exchange rate fluctuations generally depend on the discounted value of the sum of observable and unobservable macroeconomic factors. Policy precautions carried out during the COVID-19 pandemic have deepened the adverse outlook of the macroeconomic factors in terms of the expected economic impacts of the pandemic. This leads exchange rate expectations to be relevant to the transmission of policy shocks due to the lockdown policies. During the uncertainty periods from the COVID-19 pandemic, some exchange rates (such as the euro) were observed to act as a safe haven, although the exchange rates in some countries (such as Turkey) were adversely affected by the pandemic as a consequence of the stringency policies.

This study analyzes the impacts of news regarding the COVID-19 pandemic on exchange rate volatility using the GAS model, which is a new approach based on the score of the conditional density function. In the study, the daily exchange rate returns for the countries with highest cases, which includes Turkey, Russia, Brazil, India, South Africa, Mexico, Japan, European Union, England, Switzerland, China, and Canada, were considered during the period between January 1, 2019 and August 31, 2020. News regarding the COVID-19 pandemic were classified into four indices: the coronavirus panic index, the coronavirus media hype index, the coronavirus fake news index, and the coronavirus worldwide sentiment index. Thanks to the GAS model with time-varying parameters, the effect of these so-called indices on exchange rate volatility can be evaluated for each period and the tail-effects can be taken into account.

The empirical results conclude that panic and fake news about the COVID-19 pandemic have lead to exchange rate volatility, while media hype reduced the volatility. The results highlight the view stated by Fang and Peress (2009) that the wideness of information dissemination impacts financial markets and exchange rates. In addition, the results reveal that an increase in the news stories regarding the COVID-19 pandemic has led to deteriorations in exchange rates. Thus, it can be stated that the negative and speculative news about the COVID-19 pandemic have increased uncertainty in financial markets, which adversely affected exchange rates.

The findings propose that proper communication channels should be more intensely used to diminish the effects of financial turmoil from the COVID-19 pandemic. To mitigate the negative results of the global pandemic, policymakers and the private sector should have an alternative plan against foreign currency risk, such as a strong reserve. Also, policymakers should develop appropriate policies and control mechanisms to effectively manage and minimize potential risk and negative effects from extreme currency risk.

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.

References

- Abdullah, S. M., Siddiqua, S., Siddiquee, M. S. H., & Hossain, N. (2017). Modeling and forecasting exchange rate volatility in Bangladesh using GARCH models: a comparison based on normal and Student's t-error distribution. *Financial Innovation*, 3(1), 1-19.
- Abdullah, S. M., Siddiqua, S., Siddiquee, M. S. H., & Hossain, N. (2017). Modeling and forecasting exchange rate volatility in Bangladesh using GARCH models: a comparison based on normal and Student's t-error distribution. *Financial Innovation*, 3(1), 1-19.
- Alberg, D., Shalit, H., & Yosef, R. (2008). Estimating stock market volatility using asymmetric GARCH models. *Applied Financial Economics*, 18(15), 1201-1208.
- Andersen, T. G., Bollerslev, T., Diebold, F.X., Vega, C. (2003). 'Micro effects of macro announcements. Real-time price discovery in foreign exchange'. *Am. Economic Review* 93(1), 38-62.
- Andersen, T. G., Bollerslev, T., Diebold, F.X., Vega, C. (2007). 'Real-time price discovery in global stock, bond, and foreign exchange markets. *Journal of International Economics*, 73(2), 251-277
- Ardia, D., Boudt, K., & Catania, L. (2016). Generalized autoregressive score models in R: The GAS package. *arXiv preprint arXiv:1609.02354*.
- Ari, Y. (2022). From discrete to continuous: GARCH volatility modeling of the Bitcoin. *Ege Academic Review*, 22(3), 353-370.
- Babatunde, O. T., Oranye, H. E., & Nwafor, C. N. (2020). Volatility of Some Selected Currencies Against the Naira Using Generalized Autoregressive Score Models. *International Journal of Statistical Distributions and Applications*, 6(3), 42.
- Balduzzi, P., Elton, E.J., Green, T.C., (2001). 'Economic news and the yield curve: evidence from the US Treasury market'. *J. Financ. Quant. Anal.* 36 (4), 523-543.
- Barunik, J., Krehlik, T., & Vacha, L. (2016). Modeling and forecasting exchange rate volatility in time-frequency domain. *European Journal of Operational Research*, 251(1), 329-340.
- Bauwens, L. and Hautsch, N. (2006). 'Stochastic Conditional Intensity Process'. *Journal of Financial Econometrics* 4(3), 450-493.
- Birz, G., Lott, J.R., 2013. 'The effect of macroeconomic news on stock returns: new evidence from newspaper coverage'. *J. Bank. Finance* 35, 2791-2800.
- Blasques, F., Gorgi, P., & Koopman, S. J. (2019). Accelerating score-driven time series models. *Journal of Econometrics*, 212(2), 359-376.
- Blattberg, R. C., & Gonedes, N. J. (1974). A Comparison of the Stable and Student Distributions as Statistical Models for Stock Prices. *The Journal of Business*, 47(2), 244-280. <http://www.jstor.org/stable/2353383>
- Blitz, Z., Huisman, R., Swinkels, L. and van Vliet, P. (2019). 'Media Attention and the Volatility Effect' *Finance Research Letters*, 101317.
- Bollerslev, T. (1986). 'Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity', *Journal of Econometrics* 31(3), 307-327.

- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, 31(3), 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
- Branson, W. H. (1977), "Asset Markets and Relative Prices in Exchange Rate Determination, *Sozialwissenschaftliche Annalen*, 1(1), 69-89.
- Branson, W. H. (1981), "Macroeconomic Determinants of Real Exchange Rates,' *NBER Working Paper*, No. 801, Cambridge, MA: NBER.
- Branson, W. H. (1983), "A Model of Exchange Rate Determination with Policy Reaction: Evidence from Monthly Data,' *NBER Working Paper*, No. 1135, Cambridge, MA: NBER.
- Campbell, J.Y., Grossman, S.J., Wang, J., (1993). 'Trading volume and serial correlation in stock returns. *Q. J. Econ.* 108, 905–939.
- Caporale, G. M., Spagnolo, F., Spagnolo, N. (2018). 'Exchange rates and macro news in emerging markets. *Research in International Business and Finance*, 46, 516-527.
- Cepoi, C.O. (2020). 'Asymmetric Dependence Between Stock Market Returns and News During COVID-19 Financial Turmoil', *Finance Research Letters*, 1-5.
- Cerqueti, R., Giacalone, M., & Mattera, R. (2020). Skewed non-Gaussian GARCH models for cryptocurrencies volatility modelling. *Information Sciences*, 527, 1-26.
- Christoffersen, P. F. (1998). Evaluating interval forecasts. *International Economic Review*, 841-862.
- Chu, J., Chan, S., Nadarajah, S., & Osterrieder, J. (2017). GARCH modelling of cryptocurrencies. *Journal of Risk and Financial Management*, 10(4), 17.
- Clark, P. (1973) . A Subordinate Stochastic Process Model With Finite Variance for Speculative Prices. *Econometrica*, 50, 987-1008.
- Cox, D.R. (1981). 'Statistical Analysis of Time Series: Some Recent Developments', *Scandinavian Journal of Statistics* 8, 93-115.
- Creal, D., Koopman, J. and Lucas, A. (2013). 'Generalized Autoregressive Score Models With Applications', *Journal of Applied Econometrics* 28(5), 777-795.
- Creal, D., Koopman, J., and Lucas, A. (2011), "A Dynamic Multivariate Heavy- Tailed Model for Time-Varying Volatilities and Correlations," *Journal of Business & Economic Statistics*, 29 (4), 552–563.
- Dai, L., Parwasa, J.T. and Zhang, B. (2015). 'The Governance Effect of the Media's News Dissemination Role: Evidence From Insider Trading', *Journal of Accounting Research* 53, 331-366.
- De Long, Shleifer, A., Summers, L.H., Waldmann, R.J., (1990). 'Noise trader risk in financial markets'. *J. Polit. Econ* 98-703-738.
- Donkor, R. A., Mensah, L., & Sarpong-Kumankoma, E. (2022). Oil price volatility and US dollar exchange rate volatility of some oil-dependent economies. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 31(4), 581-597.
- Dornbusch, R. (1976). 'Expectations and exchange rate dynamics. *Journal of Political Economy*, 84, 1161–1176.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 987-1007.

- Engle, R.F. (1982). 'Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of UK Inflation', *Econometrica* 50, 987-1008.
- Engle, R.F. (2002). 'Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models. *Journal of Business and Economic Statistics* 20(3), 339-350.
- Engle, R.F. and Bollerslev, T. (1986). 'Modelling the Persistence of Conditional Variances'. *Econometric Reviews* 5(1), 1-50.
- Engle, R.F. and Russell, J.R. (1998). 'Autoregressive Conditional Duration: A New Model for Irregularly Spaced Transaction Data', *Econometrica* 66(5), 1127-1162.
- Erer, E. and Erer, D. (2018) "Volatility Spillover Effect with Time-Varying Parameters Between BIST100 and Dow-Jones Under Different Regimes". *Empirical Economic Letters*, 17 (3): 339- 348
- Fama, E. F. (1965). The behavior of stock-market prices. *The journal of Business*, 38(1), 34-105.
- Fama, E.F. (1970), 'Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work', *Journal of Finance*, 25, s. 383-417
- Fama, E.F., (1970). 'Efficient capital markets: a review of theory and empirical work'. *J. Finance* 25 (2), 383-417.
- Frenkel, J. A. (1976). 'A monetary approach to the exchange rate: Doctrinal aspects and empirical evidence. *Scandinavian Journal of Economics*, 78, 200-224.
- Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The journal of finance*, 48(5), 1779-1801.
- Harvey, A., & Luati, A. (2014). Filtering with heavy tails. *Journal of the American Statistical Association*, 109(507), 1112-1122.
- Harvey, A., & Sucarrat, G. (2014). EGARCH models with fat tails, skewness, and leverage. *Computational Statistics & Data Analysis*, 76, 320-338.
- Harvey, A.C. (2013). 'Dynamic Models for Volatility and Heavy Tails: With Applications to Financial and Economic Time Series, Cambridge University Press 52.
- Ho, K.Y., Shi, Y. and Zhang, Z. (2017). 'Does News Matter in China's Foreign Exchange Market: Chinese RMB Volatility and Public Information Arrivals', *International Review of Economics and Finance* 52, 302-321.
- Hsieh, D. A. (1988). The statistical properties of daily foreign exchange rates: 1974-1983. *Journal of international economics*, 24(1-2), 129-145.
- Jabeen, M., Rashid, A., & Ihsan, H. (2020). The news effects on exchange rate returns and volatility: Evidence from Pakistan. *International Journal of Finance & Economics*, 27(1), 745-769.
- Jeribi, A., & Ghorbel, A. (2021). Forecasting developed and BRICS stock markets with cryptocurrencies and gold: generalized orthogonal generalized autoregressive conditional heteroskedasticity and generalized autoregressive score analysis. *International Journal of Emerging Markets*.
- Koopman, S.J., Lucas, A. and Monteiro, A. (2008). 'The Multi-State Latent Factor Intensity Model for Credit Rating Transitions', *Journal of Econometrics* 142(1), 399-424.
- Kupiec, P. H. (1995). *Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models* (Vol. 95, No. 24). Division of Research and Statistics, Division of Monetary Affairs, Federal Reserve Board.
- Laakkonen, H. (2007). The Impact of Macroeconomic News on Exchange Rate Volatility, SSRN Electronic Journal, 20(1), 23-40

- Laakkonen, H. (2007). The impact of macroeconomic news on exchange rate volatility. *Finnish Economic Papers*, 20(1), 23-40.
- Lazar, E., & Xue, X. (2020). Forecasting risk measures using intraday data in a generalized autoregressive score framework. *International Journal of Forecasting*, 36(3), 1057-1072.
- Lim, C. M., & Sek, S. K. (2013). Comparing the performances of GARCH-type models in capturing the stock market volatility in Malaysia. *Procedia Economics and Finance*, 5, 478-487.
- Lin, Z. (2018). Modelling and forecasting the stock market volatility of SSE Composite Index using GARCH models. *Future Generation Computer Systems*, 79, 960-972.
- Liu, Y., Han, L., Yin, L. (2019). News Implied Volatility and Long-term Foreign Exchange Market Volatility. *International Review of Financial Analysis*, 61, 126-142
- Makatjane, K. D., & Kalebe, K. M. (2018). Modeling Conditional Volatility of Saving Rate by a Time-Varying Parameter Model. *International Journal of Economics and Management Engineering*, 12(9), 1171-1174.
- Makatjane, K.D., Xaba, D.L., and Moroke, N.D. (2017), "Application of Generalized Autoregressive Score Model to Stock Returns," *World Economy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Economics and Management Engineering*, 11 (11), 2017.
- Mandelbrot, B., 1963. The variation of certain speculative prices. *Journal of Business* 36 (4), 394-419.
- McFarland, J. W., Pettit, R. R., & Sung, S. K. (1982). The distribution of foreign exchange price changes: trading day effects and risk measurement. *the Journal of Finance*, 37(3), 693-715.
- Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 347-370.
- Ogotu, C., Canhanga, B. and Biganda, P. (2018), "Modeling Exchange Rate Volatility Using APARCH Models", *Journal of the Institute of Engineering*, 14(1): 96-106.
- Omrane, W. B., Savaş, T. (2017). Exchange Rate Volatility Response to Macroeconomic News During the Global Financial Crisis. *International Reviews of Financial Analysis*, 52, 130-143
- Pearce, D.K., Solakoglu, M.N., (2007). 'Macroeconomic news and exchange rates. *J. Financ. Mark. Inst. Money* 17 (4), 307-325.
- Peng, Q., Li, J., Zhao, Y., & Wu, H. (2021). The informational content of implied volatility: Application to the USD/JPY exchange rates. *Journal of Asian Economics*, 76, 101363.
- Praetz, P. D. (1972). The distribution of share price changes. *Journal of business*, 49-55.
- Rapach, D. E., & Strauss, J. K. (2008). Structural breaks and GARCH models of exchange rate volatility. *Journal of Applied Econometrics*, 23(1), 65-90.
- Robert F. Engle and Simone Manganelli CAViaR: Conditional Autoregressive Value at Risk by Regression Quantiles *Journal of Business & Economic Statistics* Vol. 22, No. 4 (Oct., 2004), pp. 367-381.
- Rogalski, R. J., & Vinso, J. D. (1978). Empirical properties of foreign exchange rates. *Journal of International Business Studies*, 9(2), 69-79.
- Rognone, L., Hyde, S. and Zhang, S. (2020). 'News Sentiment in the Cryptocurrency Market: An Empirical Comparison with Forex', *International Review of Financial Analysis* 69, 1-17.
- Russell, J.R. (2001). 'Econometric Modeling of Multivariate Irregularly-Spaced High-Frequency Data', University of Chicago, Graduate School of Business.
- Shephard, N. (2005). '*Stochastic Volatility: Selected Readings*, Oxford University Press, Oxford.

- Smales, L.A. (2014). 'News sentiment and the Investor Fear Gauge'. *Finance Research Letters* 11, 122-130.
- Thorlie, M.A., Song, L., Wang, X. and Amin, M. (2014), "Modelling Exchange Rate Volatility Using Asymmetric GARCH Models: Evidence From Sierra Leone", *International Journal of Science and Research*, 3(11): 1206-1214.
- Troster, V., Tiwari, A. K., Shahbaz, M., & Macedo, D. N. (2019). Bitcoin returns and risk: A general GARCH and GAS analysis. *Finance Research Letters*, 30, 187-193.
- Xu, Y., & Lien, D. (2020). Dynamic exchange rate dependences: the effect of the US-China trade war. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 68, 101238.
- Zakoian, J. M. (1994). Threshold heteroskedastic models. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18(5), 931-955.



Why Can Smes Not Adopt Green Innovation? An Assessment Via Fuzzy ISM-MICMAC-DEMATEL*

Seda Yıldırım** , Gözde Koca*** , Özüm Eğilmez****

Abstract

Innovation has become an important competitive tool as it increases the efficiency and profitability of enterprises and provides the opportunity to enter new markets and grow in the existing market area. The important thing is not to harm the environment while the businesses continue their activities. Therefore, the innovations and activities carried out are happened to be environmentally friendly and have an aspect that will reduce the negative effects on the environment. However, Small and Medium Enterprises (SMEs) cannot adopt green practices due to various barriers. In this context, this study aims to analyze and solve the factors that hinder green innovation and green initiatives in SMEs. In the study, firstly, the literature was searched, and six main barriers were determined as "economic barriers", "market barriers", "political barriers", "lack of information", "technological barriers" and "administrative barriers". Barriers were analyzed using Fuzzy ISM-MICMAC and Fuzzy DEMATEL methods by taking expert opinions from 18 SMEs in the Electrical and Electronics sector. The structural relationship model between the barriers was revealed with the Fuzzy ISM-MICMAC analysis methods. The effect-importance degree of the barriers was determined by the Fuzzy DEMATEL method, and their weights were calculated. As a result of the research, the most influential barriers to other barriers were determined as "economic barriers", "political" barriers" and "lack of information".

Keywords

SME, Green Innovation, Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy ISM-MICMAC, Fuzzy DEMATEL

* This paper is based on master's thesis which was conducted at Bilecik Şeyh Edebali University, Institute of Social Sciences, Department of Business Administration and under the supervision of Assoc. Dr. Gözde KOCA with the title "Evaluation of the Barriers Encountered by SMEs in Adopting Green Innovation with Fuzzy ISM-MICMAC-DEMATEL".

** Seda Yıldırım (Graduate Student), Bilecik Şeyh Edebali University, Institute of Social Sciences, Department of Business, Bilecik, Türkiye. E-mail: sdayldirm@gmail.com ORCID: 0000-0002-5755-1773

*** Corresponding author: Gözde Koca, (Assoc. Prof.), Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Bilecik, Türkiye. E-mail: gozde.koca@bilecik.edu.tr ORCID: 0000-0001-6847-6812

**** Özüm Eğilmez, (Assoc. Prof.), Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Bilecik, Türkiye. E-mail: ozum.egilmez@bilecik.edu.tr ORCID: 0000-0002-5460-6468

To cite this article: Yıldırım, S., Koca, G., & Eğilmez, O. (2023). Why Can Smes Not Adopt Green Innovation? An Assessment Via Fuzzy ISM-Micmac-Dematel. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38, 127-148. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.38.1181676>



1. Introduction

The world is facing environmental pollution due to the rapid increase in population, unconscious use of resources, and low sensitivity to the environment. Businesses, which are under the influence of these environmental conditions try to keep up with those changes occurring in their environment and aim to fulfill the requirements of global competition.

The concept of sustainability is, to use today's resources effectively by allocating resources for the future. Companies that see themselves as sustainable businesses use renewable or non-renewable energy resources more responsibly with their environmental performance. Businesses ensure that the materials they use are to be environmentally friendly and minimize the reduction of energy consumption.

Today, it can be said that businesses acknowledged that they cannot continue their activities without being sensitive to environmental problems, no matter the sector they operate. With this changing approach, businesses have to consider the environmental consequences and apply new business strategies and long-term plans (Atay and Dilek, 2013). Creating a good image in the eyes of consumers, using environmentally friendly production technologies, developing environmentally friendly marketing strategies, government incentives for green innovations, and reducing the costs of tools such as recycling lead businesses to green innovation activities are some examples of the implementations (Şenocak and Mohan, 2018). Green innovations contribute to the goal of sustainable development in macro terms and contribute to the economic goals of the enterprise and vice versa. Green innovations are important factors in reducing the costs of businesses, increasing competitiveness, and creating new markets that demand environmentally friendly products and processes. The concept of green innovation, which emerged with the damage to natural resources and increasing competition, ensures customer satisfaction as well as prevents damage to nature. In addition, governments have started to implement strict environmental policies to reduce the pollution caused by the industry, and customers have become more aware of environmental protection.

SMEs, which constitute the majority of the economy, can be a sustainable solution to prevent environmental degradation in terms of adopting green practices and gaining a sustainable competitive advantage eventually. Although SMEs cannot quickly return their green investments compared to large enterprises, they can gain an economic advantage by adopting green practices such as recycling and energy saving. Also, the large enterprises' demand for green products from their suppliers (SMEs) leads SMEs to implement green practices.

However, there are several barriers to the adoption of green practices encountered by SMEs. These barriers differ depending on the background of the country, region, or different sectors. It is therefore important to conduct research based on a particular

country, region, or industry. In this context, this study aims to reveal the barriers faced by SMEs in the Electric-Electronics sector in adopting green innovation, to find the degree of importance by presenting the interaction between the barriers with a structural model. By doing this, barriers will be listed and suggestions for the improvement of the barriers will be made. To determine the interaction between the barriers, a structural model-the Fuzzy ISM-MICMAC method was put forward, then the Fuzzy DEMATEL method was applied to determine the impact-importance degree of the barriers.

2. Literature Review

The concept of green innovation was first discussed by Fussler and James in their book published in 1996. Green innovation is defined as new products and processes that significantly reduce environmental impacts. In the literature, the concept of green innovation can be seen within the framework of different concepts such as environmental innovation, eco-innovation, and sustainable innovation (OECD, 2009). Some of the studies on green innovation are:

In the literature, green innovation is emerging as a new topic and research field. Russo and Fouts (1997) analyzed 243 high-growth firms using environmental ratings, assuming a positive correlation between environmental and economic performance based on the resource-based perspective of businesses. As a result, they concluded that being green is beneficial and growing in the sector is easier and stronger. Bansal and Roth (2000) have discussed possible conditions that lead to high institutional ecological sensitivity. They presented a qualitative study of the motivations and contextual factors that trigger institutional ecological sensitivity. The research is based on data collected from 53 companies in England and Japan. Seuring and Müller (2008) conducted a literature review by examining 191 articles on sustainable supply chain management published between 1994 and 2007. In their studies, they aimed to present green supply chain management in a conceptual framework. Smith, Voß, and Grin (2010) re-evaluated sustainable development, innovation, and technological change. In the study, they presented the history of innovation studies for sustainable development and a multi-level perspective on socio-technical transitions. Finally, they elaborated that green innovation activities, while interesting, have challenges and are more research and development areas. Based on the resource-based perspective of firms, Christmann (2000) analyzed whether complementary assets are required to gain cost advantages from implementing green best practices. Luthra, Kumar, Kharb, Ansari, and Shimmi (2014) analyzed some of the barriers that prevent the rapid deployment of smart grid systems to meet the existing electricity generation and distribution systems in an environmentally sustainable way. After the literature review, they identified 12 barriers and obtained a hierarchical structure by analyzing with ISM. They validated the ISM using the MICMAC method to categorize addition

and impulsive barriers. In addition, different solutions are proposed to overcome these barriers in the article. Mangla, Madaan, and Chan (2013) aimed to analyze flexible decision strategies to improve performance in a sustainability-oriented green product recovery system. In the paper industry study, 14 variables were determined. Supplier commitment, cost, regulations, etc. The interrelationships between green variables were determined. In addition, capacity utilization, customer satisfaction, reduction of energy consumption, etc. variables were accepted as results. In addition, a graphical classification of the effect variables on performance was made using MICMAC analysis. Ansari, Kharb, Luthra, Shimmi, and Chatterji (2013) aimed to explain the barriers to the applications of solar energy institutions with a structural model to increase the economic growth rate with the increase of greenhouse gas emissions in India. 13 barriers to implementing solar energy institutions are identified and the hierarchical structure is shown based on the ISM method. The dependency and driving forces of the barriers are shown with the MICMAC method.

As sustainability is a major topic in today's world, the authors intended to research green innovation barriers that SMEs face, focusing on the electrical and electronics sector sample. Analyzing and revealing the barriers is expected to expand the knowledge regarding the adoption process.

3. Methodology

3.1. Fuzzy ISM-MICMAC Method

The Interpretive Structural Modeling (ISM) model is a qualitative tool developed by Warfield in 1974 to describe the relationship between the components of a topic or problem (Chander, Jain, and Shankar, 2013).

ISM is a method that defines and summarizes the relationships between certain criteria. It is also the managerial research approach, an interactive learning process, and the systematic application of the graphical method that establishes an effectively directed graphical and contextual relationship between items. The ISM model determines the hierarchy of a subject among the variables, and the priority order of a complex subject, and analyzes whether the system factors are related to other factors and the relationship between them (Khanam et al., 2015).

While ISM only shows the presence of interaction, Fuzzy ISM can show the presence of interaction as an extension. Therefore, Fuzzy ISM is one step ahead of ISM. Fuzzy ISM makes ambiguous and poorly expressed system models visible (Saxena, Sushil, and Vrat, 2005). In addition, fuzzy ISM contains elements that show the dominance of interaction. Thus, the interaction between the variables in the interpretive model is shown more clearly. Fuzzy ISM steps are (Joshi, Banwe,t and Shankar, 2009):

Step 1: Criteria or variables related to the problem are determined by expert opinion and literature review.

Step 2: A contextual relationship is established between the variables defined in step 1.

Step 3: A Structural Self-Interaction Matrix (SSIM) is created, showing the pairwise relationships among the variables of the system.

Step 4: The reachability matrix is developed from SSIM, and the resulting matrix is checked for transitivity.

Step 5: The obtained reachability matrix is divided into different levels.

Step 6: Based on the relationships obtained from the reachability matrix, the directed graph is drawn.

Step 7: The resulting graph is converted to Fuzzy ISM by changing the element nodes.

Step 8: The developed ISM model is reviewed to check for conceptual inconsistency and changes are made if necessary.

In the structural-internal interaction matrix, the contextual relationship, and the related direction between the two parameters (i and j) are determined. Symbols such as V, A, X, and O are used to express the direction of the relationship between the parameters (i, j) (Chander et al., 2013).

The definitions of these symbols are as follows:

V: The variable i affects variable j.

(There is a direct relationship from variable i to variable j.)

A: The variable j affects variable i.

(There is a direct relationship from variable j to the variable i.)

X: The variables i and j affect each other.

(There is a bidirectional relationship between the variables i and j.)

O: There is no relationship between the variables i and j.

In the matrix produced from these symbols, the accessibility matrix is formed by writing 1 and 0, instead of the symbols V, A, X, and O.

The numerical equivalents of these numbers are:

V: If (i, j) input becomes 1, (j, i) input becomes 0.

A: If (j, i) input becomes 0, (i, j) input becomes 1.

X: If (j, i) input becomes 1, (i, j) input becomes 1.

O: If (j, i) input becomes 0, (i, j) input becomes 0.







In the next step, the reachability matrix is checked for transitivity and the final reachability matrix is created. For example, If there is a relationship between 1 and 3 in the reachability matrix, if there is a relationship between 3 and 2, 1 and 2 reachability is obtained.

Reachability and antecedent sets are generated for each parameter from the final reachability matrix. The accessibility set consists of the parameter itself and any other parameter that can be affected, while the antecedent set consists of the element itself and the parameters that can affect it. Clusters with the same reachability and intersection sets are at the top of the ISM hierarchy. The top-level parameter in the hierarchy does not lead to any other parameter above its level and is separated from the other parameters. The same process is repeated to find other parameters. The process continues until the level of each parameter is found (Chander et al., 2013).

The final reachability matrix is fuzzyficated to show the degree of dominance of the interaction. The fuzzy number scale showing the degree of influence is as follows.

Table 1

Qualitative consideration on 0-1 scale for dominance of interaction (Saxena et al., 2005)

Dominance of interaction	No	Very low	Low	Medium	High	Very high	Full
Value on the scale	0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1
Symbol							

Matrice d’Impacts Croise’s Multiplication Appliquee a un Classement (MICMAC) analysis is performed according to the dependency and influencing the degree of criteria or variables. Fuzzy MICMAC also includes the dominance of interaction, and the influence and dependency levels in the fuzzy final access matrix are used. In the fuzzy MICMAC method, the variables are divided into four regions according to the driving and addiction power (Khanam, Siddiqui, and Talib, 2015):

Autonomous Region: It shows the variables with weak driving power and weak dependency and has weaker connectivity than other variables.

Dependent Region: Variables in this region have high dependency and low driving power. These variables are strongly dependent on the system.

Linkage Region: Variables with a strong driving force and high dependency. Any effect on these variables will affect the entire system.

Independent Region: It refers to the variables with strong driving power but low dependency power and consists of the most important and important variables of the system.

3.2. Fuzzy DEMATEL Method

DEMATEL (The Decision-Making Experiment and Evaluation Laboratory) was founded by the Battelle Memorial Institute at the Geneva Research Center to solve complex problems (Shieh, Wu, and Huang, 2010; Muhammad and Cavus, 2017; Gabus and Fontela, 1972, 1973). Using this method, the relationship between causes and effects can be transformed into a reasoned model of the chosen system (Dalalah, Hayajneh, and Batieha, 2011; Wu and Lee, 2007).

In this study, the Fuzzy DEMATEL method was used to reveal the relationships with a more accurate analysis and to eliminate the uncertainties. The steps of Fuzzy DEMATEL are presented below: (Tseng, 2009).

Step 1: Selection of an expert group: People who have sufficient knowledge and experience on the subject are called experts and their opinions are taken.

Step 2: Identification of the factors and creation of the fuzzy scale: In terms of accurate analysis and evaluation, important factors are determined in this stage. Next, a linguistic variable is used according to five fuzzy scales (no effect=0 [0,0,0.25], very low impact=1 [0,0.25,0.50], low impact=2 [0.25,0.50,0.75], high effect=3 [0.50,0.75,1.00], and very high impact=4 [0.75,1.00,1.00]).

Step 3: Assessment of decision-makers: Pairwise comparison is obtained in terms of linguistic variables. In addition, fuzzy assessments are collected as a defuzzified and crisp value. As a result, the initial direct relationship fuzzy matrix (\tilde{E}) is constructed (Equality (1)- Equality (2)). The average of the expert opinions is taken.

$$\tilde{E} = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & \tilde{e}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{e}_{1n} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \tag{1}$$

$$\tilde{e}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \tag{2}$$

Step 4: Creation of normalized direct-relation fuzzy matrix: In the presence of the initial direct-relationship matrix, a normalized direct-relationship fuzzy matrix is generated. β and γ are considered triangular fuzzy numbers to achieve that. The below calculation is carried out respectively (Equality (3) – Equality (4)).

$$\tilde{\beta} = \sum \tilde{e}_{ij} = \left(\sum_{j=1}^n l_{ij}, \sum_{j=1}^n m_{ij}, \sum_{j=1}^n u_{ij} \right) \tag{3}$$

$$\gamma = \max\left(\sum_{j=1}^n u_{ij}\right) \tag{4}$$

The normalized direct-relation fuzzy matrix (\tilde{F}) can be shown as below (Equality (5) – Equality (6)).

$$\tilde{F} = \begin{bmatrix} \tilde{f}_{11} & \cdots & \tilde{f}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{f}_{n1} & \cdots & \tilde{f}_{nn} \end{bmatrix} \tag{5}$$

Where $\tilde{f}_{ij} = \frac{\tilde{e}_{ij}}{\gamma} = \left(\frac{\tilde{e}_{ij}}{\gamma}, \frac{\tilde{e}_{ij}}{\gamma}, \frac{\tilde{e}_{ij}}{\gamma} \right)$ (6)

Step 5: Calculation of total-relation fuzzy matrix: After having established a normalized direct-relation fuzzy matrix, a total-relation fuzzy matrix is calculated to ensure $\lim_{\omega \rightarrow \infty} F\omega = 0$ (Equality-7). After, the crisp case of the total-relation fuzzy matrix (Equality (8)) is identified as follows. For each of the triangular fuzzy numbers (l, m, u) (Equality-8) which is shown below, it is carried out by dealing with them as a separate matrix and combined into a single total relation matrix represented by \tilde{T} (Equality (10)- Equality (11)- Equality (12)).

$$\tilde{T} = \lim_{\omega \rightarrow \infty} (\tilde{F} + \tilde{F}^2 + \cdots + \tilde{F}^\omega) = \tilde{F}(I - \tilde{F})^{-1} \tag{7}$$

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \tilde{t}_{11} & \cdots & \tilde{t}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{t}_{n1} & \cdots & \tilde{t}_{nn} \end{bmatrix} \tag{8}$$

$$\tilde{t}_{ij} = (l''_{ij}, m''_{ij}, u''_{ij}) \tag{9}$$

$$\text{Matrix}[l''_{ij}] = F_l \chi (I - F_l)^{-1} \tag{10}$$

$$\text{Matrix}[m''_{ij}] = F_m \chi (I - F_m)^{-1} \tag{11}$$

$$\text{Matrix}[u''_{ij}] = F_u \chi (I - F_u)^{-1} \tag{12}$$

Step 6: Analyzing the structural model: After having calculated matrix \tilde{T} (Equality 13), $\tilde{R}_i + \tilde{C}_j$ and $\tilde{R}_i - \tilde{C}_j$ are determined. In Equality (14) and Equality (15), \tilde{R}_i and \tilde{C}_j denote the sum of the rows and columns of the matrix \tilde{T} . While $\tilde{R}_i + \tilde{C}_j$ shows the importance of factor i, $\tilde{R}_i - \tilde{C}_j$ denotes the net effect of factor i.

$$T = [t_{ij}]_{n \times n} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \tag{13}$$

$$R_i = \sum_{1 \leq j \leq n} t_{ij} \tag{14}$$

$$C_j = \sum_{1 \leq i \leq n} t_{ij} \tag{15}$$

Step 7: Defuzzification (def) of $\tilde{R}_i + \tilde{C}_j$ and $\tilde{R}_i - \tilde{C}_j$: In this step, $\tilde{R}_i + \tilde{C}_j$ and $\tilde{R}_i - \tilde{C}_j$ are defuzzified by using Equation (16) and Equation (17).

$$\tilde{R}_i^{def} + \tilde{C}_j^{def} = \frac{1}{4}(l + 2m + h) \tag{16}$$

$$\tilde{R}_i^{def} - \tilde{C}_j^{def} = \frac{1}{4}(l + 2m + h) \tag{17}$$

Step 8: Creating the cause-effect relationship diagram: In this step, the cause-effect relationship diagram is created using the $\tilde{R}_i + \tilde{C}_j$ and $\tilde{R}_i - \tilde{C}_j$ dataset.

Step 9: Factor weights are calculated using the Equation (18) below.

$$w_i = \sqrt{(\tilde{R}_i^{def} + \tilde{C}_j^{def})^2 + (\tilde{R}_i^{def} - \tilde{C}_j^{def})^2} \tag{18}$$

The importance weight of each factor is normalized to Equation (19) shown below:

$$W_i = \frac{w_i}{\sum_i^n w_i} \tag{19}$$

4. Research Findings and Discussion

This research examines the barriers to green innovation in small and medium-sized enterprises using fuzzy MCDM methods, comprehensively. To do this, 18 experts experienced in the Electrical and Electronics sector participated in responding to a survey. In the questionnaires, information was given about the barriers to green innovation, and questions were asked about the interaction of the barriers with each other.

Barriers were created by reviewing the literature. Then, a hierarchical structure was created by determining the interaction-dependency levels of the barriers with the

Fuzzy ISM-MICMAC methods. Finally, the effect-importance degrees of the barriers on each other were calculated with the Fuzzy DEMATEL method. The barriers are listed as follows:

Economic Barriers (B1)

The economic barriers that businesses face in green purchasing activities are the additional costs of switching to a new system. Since companies think that environmental programs are costly, they create a barrier to green practices (Peker, 2010).

Market Barriers (B2)

The fact that suppliers do not participate in green practices prevents SMEs from being sensitive to the environment. The lack of infrastructure, financial, technological, and human resources required for green practices by suppliers creates a barrier for businesses to adopt green practices (Sarkar and Mohapatra, 2006; Abbasnejad, Khaksar, Gashtasbi and Darabi, 2015; Hsu and Hu, 2008; Kumar, Chattopadhyaya, and Sharma, 2012).

Political Barriers (B3)

The lack of incentives offered by governments against green practices and the inadequacy of legal regulations to protect the environment create a barrier for SMEs to switch to green practices (Scupola, 2003; AlKhidir and Zailani, 2009; Sarkis, 2012; Srivastava, 2007; Beamon, 1999; Walker, Di Sisto and McBain, 2008; Srivastav and Gaur, 2015).

Lack of Knowledge (B4)

The lack of education and experience of the stakeholders, the lack of training given to the employees, and the lack of environmental knowledge constitute a barrier to green practices (Balasubramanian, 2012; Khiewnavawongsa and Schmidt, 2013; Yu Lin and Hui Ho, 2008; Ravi and Shankar, 2005; Holt and Ghobadian, 2009).

Technological Barriers (B5)

New production technologies, deficiencies in environmental monitoring, and information technology appear as a barrier to the successful implementation of green practices (Balasubramanian, 2012).

Administrative Barriers (B6)

Prejudice and resistance against green practices constitute an obstacle to transitioning to green practices (Nakıboğlu, 2017).

4.1. Evaluation of Barriers with Fuzzy ISM-MICMAC

Fuzzy ISM methodology was used to develop a hierarchical structural model among barriers to identifying green innovation in SMEs and to identify the relationship between cause-and-effect barriers. In the survey, each barrier was explained, thus enabling the experts who answered the survey to focus on the direct relationships between each pair of barriers.

Creation of Structural Self-Interaction Matrix (SSIM)

As a result of combining the expert opinions, Structural Self-Interaction Matrix (SSIM) matrix given in Table 2 was created by using the symbols V, A, X, O. B1 represents “economic barriers”, B2 “market barriers”, B3 “political barriers”, B4 “lack of knowledge”, B5 “technological barriers” and B6 “managerial barriers”.

Table 2

Structural Self-Interaction Matrix (SSIM)

Barriers	B6	B5	B4	B3	B2
B1	O	V	V	X	V
B2	X	O	O	A	
B3	O	V	V		
B4	V	V			
B5	A				
B6					

Creation of Initial reachability matrix

At this stage, the initial reachability matrix is first created. When creating this matrix, the values 1 or 0 are assigned instead of the symbols V, X, A, O. The initial reachability matrix is shown in Table 3.

Table 3

Initial Reachability Matrix

Barriers	B1	B2	B3	B4	B5	B6
B1	1	1	1	1	1	0
B2	0	1	0	0	0	1
B3	1	1	1	1	1	0
B4	0	0	0	1	1	1
B5	0	0	0	0	1	0
B6	0	1	0	0	1	1

Creation of Final Reachability Matrix

At this stage, the initial reachability matrix is checked for transitivity. For example, If barrier B1 affects barrier B2, if barrier B2 affects barrier B6, barrier B1 also affects barrier B6. Likewise, since the B2 barrier affects the B6 barrier, if the B6 barrier also affects the B5 barrier, the B2 barrier also affects the B5 barrier. The final reachability matrix is shown in Table 4.

Table 4

Final Reachability Matrix

Barriers	B1	B2	B3	B4	B5	B6
B1	1	1	1	1	1	1
B2	0	1	0	0	1	1
B3	1	1	1	1	1	1
B4	0	1	0	1	1	1
B5	0	0	0	0	1	0
B6	0	1	0	0	1	1

Development of Fuzzy Conical Matrix.

For the fuzzy process, the final reachability matrix is considered. The dominance of interactions is made by experts valuing the final reachability matrix. In the crisp ISM technique with absolute numbers, the driving and dependency figures are expressed only as “1”, while in fuzzy ISM, the values are expressed as continuous numbers between “0 and 1” (Table 1). After receiving expert opinions again, a fuzzy conical matrix is created. The fuzzy conical matrix is shown in Table 5.

Table 5

Fuzzy Conical Matrix

Barriers	B1	B2	B3	B4	B5	B6	Driving Power
B1	1	0,5	0,9	0,7	0,5	0,3	3,9
B2	0	1	0	0	0,9	0,9	2,8
B3	0,7	0,5	1	0,7	0,7	0,3	3,9
B4	0	0,9	0	1	0,9	0,9	3,7
B5	0	0	0	0	1	0	1
B6	0	0,9	0	0	0,7	1	2,6
Dependence Power	1,7	3,8	1,9	2,4	4,7	3,4	

Division into Levels

For level separation, the reachability set, antecedent set, and intersection set of each variable are determined. The reachability set consists of all the variables that a variable access. The antecedent set consists of other variables that can access this variable. The intersection set is the intersection of the reachability set and the antecedent set. If the reachability set and the intersection set are equal, it forms the 1st level of this variable.

Barrier B5 at Level 1 will be at the top of the hierarchical structure (Table 6). The same procedure is applied to the remaining barriers. As seen in Table 7, B2 and B6 are at Level 2. After this level is determined, the level division process continues among the remaining B1, B3, and B4 barriers. As can be seen in Table 8, barrier B4 constitutes the 3rd level of the hierarchical structure. Since there are no exposed barriers in Table 9, barriers B1 and B3 are at Level 4 of the hierarchy and form the root barriers.

Tablo 6
Level Partition-Iteration I

Barriers	Reachability Set (R)	Antecedent Set (C)	Intersection Set (RC)	Level
B1	1,2,3,4,5,6	1,3	1,3	
B2	2,5,6	1,2,3,4,6	2,6	
B3	1,2,3,4,5,6	1,3	1,3	
B4	2,4,5,6	1,3,4	4	
B5	5	1,2,3,4,5,6	5	1
B6	2,5,6	1,2,3,4,6	2,6	

Tablo 7
Level Partition-Iteration II

Barriers	Reachability Set (R)	Antecedent Set (C)	Intersection Set (RC)	Level
B1	1,2,3,4,6	1,3	1,3	
B2	2,6	1,2,3,4,6	2,6	2
B3	1,2,3,4,6	1,3	1,3	
B4	2,4,6	1,3,4	4	
B6	2,6	1,2,3,4,6	2,6	2

Tablo 8
Level Partition-Iteration III

Barriers	Reachability Set (R)	Antecedent Set (C)	Intersection Set (RC)	Level
B1	1,3,4	1,3	1,3	
B3	1,3,4	1,3	1,3	
B4	4	1,3,4	4	3

Tablo 9
Level Partition-Iteration IV

Barriers	Reachability Set (R)	Antecedent Set (C)	Intersection Set (RC)	Level
B1	1,3	1,3	1,3	4
B3	1,3	1,3	1,3	4

Creation of Hierarchical Structure

After level separation, the hierarchical structure of the barriers was created as in Figure 1. The colored boxes indicate the level of the structure, green (4th level), pink (3rd), blue (2nd), and orange (1st). While creating the hierarchical structure, the dominance degrees given in Table 1 are given.

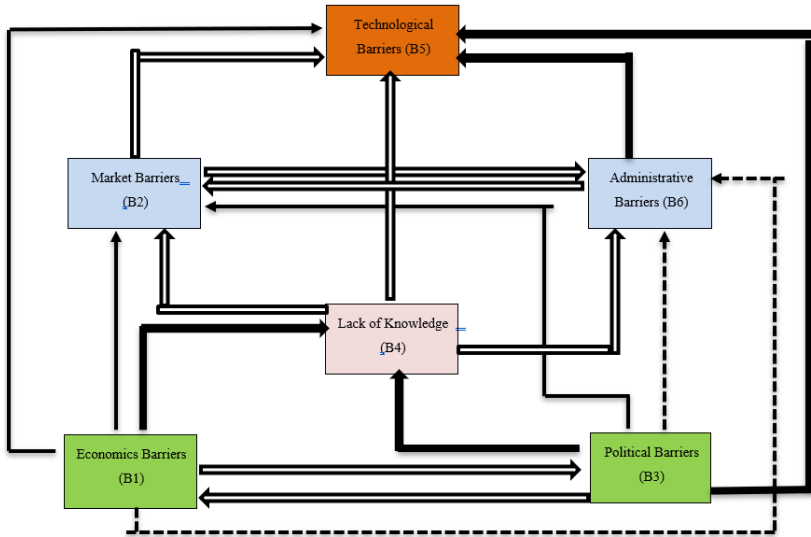


Figure 1. Hierarchical structure of barriers

As it is shown, the hierarchical structure in Figure 1, B5 (Technological barriers), which is at the top level, is affected by all other barriers. For example, B4 (Lack of Knowledge) highly affects the B5 barrier. The lack of sufficient resources and experts in SMEs deprives them of technological developments. Looking at the second level, it is seen that there are B2 (Market Barriers) and B6 (Administrative Barriers) and they influence each other. The reluctance of suppliers and customers about green practices leads to hesitant business management. In the same way, the reluctance of the management to green practices, not giving importance to green innovations in their purchases, and not informing the customers affect the market barriers. Therefore, there is a bidirectional relationship between the two barriers. B4 (Lack of Knowledge) constitutes the third level of the structure. For example, the B4 barrier affects the B6 barrier. This situation, the lack of experts to manage green practices in SMEs can be explained as the inability to use information and technology, and the lack of a certain reward system in SMEs. B1 (Economic Barriers) and B3 (Political Barriers) constitute the fourth level of the structure and affect all other barriers with them. So, these are the two most important barriers to be considered. The effects of economic and political barriers on each other can be explained as insufficient financing for SMEs, inadequacy of bank loans, and the inadequacy of state-supported initiatives.

Dependence and driving power generated from the Fuzzy Final Reachability Matrix are used for MICMAC analysis. Dependence and driving power are shown in Table 10.

Table 10
Dependence Power and Driving Power

Barriers	Dependence Power	Driving Power
B1	1,7	3,9
B2	3,6	2,8
B3	1,9	3,9
B4	2,4	3,7
B5	4,7	1
B6	3,2	2,6

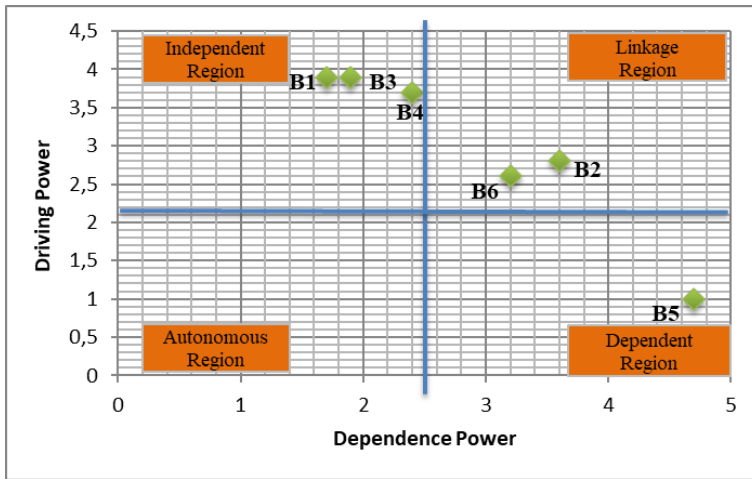


Figure 2. MICMAC Diagram

While the B5 barrier in the second region is highly affected by the related and influencing variables, it does not show an effect on other variables. The B2 and B6 barriers in the third region have high influence and high dependency, exhibiting an unstable feature. Any effect on these barriers will also affect other barriers. Therefore, they are barriers that should be considered when evaluating barriers. The B1, B3, and B4 barriers in the fourth region have very high influence and very low dependency power. These barriers affect the rest of the system and are the ones to be considered the most.

4.2. Evaluation of Barriers with Fuzzy DEMATEL

The fuzzy DEMATEL method was applied to determine the relationship between the barriers. A survey was conducted with 18 experts to determine the relationships between barriers. The conversion of the evaluation results of the 1st expert into fuzzy numbers is shown in Table 11. The direct relationship matrix was obtained by averaging the triangular fuzzy numbers obtained using Equations (2) and (3). The direct relationship matrix is shown in Table 12. The fuzzy relationship matrix, normalized using Equation (4) based on data from 18 experts, is shown in Table 13. The normalized

direct relationship matrix is obtained by dividing the fuzzy direct relationship matrix by the maximum total “l, m, u” value. The total correlation matrix was obtained by using Equation (6). The total relationship matrix is shown in Table 14.

Table 11
The Evaluation Results of the 1st Expert

1st Expert Barriers	B1	B2	B3	B4	B5	B6
B1	0	0,25	0,5	0,75	1	1
B2	0,25	0,5	0,75	1	0,25	0,75
B3	0,5	0,75	1	0,75	1	0,75
B4	0	0,25	0	0,25	0	0,25
B5	0	0,25	0,5	0	0,25	0,5
B6	0	0,25	0,5	0	0,25	0,5

Table 12.
The Fuzzy Relationship Matrix

Barriers	B1	B2	B3	B4	B5	B6
B1	0	0,25	0,3472	0,5556	0,7639	0,1250
B2	0,2083	0,4444	0,6944	0	0,25	0,1528
B3	0,3056	0,5556	0,7917	0,5556	0,8056	0,9306
B4	0,2917	0,4861	0,7361	0,2500	0,4722	0,7222
B5	0,2222	0,4167	0,6667	0,1944	0,4167	0,6667
B6	0,1944	0,3472	0,5972	0,1944	0,3750	0,6111
Total	1,2222	2,2500	3,7361	1,5417	2,625	3,94444

Table 13
The Normalized Direct Relationship Matrix

Barriers	B1	B2	B3	B4	B5	B6											
B1	0	0,0623	0,2137	0,2020	0,1903	0,0769	0,1060	0,1349	0,1624	0,1768	0,1730	0,3419	0,2879	0,2318	0,1538	0,1717	0,1730
B2	0,1282	0,1616	0,1730	0	0,0623	0,0940	0,1313	0,1522	0,1026	0,1212	0,1453	0,1111	0,1465	0,1592	0,1026	0,1313	0,1522
B3	0,1880	0,2020	0,1972	0,3419	0,2929	0,2318	0	0,062284	0,1282	0,1515	0,1661	0,1624	0,1768	0,1834	0,1197	0,1414	0,1592
B4	0,1795	0,1768	0,1834	0,1538	0,1717	0,1799	0,0855	0,1111	0,1384	0	0,062284	0,2650	0,2424	0,2007	0,2137	0,2121	0,1972
B5	0,1368	0,1515	0,1661	0,1197	0,1515	0,1661	0,0427	0,0556	0,1003	0,2222	0,2121	0,1869	0	0,0623	0,0598	0,0808	0,1176
B6	0,1197	0,1263	0,1488	0,1197	0,1364	0,1522	0,1197	0,1212	0,1453	0,1453	0,1717	0,1730	0,1197	0,1465	0,1626	0	0,0623

Table 14
The Total Relationship Matrix

Barriers	I						m						h					
B1	1,4274	0,6666	0,3196	0,5996	0,8332	0,5042	1,6253	0,8641	0,5164	0,8020	0,9849	0,7153	2,5128	1,6917	1,2933	1,5852	1,7629	1,5124
B2	0,3862	1,3197	0,2457	0,3799	0,4591	0,3328	0,6300	1,5500	0,4472	0,6164	0,7195	0,5639	1,4581	2,4179	1,1847	1,4097	1,5389	1,3523
B3	0,5912	0,7837	1,2551	0,5632	0,7001	0,4837	0,8199	0,9639	1,4410	0,8005	0,9309	0,7162	1,6913	1,7882	2,2738	1,6350	1,7862	1,5563
B4	0,5666	0,6090	0,3216	1,4436	0,7610	0,5421	0,7606	0,8264	0,5120	1,6366	0,9348	0,7342	1,6201	1,6827	1,2966	2,4848	1,7374	1,5328
B5	0,4177	0,4462	0,2156	0,4995	1,3988	0,3262	0,5978	0,6491	0,3704	0,6599	1,5669	0,5069	1,3874	1,4426	1,0884	1,3802	2,3818	1,2641
B6	0,4201	0,4733	0,2904	0,4541	0,5163	1,2758	0,6087	0,6743	0,4430	0,6600	0,7253	1,4543	1,4371	1,4988	1,1780	1,4316	1,5400	2,2692

Table 15
Affecting and Affected Factor Groups

Barriers	R			C			R+C			R-C		
	I	m	h	I	m	h	I	m	h	I	m	h
B1	3,3505	4,5080	9,3583	2,8091	4,0422	9,1068	6,1597	8,5502	18,465	0,5413	0,4657	0,2515
B2	2,1234	3,5269	8,3616	3,2985	4,5278	9,5219	5,4220	8,0547	17,883	-1,175	-1,000	-1,160
B3	3,3769	4,6724	9,7307	1,648	2,7299	7,3148	5,0249	7,4023	17,045	1,7289	1,9424	2,4159
B4	3,2438	4,4045	9,3543	2,9398	4,1754	8,9264	6,1836	8,5799	18,280	0,3040	0,2290	0,4278
B5	2,3040	3,3509	7,9444	3,668	4,8622	9,7471	5,9724	8,2131	17,691	-1,364	-1,511	-1,802
B6	2,4300	3,5656	8,3546	2,4649	3,6907	8,4870	4,8949	7,2563	16,841	-0,034	-0,125	-0,132

Table 15 presents “Affecting and Affected Factor Groups”. The R and C values in Table 15 were calculated as triangular fuzzy numbers (1, m, h) using Equation (14) and Equation (15). Then the R and C values are added together and subtracted from each other. To convert these numbers into a crisp number, the number of Equations (16) and (17) were used for the decimation. Therefore, each factor $(\tilde{R}_i + \tilde{C}_i)$ and $(\tilde{R}_i - \tilde{C}_i)$ the obtained new values are shown in Table 16.

Table 16

Defuzzification of Affecting and Affected Factor Groups

Barriers	R+C	R-C
B1	10,4314	0,4311
B2	9,8538	-1,0843
B3	9,2188	2,0075
B4	10,4061	0,2975
B5	10,0226	-1,5474
B6	9,0624	-0,1044

In order to determine the factor weights in Table 17, Equations (18) and (19) were used.

Table 17

Factor Weights

Barriers	wi	Wi
B1	10,4403	0,1758
B2	9,9133	0,1669
B3	9,4348	0,1588
B4	10,4104	0,1752
B5	10,1413	0,1707
B6	9,0630	0,1526

5. Conclusion and Recommendations

As a result of the research, it is determined that the biggest obstacle for SMEs to adopt green innovation is financial inadequacies. Buildings, machinery, and equipment required for green practices emerge as a costly element for businesses. In addition, it can be said that high loan rates are another obstacle for SMEs to adopt green innovations. As a solution, banks should provide the necessary loans for green practices and low loan interest rates should be applied.

In addition, since the efforts of governments to encourage green innovation practices (such as tax reductions, incentive packages, and training-consulting services) are insufficient, it also emerges as an important obstacle to the realization of innovation practices. It is necessary to regulate environmental policies to provide bonuses and incentives for environmental friendly-production, and to impose heavy penalties on the supply chain that causes environmental pollution on the other side.

The lack of qualified human resources to use and develop green practices or the difficulty of reaching these qualified people emerge as another obstacle for businesses to switch to green practices. Therefore, training occurs as a necessity for human resources and experts who will create and use technological infrastructure.

Infrastructure deficiencies in the design, development, and execution of computer-based information systems create an obstacle for enterprises to make green innovations. As a solution to this, green systems should be encouraged and promoted, and businesses should be made aware of green systems.

The resistance and reluctance of suppliers to implement green practices cause disagreements among businesses. The lack of shared knowledge between suppliers and the business emerges as a barrier to green innovations. In this context, it is necessary to raise awareness of suppliers and customers about green practices through public institutions, encouraging suppliers to green practices, raising awareness of their customers about green products, and encouraging them to these products might be a solution.

The lack of green awareness of the top management, weak and unstable management, lack of participation and support, and resistance to change emerge as obstacles for businesses in green practices. To remove these obstacles, the top management should not only set innovative goals, but also motivate employees toward green initiatives. As a result of this study, the ranking of the degree of influence and importance of the barriers that have relations with each other and affect each other is revealed. Additionally, the barriers, their importance, and solutions to eliminate other barriers are offered.

Suggestions for future work:

- Further research can be done on different SMEs on various sectors.
- Different comparisons can be made using different methods.
- Barriers can be examined more broadly by increasing the number of assessing experts.

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.Y., G.K., Ö.E.; Data Acquisition: S.Y., G.K., Ö.E.; Data Analysis/Interpretation: S.Y., G.K., Ö.E.; Drafting Manuscript: S.Y., G.K., Ö.E.; Critical Revision of Manuscript: S.Y., G.K., Ö.E.; Final Approval and Accountability: S.Y., G.K., Ö.E.

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.Y., G.K., Ö.E.; Veri Toplama: S.Y., G.K., Ö.E.; Veri Analizi /Yorumlama: S.Y., G.K., Ö.E.; Yazı Taslağı: S.Y., G.K., Ö.E.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi: S.Y., G.K., Ö.E.; Son Onay ve Sorumluluk: S.Y., G.K., Ö.E.

References / Kaynakça

- Abbasnejad, T., Khaksar, E., Gashtasbi, M., and Darabi, S. A. (2015). Prioritizing barriers to implement green supply chain in Shiraz oil refining company by fahp method. *Jurnal UMP Social Sciences and Technology Management*, 3 (3), 824-833.
- AlKhidir, T., and Zailani, S. (2009). Going green in supply chain towards environmental sustainability. *Global Journal of Environmental Research*, 3 (3), 246-251.
- Aksakal E., and Dağdeviren, M. (2010), ANP ve DEMATEL Yöntemleri İle Personel Seçimi Problemine Bütünleşik bir Yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25 (4), 905-910.
- Ansari, M. F., Kharb, R. K., Luthra, S., Shimmi, S. L., and Chatterji, S. (2013). Analysis of barriers to implement solar power installations in India using interpretive structural modeling technique. *Renewable and sustainable energy reviews*, 27, 163-174.
- Atay, L., Dilek, S. E. (2013). Konaklama İşletmelerinde Yeşil Pazarlama Uygulamaları: IBIS Otel Örneği, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 203-219.
- Balasubramanian, S. (2012). A hierarchical framework of barriers to green supply chain management in the construction sector. *Journal of Sustainable Development*, 5 (10), 15-27.
- Bansal, P., and Roth, K. (2000). Why companies go green: A model of ecological responsiveness. *Academy of management journal*, 43 (4), 717-736.
- Beamon, B. M. (1999). Designing the green supply chain. *Logistics information management*. 12 (4), 332-342.
- Chander, M., Jain, S. K., and Shankar, R. (2013). Modeling of information security management parameters in Indian organizations using ISM and MICMAC approach. *Journal of Modelling in Management*, 8 (2), 171-189.
- Christmann, P. (2000). Effects of “best practices” of environmental management on cost advantage: The role of complementary assets. *Academy of Management Journal*, 43 (4), 663-680.
- Dalalah, D., Hayajneh, M., and Baticha, F. (2011). A fuzzy multi-criteria decision making model for supplier selection. *Expert systems with applications*, 38 (7), 8384-8391.
- Fussler, C., and James, P. (1996). A breakthrough discipline for innovation and sustainability. Pitman Publishing.
- Gabus, A., and Fontela, E. (1972). *World problems, an invitation to further thought within the framework of DEMATEL*. Battelle Geneva Research Center, Geneva, Switzerland.
- Gabus, A., and Fontela, E. (1973). *Perceptions of the world problematique: Communication procedure, communicating with those bearing collective responsibility*. Battelle Geneva Research Center, Geneva, Switzerland.
- Holt, D., and Ghobadian, A. (2009). An empirical study of green supply chain management practices amongst UK manufacturers. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20 (7), 933-956.
- Hsu, C. W., and Hu, A. H. (2008). Green supply chain management in the electronic industry. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 5 (2), 205-216.
- Joshi, R., Banwet, D. K. and Shankar, R. (2009), “Indian cold chain: modeling the inhibitors”, *British Food Journal*, 111 (11), 1260-1283.

- Khanam, S., Siddiqui, J., and Talib, F. (2015). Modelling the TQM enablers and IT resources in the ICT industry: an ISM-MICMAC approach. *International Journal of Information Systems and Management*, 1 (3), 195-218.
- Khiewnavawongsa, S., and Schmidt, E. K. (2013, December). Barriers to green supply chain implementation in the electronics industry. In *2013 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (226-230). IEEE.
- Kumar, S., Chattopadhyaya, S., and Sharma, V. (2012). Green supply chain management: A case study from Indian electrical and electronics industry. *International Journal of Soft Computing and Engineering*, 1 (6), 275-281.
- Li, R. J. (1999). Fuzzy Method in Group Decision Making, *Computers and Mathematics with Applications*, 38 (1), 91-101.
- Lin, C. J., and Wu, W. W. (2008). A causal analytical method for group decision-making under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 34 (1), 205-213.
- Luthra, S., Kumar, S., Kharb, R., Ansari, M. F., and Shimmi, S. L. (2014). Adoption of smart grid technologies: An analysis of interactions among barriers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 554-565.
- Mangla, S., Madaan, J., and Chan, F. T. (2013). Analysis of flexible decision strategies for sustainability-focused green product recovery system. *International Journal of Production Research*, 51 (11), 3428-3442.
- Muhammad, M. N., and Cavus, N. (2017). Fuzzy DEMATEL method for identifying LMS evaluation criteria. *Procedia computer science*, 120, 742-749.
- Nakıboğlu, G. (2017). *Sürdürülebilirlik İçin Yeşil Tedarik Zincirlerine Bütünsel Yaklaşım*. Detay Yayıncılık, Ankara.
- OECD (2009), Sustainable Manufacturing and Eco-innovation: Towards a Green Economy
- Öztürk, O. (2009). *Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Peker, D. (2010) *Çevresel Performansın Geliştirilmesinde Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Ravi, V., and Shankar, R. (2005). Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. *Technological Forecasting and Social Change*, 72 (8), 1011-1029.
- Russo, M. V., and Fouts, P. A. (1997). A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability. *Academy of management Journal*, 40 (3), 534-559.
- Sarkar, A., and Mohapatra, P. K. (2006). Evaluation of supplier capability and performance: A method for supply base reduction. *Journal of Purchasing and supply management*, 12 (3), 148-163.
- Sarkis, J. (2012). A boundaries and flows perspective of green supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17 (2), 202-216.
- Saxena J. P., Sushil and P. Vrat (2005) *Policy and Strategy Formulation: An Application of Flexible Systems Methodology*, Prime Publishing, New Delhi.
- Scupola, A. (2003). The adoption of Internet commerce by SMEs in the south of Italy: An environmental, technological and organizational perspective. *Journal of Global Information Technology Management*, 6 (1), 52-71.
- Seuring, S., and Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of cleaner production*, 16 (15), 1699-1710.

- Shieh, J. I., Wu, H. H., and Huang, K. K. (2010). A DEMATEL method in identifying key success factors of hospital service quality. *Knowledge-Based Systems*, 23 (3), 277-282.
- Smith, A., Voß, J. P., and Grin, J. (2010). Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research policy*, 39 (4), 435-448.
- Srivastav, P., and Gaur, M. K. (2015). Barriers to implement green supply chain management in small scale industry using interpretive structural modeling technique-a north Indian perspective. *European journal of advances in engineering and technology*, 2 (2), 6-13.
- Srivastava, S. K. (2007). Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*, 9 (1), 53-80.
- Şenocak, B., and Mohan, Y. B. (2018). İşletmelerde Çevresel Sürdürülebilirlik Bilinci Ve Yeşil İşletmecilik Uygulamaları İle İşletme Başarısı Arasındaki İlişki. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 161-183.
- Tseng, M. L. (2009). A causal and effect decision making model of service quality expectation using grey-fuzzy DEMATEL approach. *Expert systems with applications*, 36 (4), 7738-7748.
- Walker, H., Di Sisto, L., and McBain, D. (2008). Drivers and barriers to environmental supply chain management practices: Lessons from the public and private sectors. *Journal of purchasing and supply management*, 14 (1), 69-85.
- Wu, W. W., and Lee, Y. T. (2007). Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert systems with applications*, 32 (2), 499-507.
- Yu Lin, C. and Hui Ho, Y. (2008). An empirical study on logistics services provider, intention to adopt green innovations. *Journal of Technology, Management and Innovation*, 3 (1), 17-26.



Mekânsal Ekonometri Analizi ile Türkiye’de Bölgeler Arası Bebek Ölüm Oranı Belirleyicileri Üzerine Bir İnceleme

A Study on Interregional Determinants of Infant Mortality Rate in Turkey with Spatial Econometric Analysis

Ahmet Koncak* , Gökhan Konat** 

Öz

Bebek ölümlerinin altında yatan nedenlerin başında sosyal ve ekonomik faktörler, eğitim, sağlık okuryazarlığı, sağlıklı ilgili davranış ve bunun gibi diğer birçok faktör gösterilmektedir. Bu çalışmada Türkiye’de bebek ölümleri nedenlerinin sosyoekonomik göstergeler ile olan ilişkisi araştırılmak istenmektedir. Böylelikle Türkiye için sosyoekonomik dezavantaj birikiminin olup olmadığını göstermek adına istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre 26 Bölge (İBBS-2) için mekânsal ekonometrik tekniklerden faydalanılmıştır. Çalışmada bebek ölüm oranını etkileyen sosyoekonomik göstergeler olarak annenin yaş grubuna göre doğumları (15’den az), gelir eşitsizliği katsayısı (Gini indeksi), yaş gruplarına göre kadınların işgücüne katılma oranı (15 yaş ve üzeri, Toplam/Kadın), yüz bin kişi başına toplam hastane yatak sayısı, ilköğretim mezunu kadın sayısı ile lise veya dengi mezunu kadın sayısı alınmıştır. Çalışmada dikkate alınan değişkenlerin veri setine Türkiye İstatistik Kurumu resmi veri tabanından erişilmiştir. Yapılan sınamalar neticesinde 15 yaşın altında doğum yapan kadın sayısında, Gini katsayısında ve ilkökul mezunu kadın sayısındaki artışın bebek ölümlerini artırdığı, artan eğitim düzeyi ile bebek ölümlerinin azaldığı görülmektedir. Ayrıca 15 yaş üstü işgücüne katılan kadın yüzdesi ve yüz bin kişi başına hastanede kişi başına düşen yatak sayısındaki artışın bebek ölümlerinde azalışa neden olduğu bulgusuna ulaşılmaktadır. Dolayısıyla bebek ölümlerindeki sebeplerin sosyoekonomik göstergeler ile olan ilişkilerini araştırmak, halk sağlığı politikası önlemlerinin tasarlanması önemli ipuçları sağlayabilir. Böylelikle ele alınan ülke, bölge ya da topluluk için çıkarımlarda bulunarak politika önlemleri almada yardımcı olabilir.

Anahtar Kelimeler

Bebek Ölümleri, Sosyoekonomik Göstergeler, İBBS-2, Mekânsal Ekonometri

Abstract

Social and economic factors, education, health literacy, health-related behavior, and many other factors are shown at the beginning of the underlying causes of infant deaths. This study it is aimed to investigate the relationship between the causes of infant mortality and socioeconomic indicators in Turkey. Therefore, using 26 Regions (NUTS2) following the classification of statistical regional units, spatial econometric approaches were employed to demonstrate if a socioeconomic disadvantage accumulation exists in Turkey. In the study, the socioeconomic indicators that affect infant mortality are the number of women who gave birth under the age of 15, income inequality coefficient (Gini index), labor force participation rate of women by age groups (15 years and above, Total/Female), the total number of hospital beds

* **Sorumlu Yazar:** Ahmet Koncak (Arş. Gör. Dr.), Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, Bolu, Türkiye
E-posta: akoncak@ibu.edu.tr ORCID: 0000-0002-4445-6128

** Gökhan Konat (Arş. Gör. Dr.) Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, Bolu, Türkiye
E-posta: gokhan.konat@inonu.edu.tr ORCID: 0000-0002-0964-7893

Atf: Koncak, A., Konat, G. (2023). Mekânsal ekonometri analizi ile Türkiye’de bölgeler arası bebek ölüm oranı belirleyicileri üzerine bir inceleme. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38, 149-170. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.38.1195613>



per hundred thousand people, number of primary school graduate women, and number of high schools or equivalent graduate woman. TurkStat was utilized to collect all of the study's data. The experiments show that newborn mortality is increased by the Gini coefficient, the number of women who completed primary school, and the number of women who gave birth before the age of 15, but infant mortality is decreased by higher education levels. In addition, it is found that an increase in the percentage of women over the age of 15 participating in the workforce and the number of beds per hundred thousand people in the hospital causes a decrease in infant mortality. Therefore, investigating the relationship between infant mortality causes and socioeconomic indicators can provide essential clues about public health policy design. Thus, it can assist in taking policy measures by making inferences for the country, region, or community studied.

Keywords

Infant Mortality, NUTS2, Socioeconomic Indicators, Spatial Econometrics

Extended Summary

Health indicators are also used to evaluate a nation's level of development and well-being, in addition to economic indicators. The infant mortality rates of the most commonly used countries are one of these indicators. Infant mortality rates, accepted as a component of the physical quality of life index, are an essential indicator of a country's health and development level. Therefore, research conducted by considering these and similar health indicators help to make inferences about the country, community, or region under consideration, as it shows good public health and quality. In this study, the determinants of infant mortality were examined with the data of 2019 for NUTS-2 for Turkey. For this purpose, the spatial regression approach was used to include the spatial interaction between regions in the modeling process.

The number of women who gave birth under the age of 15 (*yas15*), the Gini coefficient (*gini*), the percentage of women over the age of 15 participating in the workforce (*isgucu*), the total number of hospital beds per hundred thousand people (*kbyatak*), number of primary school graduate women aged 15 and over (*ilkokul*) and number of high school graduate women aged 15 and over (*lise*) were included in the model as independent variables.

The spatial weight matrix allows the spatial regression approach to integrating spatial effects into the model. In the study, row standardization was used along with the development of a spatial weight matrix based on rook contiguity. In the first step, the OLS model was estimated, and the existence of spatial autocorrelation in errors was investigated with the Moran-I test. According to the results of the OLS model, only *isgucu* was statistically significant. When the regional distribution of *bebekol* is examined on the map, it is thought that there may be a spatial interaction since it is observed that there are clusters. In this respect, the Moran-I test was applied to the residuals of the OLS model in the first step to determine the spatial autocorrelation. According to the test result, positive spatial autocorrelation was found in the residuals.

LM tests were used to select the suitable model. As a result of the test, it was decided that the suitable model was the SEM model. The variables that were statistically insignificant in the OLS model then started to become significant in the estimated SEM model. The spatial error parameter λ is statistically significant. In addition, since the Akaike Information Criteria (AIC) is lower in the SEM model, it is concluded that the performance of this model is better. Finally, when the significance of the spatial error parameter was tested with the Likelihood Ratio (LR) test, it was confirmed that it should be included in the model.

According to the SEM model, a 1% increase in the number of women who gave birth under the age of 15, the Gini coefficient, and the number of primary school graduate women caused an increase of 0.124%, 0.803%, and 0.647%, respectively. Although the 1% increase in the number of high school graduate women seems to cause an increase of 0.316% in infant mortality, it can be said that there is a decrease in infant mortality rates by about half when compared to the number of primary school graduates. The 1% increase in *isgucu* and *kbyatak* variables causes a 0.852% and 0.616% decrease in infant mortality, respectively. The spatial error term coefficient is 0.866 and is statistically significant.

When the SEM model’s findings are considered generally, it is clear that income inequality between regions is the main cause of an increase in infant mortality. Another factor is the mother’s education level. There is a decrease in infant mortality with the increase in education level. On the other hand, the increase in the number of women giving birth under the age of 15 causes an increase in infant mortality. In this respect, by supporting women in their education, pregnancies under the age of 15 can be prevented, and regional development can be achieved through qualified participation in the labor market. Thus, it is possible to observe decreases in regional income inequality as regions grow. Therefore, it is evident from this research that increasing the mother’s academic achievement is crucial for reducing infant mortality. Moreover, improving the health system and conditions through investments in the health sector will similarly reduce infant mortality.

Mekânsal Ekonometri Analizi ile Türkiye’de Bölgeler Arası Bebek Ölüm Oranı Belirleyicileri Üzerine Bir İnceleme

Ülkelerin kalkınma ve refah düzeylerini ölçerken sadece ekonomik göstergelerden faydalanılmamakta sağlık göstergelerinden de faydalanılmaktadır. Bu göstergelerden biri de yaygın olarak kullanılan ülkelerin bebek ölüm oranlarıdır. Fiziksel yaşam kalitesi endeksinin bir bileşeni olarak kabul görülen bebek ölüm oranları bir ülkenin hem sağlık hem de gelişmişlik düzeyinin önemli bir göstergesidir. Dolayısıyla bu ve bunun gibi sağlık göstergeleri dikkate alınarak yapılan araştırmalar iyi halk sağlığı ve kalitesini gösterdiği için ele alınan ülke, topluluk ya da bölge hakkında çıkarımlarda bulunmasına yardımcı olur (Ertekin vd., 2016: 124-125).

Nüfus sağlığının oldukça hassas bir ölçüsü olarak kabul edilen bebek ölümleri aynı zamanda çevresel ve sosyoekonomik kalkınmanın da jeopolitik bir ölçüsü olarak literatürde kabul görmektedir (Fantini vd., 2006: 429). Belirli bir toplulukta bebek ölüm oranı ya da hızı, genel sağlık veya refah seviyesinin; çevresel ve sosyoekonomik gelişiminin en önemli göstergelerinden biridir. Çünkü bebek sağlığı ve hayatta kalması, bebeklerin doğdukları ve içinde büyüdükleri koşullarla yakından ilişkilidir (Ortigoza vd., 2021: 264). Bu sebeple araştırmacılar bebek ölümleri ile sosyoekonomik göstergeler arasındaki ilişkiyi inceleyerek ele aldığı ülkenin, bölgenin ya da topluluğun halk sağlığı politikası önlemlerini tasarlamaktadır. Aynı zamanda sosyoekonomik dezavantaj birikimini göstermek için de bebek ölümleri ile sosyoekonomik göstergeler arasındaki ilişki kullanılmaktadır (Rosicova vd., 2011: 523-524).

Bebek ölümü, bir çocuğun belirli bir yıl veya dönemde bir yaşına gelmeden ölümü olarak tanımlanır. Erken çocukluk, gelecekteki sağlık durumlarını belirleyen hayati bir dönemdir. Bu nedenle bebek ölüm oranı, bir ülkenin fiziksel yaşam kalitesi indeksini ve refahını belirlemek için kullanılabilir hassas ve önemli bir göstergedir. Bebek ölümleri birçok gelişmekte olan ülkede önemli bir halk sağlığı önceliği olmaya devam etmektedir ve bu zorluğu ele almayı amaçlayan stratejiler büyük önem taşımaktadır. Bebek ölümleriyle önemli ölçüde ilişkili olan ve henüz keşfedilmemiş birçok faktör mevcuttur (Lamichhane vd., 2017: 2). Dünya genelinde yapılan araştırmalar neticesinde bebek ölümleri biyolojik, sosyoekonomik ve çevresel olmak üzere üç kategoride sınıflandırılmaktadır (Mosley ve Chen, 2003: 140-142).

Yürütülen araştırmalar neticesinde cinsiyet, annenin kitle iletişim araçlarına maruz kalması, temiz yemek pişirmek için yakıt kullanımı, tuvalet erişimi, gelişmiş ve güvenli içme suyu tesisi, annenin dini ve etnik kökeni, hane geliri, doğum sırası, annenin doğumdaki yaşı, doğum aralıkları, doğum öncesi ve doğum bakımının profesyonel mevcudiyeti, annenin eğitimi, kentsel-kırsal yerleşim yeri gibi birçok göstergenin bebek ölümü ile olan ilişkisinin araştırıldığı görülmektedir (Sahu vd., 2015: 710).

Bebek ölüm oranları, annelerin ve yeni doğanların sağlığı için ekonomik ve sosyal koşulların yanı sıra sağlık sistemlerinin etkinliğini yansıtmaktadır. Bebek ölümlerinin nedenleri, ekonomik gelişme, genel yaşam koşulları, sosyal refah ve çevrenin kalitesi gibi tüm nüfusun sağlığını etkileyen yapısal faktörlerle güçlü bir şekilde ilişkilidir. Sanayi dünyasında, bebek ölümlerindeki düşüşte baskın bir faktör, sosyal ve ekonomik ilerleme olmuştur. Dolayısıyla bebek ölüm hızının düştüğü bir senaryoda sosyal, ekonomik veya demografik belirleyiciler önemli roller üstlenmektedir (Khadka vd., 2015: 2).

Sosyal ve ekonomik faktörler, sağlık okuryazarlığı, eğitim ve cinsiyet eşitliği gibi sağlığın belirleyicileri, sağlık arama davranışı ve genel sağlık sonuçları ile güçlü bir şekilde ilişkilidir. Kısmen daha yüksek okuryazarlık oranlarının yansıttığı daha iyi eğitimin, daha yüksek gelir ve daha düşük bebek ölüm oranları ve daha düşük nüfus artış hızı gibi daha iyi sağlık göstergeleri ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Ailelerin, özellikle de kadınların eğitimi, kalkınma üzerinde çarpan etkisine sahiptir (Saurabh vd., 2013: 349).

Literatür incelendiğinde mekânsal modellerin çok fazla kullanılmadığı görülmektedir. Bu çalışmanın kullanılan yöntem ve değişkenler bakımından literatürdeki çalışmalardan ayrılarak önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir. Makalenin geri kalanı şu şekilde düzenlenmiştir: ikinci bölümde literatür taraması yer almaktadır, üçüncü bölümde metodoloji açıklanmıştır dördüncü bölümde veri seti ile ilgili bilgiler ve ampirik bulgular bulunmaktadır. Son olarak beşinci bölüm ise araştırmayı sonuçlandırmaktadır.

Literatür Özeti

Literatürde bebek ölümleriyle önemli ölçüde ilişkili olan araştırılmaya değer birçok faktör olması nedeniyle çeşitli ülke, bölge ya da topluluk için yapılan pek çok çalışmanın olduğu görülmektedir. Yapılan literatür taraması sonucunda elde edilen literatür özeti Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1
Literatür Özeti

Yazar(lar)	Dönem(ler)	Yöntem(ler)	Sonuç
Wang (2003)	1985-1999	Regresyon Analizi	60 düşük gelirli ülke için kırsal ve kentsel bölgelerde bebek ölümlerini etkileyen faktörler araştırılmıştır. Kırsal bölgelerde kentsel bölgelere göre bebek ölümlerinin daha yüksek olduğu bulunmuş ve iki bölgedeki bebek ölümlerini etkileyen faktörlerin farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kırsal bölgelerde elektrige erişimin artmasıyla; kentsel bölgelerde ise aşılama ile bebek ölümlerinin anlamlı biçimde azalacağı belirtilmiştir.
Narayan ve Smyth (2006)	1960-2000	Nedensellik analizi	Avustralya için yapılan çalışmada kadın işgücüne katılım, doğurganlık ve bebek ölüm oranı arasındaki ilişki araştırılmıştır ve bebek ölüm hızından kadınların işgücüne katılımına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu ifade edilmiştir.
Leigh ve Jencks (2007)	1903-2003	Regresyon Analizi	Avustralya, Kanada, Fransa, Almanya, İrlanda, Hollanda, Yeni Zelanda, İspanya, İsveç, İsviçre, Birleşik Krallık ve ABD için yapılan çalışmada kişi başına düşen gelir düzeyi artışlarıyla birlikte bebek ölüm oranlarının azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.
Tüylüoğlu ve Tekin (2009)	2003	Çoklu Regresyon Analizi	176 ülke için gerçekleştirilen analiz neticesinde kişi başı sağlık harcamasının ve kişi başı Gayrisafi Yurt İçi Hâsıla artışının bebek ölüm oranı üzerinde negatif etkiye sahip olduğu bulgusuna erişilmiştir.
Ferrarini ve Norström (2010)	1970-2000	Zaman Serileri Analizi	18 yüksek gelirli ülke için yapılan çalışmada ekonomik büyümenin bebek ölümlerini azalttığı sonucuna ulaşılmışlardır.
Baird vd. (2011)	1986-2004	Regresyon Analizi	123 ülke için kişi başına GSYİH ile bebek ölümleri arasında büyük ve negatif bir ilişki olduğunu göstermişlerdir.
Erdoğan vd. (2013)	1970-2007	Panel Veri Analizi	25 OECD ülkesi için yapılan çalışmada ampirik bulgular seçilmiş ülkelerde bebek ölüm hızı ile kişi başına düşen reel GSYİH arasında anlamlı ve negatif bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır.
Siah ve Lee (2015)	1970-2010	ARDL ve Granger Nedensellik Analizi	Malezya için kadınların işgücüne katılım oranı, bebek ölüm hızı ve doğurganlık arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişkinin ve nedensellik ilişkisinin araştırıldığı çalışmada bebek sahibi olmanın kadın istihdamını engellemediğini ve böylece istihdam ile bebek ölümlerinin azaldığı sonucuna varmışlardır.
Ertekin vd. (2016)	1960-2013	Eşbütünleşme Analizi	Türkiye için bebek ölümleri ile kişi başı gelir ve işsizlik oranı arasındaki uzun dönemli ilişki sınanmış ve elde edilen bulgular sonucunda değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir. Uzun dönemde kişi başı gelir artışının bebek ölümlerini azalttığı, işsizlik oranındaki artışın da bebek ölümlerini artırdığı ifade edilmiştir. Ayrıca kişi başı gelir düzeyinin işsizlik oranına göre bebek ölümleri üzerinde etkisinin daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır.

Demirtaş ve Metintaş (2017)	2015	Korelasyon Analizi	Türk Cumhuriyetleri için gerçekleştirilen çalışmada kişi başına düşen Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla ve kişi başına düşen sağlık harcaması arttıkça bebek ölüm hızı azalmakta; işsizlik yüzdesi, kaba doğum hızı ve toplam doğurganlık hızı arttıkça bebek ölüm hızının arttığı sonucuna varılmıştır.
Cesur, Tekin, Ülker (2017)	2001-2011	Panel Veri Analizi	Türkiye’deki illerde doğalgaz kullanımının yaygınlaşmasının bebek ölümleri üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada doğalgaz kullanımının bebek ölümlerini anlamlı şekilde azalttığı bulunmuştur.
Manavgat ve Çelik (2017)	2008-2014	Mekânsal Panel Veri	Türkiye’nin 81 ili için sağlık düzeyinin göstergelerinden biri olan bebek ölüm hızı artış oranının bağımlı değişken olarak kullanıldığı çalışmada iller arasında sağlık düzeyi açısından pozitif yönlü yayılma etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca gelir düzeyi ve sosyal sağlık güvencesinin sağlık düzeyinin en önemli belirleyicilerinden olduğu belirtilmektedir. Bununla birlikte, eğitim düzeyinin, kentleşme oranının ve sağlık hizmetlerine erişim kolaylığının sağlık düzeyi üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.
Der (2020)	· 2013 · 2013 · 2009-2018 · 2014-2018 · 2011-2017	· Tek Değişkenli Lojistik Regresyon · Çok Değişkenli Lojistik Regresyon · Panel Sabit Etkiler (81 İl, 26 Bölge ve 56 Ülke için)	Tek ve çok değişkenli lojistik regresyon sonuçlarına göre refah ve doğumlar arasındaki sürenin artması bebek ölüm riski üzerinde azaltıcı etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İller düzeyindeki bebek ölümlerinde okuma yazma bilmeyen kadın oranında ve kişi başı gelirden artışın bebek ölümleri üzerinde artırıcı etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Bölgeler düzeyi için bebek ölümleri üzerinde Gini katsayısının artırıcı; üniversite mezunu kadın sayısının ve işsizlik oranının azaltıcı etkiye sahip olduğuna ulaşılmıştır. Son olarak 56 ülke için tahmin edilen modele göre kişi başı milli gelir, en az ilkököl mezunu kadın sayısı ve elektriğe erişimi olan nüfusta artışın bebek ölümleri üzerinde azaltıcı etkiye sahip olduğu bulunmuştur.
Tatlı (2021)	2019	Mekânsal Kesit Regresyon Modeli	Türkiye için iller bazında bebek ölümleri ile kaba doğum oranı, temel sağlık hizmetlerine başvuran sayısı, ebe sayısı, okur yazarlık oranı arasındaki ilişki mekânsal regresyon modeli ile incelenmiştir. Moran-I istatistiğine göre iller arasında bebek ölümlerinde mekânsal ilişki bulunmuş ve uygun modelin mekânsal gecikme (SAR) modeli olduğuna karar verilmiştir.
Yetim vd. (2021)	2014-2018	Panel Regresyon Analizi	Türkiye’de bebek ölümlerinin sosyoekonomik nedenlerinin araştırıldığı çalışmada, üniversite mezunu kadın yüzdesi, sağlık harcamalarının hane halkı harcamaları içerisindeki yüzdesi, Gini katsayısı, yoksulluk oranı, doğurganlık hızı ve kentsel nüfus yüzdesi değişkenleri bağımsız değişkenler olarak ele alınmıştır. Yapılan sınamalar neticesinde üniversite mezunu kadın yüzdesinin bebek ölümleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif ve doğurganlık hızının da etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tuzun (2021)	2019	Doğrusal Regresyon Analizi	Türkiye’de bebek ölüm hızı ile ilişkili etmenlerin araştırıldığı çalışmada iki değişkenli modeller için yüz bin kişiye düşen hastane yatak sayısı parametresi anlamlı değilken, toplam doğurganlık hızı, adolesan doğumların toplam doğumlar içindeki oranı, kişi başı Gayrisafı Yurt İçi Hâsıla, 18 yaş ve üzeri için lise ve üzeri eğitim alan kadınların oranı, yüz bin kişiye düşen hekim sayısı, bin doğuma düşen yeni doğan yoğun bakım yatak sayısı modele etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca bebek ölüm hızı ile 100.000 kişiye düşen hastane yatak sayısı arasında zayıf negatif ilişki olduğu ifade edilmiştir.
Şantaş vd. (2021)	2000-2017	Panel Regresyon Analizi	OECD ülkeleri için gerçekleştirilen analizler neticesinde bebek ölüm hızları ile kamu sağlık harcamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

Literatür incelendiğinde bebek ölümlerini inceleyen çalışmaların çoğunun bölgesel etkileşimi modelleme sürecine dahil etmeyen yöntemleri kullandığı görülmektedir. Bu çalışmada ise incelenen dönem için Türkiye’nin İBBS-2 düzeyi 26 bölge arasındaki mekânsal etkileşim modelleme sürecine dahil edilmiştir.

Mekânsal Regresyon Yaklaşımı

Mekânsal regresyon modelleri Tobler (1970)’in “*her şey birbiri ile ilişkilidir ancak yakın olanlar uzaktakilere göre daha ilişkilidir*” olarak tanımlanan coğrafyanın ilk kanunundan yola çıkılarak ülkeler, bölgeler gibi birimler arasındaki etkileşimlerin regresyon modellerine mekânsal ağırlık matrisi ile dahil edilmesine dayanmaktadır. Bu yöntem sağlık, psikoloji, ekonomi, eğitim, sosyal bilimler gibi çok farklı alanlarda uygulanma imkânı bulunmasından dolayı kesit veri tipinin ardından panel veri modellerinde de yer bulmuştur. Bununla birlikte başlarda yalnızca başta yalnızca mekânsal etkilerin tespitiyle sınırlı olan literatür modelleme ve tahmin konusunda da yol almıştır.

Mekânsal etkiler, mekânsal değişkenlik ve mekânsal bağımlılık ya da diğer bir ifade ile mekânsal otokorelasyon olarak ortaya çıkmaktadır (Koncak, 2016: 16). Zaman serisi boyutunda otokorelasyon gözlemlerin kendisinin zaman gecikmeleriyle olan korelasyonunun ölçüsünü ifade ederken; mekânsal otokorelasyon gözlemlerin mekânsal konumları arasındaki fonksiyonel ilişki olarak görülebilir. Pozitif mekânsal otokorelasyon durumu birbiriyle benzer değerlerin kümelenmesine işaret ederken negatif otokorelasyon ise bu durumun tam tersini işaret etmektedir. Mekânsal otokorelasyonun bulunmaması ise gözlemler arasında mekânsal ilişki bulunmadığını ve gözlemlerin dağılımının rassal olduğuna göstermektedir.

Birimler arasındaki ilişki mekânsal ağırlık matrisi W ile modellenmektedir. $N \times N$ boyutunda, (bir birim kendisi ile komşu olmadığı varsayıldığından) köşegen elemanları sıfırlardan oluşan, pozitif ve simetrik yapıda olan bu matris coğrafi komşuluğa ya

da uzaklığa göre oluşturulabilmektedir. w_{ij} ’lerden oluşan W matrisi i ve j birimleri arasındaki ilişkiyi temsil etmektedir. i ve j birimleri komşu ise “1” değil ise “0” değerlerini almaktadır. Oluşturulan bu matris yorumlama kolaylığı açısından satır ya da sütun toplamları 1’e eşit olacak şekilde standartlaştırılarak kullanılmaktadır. Y gibi bir değişkenin mekânsal ağırlık matrisi ile çarpılmasıyla (WY) ilgili değişkenin mekânsal gecikmesi hesaplanmış olacaktır. Bu değer i birimine komşu olan birimlerdeki Y değişkenlerinin ortalama değeri şeklinde yorumlanmaktadır (Arbia, 2014: 29).

(1) numaralı eşitlikte yer alan matris formundaki klasik doğrusal regresyon modelinde N gözlem sayısını ve k değişken sayısını göstermek üzere; $YNXI$ boyutlu bağımlı değişken vektörünü, $XN \times k + 1$ boyutlu bağımsız değişkenler matrisini, $\beta k \times 1$ boyutlu katsayılar vektörünü ve $\varepsilon N \times 1$ boyutlu hata terimleri vektörünü göstermektedir.

Mekânsal regresyon modellerinde mekânlar arası etkileşimi tanımlayan mekânsal ağırlık matrisinin tanımlanmasından sonraki adım bu modelin kalıntılarında mekânsal etkileşimin olup olmadığının araştırılmasıdır. Mekânsal etkilerin bulunmadığı durumda Eşitlik (1)’deki modelin tahmini için EKK (En Küçük Kareler) kullanabilir ancak mekânsal etkilerin bulunduğu durumda bu tahmincinin kullanılması durumunda EKK tahmincileri etkinlik özelliğini kaybedecektir. Ayrıca mekânsal etkiler bulunurken, mekânsal gecikme teriminin modelde yer almaması dışlanmış değişken sorununa neden olacaktır. Bu durumda ise tahmin edilen klasik doğrusal regresyon modelinin parametreleri yanlı ve tutarsız olacaktır.

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (1)$$

Tüm mekânsal etkileşim yapılarını içeren genel yuvalanmış model Eşitlik (2)’deki gibi tanımlanmaktadır. Bu modele farklı kısıtlar konularak farklı modeller türetilmektedir. Eşitlik (1)’de yer alan mekânsal etkilerin bulunmadığı klasik doğrusal regresyon modeli $\rho=0$, $\theta=0$ ve $\lambda=0$ kısıtlarıyla elde edilmektedir.

$$\begin{aligned} Y &= \rho WY + X\beta + WX\theta + u \\ u &= \lambda Wu + \varepsilon \end{aligned} \quad (2)$$

Standart doğrusal regresyon modeline mekânsal etkileşim üç farklı şekilde dahil edilebilir; bağımlı değişken Y ile içsel etkileşim etkileri, bağımsız değişken X ile dışsal etkileşim etkileri ve son olarak hata terimleri ε ’lar arasındaki etkileşim etkileri (Elhorst, 2014, p. 5). Yaygın olarak kullanılan mekânsal gecikme (SAR) ve mekânsal hata (SEM) modelleri ise sırasıyla $\theta=0$, $\lambda=0$ ve $\rho=0$, $\theta=0$ kısıtlarının konulmasıyla elde edilmektedir. SAR modelinde bağımlı değişkenin mekânsal etkileşimleri açıklayıcı değişken olarak modele dahil edilmektedir. WY olarak ifade edilen bu durum aynı zamanda komşu birimlerdeki değerlerin ağırlıklı ortalamasını göstermektedir. Diğer yaygın olarak kullanılan SEM modelinde ise mekânsal olarak

ilişkili gözlemlenemeyen özellikler ya da ihmal edilen değişkenler mekânsal olarak ilişkili hatalar olarak modellenmektedir. SAR modelindeki içsellik sorunu nedeniyle modelin tahmini için EKK tahmincisi yerine maksimum olabilirlik (ML), araç değişkenler (IV), genelleştirilmiş momentler yöntemi (GMM) gibi tahmincilerle başvurulmaktadır. SEM modeli EKK ile tahmin edildiğinde içsellik problemine bağlı yanlılık ve tutarsızlık sorunu yoktur. Ancak elde edilen parametreler etkin değildir bu yüzden EKK tahmincisinden daha etkin sonuçlar verecek tahmincilerle ihtiyaç duyulmaktadır. Bu modelin tahmininde maksimum olabilirlik (ML) ve uygulanabilir genelleştirilmiş en küçük kareler (FGLS) tahmincileri kullanılmaktadır.

Mekânsal etkilerin tespiti için kullanılan en temel araç EKK kalıntılarındaki mekânsal otokorelasyonu ölçen Moran (1950) tarafından geliştirilen ve Cliff ve Ord (1972) tarafından önerilen Moran-I istatistiğidir (Arbia, 2014: 33). H_0 hipotezi “*Mekânsal otokorelasyon yoktur*” olan bu istatistik ε EKK’dan elde edilen kalıntıları göstermek üzere (3) numaralı eşitlikteki gibi hesaplanmaktadır.

$$I = \frac{\varepsilon'W\varepsilon}{\varepsilon'\varepsilon} \quad (3)$$

Bu istatistik standartlaştırılarak standart normal dağılım tablosu ile kıyaslanacak şekilde (4) numaralı eşitlikteki halini almıştır. Eşitlikte yer alan $E(I)$ beklenen değeri, $var(I)$ ise I istatistiğinin varyansını ifade etmektedir.

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{var(I)}} \sim N(0,1) \quad (4)$$

Moran-I istatistiği mekânsal dağılımın tümüne ait kümelenme hakkında bilgi verirken kümelenmenin konumu hakkın bilgi vermemektedir. Bu nedenle bu istatistik global bir istatistiktir. Anselin (1995) lokal mekânsal kümelenmelerin görülebilmesi ve anlamlı olup olmadığının test edilebilmesi için lokal bir istatistik olan LISA (Local indicators of spatial association) istatistiğini önermiştir. Önerilen bu istatistik Moran-I gibi global bir istatistiği oluşturan gözlemlerin ayrıştırılmasına ve yalnızca komşu gözlemlerle olan mekânsal ilişkisine dayanmaktadır (Fischer ve Wang, 2011: 27).

Moran-I istatistiği mekânsal bağımlılık hakkında bilgi verirken alternatif hipotez altında bağımlılığın türü hakkında bilgi vermemektedir. Bu bakımdan hem bağımlılığın testi hem de kullanılması gerekli model türü hakkında bilgi veren LM (Lagrange Multiplier) testleri ve bunların dirençli (robust) versiyonları kullanılmaktadır (Anselin, 2001: 323). Uygun mekânsal regresyon modelinin belirlenmesinde genellikle klasik doğrusal regresyon modelinden başlanarak kalıntılarda mekânsal etkileşim olup olmadığı incelenir. Mekânsal ilişki bulunması halinde ise uygun modele LM istatistiklerinden yararlanılarak karar verilebilir. Bu yöntem kısaca özelden genele yaklaşım ya da Hendry (1995) yaklaşımı olarak bilinmektedir.

Uygun mekânsal regresyon modelinin belirlenmesinde LM testleri şu şekilde kullanılmaktadır; SAR modeli için LM testi anlamlı (LM_ρ) ve SEM modeli için LM (LM_λ) testi anlamsız ise bu durumda SAR modelinin kullanılması uygun olacaktır. Tersine durumda ise mekânsal etkileşimin SEM modeli ile modellenmesi gerektiğine işaret edilmektedir. Her ikisinin anlamlı olduğunda ise bu testlerin dirençli versiyonlarına (*Robust LM ρ* ve *Robust LM λ*) bakılarak benzer süreç takip edilerek uygun modele karar verilebilir.

Veri Seti ve Uygulama Sonuçları

Bu çalışma kapsamında 2019 yılında Türkiye’de bebek ölümlerinin belirleyicileri 26 alt bölge (İBBS-2) için incelenmiştir. Bebek ölümlerini etkileyebilecek 6 değişken bağımsız değişken olarak modele dahil edilmiştir. Bu değişkenler sırasıyla 15 yaşından küçük yaşta anne olan kadın yüzdesi (*yas15*), eşdeğer hane halkı kullanılabilir fert gelirine göre Gini katsayısı (*gini*), 15 yaş ve üzeri nüfusta kadının işgücüne katılma yüzdesi (*isgucu*), yüz bin kişi başına toplam hastane yatak sayısı (*kbyatak*), 15 yaş üzeri ilköğretim mezunu kadın sayısı (*ilkokul*) ve 15 yaş üzeri lise mezunu kadın sayısıdır (*lise*). Bağımlı değişken olarak ise toplam aylık ve günlük bebek ölümleri (*bebekol*) alınmıştır. Değişkenler arasındaki fonksiyonel *i* ilgili bölgeyi göstermek üzere ilişki Eşitlik (5)’te tanımlanmıştır.

$$bebekol_i = f(yas15_i, gini_i, isgucu_i, kbyatak_i, ilkokul_i, lise_i)$$

Verilerin tamamı TÜİK’ten sağlanmış ve kesit veri tipinde karşılaşılabilecek değişken varyans problemine karşı tüm değişkenlerin doğal logaritması alınmıştır. Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1’de sunulmuştur. Tablo 1’deki yer alan standart sapmalara göre değerlendirildiğinde en büyük oynaklığın 15 yaş üzeri lise mezunu kadın sayısında olduğu ve onu ilkokul mezunu kadın sayısının takip ettiği görülmektedir. Oynaklığın en az olduğu değişken ise bölgelere ait Gini katsayısıdır. Değişkenlerin normal dağılıp dağılmadığını sınavan Jarque-Bera test sonuçlarına göre normalliği gösteren sıfır hipotezi yalnızca 15 yaşından küçük anne olan kadın yüzdesi (*yas15*) için reddedilebilmektedir. Bu sonuca göre *yas15* haricindeki tüm değişkenlerin normal dağılıma uyduğu söylenebilir. Değişkenler arasındaki doğrusal ilişkinin gücü ve yönü hakkında bilgi veren korelasyon matrisi ise Tablo 2’de paylaşılmıştır.

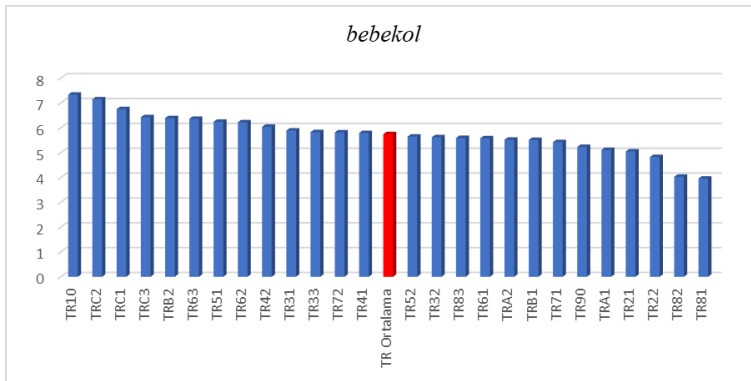
Tablo 1

Tanımlayıcı İstatistikler (Logaritmik)

	<i>bebekol</i>	<i>yas15</i>	<i>gini</i>	<i>isgucu</i>	<i>kbyatak</i>	<i>ilkokul</i>	<i>lise</i>
Ortalama	5.740	1.368	-1.062	3.490	5.656	11.252	12.201
Medyan	5.714	1.609	-1.046	3.519	5.651	11.301	12.155
En Büyük	7.332	2.833	-0.849	3.773	5.999	12.979	14.124
En Küçük	3.951	-2.303	-1.269	3.063	5.220	10.146	10.938
Std. Sap.	0.795	1.158	0.088	0.188	0.190	0.609	0.694
Çarpıklık	-0.278	-1.286	-0.208	-0.498	-0.461	0.346	0.493
Basıklık	3.338	4.845	3.659	2.418	2.993	4.001	3.861
JB	0.458	10.850	0.658	1.443	0.921	1.606	1.856
p-değeri	0.795	0.004 ^a	0.720	0.486	0.631	0.448	0.395
Gözlem	26	26	26	26	26	26	26
Kaynak	TÜİK	TÜİK	TÜİK	TÜİK	TÜİK	TÜİK	TÜİK

JB Jarque-Bera testini ve p-değeri bu teste ilişki olasılık değerini göstermektedir. a, b ve sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeylerini göstermektedir.

Grafik 1’de bebek ölümlerinin 2019 yılı için 26 bölgedeki seyri paylaşılmıştır. Grafiğe göre bebek ölümlerinin en yüksek olduğu ilk beş bölge TR10 (İstanbul), TRC2 (Şanlıurfa, Diyarbakır), TRC1 (Gaziantep, Adıyaman, Kilis), TRC3 (Mardin, Batman, Şırnak, Siirt) ve TRB2 (Van, Muş, Bitlis, Hakkâri) olduğu görülmektedir. En düşük olan üç bölge ise sırasıyla TR81 (Zonguldak, Karabük, Bartın), TR82 (Kastamonu, Çankırı, Sinop) ve TR22 (Balıkesir, Çanakkale)’dir.



Grafik 1. İBBS-2 Bölgeler için Bebek Ölüm Oranları (Logaritmik)

Tablo 2

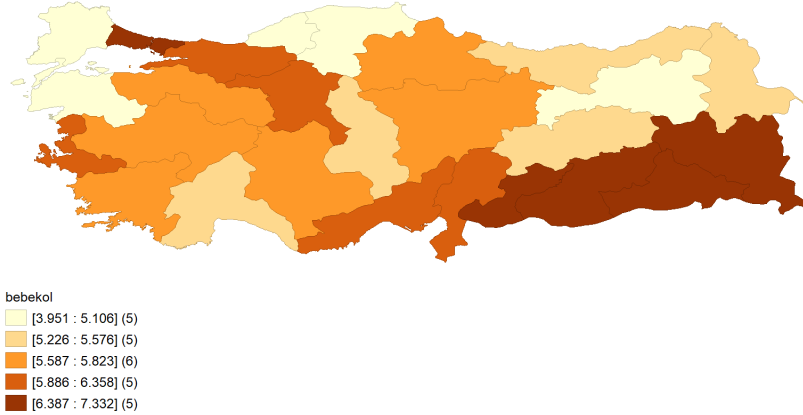
Değişkenler Arası Korelasyon

	<i>bebekol</i>	<i>yas15</i>	<i>gini</i>	<i>isgucu</i>	<i>kbyatak</i>	<i>ilkokul</i>	<i>lise</i>
<i>bebekol</i>	1.000	0.649	0.537	-0.461	-0.359	0.640	0.590
<i>yas15</i>	0.649	1.000	0.284	-0.278	-0.303	0.512	0.420
<i>gini</i>	0.537	0.284	1.000	-0.175	-0.321	0.342	0.332
<i>isgucu</i>	-0.461	-0.278	-0.175	1.000	0.357	0.225	0.281
<i>kbyatak</i>	-0.359	-0.303	-0.321	0.357	1.000	0.026	0.119
<i>ilkokul</i>	0.640	0.512	0.342	0.225	0.026	1.000	0.956
<i>lise</i>	0.590	0.420	0.332	0.281	0.119	0.956	1.000

İlk adımda Eşitlik (6)’da yer alan model klasik EKK yöntemi ile tahmin edilerek katsayılar elde edilmiştir. Tablo 3’te yer alan sonuçlara göre yalnızca *isgucu*’nün bebek ölümleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif etkiye sahip olduğu görülmektedir. Buna göre *isgucu*’nde %1’lik artış bebek ölümlerinde %2.234 azalmaya neden olmaktadır. Kalıntılarda değişen varyans olup olmadığını sıyanan Breusch-Pagan Testi sonuçlarına göre sıfır hipotezi “*Değişen varyans yoktur*” reddedilememektedir. Bu durum modelde değişen varyans probleminin olmadığı anlamına gelmektedir.

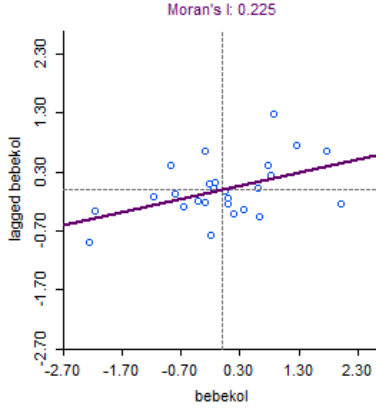
$$\begin{aligned} \text{bebekol}_i = & \beta_0 + \beta_1 \text{yas15}_i + \beta_2 \text{gini}_i + \beta_3 \text{isgucu}_i + \beta_4 \text{kbyatak}_i \\ & + \beta_5 \text{ilkokul}_i + \beta_6 \text{lise}_i + u_i \end{aligned} \quad (6)$$

Sonraki aşamada Eşitlik (6)’da yer alan model kalıntılarında mekânsal etkilerin varlığının araştırılmasıdır. Şekil 1’de bebek ölümlerinin kantillere göre bölgesel dağılımına yer verilmiştir. Haritaya göre İBBS-2 bölgeleri arasında bebek ölümlerinde kümelenmelerin olduğu görülmektedir. Bebek ölümlerinin yüksek ve düşük olduğu bölgeler arasında kümelenmesi bunun tesadüfi olmadığı bölgeler arasındaki bebek ölümlerinin mekânsal bir ilişki içerisinde olabileceği anlamına gelmektedir.



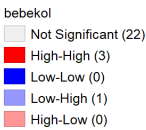
Şekil 1. Bebek Ölümlerinin Bölgesel Dağılımı (İBBS-2)

Mekânsal etkiler modele mekânsal ağırlık matrisi ile dahil edilmektedir. Bu bakımdan burada mekânsal ağırlık matrisinin tanımlanması ve mekânsal etkilerin varlığının araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada mekânsal ağırlık matrisi sınır komşuluğuna dayalı olan kale komşuluğuna dayanılarak oluşturulmuştur. Simetrik yapıda olan bu matrise satır standartlaştırması uygulanmıştır.



Şekil 2. Bebek Ölümünün Moran Saçılım Grafiği

Şekil 2'e yer alan Moran saçılım grafiği bebek ölümleri (*bebekol*) ve mekânsal gecikmeli bebek ölümleri ($W^*bebekol$) arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bir başka ifade ile bebek ölümleri ve komşu bölgelerdeki bebek ölümleri arasındaki ilişkiyi gösteren bu grafiğe ve 0.225 olan Moran istatistiğine göre pozitif mekânsal otokorelasyon olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Bebek Ölümünün LISA Haritası

Şekil 3'te yer alan LISA haritasında High-High (HH) ve High-Low (HL) Türkiye ortalamasının üstünde bebek ölüm oranına sahip bölgeler için yüksek ve düşük bebek ölüm oranına sahip bölgelerle ilişkili olmayı ifade etmektedir. Low-Low (LL) ve Low-High (LH) ise Türkiye ortalamasının altında bebek ölüm oranına sahip bölgeler için

düşük ve yüksek bebek ölüm oranına sahip bölgelerle ilişkili olmayı göstermektedir (Aral ve Aytaç, 2018: 11).

Haritaya göre LW bölgesinde yalnızca Malatya Bölgesi yer almaktadır. Bu sonuca göre Malatya Bölgesi’nin Türkiye ortalamasının altında bebek ölüm oranına sahip olduğu aynı zamanda yüksek bebek ölüm oranına sahip bölgelerle ilişki içinde olduğu görülmektedir. Gaziantep, Şanlıurfa ve Mardin ise HH bölgesinde yer almaktadır. Bu bölgeler hem Türkiye ortalamasının üzerinde bebek ölüm oranına sahip hem de yüksek bebek ölüm oranına sahip bölgelerle ilişki içerisinde.

Mekânsal etkilerin varlığı öncelikle Moran-I istatistiği ile incelenecektir. Sıfır hipotezi “*Mekânsal etki yoktur*” olan bu testin istatistiği EKK kalıntılarında mekânsal otokorelasyon olup olmadığı hakkında bilgi vermektedir. Tablo 3’teki Moran-I istatistiğine göre sıfır hipotezi reddedilmektedir. Bu bakımdan modelde mekânsal etkilerin var olduğu ve bunun modellenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Moran-I istatistiği yalnızca mekânsal ilişkinin varlığı hakkında bilgi vermektedir, bu ilişkinin nasıl modellenmesi gerektiği hakkında bilgi vermemektedir. Burada yalnızca hipotez altındaki modelin tahmin edilmesi ile kolaylık sağlayan LM testlerinden ve dirençli versiyonlarından faydalanılmaktadır.

Tablo 3’e göre EKK kalıntılarında uygulanan LM testlerine bakıldığında yalnızca LM_λ istatistiğinin anlamlı olmasıyla birlikte dirençli versiyonlarına bakılmadan mekânsal etkilerin SEM modeli ile modellenmesi gerektiği sonucuna ulaşılabilir. Bunun için tahmin edilmesi gereken SEM modeli Eşitlik (7)’de tanımlanmıştır.

$$\begin{aligned} \text{bebekol}_i = & \beta_0 + \beta_1 \text{yas15}_i + \beta_2 \text{gini}_i + \beta_3 \text{isgucu}_i \\ & + \beta_4 \text{kbyatak}_i + \beta_5 \text{ilkokul}_i + \beta_6 \text{lise}_i + \lambda Wu_i + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (7)$$

SEM modeli tahmin sonuçları Tablo 3’te yer almaktadır. EKK modelinden farklı olarak mekânsal etkilerin modele dahil edilmesiyle sabit terim haricinde tüm değişkenlere ilişkin katsayıların istatistiksel olarak anlamlı ve beklentilere uygun olduğu söylenebilir.

SAR modelinin aksine SEM modeli katsayıları doğrudan yorumlanabilmektedir. Sonuçlara göre bebek ölümleri üzerinde azaltıcı etkisi olan değişkenlerin *isgucu* ve *kbyatak* olduğu görülmektedir. Buna göre kadının işgücüne katılımındaki %1’lik artışın bebek ölümlerini %0.852 azalttığı söylenebilir. Ayrıca sağlık sistemindeki gelişmişliği temsil eden yüz bin kişi başına düşen toplam hastane yatak sayısındaki %1’lik artışın bebek ölümleri üzerinde %0.616 azalışa neden olduğu görülmektedir.

Tablo 3

Model Tahmin Sonuçları

Değişken:	EKK	SEM
<i>yas15</i>	0.073 [0.082]	0.124 ^a [0.038]
<i>gini</i>	1.253 [0.927]	0.803 ^a [0.481]
<i>isgucu</i>	-2.234 ^a [0.450]	-0.852 ^a [0.294]
<i>kbyatak</i>	-0.618 [0.437]	-0.616 ^a [0.227]
<i>ilkokul</i>	0.371 [0.434]	0.647 ^a [0.221]
<i>lise</i>	0.452 [0.372]	0.316 ^c [0.181]
Sabit Terim	8.572 ^a [2.597]	1.636 [1.654]
<i>W*_u</i>	-	0.866 ^a [0.076]
Tanımlayıcı Testler:		
Jarque-Bera	0.211 (0.900)	-
Breusch-Pagan	4.744 (0.577)	6.080 (0.414)
Moran-I Testi	2.684 (0.007)	-
<i>LM_p</i>	1.848 (0.174)	-
<i>LM_λ</i>	3.464 (0.063)	-
Dirençli <i>LM_p</i>	0.083 (0.774)	-
Dirençli <i>LM_λ</i>	1.698 (0.193)	-
AIC	24.648	7.523
Olabilirlik Oran Testi	-	17.125 ^a (0.000)

Köşeli parantez içindeki değerler standart hataları ve parantez içindeki değerler testlere ilişkin olasılık değerlerini göstermektedir. a, b ve sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeylerini ifade etmektedir. SEM modeli ML ile tahmin edilmiştir.

Modele göre bebek ölümleri üzerinde artışa neden olabilecek değişkenlerin ise sırasıyla *yas15*, *gini*, *ilkokul*, *lise* ve mekânsal hata terimidir. 15 yaşından küçük yaşta doğum yapan kadın sayısındaki %1'lik artış bebek ölümlerinde %0.124 ve bölgeler arasındaki gelir eşitsizliğindeki %1'lik artış bebek ölümlerinde %0.803 artışa neden olmaktadır. Kadının eğitim düzeyini gösteren *ilkokul* ve *lise* değişkenlerinde ise farklı bir durum söz konusudur. Öncelikle beklenildiği gibi düşük eğitim düzeyini temsil eden 15 yaş üzeri ilkokul mezunu kadın sayısındaki %1'lik artış bebek ölümlerinde %0.647 artışa neden olmaktadır. Benzer durum, daha yüksek eğitim düzeyi olan 15

yaş üzeri lise mezunu kadın sayısındaki artış için de görülmektedir. Ancak burada *lise* ve *ilkokul* değişkenlerine ilişkin katsayıların kıyaslanmasıyla yorumlamak daha doğru sonuçlar vermektedir. Dolayısıyla iki değişken birlikte yorumlandığında yani *ilkokul*’a ilişkin katsayı 0.647 iken *lise* değişkenine ait katsayı 0.316 için eğitim düzeyinde artışın bebek ölümlerinde yarı yarıya azalmaya neden olabileceği söylenebilir.

Mekânsal hata modeline ait katsayı λ ’nın değeri 0.866’dır ve istatistiksel olarak anlamlıdır. EKK modeline hatalardaki mekânsal etkilerin eklenmesiyle birlikte komşu bölgelerle ilişkili hataların modellemeye dahil edilmesi sağlanmıştır.

EKK ve SEM modelleri Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ile kıyaslanabilir. EKK modeli için bu değer 24.648 iken; SEM modeli için bu değer 7.523’tür. Bu bakımdan AIC’in daha küçük olduğu SEM modelinin uygun ve performansının daha iyi olduğu söylenebilir. SEM modelinde yer alan Olabilirlik Oran Testi sonucu benzer şekilde mekânsal hata teriminin (λ) anlamlı olduğunu işaret etmektedir.

Sonuç ve Tartışma

Bir ülke için bebek ölümleri genel sağlık veya refah seviyesinin önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bebeklerin direnç kapasitelerinin belirsizliği onları yaşam standardının hayatta kalma üzerindeki etkisine karşı özellikle duyarlı hale getirdiğinden, bebeklerin düşük sosyoekonomik statünün en belirgin etkilerine sahip olmaları beklenir. Dolayısıyla bebek sağlığı ve hayatta kalması, bebeklerin doğdukları ve içinde büyüdükleri koşullarla yakından ilişkili olması kaçınılmazdır. Fiziksel yaşam kalitesi endeksinin bir bileşeni olarak kabul görülen bebek ölümleri ile sosyoekonomik göstergeler arasındaki ilişki araştırmacılar tarafından sıklıkla incelenen bir konudur. Böylelikle bebek ölümlerindeki farklılıkların açıklanmasına katkıda bulunulması amaçlanmakta ve politika önerileri sunulmaktadır.

2019 yılına ait verilerle Türkiye için İBBS-2’de bebek ölümlerinin belirleyicilerinin incelendiği bu çalışmada sosyal ve ekonomik değişkenlerin yanında bölgeler arasındaki mekânsal etkileşim modellemeye dâhil edilmiştir. Bunun için mekânsal regresyon yönteminden faydalanılmıştır. Mekânsal etkilerin modellenmesinde kritik rol oynayan mekânsal ağırlık matrisi sınır komşuluğuna göre oluşturulmuştur.

Bu çalışma Türkiye’de bebek ölümlerinin iller ve bölgeler bazında incelendiği çalışmalardan daha çok kadın merkezli değişkenlere odaklanarak ayrıştırmaktadır. 15 yaş altında doğum yapan kadın sayısı, bölgeler arası gelir eşitsizliğinin ölçüsü olan Gini katsayısı, kadının sosyoekonomik özgürlüğünün göstergesi olan 15 yaş üstü işgücüne katılan kadın yüzdesi, bölgenin sağlık imkanlarının göstergesi olan yüz bin kişi için hastanede kişi başına düşen yatak sayısı, ilkokul mezunu kadın sayısı ve

lise mezunu kadın sayısının bağımsız değişkenler olarak alındığı çalışmada bağımlı değişken olarak bebek ölüm oranları alınmıştır.

İlk adımda tahmin edilen EKK modeline göre kalıntılarda mekânsal etki tespit edilmiş ve LM testleriyle uygun modelin SEM modeli olduğuna karar verilmiştir. SEM modeli sonuçlarına göre sabit terim haricinde tüm katsayılar istatistiksel olarak anlamlı ve beklentilere uygun bulunmuştur.

Model tahmin sonuçlarına göre bebek ölümleri üzerinde en büyük artış kaynağının gelir eşitsizliği olduğu görülmektedir. Gini katsayısı ile ölçülen gelir eşitliğinin Der (2020)'in modeline benzer biçimde bebek ölümleri üzerinde artırıcı etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Gelir eşitsizliğinin ardından bebek ölümleri üzerinde etkisi en fazla olan değişken annenin eğitim düzeyidir. Düşük eğitim düzeylerinde bebek ölümü artarken eğitim düzeyinin artmasıyla birlikte bebek ölümlerindeki artışın yarı yarıya azaldığı söylenebilir. Toplumun genelinin (Manavgat ve Çelik (2017) ve Tatlı (2021)) ve özel olarak kadının eğitim düzeyi (Der (2020), Yetim vd. (2021) ve Tuzun (2021)) ile bebek ölümleri arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalarla kıyaslandığında bu sonucun literatürle uyumlu olduğu söylenebilir.

Bebek ölümlerini etkileyen bir diğer önemli faktör annenin doğum yaptığı yaştır. Çok erken ya da genç yaşta anne olmak diğer yaş grupları ile kıyaslandığında bebek ölüm riskini artırmaktadır. Analiz sonuçlarına göre 15 yaşın altında doğum yapan kadın sayısındaki artış bebek ölümlerinde de artışa neden olduğu gözükmektedir. Bu durum annenin ruhsal ve bedensel gelişiminin henüz tamamlanmaması kaynaklı olarak yorumlanabilir.

Bebek ölümlerinde azalışa neden olan faktörlerin başında ise kadının işgücüne katılımının artışıdır. Çünkü bebek ölümleri ile kadınların işgücüne katılımı arasında da potansiyel bir nedensellik ilişkisi vardır. Bebek ölümleri, ekonomik kalkınmanın bir göstergesi olarak ve kadınların işgücüne katılımı, kadınlara sunulan gelir getirici fırsatların bir göstergesi olarak görülmektedir. Ekonomik kalkınma normalde kadınların özgürleşmesi ve ev dışında gelir getirici fırsatlara daha iyi erişimle ilişkilendirilir. Elde edilen bu sonuç Narayan ve Symth (2006) ve Siah ve Lee (2015) ile benzer olarak bebek ölüm oranlarındaki düşüşün genellikle kadınların işgücüne katılımındaki artışla ilişkilendirildiğini göstermektedir. Dolayısıyla bebek ölüm oranlarını düşüren ve kadınların işyerindeki rolüne ilişkin toplumsal tutumları değiştiren gelişmiş ekonomik ve sağlık koşullarının bir kombinasyonunu yansıttığı anlamına gelmektedir. Azalışa neden olan diğer bir faktör ise sağlık sistemindeki gelişmişliği gösteren yüz bin kişi başına düşen hastanedeki yatak sayısıdır. Bu sonucun da Tüzün (2021) çalışması ile paralellik taşıdığı görülmektedir.

Genel olarak değerlendirmek gerekirse bebek ölümlerinin önüne geçilebilmesi için başta bölgeler arasındaki gelir eşitsizliğinin önüne geçilmesi gerektiği

görülmektedir. Bunun için bölgenin desteklenmesi ve kişi başına düşen gelirin artırılması gereklidir. Ayrıca kadının eğitim seviyesinin artırılması için politika yapıcılar tarafından eğitimde teşvik edici politikalar uygulanabilir. Bu yolla erken yaşta gebeliğin önüne geçilerek 15 yaş altında gerçekleşebilecek gebeliğin ruhsal ve bedensel etkilerinin ortadan kaldırılmasıyla benzer şekilde bebek ölümlerinin önüne geçilebilecektir. Kadının eğitim seviyesinin artışı aynı zamanda işgücüne katılımını etkileyeceğinden yine bebek ölümlerinde dolaylı olarak azalma ya neden olacaktır. Aynı zamanda bu durum bölgelerin kalkınmasında rol oynayacaktır. Son olarak sağlık sektörüne yapılacak yatırımlarla sayesinde sektörde yüz bin kişi başına düşen yatak sayısındaki artışla bebek ölümlerindeki artışın önüne geçilebilecektir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

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

Peer-review: Externally peer-reviewed.

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

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

Kaynakça/References

- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical analysis*, 27(2), 93-115.
- Anselin, L. (2001). *Spatial econometrics. A companion to theoretical econometrics*, 310330.
- Aral, N., & Aytaç, M. (2018). Türkiye’de işsizliğin mekânsal analizi. *Öneri Dergisi*, 13(49), 1-20.
- Arbia, G. (2014). *A primer for spatial econometrics with applications in R*: Springer.
- Baird, S., Friedman, J., & Schady, N. (2011). Aggregate income shocks and infant mortality in the developing world. *Review of Economics and statistics*, 93(3), 847-856.
- Cesur, R., Tekin, E., & Ulker, A. (2017). Air pollution and infant mortality: evidence from the expansion of natural gas infrastructure. *The economic journal*, 127(600), 330-362.
- Cliff, A., & Ord, K. (1972). Testing for spatial autocorrelation among regression residuals. *Geographical analysis*, 4(3), 267-284.
- Demirtaş, Z., & Metintaş, S. (2017). Türk Cumhuriyetlerinde Anne Çocuk Sağlığı Göstergelerinin Ekonomik Ve Doğurganlık Özellikleri Açısından Değerlendirilmesi. *ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi*, 2(1), 16-25.
- Der, H. H. (2020). *Bebek ölüm oranlarının sosyoekonomik belirleyicileri* (Master’s thesis, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü)
- Elhorst, J. P. (2014). *Spatial econometrics from cross-sectional data to spatial panels*: Springer.
- Erdoğan, E., Ener, M., & Arıca, F. (2013). The strategic role of infant mortality in the process of economic growth: an application for high income OECD countries. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 99, 19-25.
- Ertekin, S. M., Dural, B. Y., & Kırca, M. (2016). Türkiye’de Ekonomik Büyüme Ve İşsizliğin Bebek Ölümüne Etkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 7(17), 4629-2.

- Fantini, M. P., Stivanello, E., Dallolio, L., Loghi, M., & Savoia, E. (2006). Persistent geographical disparities in infant mortality rates in Italy (1999–2001): comparison with France, England, Germany, and Portugal. *The European Journal of Public Health*, 16(4), 429-432.
- Ferrarini, T., & Norström, T. (2010). Family policy, economic development and infant mortality: a longitudinal comparative analysis. *International Journal of Social Welfare*, 19, S89-S102.
- Fischer, M. M., & Wang, J. (2011). *Spatial data analysis: models, methods and techniques*: Springer Science & Business Media.
- Hendry, D. F. (1995). *Dynamic econometrics*: Oxford University Press on Demand.
- Khadka, K. B., Lieberman, L. S., Giedraitis, V., Bhatta, L., & Pandey, G. (2015). The socio-economic determinants of infant mortality in Nepal: analysis of Nepal Demographic Health Survey, 2011. *BMC pediatrics*, 15(1), 1-11.
- Koncak, A. (2016). Teknolojik bağımlılık ve büyüme ilişkisi: Mekânsal dışsallıkların ampirik analizi. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü,
- Lamichhane, R., Zhao, Y., Paudel, S., & Adewuyi, E. O. (2017). Factors associated with infant mortality in Nepal: a comparative analysis of Nepal demographic and health surveys (NDHS) 2006 and 2011. *BMC public health*, 17(1), 1-18.
- Leigh, A., & Jencks, C. (2007). Inequality and mortality: long-run evidence from a panel of countries. *Journal of health economics*, 26(1), 1-24.
- Manavgat, G. & N. Çelik (2017). Sağlık Düzeyinin Belirleyicilerine Yönelik Mekânsal Bir Analiz: Türkiye İBBS-3 Örneği. *Sosyoekonomi*, 25(34), 53-67.
- Moran, P. A. (1950). Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, 37(1/2), 17-23.
- Mosley, W. H., & Chen, L. C. (2003). An analytical framework for the study of child survival in developing countries. *Bulletin of the world Health Organization*, 81, 140-145.
- Narayan, P.K. ve Smyth, R. (2006). Female Labor Force Participation, Fertility And Infant Mortality In Australia: Some Empirical Evidence From Granger Causality Test, *Applied Economics*, 38(5).
- Ortigoza, A. F., Granados, J. A. T., Miranda, J. J., Alazraqui, M., Higuera, D., Villamonte, G., ... & Roux, A. V. D. (2021). Characterising variability and predictors of infant mortality in urban settings: findings from 286 Latin American cities. *J Epidemiol Community Health*, 75(3), 264-270.
- Rosicova, K., Madarasova Geckova, A., van Dijk, J. P., Kollarova, J., Rosic, M., & Groothoff, J. W. (2011). Regional socioeconomic indicators and ethnicity as predictors of regional infant mortality rate in Slovakia. *International journal of public health*, 56(5), 523-531.
- Sahu, D., Nair, S., Singh, L., Gulati, B. K., & Pandey, A. (2015). Levels, trends & predictors of infant & child mortality among Scheduled Tribes in rural India. *The Indian journal of medical research*, 141(5), 709-719.
- Saurabh, S., Sarkar, S., & Pandey, D. K. (2013). Female literacy rate is a better predictor of birth rate and infant mortality rate in India. *Journal of family medicine and primary care*, 2(4), 349-353.
- Siah, A.K. ve Lee, G.H. (2015). Female Labor Force Participation, Infant Mortality And Fertility In Malaysia, *Journal of The Asia Pasific Economy*, 20(4).
- Şantaş, F., Şantaş, G., & Demirgil, B. (2021). Kamu Sağlık Harcamasının Üç Temel Sağlık Göstergesine Etkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Panel Regresyon Analizi. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(21), 73-84.
- Tobler, W. R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic geography*, 46(sup1), 234-240.

- Tatlı, S. (2021). Spatial econometric analysis of health services in Turkey through the perspective of the health development indicator. *Journal of Life Economics*, 8(4), 555-563.
- Tuzun H. (2021). Factors related to infant mortality rate and under-five mortality rate in Turkey: An ecological study with provincial data. *Çocuk Dergisi - Journal of Child*. 21(3), 221-230. <https://doi.org/10.26650/jchild.2021.993630>.
- Tüylüoğlu, Ş., & Tekin, M. (2009). Gelir düzeyi ve sağlık harcamalarının beklenen yaşam süresi ve bebek ölüm oranı üzerindeki etkileri. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(1), 1-31.
- Wang, L. (2003). Determinants of child mortality in LDCs: empirical findings from demographic and health surveys. *Health policy*, 65(3), 277-299
- Yetim, B., Demirci, Ş., Konca, M., İlgün, G., & Çilhoroz, Y. (2021). Socio-Economic Determinants of Infant Mortality Rate in Turkey. *Sosyoekonomi*, 29(47), 367-381.

Ek

Türkiye İBBS-2 Bölgeleri ve Kodları

KOD	BÖLGE ADI
TR10	İstanbul
TR21	Tekirdağ, Edirne, Kırklareli
TR22	Balıkesir, Çanakkale
TR31	İzmir
TR32	Aydın, Denizli, Muğla
TR33	Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak
TR41	Bursa, Eskişehir, Bilecik
TR42	Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova
TR51	Ankara
TR52	Konya, Karaman
TR61	Antalya, Isparta, Burdur
TR62	Adana, Mersin
TR63	Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye
TR71	Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir
TR72	Kayseri, Sivas, Yozgat
TR81	Zonguldak, Karabük, Bartın
TR82	Kastamonu, Çankırı, Sinop
TR83	Samsun, Tokat, Çorum, Amasya
TR90	Trabzon, Ordu, Giresun, Rize, Artvin, Gümüşhane
TRA1	Erzurum, Erzincan, Bayburt
TRA2	Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan
TRB1	Malatya, Elâzığ, Bingöl, Tunceli
TRB2	Van, Muş, Bitlis, Hakkâri
TRC1	Gaziantep, Adıyaman, Kilis
TRC2	Şanlıurfa, Diyarbakır
TRC3	Mardin, Batman, Şırnak, Siirt



İstanbul'da Hızlı Tüketim Malları Alışveriş Ziyaretleri Ve İndirim Market Cirolarındaki Değişime Dair Sayısal - Mekansal Keşfedici Bir İnceleme

A Quantitative Spatial Exploratory Analysis on Fast Consumer Goods, Shopping Trips, and Discount Supermarket Revenues: The Case of Istanbul

Mete Başar Baypınar* , Cem Beygo** , Gökalp Köseoğlu*** , Elifsu Şahin**** ,
Burcu Aksoy Sertbakan*****

Öz

Rakiplerine göre yenilikçi perakende zincirleri değişen tüketici davranışlarına uygun şekilde daha yüksek değer, dolayısıyla yaşam kalitesi sunabilen girişimlerdir. Bir ülkede yayılabilmek için öncelikle rekabetçi bir konuma yerleşmeli ve rakiplere göre ürün ve hizmet kalitesi ile tüketici açısından uygun maliyetler sunarak değer yaratmalıdırlar. Tüketiciler yaşam standartlarını korumak için alışveriş sepetleri ve ziyaretlerinin yapısı, maliyeti ve sıklıklarını değişen mekânsal koşullara, kültürel normlara ve zaman maliyetlerine göre uyarlamaktadırlar. Mekânsal olarak ayrılmış tüketici gruplarının zamansal davranış değişimlerinin iyi anlaşılması, yeni mağaza formatlarının başarıyla geliştirilmesi ve yaygınlaşmasına dair stratejik kararları besleyecek ekonometrik çalışmaların da önünü açmaktadır.

Mekânsal verilerin bol olduğu günümüz koşullarında, yeni perakende potansiyellerini incelemek veya mevcut performansı analiz etmek daha kolay hale gelmiştir. Ancak mevcut iş zekası uygulamalarının teorik temelleri ve ampirik bulguları yeterince dikkate almamaları, yükselen piyasa ekonomilerinin özel koşullarını göz ardı etmeleri eleştirilmektedir. Bir diğer kısıt ise veri gizliliğinden kaynaklanmaktadır. Oysa gösterdiğimiz üzere, açık kaynaklı verilerin ve sahadan toplanacak verilerin çeşitli mekansal ya da mekansal olmayan yeni değişkenlerin üretilmesinde ya da bazı parametrelerin hesaplanmasında kullanılması mümkündür.

Bu çerçevede İstanbul'daki konut alanları kaynaklı orta ve alt gelir gruplarına dair hızlı tüketim malları talebindeki yıllık değişim, mekansal ve mekansal olmayan veriler yoluyla alışveriş havzaları bütününde incelenmiş, planlı ve plansız alışveriş ziyaret sayılarındaki değişim deterministik bir şekilde hesaplanmıştır. Bu sayede indirim marketlere dair yerel potansiyeller ortaya konulmuştur. Gerçek veriler ile kıyaslandığında yöntemin başarılı olduğu görülmüştür. Çalışma bulgularının Türkiye

* **Sorumlu Yazar:** Mete Başar Baypınar (Dr. Öğr. Üyesi.), İstanbul Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Şehircilik ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul, Türkiye. E-Posta: metebaypinar@istanbul.edu.tr ORCID: 0000-0001-5035-8498

** Cem Beygo (Doç. Dr.) İstanbul Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Şehircilik ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul, Türkiye. E-Posta: cembeygo@istanbul.edu.tr ORCID: 0000-0001-7617-8866

*** Gökalp Köseoğlu (Ar-Ge Müdürü), Maptriks Inc., İstanbul, Türkiye. E-Posta: gokalpkoseoglu@maptriks.com ORCID: 0000-0001-7148-2981

**** Elifsu Şahin (Araş. Gör.) İstanbul Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Şehircilik ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul, Türkiye. E-Posta: elifsu.sahin@istanbul.edu.tr ORCID: 0000-0002-3683-0167

***** Burcu Aksoy Sertbakan (Üretim Müdürü) Maptriks Inc., İstanbul, Türkiye. E-Posta: burcuaksoy@maptriks.com ORCID: 0000-0002-7920-9557

Atf: Baypınar, M.B., Beygo, C., Koseoglu, G., Sahin, E., & Aksoy Sertbakan, B. (2023). İstanbul'da hızlı tüketim malları alışveriş ziyaretleri ve indirim market cirolarındaki değişime dair sayısal - mekansal keşfedici bir inceleme. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38, 171-198. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.38.1205129>



ve benzer ülkelerde yenilikçi perakende formatları geliştirmeye yönelik yapılacak istatistiksel veya ekonometrik iş zekâsı uygulamalarına yön vermesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler

Alışveriş Ziyaretleri, Perakende Ticaret Potansiyeli, Havza Analizi

Abstract

In response to changing consumer behaviors, innovative retail chains have begun offering consumers higher value and a higher quality experience than competitors. For successful diffusion in a country, innovators must establish a competitive position by creating better value for consumers offering a more appropriate product and quality of service compared to competitors. Consumers adapt the structure, cost, and frequency of their shopping baskets and visits to the changing spatial conditions, cultural norms, and time costs in order to maintain their living standards. A better understanding of the temporal behavioral changes of spatially segregated consumer groups opens the way for econometric studies that can inform what strategic decisions will help the successful development and diffusion of innovative store formats.

Spatial data exist in abundance, and examining new retail potentials and analyzing current performance have become easier. However, the literature has thoroughly criticized the insufficiency of existing business intelligence applications regarding their theoretical foundations and empirical findings, as well as their ignorance of the exceptional conditions of emerging market economies. Another limitation concerns data confidentiality. This article demonstrates how open-source secondary and primary data collected through surveys are helpful in generating new spatial and non-spatial variables for further use in econometric and statistical studies. Within this scope, the study analyzes the annual change in demand for fast-moving consumer goods in terms of middle- and lower-income groups originating from residential areas in Istanbul within shopping basins using geographic information systems. The study then identifies the changes in the number of planned and unplanned shopping visits and the local potential for discount markets. These comparisons using officially announced data reveal the method to be successful. The study's findings have the potential to guide statistical and econometric business intelligence applications in developing innovative retail formats in Türkiye and similar countries.

Keywords

Shopping Trips, Retail Potential, Catchment Analysis

Extended Summary

For successful diffusion in a country, innovative retail chains must establish a competitive position by creating better value for consumers who adapt to changing social, economic, and technical conditions by adjusting their shopping trips and shopping baskets (Burt et al., 2003; Kim, 2008; Matusitz & Forrester, 2009; Matusitz & Leanza, 2009). Consumers adapt to maintain their living standards under changing conditions, and a better understanding of the temporal behavioral changes of spatially segregated consumer groups will open the way for econometric studies that can inform what strategic decisions would help successfully develop and diffuse innovative store formats (Hernández & Bennison, 2000).

Spatial data currently exist in abundance, and new computing systems have also become available that facilitate the dynamic examination of spatial retail potentials. Interest in such applications has also grown in Türkiye, where fast-moving consumer good (FMCG) expenditures take second place in household budget expenditures, mainly due to rising competition since 2010. However, the literature has thoroughly criticized the insufficiency of existing business intelligence applications regarding

their theoretical foundations, as well as their relevance to empirical findings (Newing et al., 2013). Another limitation arises from data confidentiality, as retail chains do not reveal individual outlet revenues. As an emerging market economy, Türkiye also appears to have some special conditions that must be considered (Franz et al., 2013; Franz & Hassler, 2011; Hökelekli et al., 2017). A better understanding using exploratory spatial studies will open the way for econometric studies to provide better information about strategic decisions, thus allowing faster diffusion of innovative retail formats in emerging markets.

The potentials arising from socioeconomic status groups in particular locations also have particular interest. While the local real estate markets and transport infrastructure in these localities dictate the limits for consumer shopping trips and the size of shopping baskets on one hand, on the other, they also limit the available space innovative retail outlets can exploit. These particular situations must be empirically studied, as they may impose significant barriers against the successful diffusion of retail formats and consumer coping behaviors. This article demonstrates that specific demand patterns for discount markets in specific locations can be explored by utilizing parallel geographic information systems and computing platforms, as well as secondary quantitative data alongside primary qualitative data.

Within this scope, the study first determines the demand from middle- and lower-income households for FMCGs originating from residential areas in Istanbul, using both Turkish Statistical Institute (TurkStat) household income statistics as well as derived spatial data regarding the precise location of certain socioeconomic status groups within district bazaar basins. The study then employs the Maptriks Geographic Information Systems (GIS) Engine, which allows 10 to 100 times faster calculation speeds with respect to traditional GIS algorithms by utilizing parallel hardware and parallel computing approaches, in order to identify the spatial borders of district bazaar shopping basins within 750 meters of walking distance through origin-destination matrices within the scope of a city with a population of 15 million people. This also allows how many discount markets are located within these basins to be identified. By making use of public company data regarding the annual change of average shopping baskets and primary qualitative data, this article establishes a structure for studying change in demand, deterministically calculating the average number of target households' weekly planned and unplanned shopping trips with respect to expendable income on FMCGs. The study then calculates the potential demand in shopping basins per discount market. Using officially announced data, the comparisons reveal the method to have been successful. The study's findings have the potential to guide and inform statistical and econometric business intelligence applications with regard to evaluating strategic development and diffusion innovative retail formats in Türkiye and other similar countries.

1. Giriş

Kentsel alanlarda yaşayan tüketiciler sosyal, ekonomik, teknolojik ve mekansal değişimler karşısında alışveriş sepetleri ve alışveriş ziyareti varış noktaları ve sıklıklarına dair tercihlerini yaşam kalitesini korumak üzere sürekli olarak değiştirmektedir (Hollander, 1960; McNair, 1958; Reardon & Minten, 2011; Scott & Walker, 2017). Büyük değişimler, yeni girişimler için yeni fırsatlar, yeni fırsatlar da yeni perakende mağaza formatları doğurmakta, rekabet edemeyen eski mağaza formatları ortadan kalkmaktadır. Bu da perakende sektöründe “Perakende Çarkı” olarak tabir edilen tipik bir yenilik döngüsüne işaret etmektedir (Scott & Walker, 2017).

Türkiye’de çağdaş anlamda ilk perakende yenilik döngüsü 1950’li yıllardan itibaren başlamıştır. 1980’li yıllarda yerel ve akabinde ulusal zincir indirim market formatının doğuşu ile bir diğer yenilik döngüsü başlamıştır. İndirim marketler günümüzde hem Türkiye hem Avrupa piyasalarında önemli bir ağırlığa sahiptir (Franz, Appel, & Hassler, 2013; Franz & Hassler, 2011; Hökelekli, Lamey, & Verboven, 2017; Twede, 2012). Ancak Türkiye’de ve dünyada 2010 sonrasında yaşanan perakende sektörü sorunları nedeniyle süregelen perakende yenilik zincirinin sonuna gelip gelmediğimizi incelemek önemli hale gelmiştir.

Yenilikçi zincir mağazaların diğer mağazalara karşı başarıları, hedeflenen sosyo-ekonomik statü (SES) gruplarındaki haneler için özgün değer yaratma ve gayrimenkul varlıklarını iyi değerlendirme becerilerine dayanmaktadır (Burt vd., 2003; Kim, 2008; Matusitz ve Forrester, 2009; Matusitz ve Leanza, 2009). Her yenilikçi perakende formatı aynı anda bir mekânsal organizasyonel yeniliktir (Hernández ve Bennison, 2000). Bu bağlamda, sektörün gelişimine yönelik mekansal ekonometrik araştırmalar, yön eylem araştırmaları ve bunları mekansal karar verme süreçleri ile buluşturan iş zekası uygulamalarının yeterince teorik zemine ve güncel ampirik gözlemlere dayanmaması, firma verilerinin gizli olması, gelişen piyasa ekonomilerine özgü koşulların dikkate alınmaması gibi nedenlerle başarılı olma ihtimalleri azalmaktadır (Fildes, Ma, & Kolassa, 2019; Giovanardi & Lucarelli, 2018; Lenglet & Mencarelli, 2020; Newing, Clarke & Clarke, 2018; Thompson, Clarke, Clarke, & Stillwell, 2012; Wood & Reynolds, 2012).

Bu çerçevede daha başarılı modeller geliştirilebilmesi için bir dizi araştırma sorusu önemli görülmektedir. Öncelikle tüketicilerin talep ve davranışlarına en uygun yanıtı verebilmek açısından önemli olan soru şudur: mekânsal perakende hiyerarşilerinin oluşumunda çapraz alışveriş alışkanlıklarının örüntülerindeki değişimler önemli midir? Bir diğer deyişle, tüketicilerin mevcut ekonomik koşullar ve teknolojik imkanlar altında harcanabilir gelirlerine uygun olarak optimize ettikleri farklı alışveriş sepeti taleplerine ve bundan türeyen alışveriş ziyaretleri taleplerine hangi mekânsal kurgular ile karşılık verilebilir? Ulaşım ve iletişim teknolojileri ile ürün fiyatlarının

görece sabit olduğu belirli bir zaman dilimi içinde uygun perakende formatları belirli bir kentsel yöre içinde nasıl yaygınlaşabilir? Ulaşım ve iletişim teknolojilerindeki değişiklikler, kentsel arazi arzındaki farklılaşma ve tüketici davranışlarındaki değişimler yerleşik perakende hiyerarşilerinde ne gibi kırılmalara neden olabilir ve yenilikçi perakende formatlarının önünü açabilir? Hangi güncel gelişmeler bu yönde yenilikçi formatlar geliştirenler tarafından ele alınmalıdır?

Bu çalışmada yenilikçi perakende zincirleri ile tüketicilerin davranış değişimlerine dair literatürdeki ampirik bulgu ve gözlemlere ve yenilik döngülerine dayanarak kavramsal bir çerçeve oluşturulmuştur. Mekansal ve mekansal olmayan ikincil sayısal veriler ile birincil sözel veriler kullanılarak son beş yıldaki tüketici satın alma gücü ve davranışındaki değişimler ile bunların alışveriş havzalarında indirim marketler için yarattıkları ciro potansiyelleri İstanbul'daki konut alanları için haftalık düzeyde hesaplanmıştır. Bunlar kamuya açık firma verileri ile uyumlu bulunmuştur. Çalışma neticesinde mekansal perakende hiyerarşilerinin oluşumunda çapraz alışveriş alışkanlıkları ile alışveriş ziyaret örüntülerinin açıklayıcı olabileceği, bunlardaki değişimin mekânsal hiyerarşinin değişimi açısından önemli olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Her bir mağazaya özel verilerin gizliliği nedeniyle istatistiksel bir anlamlılık testi yapmak mümkün olmamış ise de firmaların bu çalışma bulgularını kullanarak kendi mağaza verileri ile çeşitli anlamlılık testleri yapılabileceği gibi, panel veri analizi gibi daha ileri düzey çalışmaların da yapılabileceği düşünülmektedir. Özellikle zamansal ve mekansal sabit ve değişken etkilerin dikkate alınmasında çalışmanın değerli olduğu düşünülmektedir. Bu sayede mevcut ya da yeni mağaza formatlarının çeşitli sosyo-ekonomik değişimler karşısında yerel performansının yüksek isabetle ölçülebilecektir.

2. Süpermarket Yenilik Döngüleri, Alışveriş Davranışları ve Perakende Sektöründe Mekansal Organizasyon

Süpermarket yenilik döngüleri, tüketicilerin hızlı tüketim malları alışveriş davranışlarındaki değişimler ve yeni perakende formatları ilişkileri teorik ve ampirik literatür üzerinden aşağıda değerlendirilmiştir.

2.1. Süpermarket Yenilik Döngüleri, Davranışsal Değişimler ve Yenilikçi Formatlar

Farklı coğrafyalarda değişen sosyal, kültürel, ekonomik, teknolojik koşullar, zaman zaman tekil ya da zincir mağazalara dayalı örgütler kurmayı, zaman zaman değer zincirinde uzmanlaşmayı ya da çeşitliliğe odaklanmayı rekabet açısından gerekli kılabilmektedir. Bu örgütler içinde zincir mağaza formatları bir nevi yenilikçi mekansal örgütlenmeler olarak bir dönem doğup büyüme, yaygınlaşmakta ve

nihayetinde olgunlaşmakta ve ömürlerini tamamlamaktadırlar (Coe & Hess, 2005; Ekberg, 2012; Hernández & Bennison, 2000; Hino, 2014; Jindal, Zhu, Chintagunta, & Dhar, 2020; Kooijman, 2002; Reutterer & Teller, 2009; Rogers, 1991; Shields & Kures, 2007; Twede, 2012; Wonglimpiyarat & Yuberck, 2005).

İndirim süpermarket zinciri formatı Batı ülkelerinde geniş kitleler için satın alma gücü düştüğünde ve kentsel mekandaki değişiklikler daha bireyci yaşam tarzlarını teşvik ettiğinde ortaya çıkan yenilikçi bir perakende formatı olarak 1930'larda doğmuş, 1960lar ve 1990larda bunu yeni formatlar izlemiştir. İndirim marketlerin ortaya çıkışı ve yayılmasında genellikle hanehalkı harcanabilir gelirlerindeki bozulma, toplumun yaşlanması, kentsel göç, yalın pazarlama ilkelerin yaygınlaşması, ulaşım modlarında değişim gibi unsurlar önemlidir, bu nedenle orta ve alt gelir gruplarının yaşam standardının korunmasında önemlidirler (Rogers, 1983; Rogers, 1984; Shields & Kures, 2007; Twede, 2012). 1990'larda Yeni Wall-Mart, ALDI, LIDL gibi yeni zincir indirim market formatları önce batıda ortaya çıkmış ve farklı coğrafyalarda yayılmışlardır. Bunlar günümüzde de varlıklarını sürdürmektedirler. Daha üst SES gruplarına hitap eden formatlar ise 2010 yılından beri bir "Perakende felaketi" yaşamaktadırlar (Helm, Kim, & Van Riper, 2020; Townsend, Surane, Orr, & Cannon, 2017).

2.2. Türkiye'de Perakende Yenilik Döngüleri ve İndirim Marketler

Türkiye'de ilk süpermarket zincirleri kamu-özel sektör ortaklıkları ile 1950'li yıllarda kurulmuş, ancak diğer ülkelere göre çok yavaş yayılmıştır. 1980'li yıllardan itibaren metropoliten şehirlerde büyük bir orta-alt gelir grubu tüketici kitlesi ortaya çıkmıştır. Bireysel yaşam tarzlarının da yaygınlaşması ile beraber hızlı tüketim malları için yerel bakkallar ve yerleşik ulusal süpermarket zincirlerinin karşılayamadığı büyük bir talep ortaya çıkmıştır (Franz vd., 2013). Bu ortamda 1980'lerde yerel, 1990'larda ise uluslararası yatırımcıların dahil olduğu ve ileri teknoloji kullanan indirim süpermarket zincirleri metropoliten alanlarda hızla yaygınlaşmıştır. Bunlardan BIM ve A101 en iyi bilinenlerdir.

Zincir indirim marketler ulusal markalarla benzer kalitede özel markalı ürünleri, %15 ila %40 daha düşük fiyatlarla (Bakir & Agharzayev, 2020; Çınar, 2016) sunarak orta ve alt gelir gruplarından tüketiciler için daha yüksek değer yaratmayı ve rekabetçi güç kazanmayı başarmışlardır. İndirim marketlerin hızla yaygınlaşmalarında bu gelir gruplarının yaşam alanlarında yer alan gayrimenkullere uygun mağaza formatları seçmeleri de büyük rol oynamıştır (Franz, et al., 2013; Tokatlı & Boyacı, 1998). Bu alanlarda kolektif kültürün varlığını tamamen kaybetmediği ve merkezi yerlerde semt pazarları da varlıklarını sürdürdüğü görülmektedir. Dolayısıyla çapraz format kullanımına dayalı bir mekansal hiyerarşi olduğu söylenebilir. Otomobile dayalı alışveriş ziyaretlerini tercih eden daha üst sosyo-ekonomik statü (SES) gruplarına

hitap eden süpermarketler ve hipermarketlerin yaygınlaşması ise AVM'lerle sınırlı kalmış (Franz vd., 2013), bunların yaygınlaşması 2008-2009 krizinden sonra dünya genelinde olduğu gibi yavaşlamıştır (Aydınlık, 2017; Ferman & İlhan, 2019; Retail Türkiye, 2018).

Bu kriz ortamında zincir indirim market formatı Avrupa ve ABD'deki duruma benzer bir şekilde Türkiye'de de dirençli kalmış ve yayılmaya devam etmiştir (Franz & Hassler, 2011, Basfirinci, Çilingir-Ük, & Gültekin, 2019). Bununla beraber yenilikçi bir döngünün daha sonuna geldiğini düşündüren gelişmeler de gözlenmektedir¹ (Rekabet Kurumu, 2021).

2.3. Dünyada ve Türkiye'de Tüketici Tercihleri ve İndirimli Market Zincirleri

Tüketicilerin alışveriş sepeti ve alışveriş ziyareti tercihleri ile bunlara hitap edecek şekilde ürün kalitesi ve maliyetine dair firma tercihleri, yenilikçi veya mevcut perakende formatlarının performanslarının analizi veya kestiriminde önemli unsurlardır.

2.3.1. İndirim Marketlerin Tüketici ve Girişimci Açısından Sunduğu Değer

Tüketici açısından değer, üründen algılanan kalite veya elde edilen fayda ile buna karşılık tüketicinin üstlendiği maliyet arasındaki orantısal ilişkiden doğduğu varsayılabilir. Perakende işletmecisi ise, müşterisine rakiplerine göre daha yüksek değer sunarken, kendisi de rakiplerine göre daha yüksek bir değeri elinde tutabilmelidir (Narayanan, 2001). Değer zincirinde dikey bütünleşen ve az çeşit sunan indirim marketler, fiyata duyarlı ama yaşam kalitesini korumak isteyen müşterilere ulusal markalara yakın kaliteye sahip özel markalı ürünleri görece daha ucuza sunmaktadırlar. Otopark sunmamaları, sade dekorasyonları tercih etmeleri ve müşterilerine yakın yerleşmeleri de buna katkı vermektedir. Yaygın olmaları nedeniyle tanınırlıkları yüksektir ve orta-alt SES Grupları için belirsizlikler düşüktür (Codron, Bouhsina, Fort, Coudel, & Puech, 2004; Leblebicioğlu & Bilgen, 2019; Yeniçeri, Akın, Özal, & Güler, 2015; Yıldırım & Kurtuluş, 2008). Dolayısıyla zincir indirim marketler büyük süpermarket veya bakkallara göre orta ve alt SES Grubu tüketicilerinin düşük maliyetli, daha sık planlı ve plansız alışveriş ziyaretleri gerçekleştirmelerine olanak vermektedirler.² (Şekerkeya & Cengiz, 2010; Yıldırım & Kurtuluş, 2008).

1 Örneğin İstanbul Esnaf ve Sanatkarlar Odaları Birliği'nin hazırladığı "Alışveriş Merkezleri ve Zincir Marketlerin Açılış ve Faaliyete Geçiş Kriterlerinin Belirlenmesi Hk. Yönetmelik" ile ilgili 8 Şubat 2021 tarihli görüşte, 5. Md. 4. Bendi kapsamında zincir indirim marketlerin mevcut mikro işletmelere en az iki yüz m. mesafede olması, ara sokakta ise 200 m²'den büyük olmaması gibi hükümler getirilmek istenmiştir.

2 IPSOS "Yöneticinin Ulusal Zincir Rehberi Raporu". 23.03.2017. Son Erişim 29.04.2022. <https://www.ipsos.com/tr-tr/modern-kanalların-guclenmesinde-en-etkili-kanallar-indirim-marketleri>

2.3.2. Kolektif ve Bireyci Kültürel Tercihler, Tüketici Davranışları ve Format Tercihi

Tüketicilerin kolektif kültürel tercihleri (sosyal faaliyetleri) arttıkça, evlerde yerel mutfak kültürüne uygun yemek yapma ve misafir ağırlama ihtimali artmaktadır. Goldman ve Hino, (2005) kolektif kültürel tercihlerle ilişkilendirilen faaliyetlerin çapraz format kullanma alışkanlıklarına yol açtığını bulmuştur. Bireyci kültürel tercihler baskınlaştıkça, çapraz format kullanımı azalmakta, büyük alışveriş ziyaretleri önem kazanmaktadır (Johnson, Yoo, Rhee, Lennon, Jasper, & Damhorst, 2006; Kleijnen, de Ruyter, & Wetzels, 2007). Ancak çapraz alışveriş tamamen ortadan kalkmamaktadır ve geleneksel pazaryerleri veya mahalle bakkalları batıda ve batılı olmayan ülkelerde hala sıkça ziyaret edilmektedir (Carpenter & Moore, 2006; Hino, 2014). Bu, Türkiye açısından semt pazarları ile zincir indirim marketlerin bir arada yerleşmelerinin rekabetçi avantajları daha da artırdığı yönünde yorumlanabilir (Codron, et al., 2004; Hino, 2014; Reardon & Berdegué, 2002; Reardon, Timmer, Barrett, & Berdegué, 2003).

2.3.3. Türkiye’de Sosyo-Ekonomik Statü Grupları ve Zincir İndirim Marketler

Sosyo-ekonomik Statü (SES), bireyin ya da hane halkının, toplumun sosyal ve ekonomik hiyerarşisi içindeki konumları ve sosyo-ekonomik statüleri olarak tanımlanabilir (Kalaycıoğlu, Çelik, Çelen ve Türkyılmaz, 2010). Türkiye’de A, B, C1, C2, D ve E şeklinde altı grup içeren SES Grupları, ulusal ürün markaları ve zincir perakendeciler tarafından araştırma ve pazarlama amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye’de sosyo-ekonomik statü ile gelir düzeyinin tam örtüşmediği, örneğin AB grubundakilerin %26’sının aslında orta-alt gelir grubu mensubu olduğu bilinmektedir³. Nitekim indirim market zincirlerinin ana hedefi fiyata duyarlı C1, C2 ve D gruplarıdır ancak bunlar belli ürün kategorilerinde üst gelir gruplarını da cezbetmeyi hedeflemektedirler (Bkz. 4. Kısım).

2.4. Alışveriş Ziyaretleri ve Sepetleri

Tüketici tercihleri, alışkanlıkları ve alışveriş ziyaretlerinin maliyet yapıları; maliyet eşikleri ve bunlara dayalı mekansal hiyerarşiler oluşturmaktadır (Berman & Krass, 2002; Fotheringham, 1986; Guy, 1998; Joseph & Kuby, 2011; Lord, 2000). Yenilikçi formatların geliştirilmesinde ve sayısal mekansal modelleme çalışmalarında bunların dikkate alınması gerekmektedir.

3 IPSOS. “Türkiye’de Gelir Düzeyi ile Sosyal Statü ne kadar örtüşüyor?” 30.03.2009. Son Erişim. 29.04.2022. <https://www.ipsos.com/tr-tr/turkiyede-gelir-duzeyi-ile-sosyal-statu-ne-kadar-ortusuyor>

2.4.1. Büyük Alışveriş Ziyaretleri ve Sepetleri

Büyük alışveriş ziyaretleri birçok farklı ürün ve hizmetin bir arada elde edildiği, daha seyrek ve genellikle daha uzun mesafelere yapılan ziyaretlerdir. Tüketicilerin ulaşım olanakları, evde gıda saklama olanakları ve birim zamanda harcanabilir geliri, tek bir mağazaya yapılacak büyük bir alışveriş ziyaretinin fayda düzeyini belirlemektedir (Bell, Ho, & Tang, 1998; Briesch, Chintagunta & Fox, 2009). Tüketiciler, büyük perakende birimlerine yapılan büyük ziyaretlere ek olarak küçük perakende birimlerine yapılan küçük planlı ve plansız ziyaretler yoluyla daha yüksek fayda elde etmektedirler (Reutterer & Teller, 2009).

Türkiye'de tüm gruplar açısından haftasonu büyük alışveriş ziyaretlerinde büyük perakendeciler tercih edilmektedir (Dursun, 2006; Şekerkeya & Cengiz, 2010). İstanbul'daki kolektif kültürel ihtiyaçları olanların AVM'leri daha çok boş zaman etkinlikleri için kullandığı bilinmektedir (Kabadayı & Paksoy, 2016). Bu bağlamda Türkiye'de orta ve alt SES grupları için çeşitli ve taze gıda ürünleri ile çeşitli tüketim malları sunan en önemli büyük perakende birimleri olarak semt pazaryerleri veya belediye tanzim satış yerleri önemli varış noktaları olarak düşünülebilir. Bunların çevresinde çapraz alışverişe olanak sunan ihtisaslaşmış dükkanlar da genellikle yer almaktadır. Üst SES Grupları için AVM'ler ve içindeki hipermarketlerin büyük alışveriş ziyaretlerinin varış noktası olduğu düşünülebilir.

2.4.2. Planlanmış Küçük Ziyaretler ve Planlanmamış Küçük Ziyaretler, Küçük Sepetler

Bir seferde ziyaret edilen mağaza sayısının artması ziyaretin sabit maliyetlerini artırıp ziyaretin faydasını azaltabilmektedir (Thomassen, Smith, Seiler ve Schiraldi, 2017). Tüketiciler büyük planlı alışveriş ziyaretleri arasında az sayıda unsurun alınmasını amaçlayan planlı ve daha sık küçük ziyaretler gerçekleştirerek küçük alışveriş sepetleri ile eksiklerini gidermektedirler (Kahn ve Schmittlein, 1989; Walters ve Jamil, 2003, Carpenter ve Moore, 2006).

Fiyat ve markaya duyarsız olan plansız küçük ziyaretler ise, çoğunlukla öngörülemeyen ve zaman baskısı oluşturan durumlardan kaynaklanmaktadır ve en yakındaki küçük tesisler ideal varış noktalarıdır (Park, Iyer, & Smith, 1989).

2.4.3. Alışveriş Ziyaretleri ve Mekansal Perakende Hiyerarşisi

Tüketiciler için en yüksek fayda, planlı büyük, planlı küçük ve plansız küçük ziyaretler yoluyla birden çok varış noktasını kapsayan haftalık bir alışveriş ziyaret örüntüsü ile elde edilebilmektedir (Gijbrecchts, Campo, & Vroegrijk, 2018, Jindal, et al., 2020). Tüketiciler uzun mesafe erişim gerektiren metropoliten kentlerde belirsizlikleri yüksek olan büyük alışveriş ziyaretlerini mümkün olduğunca azaltmaktadırlar (Bodor, Ulmer, Futrell Dunaway, Farley, & Rose, 2010). Zincir

indirim marketler; rakiplerine göre tek noktadan alışveriş edilebilmesi nedeniyle daha büyük bir sabit hizmet bileşeni sunarak rekabet gücü elde etmektedirler (Briesch, et al., 2009; Fox, Postrel, & McLaughlin, 2007). Bu çerçevede orta ve alt SES Grupları için semt pazaryerlerinin daha seyrek ziyaret edilmesi ve indirim marketlerin daha sık ziyaret edilmesi yoluyla optimum bir ziyaret örüntüsü elde ediliyor görülmektedir. Bunun rutinleşmesi neticesinde mekansal bir perakende hiyerarşisi oluşmuş olabilir.

3. Yöntem, Bulgular ve Değerlendirme

Yukarıda ortaya konulan kavramsal çerçeve, varsayımlar ve ampirik bulgulara dayanarak, Türkiye’de indirim marketlerin hedef kitlelerinin yaşadığı alışveriş havzalarındaki alışveriş sepeti ve alışveriş ziyareti örüntülerindeki değişimleri ve bunların belirli mağaza türlerinin ciroları üzerindeki etkilerini sayısal olarak incelemek mümkündür. Ancak ampirik çalışmalar için gereken mağaza bazında firma verileri gizlidir. Bununla beraber belirli bir firma için yapılacak özel ekonometrik çalışmalarda bazı mekansal ve zamansal sabit etkilerin bilinmesi, genel varsayımların belli bulgulara ve gözlemlere dayandırılması gibi ihtiyaçlar bulunmaktadır. Güncel anket çalışmalarının gerek SES Gruplarına dair, gerekse mekansal birimlere dair sunduğu bilgiler ise çok kısıtlıdır. Oysa mekansal olarak ayrıştırılmış bilginin varlığı hem farklı kentlerdeki potansiyellerin incelenmesinde, hem kent içindeki potansiyellerin incelenmesinde kritik önem taşımaktadır. Bu sayede rakiplere göre daha etkin ve riskleri düşük yaygınlaşma stratejileri geliştirilebilir.

Bu çalışma kapsamında mekansal ve mekansal olmayan ikincil sayısal veriler kullanılarak bu bilginin elde edilebileceği gösterilmektedir. Çalışmada konut alanlarında yaşayan orta ve alt SES Grupları için haftalık bazda planlı ve plansız alışveriş sepetleri büyüklükleri ve alışveriş ziyaret sıklığı yıllara göre hesaplanabilmiş ve kamuya açıklanan indirim mağazası başına ciro değerlerine yakın potansiyel ciro değerlerine ulaşılmıştır. Bu bulguların, çeşitli kentsel alanlara özel ya da kentler arası karşılaştırmaları olanaklı kılacak ekonometrik çalışmalarda veya yön eylem çalışmalarında kullanılabilirliği düşünülmektedir.

3.1. Uzman Görüşmeleri ve Güncel Literatür Değerlendirmeleri

Türkiye’deki en yaygın indirimli market zincirleri BİM, ŞOK ve A101’den birer üst düzey yönetici; süper market zincirleri Carrefour ve Migros’tan birer üst düzey yönetici; Nestle Şirketi’nden 1, Maptriks Şirketi’nden 3 üst düzey yönetici ile indirim mağazalarından faydalanan sosyal gruplar/SES grupları, doygunluk, yer seçimini etkileyen çekim noktaları ve indirim marketlerin ileriye yönelik gelişimi hakkında yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada 2010-2012 yılında Türkiye Araştırmacılar Derneği (TAD) tarafından 2012 yılında yürütülen bir çalışmaya dayanan SES grupları kullanılmıştır. Uzman

görüşmelerinden elde edilen bilgilere göre; 2019 ekonomik krizi ve COVID-19 Pandemisi öncesi dönemde büyük çoğunlukla C, D ve E SES grupları indirim mağazalarından yararlanırken; sonraki dönemde tüm SES grupları yararlanmaya başlamıştır. Ancak üst ve orta-üst gelir gruplarının (A ve B) daha çok gıda dışı ürünler, alt ve orta-alt gelir gruplarının (C, D ve E) ise tüm ürünler için indirim mağazalarını tercih ettiği söylenebilir. A grubunun mevcut alışveriş eden kitle içinde dikkate değer şekilde yer almadığı ve hedeflenmediği, B grubunun %25'ine hitap edildiği, C1, C2 ve D gruplarının %100 oranında hedeflendiği ve E grubunun (kırsal alan) indirim market hedef kitlesi içinde olmadığı bulgularına erişilmiştir.

3.2. İstanbul'daki İndirim Marketlere Yapılan Alışveriş Ziyaretlerine Dair Genel Analizler

Bu kısımda kolektivist ve bireyci davranışlara dair ipucu veren kamuya açık, makro düzeydeki ikincil verilerden yararlanılarak alışveriş ziyaretleri hesaplanmıştır.

3.2.1. İstanbul'da Hanehalkı Demografisi

TÜİK verilerine göre İstanbul'da tek kişilik hanehalkı sayısı 2014-2021 arasında %64 artarak toplam hanehalkı içindeki payı %13,7'den %18,9'a ulaşmıştır. Çekirdek aile bulunmayan, birden fazla kişiden oluşan hanehalkı sayısı da hızla artmış, bunların oranı %3'ten %5,5'e ulaşmıştır (Tablo 1).

Tablo 1

İstanbul'da Hanehalkı Demografisindeki Değişim.

Yıl	Hane Sayısı	Tek kişilik hanehalkı	Tek çekirdek aileden oluşan hanehalkı	En az bir çekirdek aile ve diğer kişilerden oluşan hanehalkı	Çekirdek aile bulunmayan birden fazla kişiden oluşan hanehalkı
2021	4.755.086	896.994	2.943.033	652.823	262.236
2014	3.973.852	545.925	2.638.832	668.881	120.214

İstanbul'da çekirdek aileden oluşan hanehalkı sayısı düzenli bir şekilde artsa da nüfus içindeki payı %66,4'ten %61,9'a gerilemiştir. En az bir çekirdek aile ve diğer kişilerden oluşan hanehalkı sayısı ve payı ise azalmıştır. İstanbul'da ortalama hanehalkı büyüklüğü TÜİK verilerine göre 2008 yılında 3,8 iken, 2014 yılında 3,5'e, 2021 yılında ise 3,2'ye düşmüştür (Tablo 2). Bu düşüşe dayanarak, bireyci yaşam tarzlarına geçilmekte olduğu varsayılabilir.

Tablo 2

İstanbul İl Sınırları İçinde Yıllara Göre Ortalama Hanehalkı Büyüklüğü 2008-2021.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
İstanbul	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2
Türkiye	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,3	3,2

3.2.2. Hanehalkı Hızlı Tüketim Malları ve Ulaşım Harcamaları

Türkiye’de kentsel alanlarda tüm hanehalkı türlerine göre 2014 ve 2019 yılları arasında hem gıda ve alkolsüz içecek hem ulaşım harcamalarının toplam harcanabilir gelir içindeki payı artmıştır⁴ (Tablo 3).

Tablo 3

Türkiye’de Hanehalkı Hızlı Tüketim Malları ve Ulaşım Harcamalarının Hane Tipine ve Yıllara Göre Değişimi.

Anket yılı	Harcama türleri	Toplam	Tek kişilik hanehalkı	Çekirdek aile	En az bir çekirdek aile ve diğer kişilerden oluşan hanehalkı	Çekirdek aile bulunmayan birden fazla kişiden oluşan hanehalkı
2014	Hane Sayısı	21.372.124	2.946.239	14.925.124	3.232.024	268.737
	Gıda ve alkolsüz içecekler	19,7	16,9	19,3	23,6	13,9
	Ulaştırma	17,8	11,6	18,8	16,8	15,4
	Çeşitli Mal ve Hizmetler	4,3	5,0	4,1	4,9	3,8
2019	Hane Sayısı	24.221.512	4.072.987	16.574.163	3.034.125	540.238
	Gıda ve alkolsüz içecekler	20,8	17,8	20,5	25,3	16,0
	Ulaştırma	16,5	12,1	17,8	14,1	11,2
	Çeşitli Mal ve Hizmetler	5,1	4,6	4,8	7,0	4,7

3.2.3. İndirim Market Hedef SES Grupları Hanehalkı Harcanabilir Geliri, Alışveriş Sepeti ve Ziyaretlerinin Değerlendirilmesi

Literatürde ve piyasa raporlarında SES gruplarına göre ayrıştırılmış alışveriş sepeti büyüklüğü bilgisine rastlanılmamıştır. Bu nedenle indirim marketlerin hedef grupları uzman görüşlerine göre ağırlıklandırılarak yığılaştırılmış ve tek bir grup olarak analiz edilmiştir. İstanbul ili hanehalkı gelirlerinin gelir gruplarına göre gelişimi, TÜİK verileri kullanılarak hedef SES gruplarına göre incelenmiştir. Doğrudan SES grubu gelirleri bilinmediği için, indirim marketlerin hedef kitlesi olabilecek orta ve düşük gelir gruplarına işaret eden ilk dört çeyreklik (p80) grup gelirlerinin ortalaması esas alınmıştır (Tablo 4).

Tablo 4

Ortalama Hane Kullanılabilir Gelirinin ve İlk Dört Çeyrek Grubun Ortalaması Yıllara Göre Değişimi (Nominal TL).

Ortalama hane kullanılabilir geliri	İlk %20 ⁽¹⁾ first quintile ⁽¹⁾	İkinci %20 second quintile	Üçüncü %20 third quintile	Dördüncü %20 fourth quintile	Ortalama ilk p80
2017	20.764,52	32.895,01	45.388,14	65.590,43	41.159,53
2018	23.483,78	37.363,65	51.974,51	73.361,18	46.545,78
2019	27.738,74	43.848,04	60.157,47	83.291,75	53.759,00
2020	30.392,35	49.006,94	69.100,69	97.160,76	61.415,19

4 TÜİK, Hanehalkı tipinin hanehalkı tüketim harcamasının türlerine göre dağılımı, Kentsel Alanlar, Türkiye, 2002-2019.

Türkiye’de 2014-2019 yılları arasında zorunlu gıda, temizlik, sağlık, ev bakımı harcamalarının toplam harcanabilir gelir içindeki oranı yaklaşık %25 olarak gerçekleşmiştir (Tablo.3). İstanbul’a dair detaylı verilere erişilememiştir. Komşu Kocaeli İli’nde daha önceki bir dönemde yürütülen bir çalışmada ise kentsel alanlarda zorunlu gıda harcamalarının hanehalkı harcamaları içindeki oranı %26,77 olarak bulunmuştur. Temizlik, sağlık, ev bakımı harcamaları ise %11,47 olarak tespit edilmiştir (Tarı & Çalışkan, 2005).

Orta ve alt ses gruplarının semt pazarlarına yaptığı büyük planlı ziyaretlerin oranına dair açık bir bulguya erişilememiştir. 2021’in ilk 9 ayında ortalama bir hane her 100 TL’lik harcamasının 54 TL’sini markalı, 26 TL’sini açık, 20 TL’sini ise market markalı ürünlere ayırmıştır (Bkz. Dipnot IPSOS, 2017). Buna dayanarak açık ürünlerin yoğun satıldığı yerlerin semt pazarları olduğu varsayılarak büyük planlı ziyaretlerin oranının %26 olduğu, planlı küçük ve plansız küçük alışveriş ziyaretleri payının ise %74 olduğu kabul edilmiştir. Bu doğrultuda çalışmada hanehalkı toplam gelirlerinin %25’inin hızlı tüketim mallarına ayrıldığı, bunun da %74’ünün, (toplam gelirin %18,5’inin) planlı küçük ve plansız küçük alışverişlerde harcandığı kabul edilmiştir.

3.2.4. Hanehalkı Otomobil ve Buzdolabı Sahipliği ve Alışveriş Alışkanlıkları İlişisine Dair Değerlendirmeler

TÜİK Yaşam Koşulları İstatistikleri’ne göre 2014 yılında medyan gelirin %60’ının altında olan hanelerde otomobil sahipliği oranı %14,9, 2020 yılında %24 olmuştur. Medyan gelirin %60’ı ile %120’si arasında olan orta gelir grubunda 2014 yılında oran, %28,9 iken 2020’de %42,2’ye çıkmıştır. Dolayısıyla hedef SES gruplarında araç sahipliği artmış görünmektedir. Ancak indirim marketlerin yaygın olması, artan enerji maliyetleri, kronik trafik sorunları kaynaklı maliyetler gibi nedenlerle orta gelir gruplarında artan özel araç sahipliği planlı küçük ve plansız küçük alışveriş ziyaretlerinin sayısında bir azalmaya ve büyük alışveriş ziyaretlerine yönelmeye yine de neden olmayabilir. İstanbul’da toplam harcanabilir gelir içinde ulaşım maliyetlerinin payı 2003 yılında %11,3 iken 2019 yılında %16,8’e ulaşmıştır⁵.

Gıda ve alkolsüz içecek harcamalarına dair alışveriş sepetlerinin ve ziyaretlerinin şekillenmesinde evlerde saklama kapasitesi de önemli bir rol oynamaktadır. İstanbul’da alt gelir grubunda dahi buzdolabı sahipliği 2014 yılında %94,6 olup, 2020 yılında %97,8’e çıkmıştır. Artan buzdolabı sahipliği, paket ürünlerin daha fazla tüketilmesine, yani marketlerin daha sık ziyaret edilmesine neden oluyor olabilir. Ancak bunu dengeler şekilde İstanbul’da gıda ve alkolsüz içecek harcamalarının hanehalkı harcamaları içindeki payı 2003 yılında %20,1 iken 2017-2019 döneminde %15,9’a düşmüştür. Lokanta ve otel harcamalarının payı ise %5,4’ten %7,6’ya

5 TÜİK, Hanehalkı tüketim harcamalarının türlerine göre dağılımı, İBBS 2.Düzey, 2003-2019.

çıkılmıştır. Bu rakamların alt gelir gruplarının alışveriş sepeti ve ziyaretlerine yansımalarının farklı olabileceği dikkate alınmalıdır.

Yılmaz, Aykaç, Yolcu, & Özkaynar, (2020) çalışmasına göre indirim marketlerini ziyaret edenlerin öncelikleri içinde ilk iki sırayı %32,77 ile yakınlık, %30,21 ile fiyat almaktadır. Çalışmada ortaya konulan bulgulara göre alt SES gruplarının fiyata duyarlı olduğu anlaşılmaktadır. (Azabağaoğlu & Dursun, 2008) C grubunun plansız alışveriş ziyaretinde ortalama harcama miktarının A grubunun iki katına yaklaştığı bulgusuna erişmişlerdir. D ve E grupları da plansız ziyaretlerde A grubuna göre yaklaşık bir buçuk kat daha fazla harcama gerçekleştirmektedir. Bu bağlamda C, D, E gruplarının konutlarına daha yakın yerlerdeki indirim market ve benzeri perakendecileri oldukça sık ziyaret etmesi beklenebilir. Nitekim, yine bahsi geçen çalışmada tüketicilerin %42'sinin konutlarına ilk 500 metre içinde yer alan perakendecileri diğerlerine göre daha sık ziyaret ettiklerini ortaya koymuşlardır. Daha üst gelir grupları için (muhtemelen otomobil ile) en sık ziyaret edilen yerler ise konutun 1-2 km. yakınında yer alan zincir süpermarketler olarak bulunmuştur.

Üst gelir grupları için zaman maliyeti önemli bir unsurdur (Johnson, et al., 2006; Kleijnen, et al., 2007). Nitekim 10 yaş ve üzeri bireyleri kapsayan TÜİK verilerine göre Türkiye genelinde 2014-2015 yılında alt gelir gruplarının günlük çalışma süresi ortalama 1 saat 41 dakika ile 2 saat 16 dakika iken, orta ve üst gelir gruplarının ortalama çalışma süresi 3 saat ile 3 saat 27 dakika düzeyinde gerçekleşmektedir. Bu verilere dayanarak üst gelir gruplarının alışveriş sepetlerini ve ziyaretlerini birleştirmek ve büyük planlı alışveriş yapmak zorunluluğu içinde oldukları sonucuna varılabilir.

Alt gelir grupları, gönüllü işler ve toplantılara, yani kolektif faaliyetlere günde ortalama 56 dakika ayırırken, üst gelir grupları bunlara sadece 27 dakika ayırmaktadır. Bu veriler ışığında alt gelir gruplarının kültürel ihtiyaçlarını karşılamakta taze gıda ve çeşit sunan semt pazarlarının büyük planlı alışverişler için cazip varış noktaları olmaktadır. Bir aileden oluşmayan karma hane tiplerinde ise, haneyi paylaşan öğrenci, genç çalışan gibi bireylerin ayrı ayrı alışveriş etmeleri nedeniyle küçük planlı ve plansız alışverişler daha çok sayıda gerçekleşiyor olabilir.

SES gruplarını ayırılmadan yapılan bir çalışmaya göre (Yıldırım & Kurtuluş, 2008) indirim marketleri her gün ziyaret edenlerin oranı %11, haftada iki ya da üç defa ziyaret edenlerin oranı %41'dir. Bu verilere göre bir hanenin indirim marketleri planlı küçük ve plansız küçük ziyaretler ile haftada yaklaşık ortalama olarak 2,5 defa ziyaret ettiği anlaşılmaktadır. Daha güncel bir araştırma göre 2021 yılının ilk 11 ayında haneler ortalama haftada 4,6 defa hızlı tüketim malları alışveriş ziyareti gerçekleştirmişlerdir⁶. Ancak farklı SES grupları için ayrıştırılmış bir bulguya erişilememiştir. Yine de zaman maliyetleri değerlendirildiğinde, alt ve orta gelir gruplarına mensup hanelerde bu ziyaretlerin sıklığının çok daha yüksek olması beklenmelidir.

6 <https://www.ipsos.com/tr-tr/pandemiyle-baslayan-toplu-alisveris-davranisi-2021de-devam-etti>.

2018 yılındaki bir ulusal gazete haberine göre⁷, tüketiciler azalan gelirleri nedeniyle otomobil ile uzakta seyahat etmek yerine yerel marketleri ziyaret etmeye başlamışlardır. Aylık alışveriş oranı yüzde 46'dan 36'ya düşerken, haftalık alışveriş oranı yüzde 23'ten 42'ye yükselmiştir. Bu çerçevede salt alt SES gruplarının değil, orta-üst SES gruplarının da küçük planlı-plansız alışveriş ziyaretleri sıklaşmış olabilir. Nitekim, derinlemesine mülakatlarda elde edilen bulgulara göre indirim market zincirleri de bu gelir gruplarını cezbetmeye yönelik girişimlerde bulunmaya başlamışlardır.

3.2.5. Alışveriş Sepet Tutarı

SES Gruplarına bakılmaksızın zincir indirim marketlerden yapılan alışverişlerin ortalama sepet tutarları 2020 yılı BİM Faaliyet Raporu'ndan (Bim, 2020) elde edilmiştir (Tablo 5). Bu rakamlar, hem küçük planlı alışveriş ziyaretlerinde hem de küçük plansız alışveriş ziyaretlerinde alınan alışveriş sepeti tutarlarının bir ortalaması olarak düşünülebilir. Nitekim, bu ziyaretlerin büyük çoğunluğu otomobilsiz gerçekleştirildiği için de sepetlerin büyük olması beklenemez. Ne yazık ki illere veya ilçelere göre alışveriş sepet tutarı bilgileri açıklanmamıştır. Bu kısıtlara karşın, bu çalışmada bu değerler esas alınmıştır.

Tablo 5

BİM Ortalama Alışveriş Sepet Tutarı, Nominal TL Değerler.

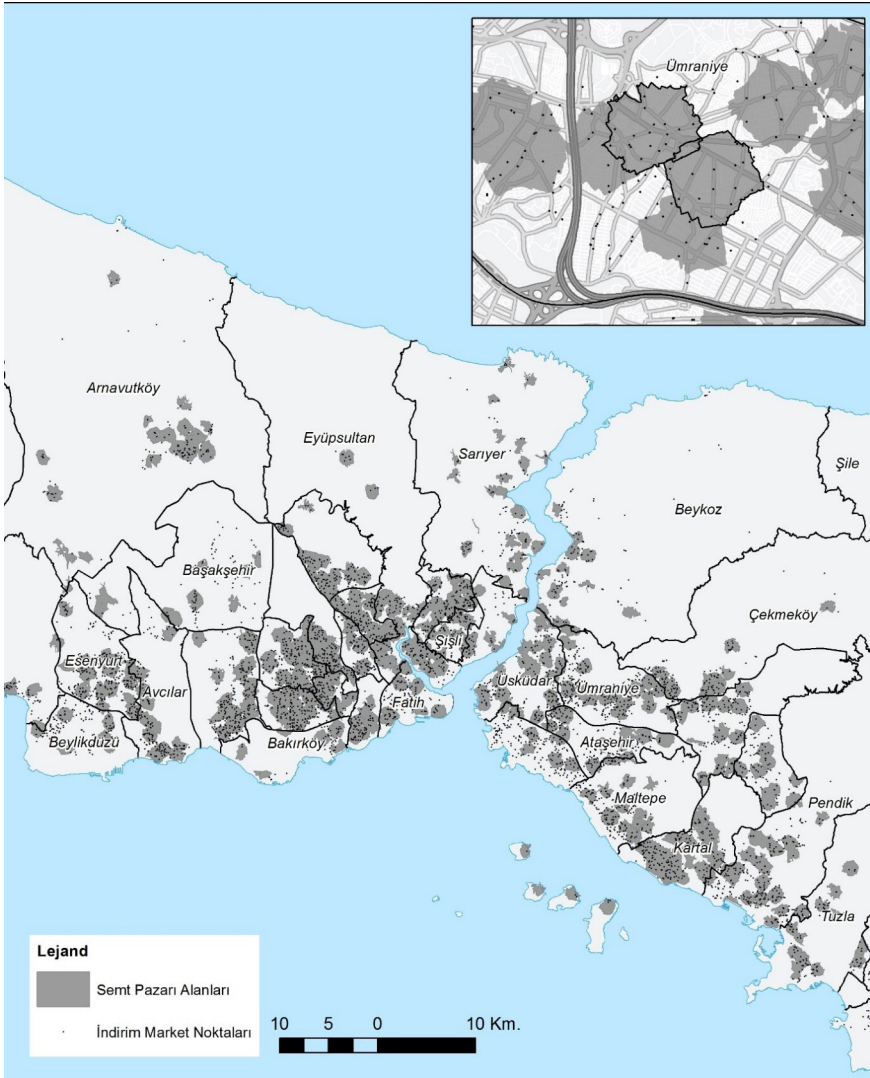
Yıl	Sepet Tutarı (TL)
2016	15,71
2017	17,18
2018	19,5
2019	22,3
2020	32,6
2021	Veri yoktur.

3.3. İstanbul'daki Semt Pazarları Alışveriş Havzalarına Dair Betimleyici Mekânsal Analiz

Tüketicilerin alışveriş sepetleri ve ziyaretlerine dair tercihlerinin incelenmesinde, mağazalara yönelik konut kaynaklı ve konut kaynaklı olmayan taleplerin anlaşılması önem taşımaktadır (Birkin, Clarke, & Clarke, 2010; Birkin, Clarke, Clarke, & Culf, 2004). Bu çalışmada, konut alanlarında yaşayan indirim market hedef SES gruplarının hızlı tüketim mallarına yönelik ihtiyaçlarının %26'sını semt pazarlarına gerçekleştirdikleri büyük planlı alışveriş ziyaretleri ile karşıladıkları varsayılmıştır. Geriye kalan ihtiyaçlarını ise semt pazarı çevresindeki alışveriş havzası içinde yer alan daha küçük perakendecilerden küçük planlı ve küçük plansız alışveriş ziyaretleri ile karşıladıkları varsayılmıştır.

7 Sözcü Gazetesi Ekonomi Haberleri "Tüketici arabadan sepete döndü" 10 Temmuz 2018. Son Erişim. 29.04.2022. <https://www.sozcu.com.tr/2018/ekonomi/tuketici-arabada-sepette-dondu-2512673/>

Bu varsayımlara dayanarak organize sanayi bölgesi, askeri alan, büyük kamu tesisleri, üniversite kampüsleri veya büyük ulaşım terminalleri mekansal analiz dışında bırakılmıştır. CUDA platformunda paralel donanım ve paralel hesaplama yaklaşımları kullanarak geleneksel CBS algoritmalarına göre 10 ila 100 kat daha hızlı hesaplama yapabilen Maptriks Engine isimli Coğrafi Bilgi Sistemi Motoru kullanılarak semt pazarı ve belediye tanzim satış yerleri çevresindeki 750 metre yürüme mesafesi içinde kalan konut alanlarından erişilebilen alanlar çıkış-varış noktaları üzerinden belirlenmiş ve harita üzerinde poligon şeklinde alışveriş havzaları oluşturulmuştur (Şekil 1). Bu havzalarda yer aldığı tespit edilen üç zincir indirim market mağaza sayısı verileri Tablo 6'da yıllık bazda sunulmaktadır.



Şekil 1. İstanbul'daki Semt Pazarları ve Belediye Tanzim Satış Yerlerinin 750 Metresindeki Alışveriş Havzaları.

Tablo 6

İstanbul İli'nde Yer Alan Semt Pazarları ve Belediye Tanzim Satış Yerleri Alışveriş Havzalarındaki İndirim Market Sayıları ile Tüm İndirim Market Sayıları.

Yıllar	İstanbul Market Sayısı (Bim+Şok+A101)	Pazar 750 m. Erişim Alanlarındaki Market Sayısı (Bim+Şok+A101)	Toplam İçindeki Payı	Mağaza Başına Yıllık Ciro (BİM açıklamalarına göre) (milyon TL)
2017	3.480	2.387	68,59	2,64
2018	3.650	2.479	67,92	2,88
2019	4.285	2.875	67,09	3,16
2020	4.813	3219	66,88	3,55
2021	5.283	3454	65,38	4,29

3.3.1.Zincir İndirim Market Hedef Kitleleri Payları ve İstanbul'da Alışveriş Havzalarındaki Hedef Nüfus

Hesaplanmış alışveriş havzaları içinde kalan, 250 m. x 250 m. büyüklüğündeki gridlere atanmış SES grupları nüfus verileri yıllara göre hesaplanmıştır (Tablo 7). Bu veriler, Tablo 2'de sunulan hanehalkı büyüklükleri kullanılarak hane verilerine dönüştürülmüştür. A, B, C, D, E grubu mensubu hane sayıları, uzman görüşmelerinden elde edilen ağırlıklar kullanılarak (Tablo 8) ağırlıklandırılmış ve havzaların içindeki indirim marketlerin hedef kitlesi olan toplam hane sayısı elde edilmiştir. Havzalardaki hedef SES Gruplarının hane sayısı Tablo 9'da sunulmaktadır. Görüldüğü üzere havzalarda hedef hane sayısı düzenli şekilde artarken Pandemi ile beraber 2021 yılında sayıları azalmıştır.

Tablo 7

Semt Pazarı Alışveriş Havzaları İçinde Yer Aldığı Tespit Edilen Hedef Nüfus.

	2017	2018	2019	2020	2021
A Ses Nüfusu	135.995	148.197	160.364	263.586	213.362
B Ses Nüfusu	505.821	506.769	508.719	893.734	805.064
C1 Ses Nüfusu	1.912.959	1.967.734	2.020.644	2.181.234	2.761.136
C2 Ses Nüfusu	2.916.278	2.956.490	2.993.819	2.599.834	1.589.894
D Ses Nüfusu	689.282	775.752	861.615	1.228.057	1.406.294
E Ses Nüfusu	1.301.410	1.136.611	974.042	492.849	825.850
Hedef Nüfus	5.644.974	5.826.668	6.003.258	6.232.559	5.958.590

Not: MAPTRİKS verileri kullanılarak havza poligonları içinde kalan 250 m. x 250 m.lik gridler üzerinden hesaplanmıştır.

Tablo 8

SES Gruplarının İndirim Marketleri Tercih Oranları.

SES Grubu	İndirim Market Tercih Etme Oranı
A	0%
B	25%
C1	100%
C2	100%
D	100%
E	0%

Not: Oranlar derinlemesine mülakat bulgularına dayanmaktadır.

Tablo 9

İstanbul'daki Alışveriş Havzalarındaki Hedef SES Grupları Mensubu Hane Sayısı.

Yıllar	Hedef Nüfus Miktarı (Kişi)	Ortalama Hane Büyüküğü (kişi)	Hedef Hane Sayısı
2017	5.644.974	3,40	1.660.287
2018	5.826.668	3,40	1.713.726
2019	6.003.258	3,30	1.819.169
2020	6.232.559	3,30	1.888.654
2021	5.958.590	3,20	1.862.059

3.3.2. İstanbul'da İndirim Marketlere Yönelik Konut Kaynaklı Alışveriş Ziyaret Sayılarının Genel Veriler Üzerinden İncelenmesi

Ortalama hanehalkı harcanabilir geliri, önceki kısımlarda değerlendirilen istatistikler doğrultusunda hesaplanmıştır. Ortalama olarak bir hanenin harcanabilir gelirinin %18,5'ini küçük planlı ve plansız alışveriş ziyaretlerinde gerçekleştirdiği varsayılarak, haftalık harcama miktarları 52 hafta üzerinden haftalık olarak hesaplanmıştır (Tablo 10). Ardından, ortalama bir hanenin haftalık indirim market alışveriş miktarı güncel medyada ifade edilen indirim market pazar payı ile orantılanmıştır. İndirim marketlerinin inceleme dönemi başındaki piyasa payı %79 olmuştur⁸. Bu oranın her yıl %1 arttığı varsayılmıştır.

İstanbul'da indirim marketler dahil süpermarket zincirlerinin çevrim içi pazar payları %7 olarak kabul edilmiştir⁹. Çalışmanın sadeliği açısından bu oranın tüm çalışma döneminde sabit kaldığı varsayılmış ve 2017-2020 yılları arası için havza içindeki indirim market potansiyel alışveriş miktarından düşülmüştür. Kalan hane başına harcama tutarının ortalama alışveriş sepeti tutarına bölünmesi ile B, C, D, DE statü gruplarına ait bir hanenin ortalama haftalık planlı küçük ve plansız küçük alışveriş ziyareti sayısı bulunmuştur. Ortalama alışveriş sepeti tutarı BİM (2020) raporuna dayanmaktadır ve diğer markalar için de aynı değer esas alınmıştır. Bu SES gruplarına dair bulunan ziyaret sayısı değerleri, beklentilere uygun olarak yukarıda bahsi geçen araştırmadaki toplum geneline dair haftalık 4,6 adet ziyaret değerinden daha yüksektir. Yine beklentilere uygun olarak, COVID 19 Pandemisi nedeniyle sokağa çıkma yasaklarının uygulandığı 2020 yılında ziyaret sayılarının azaldığı görülmektedir.

8 Cumhuriyet Gazetesi "Türkiye'de 2027'ye kadar 15,000'in üzerinde yeni market daha açılacak". 23.02.2021. Son Erişim. 29.04.2022. <https://www.cumhuriyet.com.tr/haber/turkiyede-2027ye-kadar-15000in-uzerinde-yeni-market-daha-acilacak-1815814>

9 Para Dergisi "Marketlerin online yarışı kızıştı!" 06.04.2022. Son Erişim. 10.07.2022. <https://www.paradergi.com.tr/is-dunyasi-kulis/2022/04/06/marketlerin-online-yarisi-kizisti>

Tablo 10

İstanbul'da İndirim Market Hedef SES Gruplarının Ortalama Hane Başına Alışveriş Sepeti ve Ziyareti Değerleri.

Yıllar	2017	2018	2019	2020
BİM açıklanan ortalama alışveriş sepeti büyüklüğü*	17,18 ₺	19,50 ₺	22,30 ₺	32,60 ₺
İstanbul hedef SES hane bazında harcanabilir gelir ortalaması **	41.159,53 ₺	46.545,78 ₺	53.759,00 ₺	61.415,19 ₺
SES yıllık (küçük planlı ve plansız alışveriş ziyaretleri) harcama potansiyeli (%18,5)**	7.614,51 ₺	8.610,97 ₺	9.945,42 ₺	11.361,81 ₺
Hedef SES hane başına haftalık toplam harcama miktarı	146,43 ₺	165,60 ₺	191,26 ₺	218,50 ₺
İndirim market piyasa payı***	0,79	0,80	0,81	0,82
İndirim market hane başına haftalık harcanabilir gelir****	115,68 ₺	132,48 ₺	154,92 ₺	179,17 ₺
Çevrimiçi alışveriş hariç indirim market hane başına haftalık harcanabilir gelir****	107,58 ₺	123,20 ₺	144,07 ₺	166,63 ₺
Haftalık hane başına küçük planlı ve plansız alışveriş ziyaret sayısı****	6,3	6,3	6,5	5,1
Not:				
*BİM (2020) Küçük planlı ve plansız alışveriş sepeti büyüklüğü olarak kabul edilmiştir.				
**TÜİK verilerinden hesaplanmıştır.				
***İndirim market piyasa payının her yıl %1 arttığı varsayılmıştır.				
****TÜİK verileri, piyasa verileri ve diğer hesaplardan faydalanılarak hesaplanmıştır. Çevrim içi alışveriş oranı %7 olarak alınmıştır.				

3.4. İndirim Marketlere Dair Konut Kaynaklı Alışveriş Talebinin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi

Öncelikle indirim market başına bilinen ciro değerleri, BİM'in ilgili yıllara dair faaliyet raporlarında sunulan yıllık toplam cironun yıllık BİM mağaza sayısına bölünmesi ile hesaplanmış ve çalışmada esas alınan tüm indirim marketler için birim değer olarak kabul edilmiştir. Tüm markalarda indirim marketlerin mağaza büyüklükleri ortalama olarak 350-400 metrekare arasında değiştiği için, büyük ciro farklılıkları beklenmemektedir.

Önceki kısımda bulunan hanelerin haftalık planlı küçük ve plansız küçük alışveriş ziyaret sayıları toplamı, BİM (2020)'de açıklanan alışveriş sepet tutarları ve havza içindeki hedef SES grubu mensubu hane sayıları çarpılarak havza içindeki yıllara göre haftalık bazda toplam ciro beklentisi hesaplanmıştır (Tablo 11). Bunlar havza içindeki yıllara göre mevcut indirim market sayısına bölünmüştür. Bu şekilde hesaplanan ciro tutarlarının BİM (2020) tarafından açıklanan gerçek cirolar ile

oldukça yakın olduğu görülmektedir. Modelleme açısından değerlendirildiğinde, BİM (2020) raporunda detaylar olmaması, A101 ve ŞOK'un verilerinin kullanılması, konut dışı kaynaklı satışların bilinmemesi vb. nedenlerle sapmalar olması kuvvetle muhtemeldir. Büyük planlı alışverişlerin diğer alışverişlere oranları da farklı SES grupları ele alındığında yüksek varyasyona sahip olabilir. Bu unsurlar dikkate alındığında, hesaplanan rakamların gerçeğe yakın bir tablo çizdiği ve firmalara özel veri kullanılma şansı olan diğer modelleme çalışmalarında ilgili parametrelerin iyileştirilebileceği düşünülmektedir.

Çalışma bulguları, örneğin konut sahipliğindeki değişimler, hane tipolojisindeki değişimler ve ulaşım olanaklarındaki değişimlerin hızlı tüketim malları piyasasına yönelik mevcut mağazaların piyasa potansiyellerini radikal şekilde etkileyebileceğini açıkça göstermektedir. Yeni mağaza formatları geliştirirken bu unsurların simülasyon ya da yer seçimi modelleri çerçevesinde titizce dikkate alınması, piyasa potansiyellerinin doğru analiz edilmesi ve rakip firmalara göre rekabetçi avantajların iyi değerlendirilmesi için büyük önem arz etmektedir.

Tablo 11

Semt Pazarı Havzalarında İndirim Market Ziyaret Sayıları ve Mağaza Ciro Potansiyellerinin Açıklanan Veriler ile Kıyaslı Sunumu.

Yıllar	Periyod	2017	2018	2019	2020	2021
BİM açıklanan ortalama alışveriş sepeti büyüklüğü*		17,18 ₺	19,50 ₺	22,30 ₺	32,60 ₺	veri yok
Haftalık hane başına küçük planlı ve plansız alışveriş ziyaret sayısı	haftalık	6,26	6,32	6,46	5,11	veri yok
Havza içi hesaplanan hane sayısı		1.660.287	1.713.726	1.819.169	1.888.654	1.862.059
Havza içi indirim mağaza sayısı (BİM, A101, ŞOK)		2.387	2.479	2.875	3.219	3.454
BİM indirim market başına ziyaret sayısı *	haftalık	veri yok	4.212	4.109	3.513	veri yok
İndirim market mağaza başına hesaplanan ziyaret sayısı**	haftalık	4.356	4.368	4.088	2.999	veri yok
Hesaplanan Toplam ciro potansiyeli (küçük planlı ve plansız alışveriş ziyaretleri) Milyon TL**	haftalık	178.6	211.1	262.1	314.7	veri yok

Havzalarda indirim market başına hesaplanan ciro beklentisi**	haftalık	74.830,63 ₺	85.169,97 ₺	91.163,87 ₺	97.762,52 ₺	veri yok
BİM Raporu açıklanan indirim market başına ciro*	haftalık	veri yok	83.123,32 ₺	92.633,89 ₺	113.957,45 ₺	veri yok
Not: * BİM (2020), ** Bu çalışma kapsamında hesaplanmıştır.						

4. Sonuç

İndirim market zincirleri hedef kitlesi olan sosyoekonomik statü gruplarının alışveriş ziyaretleri üzerine betimleyici bir inceleme gerçekleştirilen bu çalışma neticesinde konut kaynaklı alışveriş ziyaretlerinin incelenmesinde tüketici davranışlarından kaynaklanan hiyerarşik mekânsal yapıların dikkate alınmasının ve yerel sosyo-ekonomik özelliklerin model çalışmasına yansıtılmasının, yeni mağaza formatları geliştirirken yapılacak araştırma çalışmalarının kurgusunda önemli olduğu anlaşılmıştır.

Yenilikçi bir perakende döngüsünün başlangıcına dair emareler gördüğümüz şu dönemde, tüketici tercih ve davranışlarındaki değişimin mevcut ve potansiyel zincir marketlerin performansları üzerindeki etkilerinin sayısal olarak incelenmesi daha da önem kazanmıştır. Keza günlük basında sektörün regülasyonuna yönelik talepler ve açıklamaların artması da konunun önemini artırmaktadır.

Mekansal ve zamansal sabit etkilerin dikkate alındığı ekonometrik modellerin geliştirilmesinde mekansal perakende hiyerarşileri oluşturan çapraz alışveriş alışkanlıklarının ve değişen alışveriş ziyaret örüntülerinin dikkate alınmasının önemli olduğu görülmüştür. Ayrıca yatırımların optimizasyonunu sağlamak için yapılacak yön eylem araştırmaları için de farklı mekansal örüntülerin öncelikle eldeki ikincil mekansal verilerden faydalanarak maliyet etkin bir şekilde kullanılmasının mümkün olduğu anlaşılmıştır.

Paylaşım ekonomisinin yaygınlaşması, enflasyon ile fiyata duyarlılıkların artması, kentsel hareketliliğin karakterindeki değişiklikler, online çalışma ve zaman maliyetlerindeki değişiklikler ve gayrimenkul piyasasındaki değişiklikler perakende tesislerin mekansal örüntülerinde radikal değişikliklere yol açabilecek gelişmelerdir. Bunların yerel etkilerinin anlaşılması, başarılı perakende zincirlerinin kurulması için stratejik önem arz etmektedir. Bu yönde yapılacak iş zekâsı uygulamalarında kavramsal çerçevenin incelenen mağaza formatı ve SES gruplarına uygun kurgulanması ve hızlı veri analizi sağlayan teknolojilerin kullanılması kestirimlerin başarı düzeyini artıracaktır.

5. Son Notlar

Bu çalışma, MAPTRIKS Bilişim Teknolojileri Sanayi ve Ticaret A.Ş. ile İstanbul Üniversitesi Teknoloji Transfer Uygulama ve Araştırma Merkezi ortaklığında yürütülen ve 07.07.2020 tarihli protokole dayanan Kontratlı Üniversite-Sanayi İşbirliği ARGE Projesi statüsündeki “Türkiye’de İndirim Mağazaları Potansiyellerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Araştırılması ve İndirim Mağazaları için Yer Seçimi Karar Destek Modeli Geliştirilmesi İşi ” kapsamında gerçekleştirilmiştir (Proje no: TTM-KAP-2020-36).

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Bu çalışma, MAPTRIKS Bilişim Teknolojileri Sanayi ve Ticaret A.Ş. ile İstanbul Üniversitesi Teknoloji Transfer Uygulama ve Araştırma Merkezi ortaklığında yürütülen ve 07.07.2020 tarihli protokole dayanan Kontratlı Üniversite-Sanayi İşbirliği ARGE Projesi statüsündeki “Türkiye’de İndirim Mağazaları Potansiyellerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Araştırılması ve İndirim Mağazaları için Yer Seçimi Karar Destek Modeli Geliştirilmesi İşi ” kapsamında gerçekleştirilmiştir (Proje no: TTM-KAP-2020-36).

Yazar Katkısı: Çalışma Konsepti/Tasarımı: M.B.B., C.B., G.K.; Veri Toplama: B.A.S., E.Ş.; Veri Analizi /Yorumlama: M.B.B., G.K., B.A.S.; Yazı Taslağı: M.B.B., E.Ş.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi: C.B., G.K., B.A.S.; Son Onay ve Sorumluluk: M.B.B., C.B., G.K., B.A.S., E.Ş.

Teşekkür: Çalışmaya verdiği destekten ötürü MAPTRIKS Genel Müdürü Sayın Tahsin Akgün KARLIBEL’e teşekkürlerimizi sunarız.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

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

Grant Support: This study was conducted by Maptriks Inc. and Istanbul University Technology Transfer Application and Research Center, "Exploring the Potentials of Discount Stores in Turkey with the help of Geographical Information Systems and Developing a Decision Support Model for Discount Stores". (Project no: TTM-KAP-2020-36)

Author Contributions: Conception/Design of study: M.B.B., C.B., G.K.; Data Acquisition: B.A.S., E.Ş.; Data Analysis/ Interpretation: M.B.B., G.K., B.A.S.; Drafting Manuscript: M.B.B., E.Ş.; Critical Revision of Manuscript: C.B., G.K., B.A.S.; Final Approval and Accountability: M.B.B., C.B., G.K., B.A.S., E.Ş.

Acknowledgement: We would like to thank Maptriks General Manager Akgün KARLIBEL for his support to the project.

Kaynakça/References

- Aydınlık. (2017). İndirim marketleri şube yarışında. (2017, Mart 1). Aydınlık Gazetesi. Retrieved from <https://www.aydinlik.com.tr/haber/indirim-marketleri-sube-yarisinda-40363>
- Azabağaoğlu, M. Ö., & Dursun, E. (2008). Tüketicilerin modern gıda perakendecilerine karşı davranışının analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1), 1-12.
- Bakir, N. O., & Agharzayev, E. (2020). Özel markalarda algılanan risk boyutlarının satın alma niyetine etkisi: özel marka imajinin aracılık rolü. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 19(39), 115-149. <http://dx.doi.org/10.35408/comuybd.706779>
- Basfirinci, C., Çilingir-Ük, Z., & Gültekin, Y. (2019). Türkiye’deki indirim marketlerinin marka imajlarının sosyal ağ analizi yöntemiyle incelenmesi: A101, Bim ve Şok örneği. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 5(2), 277-300. <http://dx.doi.org/10.20979/ueyd.601243>
- Bell, D. R., Ho, T. H., & Tang, C. S. (1998). Determining where to shop: fixed and variable costs of shopping. *Journal of Marketing Research*, 35(3), 352-369. <http://dx.doi.org/10.1177/002224379803500306>
- Berman, O., & Krass, D. (2002). The generalized maximal covering location problem. *Computers & Operations Research*, 29(6), 563-581. [http://dx.doi.org/10.20979/ueyd.60124310.1016/s0305-0548\(01\)00079-x](http://dx.doi.org/10.20979/ueyd.60124310.1016/s0305-0548(01)00079-x)

- Bim. (2020). Faaliyet Raporu. Son erişim 01.Ekim.2022. <https://www.bim.com.tr/FaaliyetRaporlari/2020/Faaliyet%20Raporu%202020.pdf>
- Birkin, M., Clarke, G., & Clarke, M. (2010). Refining and operationalizing entropy-maximizing models for business applications. *Geographical Analysis*, 42(4), 422-445. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.2010.00801.x>
- Birkin, M., Clarke, G., Clarke, M., & Culf, R. (2004). Using spatial models to solve difficult retail location problems. In J. Stillwell & G. Clarke (Eds.), *Applied GIS and Spatial Analysis* (pp. 35-54). UK: University of Leeds.
- Bodor, J. N., Ulmer, V. M., Futrell Dunaway, L., Farley, T. A., & Rose, D. (2010). The rationale behind small food store interventions in low-income urban neighborhoods: insights from New Orleans. *The Journal of Nutrition*, 140(6), 1185-1188. <http://dx.doi.org/10.3945/jn.109.113266>
- Briesch, R. A., Chintagunta, P. K., & Fox, E. J. (2009). How does assortment affect grocery store choice? *Journal of Marketing Research*, 46(2), 176-189. <http://dx.doi.org/10.1509/jmkr.46.2.176>
- Burt, S., Dawson, J., & Sparks, L. (2003). Failure in international retailing: research propositions. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 13(4), 355-373. <http://dx.doi.org/10.1080/0959396032000129471>
- Carpenter, J. M., & Moore, M. (2006). Consumer demographics, store attributes, and retail format choice in the US grocery market. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 34(6), 434-452. <http://dx.doi.org/10.1108/09590550610667038>
- Cizre-Sakallioğlu, U., & Yeldan, E. (2000). Politics, society and financial liberalization: Turkey in the 1990s. *Development and Change*, 31(2), 481-508. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-7660.00163>
- Çınar, Z. (2016). Market Markaları (Private Labels). Kargem Akademi. <https://www.kargem.com.tr/dosyalar/2016/04/Arastirma-Yazisi-1-Market-Markalari.pdf>
- Codron, J. M., Bouhsina, Z., Fort, F., Coudel, E., & Puech, A. (2004). Supermarkets in low-income Mediterranean countries: impacts on horticulture systems. *Development Policy Review*, 22(5), 587-602. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-7679.2004.00266.x>
- Coe, N. M., & Hess, M. (2005). The internationalization of retailing: implications for supply network restructuring in East Asia and Eastern Europe. *Journal of Economic Geography*, 5(4), 449-473. <http://dx.doi.org/10.1093/jeg/lbh068>
- Dünya Gazetesi. (2017). Discount marketlerde şube yarışı. (2017, Mart 1). Dünya Gazetesi. Son erişim 01.Ekim.2022. <https://www.dunya.com/ekonomi/discount-marketlerde-sube-yarisi-haberi-351843>
- Dursun, E. (2006). *Gıda ürünleri pazarında gıda perakendecilerinin yeri ve sektörel analizi* (Yüksek lisans tezi). Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Ekberg, E. (2012). Confronting three revolutions: Western European consumer co-operatives and their divergent development, 1950–2008. *Business History*, 54(6), 1004-1021. <http://dx.doi.org/10.1080/00076791.2012.706894>
- Ferman, A. M., & İlhan, D. O. (2019). An evaluation model based on sustainable development for the Istanbul shopping center market. *Aurum Journal of Social Sciences*, 4(2), 129-154.
- Fildes, R., Ma, S., & Kolassa, S. (2019). Retail forecasting: research and practice. *International Journal of Forecasting*, 38(4), 1283-1318. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.06.004>
- Foster, L., Haltiwanger, J., & Krizan, C. J. (2006). Market selection, reallocation, and restructuring in the US retail trade sector in the 1990s. *The Review of Economics and Statistics*, 88(4), 748-758.

- Fotheringham, A. S. (1986). Modelling hierarchical destination choice. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 18(3), 401-418. <http://dx.doi.org/10.1068/a180401>
- Fox, E. J., Postrel, S., & McLaughlin, A. (2007). The impact of retail location on retailer revenues: an empirical investigation. *Unpublished manuscript, Edwin L. Cox School of Business, Southern Methodist University, Dallas, TX.* https://www.researchgate.net/publication/228637298_The_Impact_of_Retail_Location_on_Retailer_Revenues_An_Empirical_Investigation (Erişim Tarihi: 20.07.2022)
- Franz, M., & Hassler, M. (2011). Globalisierung durch supermärkte-transnationale einzelhändler in der Türkei: *Geographische Rundschau*, 63(5), 28-34.
- Franz, M., Appel, A., & Hassler, M. (2013). Short waves of supermarket diffusion in Turkey. *Moravian Geographical Reports*, 21(4), 50-63. <http://dx.doi.org/10.2478/mgr-2013-0020>
- Gijsbrechts, E., Campo, K., & Vroegrijk, M. (2018). Save or (over-)spend? The impact of hard-discounter shopping on consumers' grocery outlay. *International Journal of Research in Marketing*, 35(2), 270-288. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijresmar.2018.01.004>
- Giovanardi, M., & Lucarelli, A. (2018). Sailing through marketing: a critical assessment of spatiality in marketing literature. *Journal of Business Research*, 82(C), 149-159. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.09.029>
- Goldman, A., & Hino, H. (2005). Supermarkets vs. traditional retail stores: diagnosing the barriers to supermarkets' market share growth in an ethnic minority community. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 12(4), 273-284. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2004.10.002>
- Güvenç, M. (2000). İstanbul'u haritalamak: 1990 sayımından İstanbul manzaraları. *İstanbul, Tarih Vakfı Yurt Yayınları*, 34, 34-40.
- Guy, C. M. (1998). Classifications of retail stores and shopping centres: some methodological issues. *GeoJournal*, 45(4), 255-264. <http://dx.doi.org/10.1023/a:1006960414161>
- Helm, S., Kim, S. H., & Van Riper, S. (2020). Navigating the 'retail apocalypse': a framework of consumer evaluations of the new retail landscape. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 54, 101683. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jretconser.2018.09.015>
- Hernández, T., & Bennison, D. (2000). The art and science of retail location decisions. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 28(8), 357-367. <http://dx.doi.org/10.1108/09590550010337391>
- Hino, H. (2014). Shopping at different food retail formats. *European Journal of Marketing*, 48(3/4), 674-698. <http://dx.doi.org/10.1108/ejm-12-2011-0764>
- Hökelekli, G., Lamey, L., & Verboven, F. (2017). The battle of traditional retailers versus discounters: The role of PL tiers. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 39, 11-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jretconser.2017.06.011>
- Hollander, S. C. (1960). The Wheel of Retailing. *Journal of Marketing*, 25(1), 37-42. <http://dx.doi.org/10.1177/002224296002500106>
- Jaravaza, D. C., & Chitando, P. (2013). The role of store location in influencing customers' store choice. *Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences*, 4(3), 302-307. <http://dx.doi.org/10.10520/EJC139007>
- Jindal, P., Zhu, T., Chintagunta, P., & Dhar, S. (2020). Marketing-mix response across retail formats: the role of shopping trip types. *Journal of Marketing*, 84(2), 114-132. <http://dx.doi.org/10.1177/0022242919896337>

- Johnson, K. K., Yoo, J. J., Rhee, J., Lennon, S., Jasper, C., & Damhorst, M. L. (2006). Multi-channel shopping: channel use among rural consumers. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 34(6), 453-466.
- Joseph, L., & Kubly, M. (2011). Gravity modeling and its impacts on location analysis. *International Series in Operations Research and Management Science*, 155, 423-443. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7572-0_18
- Kabadayı, S., & Paksoy, B. (2016). A segmentation of Turkish consumers based on their motives to visit shopping centres. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 26(4), 456-476. <http://dx.doi.org/10.1080/09593969.2016.1157513>
- Kahn, B. E., & Schmittlein, D. C. (1989). Shopping trip behavior: an empirical investigation. *Marketing Letters*, 1(1), 55-69. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00436149>
- Kalaycıoğlu, S., Çelik, K., Çelen, Ü., & Türkyılmaz, S. (2010). Temsili bir örneklemede sosyo-ekonomik statü (Ses) ölçüm aracı geliştirilmesi: Ankara kent merkezi örneği. *Sosyoloji Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 182-220.
- Kim, R. B. (2008). Wal-Mart Korea: challenges of entering a foreign market. *Journal of Asia-Pacific Business*, 9(4), 344-357. <http://dx.doi.org/10.1080/10599230802453604>
- Kleijnen, M., de Ruyter, K., & Wetzels, M. (2007). An assessment of value creation in mobile service delivery and the moderating role of time consciousness. *Journal of Retailing*, 83(1), 33-46. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2006.10.004>
- Kollat, D. T., & Willett, R. P. (1967). Customer Impulse Purchasing Behavior. *Journal of Marketing Research*, 4(1), 21-31. <http://dx.doi.org/10.1177/002224376700400102>
- Kooijman, D. (2002). A third revolution in retail? The Dutch approach to leisure and urban entertainment. *Journal of Retail & Leisure Property*, 2(3), 214-229. <http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.rlp.5090211>
- Leblebicioğlu, B., & Bilgen, İ. (2019). Tüketicilerin fiyat algılamalarının indirim marketlerinden satın alma niyetleri üzerindeki etkisi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(GELİŞİM-UWE 2019 Özel Sayısı), 141-154.
- Langlet, F., & Mencarelli, R. (2020). Proximity in marketing: an integrating theoretical framework and research agenda. *Recherche et Applications en Marketing (English Edition)*, 35(4), 99-124. <http://dx.doi.org/10.1177/2051570720957152>
- Lord, J. D. (2000). Retail saturation: what the experts say. *Southeastern Geographer*, 40(1), 106-115. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/44371074>
- Matusitz, J., & Forrester, M. (2009). Successful glocalization practices: the case of Seiyu in Japan. *Journal of Transnational Management*, 14(2), 155-176. <http://dx.doi.org/10.1080/15475770903028696>
- Matusitz, J., & Leanza, K. (2009). Wal-Mart: An Analysis of the Glocalization of the Cathedral of Consumption in China. *Globalizations*, 6(2), 187-205. <http://dx.doi.org/10.1080/14747730902854158>
- McNair, M. P. (1958). Significant Trends and Developments in the Post War Period. In A. B. Smith (Ed.), *Competitive Distribution in a Free High level Economy and its Implications for the University* (pp. 1-25). Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press.
- Nair, S. R., & Shams, S. M. R. (2020). Impact of store-attributes on food and grocery shopping behavior: insights from an emerging market context. *EuroMed Journal of Business*, 16(3), 324-343. <http://dx.doi.org/10.1108/emjb-10-2019-0128>

- Narayanan, V. K. (2001). *Managing technology and innovation for competitive advantage*. India: Pearson Education.
- Newing, A., Clarke, G., & Clarke, M. (2018). Applied spatial modelling for retail planning in tourist resorts. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 46(11/12), 1117-1132. <http://dx.doi.org/10.1108/ijrdm-10-2017-0253>
- Park, C. W., Iyer, E. S., & Smith, D. C. (1989). The effects of situational factors on in-store grocery shopping behavior: the role of store environment and time available for shopping. *Journal of Consumer Research*, 15(4), 422-433. <http://dx.doi.org/10.1086/209182>
- Reardon, T., & Berdegúe, J. A. (2002). The rapid rise of supermarkets in Latin America: challenges and opportunities for development. *Development Policy Review*, 20(4), 371-388. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-7679.00178>
- Reardon, T., & Minten, B. (2011). Surprised by supermarkets: diffusion of modern food retail in India. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 1(2), 134-161. <https://doi.org/10.1108/20440831111167155>
- Reardon, T., Timmer, C. P., Barrett, C. B., & Berdegúe, J. (2003). The rise of supermarkets in Africa, Asia and Latin America. *American Journal of Agricultural Economics*, 85(5), 1140-1146. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1244885>
- Rekabet Kurumu. (2021). Türkiye hızlı tüketim malları perakendeciliği sektör incelemesi ön raporu. Ankara: Ekonomik Analiz ve Araştırma Dairesi.
- AVM'ler kiracı bulmakta zorluk mu çekiyor? (2018, Ağustos 16). *Retail Türkiye*. <https://retailturkiye.com/kapak-konusu/avmler-kiraci-bulmakta-zorluk-mu-cekiyor/>
- Reutterer, T., & Teller, C. (2009). Store format choice and shopping trip types. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 37(8), 695-710. <http://dx.doi.org/10.1108/09590550910966196>
- Rogers, D. (1983). The changing pattern of American retailing. *Retail and Distribution Management*, 11(3), 8-13. <http://dx.doi.org/10.1108/eb018186>
- Rogers, D. (1984). Changes in North American supermarkets. *Retail and Distribution Management*, 12(3), 19-23. <http://dx.doi.org/10.1108/eb018230>
- Rogers, D. (1991). An overview of American retail trends. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 19(6). <http://dx.doi.org/10.1108/eum000000002950>
- Scott, P., & Walker, J. T. (2017). The only way is up: retail format saturation and the demise of the American five and dime store. *Business History Review*, 91(1), 1914-1941.
- Scott, P., & Walker, J. T. (2017). *The only way is up: retail format saturation and the demise of the American five and dime store, 1914-1941*. UK: Cambridge University Press.
- Şekerkeya, A., & Cengiz, E. (2010). Tüketicilerin perakende market zincirlerine yönelik yapmış oldukları satın alma sıklıklarına göre bölümlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(2), 73-99.
- Shields, M., & Kures, M. (2007). Black out of the blue light: an analysis of Kmart store closing decisions. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 14(4), 259-268. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jretconser.2006.07.007>
- Tarı, R., & Çalışkan, Ş. (2005). Kocaeli ilinde tüketicimin gelir hipotezlerinin analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 1-19.
- Thomassen, Ø., Smith, H., Seiler, S., & Schiraldi, P. (2017). Multi-category competition and market power: a model of supermarket pricing. *American Economic Review*, 107(8), 2308-2351.

- Thompson, C., Clarke, G., Clarke, M., & Stillwell, J. (2012). Modelling the future opportunities for deep discount food retailing in the UK. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 22(2), 143-170. <http://dx.doi.org/10.1080/09593969.2011.652645>
- Tokatlı, N., & Boyacı, Y. (1998). The changing retail industry and retail landscapes. *Cities*, 15(5), 345-359. [http://dx.doi.org/10.1016/s0264-2751\(98\)00030-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0264-2751(98)00030-4)
- Townsend, M., Surane, J., Orr, E., & Cannon, C. (2017). America's "retail apocalypse" is really just beginning. *Bloomberg*, 8, 1-11.
- Twede, D. (2012). The birth of modern packaging. *Journal of Historical Research in Marketing*, 4(2), 245-272. <http://dx.doi.org/10.1108/17557501211224449>
- Vezir-Oğuz, G. (2017). Yaratıcı düşüncenin kişisel satış üzerine etkisi: perakende giyim sektöründe bir uygulama. *Itobiad: Journal of the Human & Social Science Researches*, 6(2), 1247-1259.
- Walters, R. G., & Jamil, M. (2003). Exploring the relationships between shopping trip type, purchases of products on promotion, and shopping basket profit. *Journal of Business Research*, 56(1), 17-29. [https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(01\)00201-6](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(01)00201-6)
- Wonglimpiyarat, J., & Yuber, N. (2005). In support of innovation management and Roger's Innovation Diffusion theory. *Government Information Quarterly*, 22(3), 411-422. <http://dx.doi.org/10.1016/j.giq.2005.05.005>
- Wood, S., & Reynolds, J. (2012). Leveraging locational insights within retail store development? Assessing the use of location planners' knowledge in retail marketing. *Geoforum*, 43(6), 1076-1087. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2012.06.014>
- Yeniçeri, T., Akın, E., Özal, H., & Güler, Ş. (2015). Yerel, ulusal ve indirimli marketler arasındaki rekabetin perakendeci değer algısı ve müşteri tercihinin etki eden faktörler bakımından incelenmesi. *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 8(16), 99-126.
- Yıldırım, H. H., & Kurtuluş, S. (2008). Yerli ve yabancı indirimli süpermarket zincirleri müşterilerinin bu marketleri değerlemeleri üzerine bir pilot araştırma. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2008(1), 88-108.
- Yılmaz, A., Aykaç, Ö., Yolcu, T., & Özkaynar, K. (2020). İndirim marketlerini kimler, neden tercih eder? *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 2021(30), 243-258. <http://dx.doi.org/10.18092/ulikidince.751538>

Türkiye’de Göçmenlere Yönelik Hoşgörüyü Etkileyen Dinamiklerin İstatistiksel Analizlerle Değerlendirilmesi*

Evaluating the Dynamics Affecting Tolerance Toward Migrants in Türkiye Using Statistical Analyses

Hatice Gül Bozdeveci** , Özlem Yorulmaz*** 

Öz

İnsanlık tarihi boyunca süregelen göç etme hali toplumları yakından ilgilendiren ve sosyolojik, psikolojik, iktisadi, siyasi olarak çeşitli sorunlara neden olabilen toplumsal bir harekettir. Göçün sebepleri arasında en temel olanı bireylerin daha iyi bir yaşama sahip olma istekleridir. Son yıllarda yaşanan Arap Baharı, Suriye iç savaşı, siyasi istikrarsızlık nedeniyle meydana gelen Afganistan’daki karışıklıklar kitlesel göç hareketlerinin artmasına sebep olmuştur. Hiç şüphesiz bahsedilen toplu göç hareketlerinden oldukça fazla etkilenen ve yoğun olarak göç alan ülkelerden biri Türkiye’dir. Türkiye’de göçmen sayısındaki artış hızının yüksek olması üretilen politikaların yeterli gelmemesine sebep olarak göçmenlerle ilgili yeni politikalar üretilmesini gerekli kılmıştır. Bu çalışmada Türkiye’de göçmenlere yönelik hoşgörü Dünya Değerler Anketi’nin son dalgasına ait veriden hareketle detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında Türkiye’de yaşayan bireyler göçmenlere yönelik toleransları açısından Gizli Sınıf Analizi ile sınıflanmıştır. Bu analiz sonucuna göre bireyler Hoşgörülü olanlar, Kararsızlar ve Hoşgörülü Olmayanlar şeklinde üç sınıfa ayrılmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında bu üç sınıflı birbirinden ayrıran sosyoekonomik ve demografik değişkenler Çok Kategorili Lojistik Regresyon Analizi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre bireylerin çalışma durumları, gelir düzeyleri, inanç düzeyleri ve politik görüşleri, onların hoşgörü düzeylerine göre sınıflanmalarında ayırt edici değişkenlerdir. Çalışmanın son aşamada ise, eğitim düzeyi ve göçmenlere yönelik hoşgörü düzeyleri arasındaki ilişki Uyum Analizi görselleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler

Göçmenler, Hoşgörü, Gizli Sınıf Analizi, Uyum Analizi, Çok Kategorili Lojistik Regresyon Analizi

Abstract

Having occurred throughout the history of humanity, migrations are a social movement closely related to societies and can cause various sociological, psychological, economic, and political problems. The most fundamental reason for migration is individuals’ desire to have a better life. The turmoil in Afghanistan, the Arab Spring, the Syrian civil war, and political instability in recent years have increased mass migration movements. Undoubtedly, Türkiye is one of the countries to have been highly affected by mass migration movements and received large numbers of migrants. The high rate of increase in the number of immigrants in Türkiye has resulted in the produced policies being insufficient, thus necessitating the production of new policies regarding immigrants. This study uses data from the last wave of the World

* Bu çalışma, ilk yazar olan Hatice Gül Bozdeveci’nin “Türkiye’de göçmenlere yönelik hoşgörüyü belirleyen faktörlerin gizli sınıf analizi ve uyum analizi ile incelenmesi” başlıklı yüksek lisans tezinden (Kasım 2022) üretilmiştir.

** Sorumlu Yazar: Hatice Gül Bozdeveci (Yüksek Lisans Derecesi), İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye. E-Posta: hgul.cyhn@gmail.com ORCID: 0000-0003-3991-2704

*** Özlem Yorulmaz (Doç. Dr.), İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İstanbul, Türkiye. E-Posta: yorulmaz@istanbul.edu.tr ORCID: 0000-0003-1029-5749

Atf: Bozdeveci, H.H., Yorulmaz, O. (2023). Türkiye’de göçmenlere yönelik hoşgörüyü etkileyen dinamiklerin istatistiksel analizlerle değerlendirilmesi. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38, 199-221. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.38.1225344>

Values Survey regarding Türkiye and involves three different statistical analyses. The first stage of the study classifies the individuals living in Türkiye using a latent class analysis in terms of tolerance toward immigrants. According to the analysis results, individuals are divided into three groups: tolerant, indecisive, and intolerant. The next stage evaluates the socioeconomic and demographic variables that distinguish these three classes from one another using a multi-category logistic regression analysis. The results show the variables of working status, income level, belief level, and political view to be determinative in identifying which of the three classes individuals will be found. The last stage visualizes the relationship between education level and tolerance toward immigrants using correspondence analysis.

Keywords

Migration, Latent Class Analysis, Correspondence Analysis, Multinomial Logistic Regression Analysis

Extended Summary

Having occurred throughout humanity's history, migrations involve social movement closely related to societies and can result in various sociological, psychological, and economic issues. Individuals' desire to live a better life is the most basic reason for migration. While individuals want the right to a better life, their reasons for migration can be voluntary or compulsory. Reasons such as war, natural disasters, and economic crises are among the factors that force individuals to migrate en masse. In particular, individuals who have to migrate in large groups may cause various social, political, economic, cultural, and religious problems wherever they go. In order to not cause these problems, policymakers must ensure the establishment of a sound balance between the local people and the immigrants.

Throughout history, the issue of migration has emerged as a social phenomenon concerning all societies. The social, political, economic, religious, and cultural order that changes as a result of migration closely affects not only the immigrants but also the local people in the receiving countries. The immigration problem has also grown alongside the increasing world population with mass migrations having had greater impacts on societies.

The history of Türkiye, its geopolitical position, the immigration policies it has followed as a Muslim country, and other similar factors have led to intense immigration over the past years. Wars and conflicts in some countries in recent years, in particular those in such countries as Syria, Afghanistan, and Ukraine along Türkiye's land and maritime borders, have increased the number of individuals migrating to Türkiye. The high number of incoming immigrants has caused local people to react and decreased their tolerance toward immigrants.

Türkiye is undoubtedly one of the countries to be greatly impacted by mass migration movements and has been receiving large volumes of immigrants. The high increase in the number of immigrants in Türkiye has caused the produced policies to become insufficient, necessitating the production of new policies regarding immigrants. As a result, problems have been determined to exist between the local people and immigrants from time to time, with locals' tolerance toward immigrants having decreased.

This study first evaluates how to classify individuals living in Türkiye in terms of tolerance toward immigrants using latent class analysis. According to the obtained results, individuals are divided into three classes: tolerant, intolerant, and undecided. The next stage of the study used multinomial logistic regression analysis to evaluate the relationship between the likelihood of a person being in any of these three classes and their gender, age, education level, income level, employment status, level of religious beliefs, and political views. The variables of employment status, income level, religiosity, and political opinion were observed to have a significant in terms of which of the three classes an individual would be found. A correspondence analysis was employed to evaluate the determinants affecting locals’ tolerance levels in detail, particularly in terms of education. According to the findings, education level affects tolerance toward immigrants, which is in line with the information in the literature. As a result of the analysis, the study determined age to have no effect on tolerance toward immigrants.

Tarihsel Süreç İçerisinde Göç ve Göçmenlere Yönelik Yaklaşımlar

En genel anlamıyla göç; bir bölgede yaşayan bireylerin yaşadıkları yeri çeşitli nedenlerle terk ederek başka bir bölgede yeni bir yaşam kurmaları anlamına gelmektedir. Tarihsel süreçte oldukça fazla görülen göç hareketlerinin nedenleri değişkenlik gösterebilmektedir. Göç hareketlerine neden olan durumların başında savaş gibi siyasi sebepler, ekonomik problemler, dini nedenler, doğal afetler, ülkedeki refah seviyesinin kötüye gitmesi gibi faktörler gelmektedir. Bu gibi nedenler dolayısıyla göç eden bireylerin temel hedefleri daha iyi ve daha güvenli bir yaşam sürdürmektir (Ateş, 2018:45). Göç, belirgin bir ayrım yapılamamasına karşın kendi içinde beş ana başlık altında incelenmesi mümkün olan bir toplumsal olgudur. Bu beş ana başlığın altında zorunlu ve gönüllü göçleri içeren iradi açıdan göçler, iç ve dış göçleri kapsayan coğrafi açıdan göçler, sürekli ve süreksiz olmasına bağlı olarak zaman açısından göçler, düzenli (yasal) ve düzensiz (yasadışı) göçleri içinde barındıran hukuki açıdan göçler ve son olarak kitlesel ve bireysel göçleri içeren yoğunluk açısından göçler sayılabilir (Gürsoy, 2019:12).

Göçle ilgili yapılan çalışmalarda göçe sebep olan olayların incelenmesinin yanında göçün sonuçlarının da incelenmesi önem arz etmektedir. Bunun sebebi göçün çok boyutlu bir durum olması ve böylece göç hareketlerinin beraberinde birçok değişim sürecini getiriyor olmasıdır. Göçün bereket getirdiğini, ekonomik hareketlilik kazandırdığını, ülkelere güç kattığını (Cebeci, 2015:142) düşünenler olsa da birçok görüşe göre göç sonrası ülkelerde çeşitli güvenlik, ekonomik ve sosyo-kültürel problemler açığa çıkabilmektedir. Bu durum göç edilen ülkenin ekonomik düzeyine göre değişiklik gösterebilir. Örneğin, işçi ihtiyacı olan bir ülke, o ülkeye göre nispeten daha düşük ekonomik düzeye sahip ülkelerden işçi talep edebilir. Böylece işçi ihtiyacı olan ülkeye giden işçiler gittikleri bu ülkenin ekonomik kalkınmasına katkıda bulunabilir. Örneğin, 2. Dünya Savaşı sonrası İngiltere'nin ucuz ve niteliksiz (Yamanlar, 2020:555) işçi göçü istemesi, Almanya'ya çok sayıda işçi istihdam etmesi bu ülkelere ekonomik açıdan oldukça olumlu bir katkı sağlamıştır. Fakat zorunlu olarak göç etmek zorunda kalan bireyler özellikle kitleler halinde göç etme durumu mevcutsa gittikleri ülkeler için çeşitli siyasi, ekonomik, kültürel, dini problemleri de beraberinde getirirler. Son yıllarda özellikle Suriye, Afganistan, İran gibi Orta Doğu ülkelerinden kitleler halinde göç alan ülkelere meydana gelen güvenlik, işsizlik problemleri bu durumun bir örneği olarak gösterilebilir.

Türkiye, tarihi ve jeopolitik konumu itibarıyla çok sayıda göç alan aynı zamanda ihtiyaç halinde çok sayıda göç veren bir ülkedir. Son yıllarda özellikle Suriye'den oldukça fazla göç alan ülkeler arasında Türkiye de yer almaktadır. Ancak Türkiye, yalnızca Suriye'den değil Orta Doğu ülkelerinin büyük çoğunluğundan da yoğun göç almaktadır. Yaşanan göç hareketlerin yoğunluğu Türkiye'yi bu duruma yönelik politikalar üretmek zorunda bırakmıştır. Göçmen sayısının fazla olması ülkede

güvenlik, dil, eğitimde fırsat eşitliği, işsizlik gibi problemleri de beraberinde getirmektedir (Ayan ve Yaylı, 2022: 441).

Türkiye’ye son yıllarda gelen göçmenlerin sayısındaki artış birçok değişikliğe sebep olmuştur. Özellikle son yıllarda Suriye’den, Afganistan’dan kontrolsüz bir şekilde Türkiye’ye göç eden kişilerin sayısındaki artış (Tümtaş, 2022:344) ülke içinde farklı görüntülere sebep olmuştur. Örneğin, İstanbul’a yerleşen göçmenlerin yeni iş yerleri açmasıyla birlikte ülkede Arap harflerinin yer aldığı tabelaların artmasına neden olmuştur. Bu durumun yaygınlaşmasından rahatsız olan Türk halkının verdiği tepkiler sonucunda 2019 yılında Valilik, İl Emniyet Müdürlüğü, İl Göç İdaresi Müdürlüğü, bazı ilçe kaymakamları ve belediyelerden oluşan bir ekip kurularak başlangıçta Arap harflerinin yer aldığı tabelaların en yoğun olduğu Fatih, Bayrampaşa ve Zeytinburnu ilçelerini kapsayan bir ekip kurularak tabelaların denetlenmesi sağlanmaya çalışılmış ve tabelaların Latin harflerinden oluşması sağlanmaya çalışılmıştır.¹

Türkiye’de göç ve göçmen konusundan en çok etkilenen ülkelerin başında gelmektedir. Türk halkının Türkiye’de ikamet izni ile ya da yasadışı yollarla yaşamlarını sürdüren göçmenlere yönelik hoşgörülerini günden güne azalmaktadır (Pilatin, 2022:47). Bunun nedeni çeşitli ekonomik, siyasi, sosyal vb. alanlarda meydana gelen gelişmelerdir. Dünya Değerler Anketinin son üç dalgasındaki göçmenlere yönelik hoşgörüyü değerlendiren sorulara verilen yanıtlar Türkiye için incelendiğinde hoşgörünün azaldığını söylemek mümkündür. Tablo 1’de göçmenlere yönelik hoşgörüyü değerlendiren yargılardan sadece birine yer verilmiştir. Buna göre, 2007 yılında ve 2011 yılında “Göçmenlerin komşum olmasını istemezdim” ifadesine verilen “Katılıyorum” yanıtının yaklaşık %30 oranında olduğu; fakat son yapılan anket verileri incelendiğinde bu oranın %48’ kadar çıktığı görülmüştür.

Tablo 1

Dünya Değerler Anketi verileri sonuçları

Tarih	Katılıyorum	Katılmıyorum
2005-2009 Dalgası	%30.6	%69,4
2010-2014 Dalgası	%30.5	%69.5
2017-2020 Dalgası	%48.1	%49.2

Kaynak: Dünya Değerler Anketi <https://www.worldvaluessurvey.org/WVSDocumentationWV7.jsp>

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de yaşayan bireylerin göçmenlere yönelik tolerans düzeylerini ve yanı sıra tolerans düzeylerini etkileyen dinamikleri belirlemektir. Bu amaçlar doğrultusunda çalışmanın sonraki bölümünde literatür taraması yapılmıştır. Üçüncü bölümde istatistiksel yöntemler özetlenmiş ve bulgulara dördüncü bölümde yer verilmiştir. Son bölümde ise çalışma boyunca elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

1 <https://www.sozcu.com.tr/2019/gundem/istanbulda-arapca-tabela-operasyonu-en-az-dortte-ucu-turkce-olacak-5211452/>

Literatür

Literatürde bireylerin göçmenlere yönelik hoşgörüsü üzerinde etkili olan dinamikler incelendiğinde, eğitim, yaş, inanç düzeyi, politik görüş, cinsiyet, çalışma durumu ve gelir düzeyinin öne çıktığı görülmektedir. Bu albtöölümde literatürde öne çıkan bu değişkenlerle ilgili çeşitli çalışma sonuçlarına yer verilmiştir.

Cinsiyet

Cinsiyet, bireylerin hoşgörü düzeyini etkileyen faktörlerden biridir. Türkiye gibi ataerkil kültürün hakim olduğu birçok toplumda kadınlara hem karakteristik özellikleri nedeniyle hem de ataerkilliğin yüklemiş olduğu sorumlulukla erkeklere göre daha uyumlu, daha hoşgörölü tavırlar sergileme rolü yüklenmektedir (Canatan, 2009:26). Bu nedenle cinsiyet değişkeni göçmenlere yönelik tutumu belirleyen faktörler arasında neredeyse tüm çalışmalara dahil edilmekte ve sonucunda kadınların daha hoşgörölü olduğu yönünde sonuca ulaşılması beklenmektedir. Nitekim kadınların göçmenlere yönelik tutumlarında erkeklere göre daha olumlu tavırlar sergileyerek daha hoşgörölü olduğu sonucuna ulaşan çalışmalar mevcuttur. McDaniel, Nooruddin ve Faith Shortle'nin 2011 yılında din faktörünün bireylerin göçmenlere yönelik tutumlarını nasıl şekillendirdiğini incelediği araştırmalarında cinsiyet değişkenini de incelemiş ve sonuç anlamlı çıkararak kadın katılımcıların erkek katılımcılara göre göçmenlere karşı daha olumlu tavır sergilediği sonucuna ulaşmışlardır. Amuedo-Dorantes ve Puttitanun'un (2011) yapmış oldukları çalışmada iki cinsiyetin göçmenlere yönelik tutumları arasında önemli farklılıkların olduğu kadınların göçmenlere yönelik hoşgörülerinin daha az olduğu sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde François ve Magni-Berton (2013), erkeklerin kadınlara göre göçmenlere karşı daha hoşgörölü olduklarını savunan bir makale yayımlamış ve yaptıkları çalışmada cinsiyetin göçmenlere yönelik tutumu belirleyen önemli bir faktör olduğunu; erkeklerin kadınlara göre göçmenlere karşı daha hoşgörölü tavır sergiledikleri sonucunu ortaya koymuşlardır.

Yaş

Literatüre göre hoşgörüyü etkileyen faktörlerden bir diğeri yaştır. Genç bireylerin çoğunun daha idealist olmaları, değişen dünya düzeninde farklı kültürlerden haberdar olarak çeşitli imkanlarla farklı kültürden bireylerle iletişim halinde olmaları, kültürler arası öğrenme gibi çeşitli faaliyetlerin yaygınlaşması gençleri kendi düşünceleriyle benzer olmayan ve yabancı bireylere karşı daha hoşgörölü kılmaktadır (Çakı, 2011:142). Fakat geçim derdi olan orta yaş ve üzeri yaş ortalamasına sahip olan grup dünyaya daha çok ekonomik açıdan ve güvenlik açısından bakmaktadır (Canatan,2009:23). McDaniel ve arkadaşlarının (2011) bireylerin göçmenlere yönelik tutumlarını incelediği çalışmalarında yaş faktörünün hoşgörü üzerinde hiçbir etkisi olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Akkaş ve Aksakal

(2021)’ın çalışmalarında, Türkiye’nin Erzincan ilinde bireylerin Afgan göçmenlere yönelik tutumlarını araştırılmış, yaş değişkeninin bireylerin göçmenlere yönelik tutumlarında anlamlı bir faktör olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Öte yandan, Bozkurt ve arkadaşlarının (2021) göçmenlere yönelik tutumları incelemeyi amaçlayan çalışmalarında ise yaşın göçmenlere yönelik hoşgörü konusunda anlamlı bir faktör olduğu ortaya çıkmış ve yaş arttıkça göçmenlere yönelik karşıt tutumun arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Eğitim

Yapılan birçok çalışmaya göre eğitimin bireyler üzerinde oldukça fazla olumlu etkisi bulunmaktadır. Yapılan yazılı kaynak araştırması sonucunda eğitim seviyesi ile hoşgörü arasında yakın ve anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Fertig ve Brenner (2006)’a göre, eğitim düzeyi yabancılara yönelik tutumlar üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Daniels ve Ruhr (2005), düşük eğitim seviyesine sahip olan bireylerin göçü kısıtlayıcı politik eylemlere katılma olasılıklarının daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmışlardır. Benzer şekilde Semyonov, Rajzman ve Gorodzeisky (2006), 1988-2000 yılları arasındaki Avrupa ülkelerinde yabancı karşıtı olan duyarlılığı inceledikleri çalışmalarında seneler arasında herhangi bir fark olmaksızın yabancı karşıtlığının eğitim faktörüyle anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu ve eğitim seviyesi ile yabancı karşıtı duyarlılık arasında ters bir ilişki olduğu yani eğitim seviyesi düştükçe yabancılara karşı olan duyarlılığın olumsuz anlamda arttığı fakat eğitim seviyesi yükseldikçe bu duyarlılığın azaldığı sonucuna ulaşılmışlardır.

Din, Dindarlık

Din ile hoşgörü birbiriyle oldukça ilişkili kavramlardır. Bunun nedeni dindarlığın yalnızca bireyle değil aynı zamanda sosyal yaşantıyla da doğrudan bağlantılı olmasıdır (Mirzabayova, 2021:57). Göçmenlere yönelik hoşgörüyü belirleyen faktörler arasında dini inancın önemini vurgulayan çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmaların bir kısmı dindarlık düzeyi yüksek olan bireylerin göçmenlere yönelik daha hoşgörülü tavırlar sergilediğini savunurken bir kısmı kendilerini dindar olarak tanımlamayan bireylerin daha hoşgörülü olabileceğini savunmaktadır. Scheepers, Gijsberts ve Hello (2002), dini değerleri yüksek olan bireylerin önyargılarının daha düşük olduğu bilgisini vermektedir. Diğer taraftan Daniels ve Von Der Ruhr (2005), göçmenlere yönelik tutumları inceledikleri çalışmalarında dinin belirleyici bir etkisi olduğundan ancak dindar insanların daha ırkçı bir tutuma sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Politik Görüş

Hoşgörü düzeyini etkileyen bir diğer faktör ise politik görüş düzeyidir. Politik görüş çoğunlukla bireylerin desteklediği siyasi parti ideolojilerini simgelemektedir.

Bohman ve Hjerem'in 2016 yılında yayımladıkları makalelerinde siyasi olarak sağ görüşe sahip olan bireylerin göçmenlere yönelik tutumlarında liberallere göre daha az hoşgörülü olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Benzer şekilde Davidov ve Meulman (2012), sağcı yönelimin göçe karşı muhalefeti güçlendirdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Gelir Düzeyi

Gelir düzeyi yüksek olan bireyleri “kendini aşan bireyler” olarak tanımlayan Davidov ve Meuleman(2012) insani değerler üzerinden göçmenlere yönelik tutumları değerlendirdikleri çalışmada daha yüksek gelir düzeyine sahip olan bireylerin göçü daha az reddettikleri ve hatta güçlü bir şekilde destekledikleri sonucuna ulaşmıştır. Rajman, Semyonov ve Schmidt (2003), düşük sosyoekonomik gelir düzeyine sahip olan bireylerin göçmenleri kendilerine karşı tehdit olarak algıladıklarını ve bu nedenle de göçmenlere karşı dışlayıcı tutumlarda bulunma olasılıklarının daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte Calahorrano (2013), gelir sahibi olmanın göçmenlere yönelik tutum üzerinde oldukça zayıf bir etkiye sahip olduğunu vurgulamıştır. McDaniel, Nooruddin ve Shortle (2011) çalışmalarında işsizlik faktörünün göçmenlere yönelik hoşgörü üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Türkiye’de Yabancılara Yönelik Tutumları İnceleyen Çalışmalar

Yapılan araştırmalar sonucu Türkiye’de doğrudan göçmenlere yönelik hoşgörüü belirleyen faktörlerin incelendiği bir çalışma bulunmamakla birlikte yabancı göçmenlere yönelik tutumları belli başlı bazı demografik özellikler üzerinden değerlendiren çalışmalara aşağıda değinilmiştir.

Karaoğlu (2015) çalışmasında, kadınların erkeklere göre göçmenlere karşı daha az empatik davranışlara sahip olduğunu; iş deneyimi olan bireylerin daha önce hiçbir iş deneyimine sahip olmayan bireylere göre göçmenlere karşı daha olumlu tutuma sahip oldukları sonucuna ulaşmıştır. Kaya ve Polat (2017)’in Türkiye’de yaşayan Suriyeli göçmenlere yönelik tutumları inceledikleri çalışmalarında, göçmenlere yönelik tutumları hoşgörü ve ötekileştirme açısından ele alarak katılımcıların -yaygın görüşün aksine- eğitim düzeyi ve dini düzey açısından göçmenlere karşı hoşgörülü olmayıp göçmenleri ötekileştirmeye/dışlamaya yönelik bir tutum içerisinde oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Çiftçi (2018)’nin Türk vatandaşların Suriyeli göçmenlere yönelik tutum, algı ve empatik eğilimlerini istatistiksel analiz yöntemleriyle araştırdığı çalışmasında, medeni durum değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir faktör olarak bulunmuş ve evli kişilerin bekar kişilere göre göçmenlere karşı daha empatik olduğu; meslek açısından da anlamlı bir farklılık olduğu saptanarak işsizlerin ev hanımları ve öğrencilere göre göçmenlere karşı daha olumlu tutumlar sergilediği bilgisine ulaşmıştır. Günay, Ersoy, Boylu ve Kılıç (2019)’ın ankete dayalı

çalışmalarında, katılımcıların cinsiyetleri ile göçmenlerin yaşam koşullarına ilişkin düşünceleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Buna göre, göçmenlere yönelik olumsuz puan ortalamasının kadın katılımcıların puan ortalamasına göre erkeklerin puan ortalamaları daha yüksektir ve katılımcıların yaşlarının etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Amaç, Yöntem ve Değişkenler

Bu çalışmada Dünya Değerler Anketi’nin son dalgasına ait veri kullanarak (WVS, 2019), katılımcıları göçmenlere yönelik hoşgörü düzeylerine göre sınıflamak, bu sınıflarını birbirinden ayıran sosyoekonomik ve demografik dinamikleri belirlemek amaçlanmıştır. Literatürde Türkiye için yer alan çalışmalar incelendiğinde göçmenlere yönelik hoşgörünün oldukça sınırlı örneklem üzerinden sınırlı göstergelerle değerlendirildiği görülmüştür. Uygulamanın ilk aşamasında göçmenlere yönelik hoşgörü düzeyini değerlendiren çeşitli yargılar, sosyoekonomik ve demografik göstergeler kullanılarak Gizli Sınıf Analizi ile katılımcıları sınıflamak amaçlanmıştır. İkinci aşamada ise göçmenlere yönelik toleransı etkileyen dinamikler bu üç sınıftan hareketle çok kategorili lojistik regresyon analizi ile değerlendirilmiştir. Son aşamada ise eğitim düzeyi ve tolerans arasındaki ilişki Uyum Analizi ile değerlendirilmiştir.

Gizli Sınıf Analizi

Doğrudan ölçülemeyen fakat gözlemlenebilen değişkenlerin analizini yapabilmek amacıyla sosyal bilimler alanında sıklıkla tercih edilen istatistiksel analiz yöntemlerinden biri Gizli Sınıf Analizidir (Anuşlu, 2015:81). İlk olarak Paul Lazarsfeld tarafından 1968 yılında ortaya çıkarılan Gizli Sınıf Analizi doğrudan olmasa bile gözlemlenebilen veya ölçülebilen kategorik değişkenlerden yola çıkarak araştırmaya dahil olan heterojen grubun gizli alt sınıflarını bulmaya yardımcı olan bir analiz yöntemidir. Gizli Sınıf Analizi yöntemiyle var olan heterojen bir anakütleyi homojen alt sınıflara ayırarak araştırmaya katılan bireylerin hangi sınıfa ait olduğu bulunması amaçlanır. Ortaya çıkan bu sınıflara Gizli Sınıf adı verilir. Gizli sınıflar gizli değişkenlerin kategorilerini oluşturmaktadır ve oluşan her kategori birbirine benzeyen bireylerin olduğu sınıfları oluşturur (Çılan, 205:48). Gizli Sınıf Analizi, gizli değişkenlerin gözlemlenebilen değişkenler sayesinde sayısal olarak ölçülebilmesini sağlar (Deveci ve Yorulmaz, 2021:135). Kategorik olarak değişkenlerin birbirleriyle yüksek ilişkili olduğu gözlemlenebilen ölçüleri araştırmak için kullanılan Gizli Sınıf Analizinin, Faktör Analizine parametrik olmayan alternatif bir yöntem olarak kabul edildiğini söylemek mümkündür (Anuşlu ve Çılan, 2019:547)

Gizli sınıf analizi gözlemlenen değişkenleri, ankete katılan bireyleri, olguları aralarında koşullu bağımsızlığın olduğu gizli sınıflara ayırmaktadır. Bu nedenle değişkenler arasında rastgele ilişki olması gerekmektedir. Böylece tüm sınıflar

kontrol altına alınabilmektedir. Gizli sınıf analizinde gizli sınıf olasılıklarını etkileyen iki temel parametre bulunmaktadır: Gizli değişkenlerdeki sınıf sayıları ve sınıfların göreceli boyutları (Özkan, 2015). Goodman tarafından 1974'te ortaya atılmış olan En Çok Olabilirlik Yöntemi (Maximum Likelihood) çözüm sürecinde tercih edilmiştir. Goodman'a göre Gizli Sınıf Analizinde iki ana parametre bulunmaktadır: Koşullu gizli sınıf olasılıkları ve Gizli sınıf olasılıkları (Goodman, 1974:221). Goodman'ın Gizli Sınıf Analizi için önerdiği tahmin yöntemi olan En Çok Olabilirlik Yöntemi güçlü bir tahmin yöntemidir. Bunun nedeni parametrelerin 0 ile 1 aralığında olmasıdır (Çılan, 2015:56). En Çok Olabilirlik Yönteminde tahminleri bulabilmek için aşağıdaki eşitlikten (1) faydalanılır:

$$\hat{\pi}_{ijkt}^{ABCX} = \hat{\pi}_{it}^{Ax} \times \hat{\pi}_{jt}^{Bx} \times \hat{\pi}_{kt}^{Cx} \times \hat{\pi}_t^x \quad (1)$$

Yukarıdaki eşitlikte yer alan parametrelerin tümü olasılık olarak tanımlanmış olup (Altıntaş ve Kutlu, 2020,28) parametrelerin birbirleriyle çarpılması sonucu $\hat{\pi}_{ijkt}^{ABCX}$ parametresinin başlangıç değeri bulunmuş olur. Ayrıca $\hat{\pi}_{ijkt}^{ABCX}$ parametresi X gizli değişkeninin t . Sınıfında A, B, C gözlenen değişkenlerinin sırasıyla i, j, k kategorilerinde birleşme olasılığını ifade eder. Benzer şekilde $\hat{\pi}_t^x$ parametresi bir gözlemiş X gizli değişkeninde t . sınıfında olma olasılığını ifade etmektedir.

Gizli Sınıf Analizinde modelin uygunluğunun ölçülmesi için ise Ki-Kare (X^2) Uygunluk Testi, Standardize Artıkları Yöntemi ve Olabilirlik Oran (G^2) Testi kullanılabilir. Gizli sınıf analizinde modellerin karşılaştırılması yapılarak hangi modelin daha uygun olacağına karar verilebilir. En uygun modele karar verebilmek için sıklıkla Bayes Bilgi Kriteri [Bayesian Information Criterion (BIC)] ve Akaike Bilgi Kriteri [Akaike Information Criterion (AIC)] değerleri tercih edilmektedir. AIC ve BIC kriterlerine bakabilmek için incelenen örneklemin 1000'den fazla olması gerekmektedir. 1000'den fazla örneklem değerine sahip olan çalışmalarda AIC ve BIC kriterleri kullanıldığına en küçük negatif değere sahip olan modelin en uygun model olarak tercih edilmesi gerekir (Çılan, 2015: 37).

Çok Kategorili Lojistik Regresyon Analizi

Bağımlı değişkenin sınıflayıcı ölçek düzeyinde ve ikiden fazla değer alması halinde kullanılır, aslında iki kategorili lojistik regresyonun bir uzantısı olarak düşünülebilir. Çok kategorili lojistik regresyon analizinde bağımlı değişkenin kategorilerinden biri temel (baz, referans) grup olarak seçilir ve diğer gruplar ile karşılaştırma yapılarak katsayılar yorumlanır. Bağımlı değişkeni m tane kategoriye sahip ise çok kategorili lojistik modelin “ $m-1$ ” tane lojistik regresyon modeline sahip olması gerekmektedir.

Bağımlı değişkenin j. kategoride bulunma olasılığı (Altınırmak vd., 2019:204):

$$o_j = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^{m-1} \exp(\sum_{k=1}^K \beta_{jk} x_k)}$$
 ile gösterilmek üzere, m-1 tane odds oranı hesaplanır ve bu odds oranları ile her bir kategori için karşılaştırma yapılır, odds oranlarının logaritmalarının alınarak model aşağıdaki gibi doğrusal hale getirilir

$$\ln\left(\frac{o_i}{o_j}\right) = \sum_{k=1}^K \beta_{jk} x_k$$

Uyum Analizi

Literatürde “Uygunluk Analizi, Homojenlik Analizi” (Nemlioğlu, 2005:39) olarak da bahsedilen Uyum analizinde değişkenler arasında ilişki olup olmadığı grafikler sayesinde rahatlıkla gözlemlenebilir (Alpar, 2013:4). Uyum analizi sayesinde kontenjans tabloları ile sunulan değişkenlerin kategorileri arasındaki ilişki görselleştirilebilir. Ayrıca uyum analizinin her değişkenin alt kategorileri arasındaki ilişkinin açıklanmasına da yardımcı olan, nitel verilere uygulanabilir olması açısından başta sosyal bilimlerde olmak üzere yaygın kullanım alanına sahip bir tür boyut indirgeme analizi olduğunu söylemek mümkündür (Nemlioğlu, 2005:40). Değişkenlerin kategorileri arasındaki ilişkinin varlığı bu kategorilerin birbirlerine olan yakınlığından hareketle değerlendirilir. Eğer satır ve/veya sütun noktaları birbirine yakınsa bu iki noktanın temsil ettiği profilin birbirine benzer olduğu sonucuna ulaşılır (Uzgören, 2007:5). Kategoriler arasındaki mesafe ki-kare uzaklıklarına dayalı olarak hesaplanır.

Değişkenler

Çalışmada kullanılan Dünya Değerler Anketinin son dalgası 2017-2022 yıllarını kapsamaktadır (WVS, 2019). Ankette göçmenlere yönelik hoşgörüyü değerlendiren yargılar (latent değişkenler) aşağıdaki gibidir.

- Göç toplumsal çatışmalara yol açar
- Göç işsizliği artırır.
- Göç terör tehlikesini artırır.
- Göç suç oranlarını artırır
- Göç yoksul ülkelere gelenlere iyi bir yaşam koşulu sağlar
- Göç başka ülkelere gelenlere sığınacak yer olur.

Bu yargıları katılımcıların Katılıyorum (1), Kararsızım (2), Katılıyorum (3) yanıtlarını kullanarak yanıt vermeleri istenmiştir.

Göçmenlere yönelik hoşgörüyü etkileyen dinamikler olarak cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi, bireylerin çalışma durumları, gelir düzeyleri, politik görüşleri ve dua etme sıklıkları belirlenmiştir. Aşağıdaki tabloda sıralanan bu değişkenler Gizli Sınıf Analizinde eş değişkenlere, çok kategorili lojistik regresyon analizinde ise bağımsız değişkenlere karşılık gelmektedir.

Tablo 2

*Değişkenler ve Ölçek Türleri***Kısaltma Açıklama ve Ölçek Türü****Göçmenlere Yönelik Hoşgörüyü Belirleyen Faktörler**

Dua Etme Sıklığı	Hangi sıklıkta dua edersiniz? (<i>Hiç, Yalnızca cenazelerde, ..., Ayda bir defa, Haftada bir defa, Her gün</i>) (8'li likert ölçek)
Politik Görüş	Soldan sağa doğru politik görüş düzeyinizi nasıl ifade edersiniz? (1= <i>Tamamen sol görüş, 15=Tamamen sağ görüş</i>) (5'li likert ölçek)
Çalışma Durumu	Şu anda çalışma durumunuz nedir? (1= <i>Çalışmıyor, 2=Çalışıyor</i>)
Yaş	Kaç yaşındasınız? (18-29, 30-49, 50 ve üzeri) (Sıralı ölçek)
Cinsiyet	Cinsiyetiniz nedir? (1= <i>Erkek, 2=Kadın</i>) (Nominal ölçek)
Eğitim Düzeyi	Eğitim düzeyiniz nedir? (1= <i>Düşük, 2=Orta, 3=Yüksek</i>) (Sıralı ölçek)
Gelir Düzeyi	Gelir düzeyiniz nedir? (1= <i>Alt sınıf, 2=İşçi sınıfı, 3=Alt orta sınıf, 4=Yüksek orta sınıf, 5= Yüksek sınıf</i>) (Sıralı ölçek)

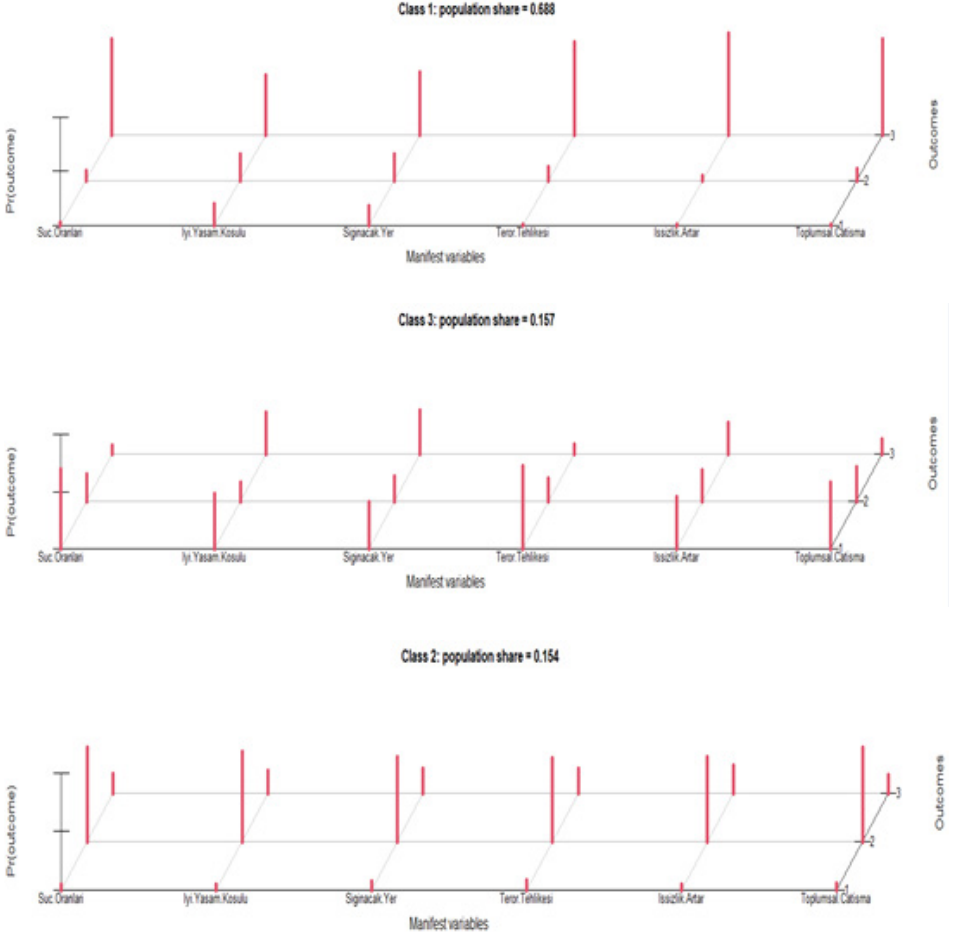
Uygulama ve Bulgular

İlk aşamada katılımcılara ait sosyo-ekonomik ve demografik özelliklere ait frekanslar değerlendirilmiştir. Buna göre, ankete Türkiye'den 1207'si erkek ve 1208'i kadın olmak üzere toplamda 2415 kişi katılmıştır. 29 yaşının altında olan bireylerin sayısı tüm ankete katılan bireylerin %29,5'ini, 30-49 yaş aralığında olan bireyler katılımcıların %45'ini ve son olarak 50 yaşının üstündeki bireyler katılımcıların %25,5'ini oluşturduğu görülmüştür. Katılımcıların %58,3'ü düşük düzey, %24,2'si orta düzey eğitim seviyesine sahipken yüksek eğitim düzeyine sahip bireylerin oranı %17,1 olarak karşımıza çıkmaktadır. En düşük gelir düzeyine sahip bireylerin sayısı 109'dur ve ankete katılan bireylerin %4'ünü oluşturmaktadır. İkinci düzey gelir düzeyine sahip bireyler katılımcıların %27'sini oluşturmaktadır. Ankete katılan bireylerin çoğunluğu %42 oranla üçüncü düzey gelir grubunda yer almaktadır. Dördüncü düzey gelir grubunda bulunan kişiler ise katılımcıların %24'ünü oluşturmaktadırlar. En yüksek gelir düzeyi grubunda yer alan bireyler tüm katılımcıların %3'ünü oluşturmaktadır.

Gizli Sınıf Analizi

Gizli Sınıf Analizi R programında “*polca*” paketi kullanılarak uygulanmış, AIC, BIC ve En Çok Olabilirlik sonuçlarına göre 3 sınıflı modelin uygun olduğuna karar verilmiştir. Şekil 1'de görüldüğü üzere, 3 sınıflı modelden elde edilen gizli

sınıf olasılıkları yaklaşık olarak %69, %15 ve %16’dır. Aşağıda yer alan grafiklerde çubukların uzunluğunun olasılık değerleriyle doğru orantılıdır. Grafiklerin sağ kısmında yer alan 1, 2 ve 3 sayıları sırasıyla şu yanıtları temsil etmektedir: Katılmıyorum, Kararsızım/Bilmiyorum, Katılıyorum.



Şekil 1. Üç sınıflı modele ait gizli sınıf olasılıkları

Bu üç sınıfta yer alan bireylerin sorulara verdikleri yanıtlar Şekil 1 ve Tablo 3’den hareketle incelendiğinde sınıfları Hoşgörülü Olmayanlar, Kararsızlar ve Hoşgörülü Olanlar şeklinde isimlendirmek uygun olarak benimsenmiştir.

Tablo 3

Modele ait üç sınıfın isimlendirilmesi ve yorumlanması

1. SINIF	ÇIKARIM
HOŞGÖRÜLÜ OLMAYANLAR	<ul style="list-style-type: none"> 1.sınıfta yer alan bireyler ankete katılan kitlenin yaklaşık %69'unu oluşturmaktadır ve bu sınıfta yer alan bireyler "Hoşgörülü Olmayanlar" olarak isimlendirilmiştir. 1. sınıfa dahil olan bireylerin büyük çoğunluğu "Göç, suç oranını artırır.", "Göç, yoksul ülkeden gelen göçmenlere daha iyi yaşam koşulu sağlar.", "Göç, başka ülkeden gelenlere sığınacak yer olur.", "Göç, terör tehlikesini artırır.", "Göç, işsizliği artırır.", "Göç, toplumsal çatışmalara yol açar." ifadelerinin tümüne katıldıklarını belirtmişlerdir.
2. SINIF	ÇIKARIM
KARARSIZLAR	<ul style="list-style-type: none"> 2. sınıfta yer alan bireyler kitlenin yaklaşık %15'ini oluşturmaktadır ve bu sınıfta yer alan bireyler "Kararsızlar" olarak isimlendirilmiştir. Bu sınıfa dahil olan bireylerin büyük çoğunluğu "Göç, suç oranını artırır.", "Göç, yoksul ülkeden gelen göçmenlere daha iyi yaşam koşulu sağlar.", "Göç, başka ülkeden gelenlere sığınacak yer olur.", "Göç, terör tehlikesini artırır.", "Göç, yoksul ülkelerden gelenlere daha iyi bir yaşam sağlar.", "Göç, işsizliği artırır.", ifadelerinin tümüne kararsızım/bilmiyorum yanıtını vermişlerdir.
3. SINIF	ÇIKARIM
HOŞGÖRÜLÜ OLANLAR	<ul style="list-style-type: none"> 3.sınıfta yer alan bireyler ankete katılan kitlenin yaklaşık %16'sını oluşturmaktadır ve bu bireylerin dahil olduğu sınıf "Hoşgörülü Olanlar" olarak adlandırılmıştır. Bu sınıfta yer alan bireylerin çoğunluğu "Göç, suç oranını artırır.", "Göç, terör tehlikesini artırır.", "Göç, işsizliği artırır.", "Göç, toplumsal çatışmalara yol açar." ifadelerine katılmadıklarını belirtmişlerdir.

Bu sınıflara dahil olan bireylerin verdikleri yanıtlar çıkarım tablosuna eklenmiştir. Analiz sonucunda elde edilen koşullu olasılık sonuçları ise aşağıdaki tabloda yer almaktadır:

Tablo 4

Üç sınıflı modele ait koşullu olasılıklar

	1.SINIF HOŞGÖRÜLÜ OLMAYANLAR	2.SINIF KARARSIZLAR	3.SINIF HOŞGÖRÜLÜ OLANLAR
	Göç, suç oranlarını artırır		
Katılmıyorum	0.0265	0.0396	0.6944
Kararsızım	0.0868	0.8033	0.2328
Katılıyorum	0.8867	0.1571	0.0728
	Göçmenlere daha iyi yaşam koşulu sağlar		
Katılmıyorum	0.1967	0.0449	0.4746
Kararsızım	0.2436	0.7699	0.1638
Katılıyorum	0.5597	0.1852	0.3615
	Göçmenlere sığınacak yer olur.		
Katılmıyorum	0.1727	0.0658	0.4090
Kararsızım	0.2401	0.7255	0.2154
Katılıyorum	0.5872	0.2087	0.3756
	Göç, terör tehlikesini artırır		

Katılmıyorum	0.0081	0.0791	0.7252
Kararsızım	0.1237	0.7155	0.1971
Katılıyorum	0.8682	0.2053	0.0777
Göç, işsizliği arttır			
Katılmıyorum	0.0079	0.0418	0.4549
Kararsızım	0.0430	0.7220	0.2748
Katılıyorum	0.9491	0.2362	0.2703
Göç, toplumsal çatışma çıkarır			
Katılmıyorum	0.0096	0.0500	0.5787
Kararsızım	0.1006	0.8030	0.2945
Katılıyorum	0.8897	0.1470	0.1269

Yukarıdaki tabloda koşullu olasılık değerleri yer alan ifadelerin özeti şu şekilde yapılabilir;

- “Göç suç oranlarını arttırır.” ifadesine hoşgörülüler olarak adlandırılmış olan 3.sınıftaki bireyler %69 oranında katılmamakta iken 1.sınıfta yer alan bireyler %89 gibi oldukça yüksek bir oranla katılmaktadır. 2.sınıfta yer alan bireyler ise %80 oranla bu ifadeye kararsız kaldıklarını belirtmişlerdir.
- “Göç, yoksul ülkeden gelen göçmenlere daha iyi yaşam koşulu sağlar.” ifadesine 3. sınıfa dahil olan bireyler %47’lik bir oranla katılmadığını belirtmiş fakat %36’lık bir kesim göçün yoksul ülkeden gelen bireylere daha iyi yaşam koşulu sağlayacağını düşünmektedir. 1. sınıfta yer alan bireyler ise %56 oranla göçün yoksul ülkeden gelen bireylere daha iyi bir yaşam koşulu sağlayacağını düşünmektedir.
- “Göçmenlere sığınacak yer olur.” ifadesine 1. sınıfta yer alan bireylerin %58’i katıldığını belirtirken 3. sınıfta yer alan hoşgörülü olan grup %40 oranla göçün göçmenlere sığınacak yer olacağını düşünmemektedir. Fakat bu sınıfta yer alan bireylerin %38’i göçmenler için sığınacak yer olacağı fikrini belirtmişlerdir.
- “Göç, terör tehlikesini arttırır.” ifadesine Hoşgörülü Olanlar sınıfına dahil olan bireylerin %72’si katılmamakta iken Hoşgörülü Olmayanlar sınıfına dahil olan bireylerin %87’si göçün terör tehlikesini arttıracığını düşünmektedir.
- “Göç, işsizliği arttırır.” ifadesine Hoşgörülü gruba dahil olan bireylerin %45’i katılmamakta iken Hoşgörülü Olmayan bireylerin dahil olduğu 1. sınıf %95 gibi oldukça yüksek bir oranla göçün işsizliği arttırdığını düşünmektedir. Ayrıca 2.sınıfta yer alan bireyler bu ifadeye %72 oranla kararsız kaldığını belirtmişlerdir.
- “Göç, toplumsal çatışmalara neden olur.” ifadesine 3. sınıftaki bireyler %58 oranla katılmamakta iken 1. sınıftaki bireyler %89 oranla bu ifadeye katıldıklarını belirtmişlerdir.

Çok Kategorili Lojistik Regresyon Analizi

Uygulamanın ilk adımında Türkiye’de yaşayan bireyler, göçmenlere yönelik hoşgörülere açısından üç sınıfa ayrılmıştır. Bir sonraki aşamada ise çok kategorili lojistik regresyon analizi ile bu üç grubun birbirinden ayrılmasında öne çıkan değişkenler değerlendirilmiş ve Tablo 5’de yer alan sonuçlara ulaşılmıştır. Bu modelin baz (referans) sınıfı Hoşgörülü Olmayanlar olarak belirlenmiştir. “Kararsızlar” sınıfının Hoşgörülü Olmayanlar” sınıfına ve “Hoşgörülü Olanlar” sınıfının da “Hoşgörülü Olmayanlar”’a göre kıyaslandığı model çıktıları şöyledir:

Tablo 5

Üç sınıflı modele ait değişkenlerin anlamlılık değerleri.

Kararsızlar	Katsayı	Standart Hata	t Değeri	p Değeri
Sabit	-18.86	0.20517	-91.960	0.000
Dua Etme Sıklığı	-0.035	0.04142	-0.855	0.393
Gelir Düzeyi	0.1071	0.08874	1.207	0.228
Politik Görüş	-0.169	0.07726	-2.190	0.029
Çalışma Durumu (Çalışanlar)	18.098	0.20518	88.210	0.000
Hoşgörülü Olanlar	Katsayı	Standart Hata	t Değeri	p Değeri
Sabit	-2.019	0.45649	-4.423	0.000
Dua Etme Sıklığı	-0.118	0.03712	-3.193	0.001
Gelir Düzeyi	0.156	0.08532	1.832	0.057
Politik Görüş	0.086	0.06619	1.310	0.191
Çalışma Durumu (Çalışanlar)	0.634	0.23894	2.657	0.008

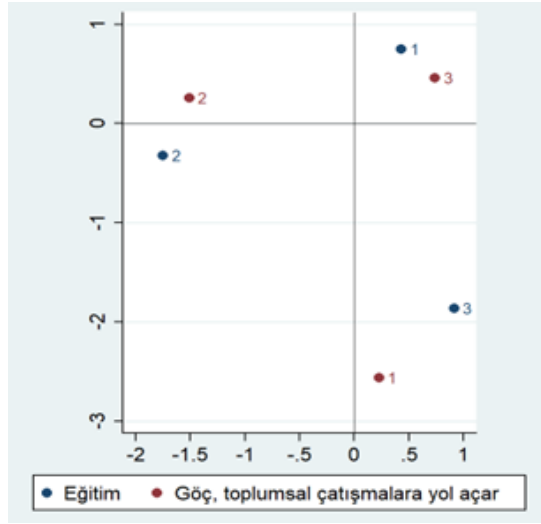
Tablo 5 incelendiğinde, Kararsızlar ve hoşgörülü olmayanlar sınıflarını birbirinden ayıran değişkenler politik görüş ($p=0.029$) ve çalışma durumudur ($p=0.00$). Buna göre, bireylerin sağa doğru eğilimlerinin artması ile kararsızlar yerine hoşgörülü olmayanlar sınıfında yer alma olasılığı artar. Çalışanlar grubuna dahil olan bireylerin kararsızlar grubunda yer alma olasılığının hoşgörülü olmayan grupta yer alma olasılığına göre daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hoşgörülü Olanlar sınıfı ile Hoşgörülü Olmayanlar sınıfı arasında belirleyici olan yani istatistiksel olarak anlamlı olan değişkenler dua etme sıklığı ($p=0.001$), gelir düzeyi (0.057, %10 önem düzeyinde anlamlı) ve çalışma durumudur ($p=0.008$). Buna göre, dua etme sıklığı arttıkça bireyin hoşgörülü olmayan grupta olma olasılığı hoşgörülü gruba göre daha fazla olur. Gelir düzeyleri yüksek olan bireylerin Hoşgörülü sınıfta yer alma olasılıkları daha yüksektir. Çalışan bir bireyin hoşgörülü olmayan grup yerine hoşgörülü grupta olma olasılığı daha fazladır. Çok kategorili lojistik regresyon analizi sonuçlarına göre cinsiyet, yaş ve eğitim düzeyi değişkenlerinin “kararsızlar” ve “hoşgörülü olanlar” sınıflarının “hoşgörülü olmayanlar” sınıflarıyla kıyaslanması aşamasında istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldüğü için modele dahil edilmemiştir.

Literatürde yer alan bilgilere göre eğitim düzeyi göçmenlere yönelik hoşgörüyü belirleyen faktörlerden biridir. Eğitim düzeyi arttıkça hoşgörünün de artacağı beklenmektedir. Çok kategorili lojistik regresyon analizinde eğitim düzeyi ve

yaş değişkenlerinin anlamlı çıkmaması nedeniyle bireylerin göçmenlere yönelik toleransını değerlendiren yargıların bir kısmı Uyum Analizi ile değerlendirilmiştir.

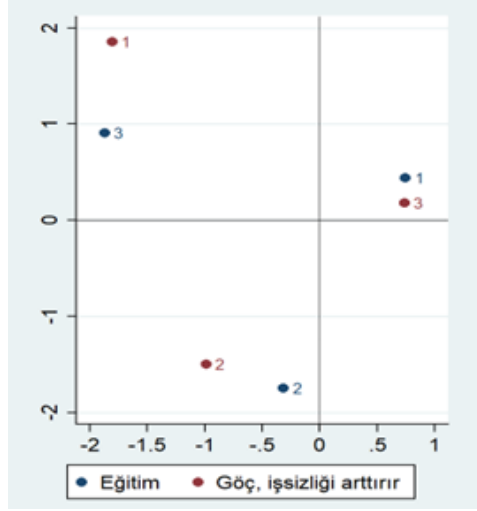
Uyum Analizi

İlk olarak “Göç, toplumsal çatışmalara yol açar” ifadesi ile katılımcıların eğitim düzeyi arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Şekil 2’de görüldüğü üzere, yüksek eğitim düzeyine sahip olan bireyler “Göç, toplumsal çatışmalara yol açar.” ifadesine katılmadıklarını belirtmişlerdir ve hoşgörülü olanlar sınıfında yer almışlardır; benzer şekilde eğitim seviyesi düşük olan bireyler göçün toplumsal çatışmalara yol açtığını düşünmüş ve son olarak orta düzey eğitim seviyesine sahip olan bireyler ise kararsız kaldıklarını ifade etmişlerdir.



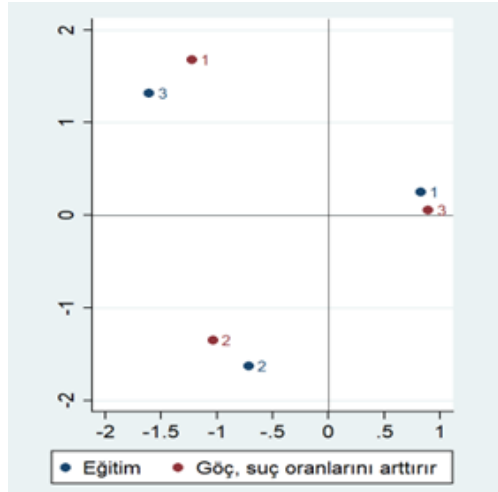
Şekil 2. Eğitim düzeyi değişkeni ve toplumsal çatışma ilişkisi çizimi.

Hiç şüphesiz işsizlik, birçok bireyi yakından etkileyen toplumsal bir sorundur. Son yıllarda göçmenlerin ülkeye gelişi ile orantılı olarak işsizliğin de arttığı ya da bazı bireylerin işlerinin sona erdiğinden yukarıda bahsedilmişti. Literatürde geçen bilgiler de göz önünde bulundurulduğunda eğitim seviyesi yüksek olan bireylerin göçmenlerin işsizliği arttırdığını düşünmedikleri yargısına ulaşılmıştır. Uyum analizi yapılarak elde edilen sonuçlar da bu yargıyı destekler nitelikte olup Şekil 3’te gösterilmiştir. Şekil 3’e göre eğitim seviyesi yüksek olan bireyler “Göç, işsizliği artırır.” ifadesine katılmamaktadır. Eğitim seviyesi düşük olan bireylerin ve “Göç, işsizliği artırır.” ifadesine katıldığı ortaya çıkmıştır. Orta düzey eğitim seviyesine sahip olan bireyler ise kararsız kaldıklarını belirtmişlerdir.



Şekil 3. Eğitim düzeyi değişkeni ve işsizlik oranı ilişkisi çizimi.

Eğitim düzeyi değişkeni ile göçün suç oranlarını arttırıp arttırmadığı ifadesine katılım oranları uyum analizi yoluyla incelendiğinde de yukarıdaki şekillere benzer sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4). Eğitim seviyesi yüksek olan bireylerin göçün suç oranlarını arttırmadığını savunduğu; eğitim seviyesi düşük olan bireylerin ise bu ifadeye katılmadığı görülmüştür. Orta düzey eğitim seviyesine sahip olan bireyler ise kararsız kaldığı bilgisine ulaşılmıştır.

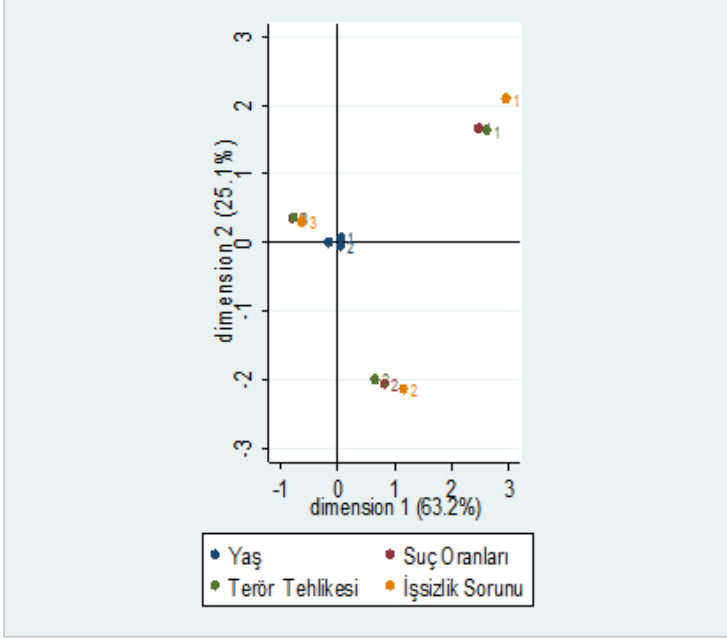


Şekil 4. Eğitim düzeyi değişkeni ve suç oranları ilişkisi çizimi.

Gizli sınıf analizinde anlamsız çıkan diğer bir değişken yaş değişkenidir. Çalışma kapsamında yaşın göçmenlere yönelik hoşgörüyü etkileyebileceği düşünülmüştür. Nitekim literatür incelendiğinde bu yargıyı destekleyen çalışmalar da mevcuttur. Bozkurt, Kaya İnceplik ve Baigabylov (2021)'un göçmenlere yönelik tutumları

demografik açıdan inceledikleri çalışmada yaş anlamlı bir değişken olarak bulunmuş ve yaş arttıkça bireylerin göçmenlere yönelik daha az hoşgörülü oldukları sonucuna ulaşmışlardır.

Yaş değişkeni için uyum analizi yapıldığında literatürde yer alan bilgilerin tersine Şekil 5’ e ulaşılmıştır.



Şekil 5. Yaş değişkeni ile suç oranları, işsizlik sorunu, terör tehlikesi değişkenlerinin ilişki çizimi.

Şekil 5’de yer alan mavi renkli noktalar yaş değişkenini ifade etmektedir ve değişkenlerin merkezde toplandığı, 3 sınıftan herhangi birine doğru dağılım göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Yaş değişkeni tüm gruplarda merkezde toplanmış böylece yaş değişkeninin de hoşgörüyü etki etmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Tartışma ve Sonuç

Geçmişten günümüze kadar insanın var olduğu her yerde göç faaliyetleri de var olmuştur. Göç hareketleri süreç içerisinde değişiklik gösterse de göç eden bireylerin en temel amacı daha iyi ve daha güvenli koşullarda yaşamlarını sürdürmek olmuştur. Bireyler temel yaşam haklarını korumak ve bu hakkı devam ettirebilmek amacıyla göç etseler de göçün aynı zamanda çeşitli sosyal, kültürel, ekonomik, siyasi problemlere yol açtığı da bilinen bir gerçektir. Her ne amaçla olursa olsun yaşadıkları bölgeden ayrılıp yeni bir yerde yaşamaya başlayan göçmen, sığınmacı ya da mülteciler yerel halk için zamanla tehdit unsuru olarak algılanabilmektedir.

Son yıllarda Arap Baharı ve sonrasında gerçekleşen Suriye iç savaşı sonucu ülkelere çok sayıda göçmen girişine sebep olmuştur. Türkiye'nin Suriye'ye sınır olması hiç şüphesiz Türkiye'yi en yoğun göç alan ülkelerden biri haline getirmiştir. Başlangıçta göçmen girişleri kontrol altında tutulabilirken yoğun ve kitleler halinde olması Türkiye'yi zor duruma sokmuş ve hükümetin bu konuda çeşitli politikalar üretmesini zorunlu kılmıştır. Göçmenlerin kontrolsüzce artışı ve ülkenin her yerinde yaşamaya başlamaları Türkiye Cumhuriyeti vatandaşlarıyla göçmenler arasında küçük çaplı bazı anlaşmazlıkların yaşanmasına sebep olmuştur (Şahin ve Aydemir, 2018:140).

Yapılan literatür araştırması, Türkiye'de göç hakkında çok fazla çalışmanın mevcut olduğunu göstermiştir. Ancak son yıllarda göçmenlere yönelik tutumun incelendiği çalışmalar yaygınlaşmış olsa da doğrudan göçmenlere yönelik hoşgörüyü ölçen bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ayrıca göçmenlere yönelik tutumları incelemek amacıyla yapılan çalışmaların daha çok Suriyeli göçmenlere yönelik olması nedeniyle tüm göçmenleri kapsayacak bir araştırma yapılması gerekli görülmüştür.

Bu çalışmada Türkiye'de yaşayan bireylerin göçmenlere yönelik hoşgörülerini Gizli Sınıf Analizi kullanılarak sınıflanmış ve bu sınıfları birbirinden ayıran dinamikler değerlendirilmiştir. Ayrıca Gizli Sınıf Analizi bulgularına göre bireyler göçmenlere yönelik tutumlarına göre "Hoşgörülü Olanlar", "Kararsızlar" ve "Hoşgörülü Olmayanlar" olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır. Çalışma kapsamında yapılan Gizli Sınıf Analizinde "Hoşgörülü Olmayanlar" olarak isimlendirilen sınıfa dahil olan bireylerin çoğunlukta olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, bireylerin eğitim düzeyleri, gelir düzeyleri, dini inanç düzeyleri, politik görüş düzeyleri ve çalışıyor olma durumları göçmenlere yönelik hoşgörülü tavır sergileme konusunda anlamlı birer değişken olarak bulunmuştur. Literatürde yaş faktörünün dahil edilerek yapılan çalışmalara bakıldığında yaşın anlamlı bir faktör olduğu sonucuna ulaşan çalışmaların mevcut olduğu görülmüştür. Fakat bu çalışmada bireylerin yaşının göçmenlere yönelik tolerans üzerinde etkili olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anket sorularında göçmen ve mülteci ayırımı yapılmamış olması, göçmenlerin tanımına ilişkin detaylı bilgi olmaması bu çalışmada karşılaşılan bir kısıttır.

Sonuç olarak, göçmenlere yönelik hoşgörü konusunda dünya üzerindeki diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de benzer sonuçlara rastlanılarak göçmenlere yönelik hoşgörünün günden güne azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Politika üreticilerin bu noktada ivedilikle yeni politikalar üretmesi yerel halk ve göçmenlerin birlikte daha iyi koşullarda yaşamalarını kolaylaştırması açısından önem arz etmektedir. Bu araştırmanın göçmenlere yönelik hoşgörü konusunda politika üreticilere yol gösterici olması amaçlanmıştır.

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: H.G.B., Ö.Y.; Veri Toplama: H.G.B.; Veri Analizi /Yorumlama: H.G.B.; Yazı Taslağı: H.G.B.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi: Ö.Y.; Son Onay ve Sorumluluk: H.G.B., Ö.Y.

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: H.G.B., Ö.Y.; Data Acquisition: H.G.B.; Data Analysis/Interpretation: H.G.B.; Drafting Manuscript: H.G.B.; Critical Revision of Manuscript: Ö.Y.; Final Approval and Accountability: H.G.B., Ö.Y.

Kaynakça/References

- Akkaş, İ. ve Aksakal, İ. (2021). Afgan Göçmenlere Yönelik Tutum ve Algıların Sosyolojik Analizi: Erzincan Örneği.
- Altınırnak, S., Ergün, M., Karamaşa, Ç., Şen, O., AYTEKİN, A., & Okoth, B. O. (2019). Birikim Değerlendirme Tercihini İle Banka Seçimi Arasındaki İlişkinin Multinomial Lojistik Regresyon İle Analiz Edilmesi: Eskişehir Örneği. *Balikesir University Journal of Social Sciences Institute*, 22(41).
- Altıntaş, Ö. ve Kutlu, Ö. (2020). Ankara Üniversitesi Yabancı Uyruklu Öğrenci Seçme Testinin Ölçme Değişmezliğinin Örtük Sınıf ve Rasch Modeline Göre İncelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 45(203).
- Alpar, R. (2013). Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Amuedo-Dorantes, C. ve Puttitanun, T. (2011). Gender differences in native preferences toward undocumented and legal immigration: Evidence from San Diego. *Contemporary Economic Policy*, 29(1), 31-45.
- Anuşlu, M.D. (2015). *Gözlenemeyen Sınıf Analizi İle Bir Hızlı Moda Markasında Müşteri Segmentasyonu* (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Anuşlu, M. D., Çılan, Ç. A. (2019) Gözlenemeyen Sınıf Analizi Kullanılarak Müşteri Giyim Tercihlerinin Belirlenmesi: Koton Markası İçin Bir Uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 15(2), 542-560.
- Ateş, T. Dünya Tarihini Etkileyen Göçler ve Türk Milletinin Etkisi. *Ankara Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1), 42-47.
- Ayan, M. ve Yaylı, H. (2022). Suriyeli Sığınmacıların Uyum Süreci: Ankara ve Kırıkkale Kentlerinde Bir Araştırma. *Türk Dünyası Araştırmaları*, 131(259), 435-460.
- Bohman, A. ve Hjerm, M. (2016). In the Wake of Radical Right Electoral Success: A Cross-Country Comparative Study of Anti-Immigration Attitudes over time. *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 42(11), 1729-1747.
- Bozkurt, V., İnceplik, K. G. ve Baigabylov, N. (2021). Göçmenlere Yönelik Tutumları Etkileyen Değerler ve Demografik Faktörler, Göç ve Etkileri. *Edit: M. Karakaş, D. Çak*, 53-72.
- Calahorrano, L. (2013). Population aging and individual attitudes toward immigration: Disentangling age, cohort and time effects. *Review of International Economics*, 21(2), 342-353.
- Canatan, K. (2009). Türkiyeli Kadınların Sorun Çözme Stratejileri. *Eskiye*, (12), 22-26.

- Cebeci, M. (2015). Sosyolojik açıdan göç ve göçmenlerin sosyal kültürel entegrasyonları: Kavramsal bir çalışma. *Disiplinler Arası Göç ve Göç Politikaları Sempozyumu, Canatan K. vd. (Ed.), İstanbul: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Yayınları*, 135-158.
- Çakı, F. (2011). Gençlerin Uluslararası Gönüllü Hizmet Deneyimleri ve Birey Üzerindeki Sosyo-Kültürel Etkileri. *Akademik İncelemeler Dergisi*, 6(1), 136-177.
- Çiftçi, H. (2018). Türkiye Cumhuriyeti Vatandaşlarının Suriyeli Sığınmacılara Yönelik Tutum, Algı ve Empatik Eğilimlerinin Analizi. *İtobiad: Journal of the Human & Social Science Researches*, 7(3).
- Çılan, Ç. (2015). Uygulamalı Sınıf Analizi. İstanbul: Çağlayan Kitapevi.
- Daniels, J. P. ve Von Der Ruhr, M. (2005). God and The Global Economy: Religion and Attitudes Towards Trade and Immigration in the United States. *Socio-Economic Review*, 3(3), 467-489.
- Davidov, E. ve Meuleman, B. (2012). Explaining Attitudes Towards Immigration Policies in European Countries: The Role of Human Values. *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 38(5), 757-775.
- Deveci, E. ve Yorulmaz, Ö. (2021). Gizli Sınıf Analizi ile Türkiye’de Cinsiyet Eşitsizliğine Bakış Açısının Değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*, 10(2), 130-144.
- Fertig, M. ve Brenner, J. (2006). Identifying the Determinants of Attitudes Towards Immigrants: A Structural Cross-Country Analysis.
- François, A. ve Magni-Berton, R. (2013). Individual Gendered Attitudes Toward Immigrants. Empirical Evidence From French Surveys. *The Social Science Journal*, 50(3), 321-330.
- Goodman, L. A. (1974). Exploratory Latent Structure Analysis Using Both Identifiable and Unidentifiable Models. *Biometrika*, 61(2), 215-231.
- Günay, G., Ersoy, A. F., Boylu, A. A. ve Kılıç, C. (2019). Göçmenlere Yönelik Olumsuz Tutum Ölçeğinin Türkçe Geçerlilik Güvenirliği. *Third Sector Social Economic Review*, 54(4), 1827-1843.
- Gürsoy, S. (2019). Göçmenlerin Çalışma Yaşamına Katılımı: Suriyeli Göçmenler Örneği.
- Karaoğlu, E. (2015). *The Role of Social Dominance Orientation, Empathy and Perceived Threat in Predicting Prejudice of Turkish Citizens Toward Syrian Immigrants* (Master’s thesis, Middle East Technical University).
- Leon McDaniel, E., Nooruddin, I. ve Faith Shortle, A. (2011). Divine Boundaries: How Religion Shapes Citizens’ Attitudes Toward Immigrants. *American Politics Research*, 39(1), 205-233.
- Mirzabayova, R. (2021). İslam Rönesansında Birlikte Yaşama Tecrübesini Etkileyen Temel Faktörler. *Bengi Dünya Yörük-Türkmen Araştırmaları Dergisi*, 2021(1), 54-64.
- Nemlioğlu, K. (2005). Benzerlik Analizleri Varsayımlara Uymayan Kategorik Verilerde Çok Değişkenli Analiz. 1. Basım, İstanbul: Beşir Kitapevi, 39-40.
- Özkan, B. (2015). *Kredi Kartı Kullanım Alışkanlıkları Üzerine Gizli Sınıf Analizi* (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul).
- Pilatin, Ü. (2022). *Türkiye’deki Suriyeli Mültecilerin AB Algısı: Karşılaştırmalı Bir Analiz* (Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Polat, F. Ç. ve Kaya, E. (2017). Bir Ötekileştirme Pratiği: Türkiye’de Yaşayan Suriyelilere Yönelik Tutumlar. *Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(1), 38-48.
- Rajzman, R., Semyonov, M. ve Schmidt, P. (2003). Do Foreigners Deserve Rights? Determinants of Public Views Towards Foreigners İn Germany and Israel. *European Sociological Review*, 19(4), 379-392.

- Scheepers, P., Gijsberts, M. ve Hello, E. (2002). Religiosity and Prejudice Against Ethnic Minorities in Europe: Cross-National Tests on a Controversial Relationship. *Review of Religious Research*, 242-265.
- Semyonov, M., Raijman, R. ve Gorodzeisky, A. (2006). The Rise of Anti-Foreigner Sentiment in European Societies, 1988-2000. *American sociological review*, 71(3), 426-449.
- Şahin, M. C. ve Aydemir, S. (2018). Zorunlu-Kitlesele Göç Olgusuna Sosyolojik Bir Yaklaşım: Türkiye’deki Suriyeli Sığınmacılar Örneği. *Dini Araştırmalar*, 21(53 (15-06-2018)), 121-148.
- Uzgören, N. Uyum Analizinin Teorik Esasları ve Regresyon Analiz ile Benzerliğinin Grafikselle Boyutta Karşılaştırılması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (18).
- Tümtaş, M. S. (2022). Türkiye’ye Düzensiz Afgan Göçü: Zorunlu Göç mü “İstila” mı?. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 21(1), 338-353.
- Yamanlar, Y. (2020). Göç Kuramları Çerçevesinde İkinci Dünya Savaşı Sonrası Batı Avrupa’nın Göç Deneyimi. *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi*, 19(2), 553-583.
- World Values Survey. (2019). *Fieldwork and Sampling*. <https://www.worldvaluessurvey.org/WVSDocumentationWV7.jsp>
- <https://www.sozcu.com.tr/2019/gundem/istanbulda-arapca-tabela-operasyonu-en-az-dortte-ucuturkce-olacak-5211452/>

EKOIST Journal of Econometrics and Statistics

REVIEW ARTICLE / DERLEME MAKALASI

Veri Bilimi İçin Yeni Bir Programlama Dili: Julia

A New Programming Language for Data Science: Julia

Münever Turanlı* , Ünal Halit Özden** 

Öz

Bilimsel programlama ve veri bilimi ile ilgili olarak kullanıcılar; yüksek performanslı, hızlı, kod yazım ve protipleme kolaylığına sahip, esnek ve dinamik programlama diline ihtiyaç duymaktadır. Veri bilimi dünyasında kullanılan, bir çok programlama dili vardır. Bu dillerden bazıları çok hızlı ama öğrenmesi ve kod yazması zordur. Bazılarında ise kod yazmak çok kolaydır, ancak yazılan kodların çalışma hızları çok yavaştır. Diğer dillerle karşılaştırıldığında, nispeten daha yeni bir dil olan Julia programlama dili, hem yüksek performanslı, hem hızlı, hem de kod yazması kolay olduğu için bu sorunları aşmayı amaçlayan programlama dillerinden biridir. Bu makalenin amacı da, diğer programlama dillerine nazaran daha yeni olan Julia'yı tanıtmak, istatistik ve veri biliminde kullanılan diğer diller ile karşılaştırmak ve araştırmacıların ve özellikle istatistik ve veri bilimi konuları ile ilgilenen kişilerin, Julia dili ile ilgili bilgi edinmesini sağlayıp, kendileri için en uygun dili seçmelerine yardımcı olmaktır.

Anahtar Kelimeler

Julia Programlama Dili, Programlama Dilleri, Python, R, İstatistik, Veri Bilimi

Abstract

Users working in scientific programming and data science need a fast, flexible, and dynamic high-performance programming language with easy code writing and prototyping. Many programming languages exist that are used in the data science world. Some of these languages are very fast but difficult to learn and code, while others are very easy to write code for but have a very slow running speed. In comparison to other programming languages, the relatively new Julia is a high performance programming language that aims to overcome these problems by being both fast and easy to code. Therefore, the purpose of this article is to introduce Julia and to compare it to the other programming languages used in statistics and data science. In addition, this article also aims to help researchers, especially those interested in statistics and data science, learn about the Julia programming language and to choose the language best suited for them.

Keywords

Julia Programming Language, Programlama Languages, Python, R, Statistics, Data Science

* Münevver Turanlı (Prof. Dr.) İstanbul Ticaret Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, İstatistik Bölümü, İstanbul, Türkiye.
E-Posta: mturanli@ticaret.edu.tr ORCID: 0000-0002-9535-4527

** Sorumlu Yazar: Ünal Halit Özden (Prof. Dr.) İstanbul Ticaret Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, İstatistik Bölümü, İstanbul, Türkiye. E-Posta: uozden@ticaret.edu.tr ORCID: 0000-0003-0924-4848

Atır: Turanlı, M., & Ozden, U.H. (2023). Veri bilimi için yeni bir programlama dili: Julia. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38,

Extended Summary

Many programming languages are used in the world of data science. Some of these languages are very fast but difficult to learn and code, while others are very easy to write code for but have a very slow code speed. This is known in the literature as the *two-language problem*, and Julia is one programming language that aims to overcome this problem.

With regard to the field of data science, Python is mostly used in the business world, while R is more used in the academic world. Despite being a general programming language, Julia is also one of the strongest languages used in the field of data science and is even considered to be the future of scientific computing and scientific data analysis.

Julia (Bezanson et al., 2017) is a relatively new programming language that was first released in 2012 and aims to be both easy and fast compared to other programming languages. Julia has been described as working like C while reading like Python (Perkel, 2019). Julia is a dynamically typed language, which means that the type of variable is not specified when declared but rather determined while in operation. Julia can easily process large amounts of data and calculations, and manipulating, creating, and prototyping code are very easy in Julia. Julia is known for its speed and ability to easily interface with other programming languages. This makes it a popular choice for data science and machine learning applications. Julia is also one of the rare programming languages grouped with C, C++, and Fortran in the in the Petaflop Club, these languages having been able to achieve the highest performances in excess of one petaflop per second.

Julia is an MIT-certified, open-source programming language. While it operates as a general-purpose language for use in any application development, many of its features are customized for numerical analysis and data science. In other words, Julia is a high-level programming language designed for use in numerical and scientific computing. Therefore, Julia offers a high success rate for numerical computational operations. In addition to these, Julia's syntax has a distributed (parallel) processing facility and large library of mathematical functions, similar to programming languages such as Python and Ruby. Julia is also at the forefront of many other computational fields such as data science, machine learning, artificial intelligence, and statistics.

Julia is newer compared to other programming languages. This suggests that learning about Julia and its programming language ecosystem will be difficult due to the small amount of knowledge and number of users involved in the language. On the other hand, difficulties may exist in terms of where to start or how to install and use different packages in relation to the programming language. For this reason, this article aims to introduce Julia as the newest programming language and to compare it with other programming languages used in statistics and data science. This article

additionally aims to help researchers learn about Julia, especially those interested in statistics and data science, and choose the most suitable language for them.

Julia's most important features are its speed, performance, and ease of use. It has been designed to perform like C++, have the general programming ability of Python, and the statistical power of R. One of Julia's outstanding is its ability to use code written in other programming languages such as Python, R, Java, and C with the help of packages such as PyCall, RCall, and JavaCall. In this way, codes written in these languages can be referenced and executed in Julia. Meanwhile, for those who want to learn Julia, many printed and online resources exist that are being rapidly developed for teaching the basic features of this language, although this number is still not as high as for other languages. However, due to being a new programming language, Julia can also be said to have technical disadvantages: Similar to more established high-level languages such as Python, Julia requires a little more development to become more stable.

Ultimately, coding languages are simply tools, and as tools change and develop, they can be widely used for a time before eventually losing popularity and becoming obsolete. Therefore, focusing on the fundamentals of the field of science (i.e., the domain knowledge for statistics and data science) and most importantly how to apply them would be more important than giving too much focus to the tools used. Whether one knows how to code in Python, R, or Julia, if they lack proficiency in data science or statistics and don't know how to identify the problem or how to ask the right questions, then one's knowledge of coding simply won't do much good. In contrast, having a good foundation in statistics and data science will facilitate one's ability to learn any programming language.

Giriş

Her meslek, verilerin artan erişilebilirliğinden ve verilerin artan öneminden etkileniyor ve artarak etkilenmeye devam edecek (Chen ve diğerleri, 2014 ; Khan ve diğerleri, 2014). Genel olarak veriler; iletişim kurmak ve bilgi oluşturmak için, karar verme sürecinde girdi olarak kullanılır. Bu nedenle, yaşamın içinde veriler çok önemlidir. Ancak daha da önemlisi var olan bu verilerin işlenmesi, analiz edilmesi ve bu verilerden bilgi üretilmesidir. Bunun için de önce istatistik ve sonrasında da programlama dili bilmek edinilmesi gereken en önemli temel yetkinliklerden biridir.

Veri bilimi dünyasında kullanılan, bir çok programlama dili vardır. Bu dillerden bazıları çok hızlı ama öğrenmesi ve kod yazması zordur. Bazılarında ise kod yazmak çok kolaydır, ancak yazılan kodların çalışma hızları çok yavaştır. Literatürde bu durum, iki dil sorunu olarak bilinir ve Julia bu sorunu aşmayı amaçlayan programlama dillerinden biridir.

Programlamada, ikili dil tipik olarak tek bir proje veya uygulamada iki programlama dilinin kullanılmasını ifade eder. Bu, her dilin güçlü yönlerinden yararlanmak, bir dilde yazılmış mevcut kodu kullanmak veya yalnızca bir dilde mevcut olan bir kütüphaneyi veya çerçeveyi kullanmak gibi çeşitli nedenlerle yapılabilir. Örneğin, bir programcı, bir uygulamanın ana mantığı için bir dil ve kullanıcı arabirimi için başka bir dil kullanabilir. Ya da verileri işlemek için bir dil ve onu görselleştirmek için başka bir dil kullanabilir. İkili dil kullanan bir programcının her iki dile de aşina olması ve birlikte nasıl etkili bir şekilde çalışabileceklerini anlaması gerekmektedir.

Veri bilimi alanına ilişkin olarak İş dünyasında, çoğunlukla Python ve akademik dünyada ise R daha çok kullanılmaktadır. Genel bir programlama dili olmasına karşın Julia da veri bilimi alanında kullanılan güçlü dillerden biridir. Hatta Julia'nın bilimsel hesaplama ve bilimsel veri analizinin geleceği olduğu düşünülmektedir.

Julia programlama dili (Bezanson vd., 2017), ilk olarak 2012'de piyasaya sürülen nispeten yeni bir dildir ve diğer programlama dillerine göre hem kolay, hem de hızlı olmayı amaçlamaktadır. "C gibi çalışır ama Python gibi okur" (Perkel, 2019). Dinamik olarak yazılmış bir dildir, yani bir değişkenin türü, bildirildiğinde belirtilmez, bunun yerine çalışma zamanında belirlenir. Büyük miktarda veriyi ve hesaplamayı kolaylıkla işleyebilir, kodları manipüle etmek, oluşturmak ve kodların prototipini oluşturmak Julia'da oldukça kolaydır. Julia, hızı ve diğer programlama dilleriyle kolayca arayüz oluşturabilme yeteneği ile tanınır. Bu da onu veri bilimi ve makine öğrenimi uygulamaları için popüler bir seçim haline getirmektedir. Diğer taraftan Julia, 'Petaflop Kulübü' olarak adlandırılan, saniyede bir petaflop'u aşan en yüksek performansa ulaşan nadir programlama (bu diller C, C++, Fortran ve Julia) dillerinden birisidir.

Julia programlama dili, MIT sertifikalı, açık kaynak kodlu bir programlama dilidir. Genel amaçlı bir dil olsa da (herhangi bir uygulama geliştirilmesinde kullanılabilse

de) özelliklerinin çoğu sayısal analiz ve veri bilimi için özelleştirilmiştir. Diğer bir ifade ile Julia, sayısal ve bilimsel hesaplama için kullanılmak üzere tasarlanmış üst düzey bir programlama dilidir. Dolayısıyla sayısal hesaplamalı işlemler için yüksek başarı oranı sunmaktadır. Bunların haricinde dağıtık (paralel) işlem olanağına ve geniş matematiksel işlev kütüphanesine sahip olan Julia'nın söz dizimi Python, Ruby gibi programlama dilleriyle benzerlik göstermektedir. Diğer taraftan Julia programlama dili veri bilimi, makine öğrenimi, yapay zeka, istatistik ve daha bir çok hesaplamalı alanda ön plana çıkmaktadır.

Julia programlama dilinin geliştiricileri, Julia'nın temel amacına yönelik olarak 2012'deki bir blog yazısında aşağıda yer alan açıklamaları yapmışlardır (Bezanson, vd. 2012).

“Açgözlüyüz, daha fazlasını istiyoruz. Liberal bir lisansa sahip açık kaynaklı bir dil istiyoruz. Ruby'nin dinamikliği ile C'nin hızını istiyoruz. Lisp gibi gerçek makrolara sahip, ancak Matlab gibi açık, tanıdık matematiksel notasyona sahip homoikonik bir dil istiyoruz. Genel programlama için Python kadar kullanılabilir, istatistik için R kadar kolay, dizi işleme için Perl kadar doğal, doğrusal cebir için Matlab kadar güçlü, programları birbirine yapıştırmada kabuk kadar iyi bir şey istiyoruz. Öğrenmesi çok basit ama en ciddi bilgisayar korsanlarını bile mutlu eden bir şey. İnteraktif olmasını ve derlenmesini istiyoruz.”

Diğer dillerle karşılaştırıldığında, Julia diğer programlama dillerinden daha yeni bir dildir. Bu durum, dille ilgili bilgi birikiminin ve kullanıcı sayısının az olması nedeniyle (programlama dili ekosistemi) Julia'ya ilişkin bilgi edinmenin zor olacağını düşündürmektedir. Diğer taraftan, programlama diline ilişkin olarak nereden başlanacağı, farklı paketlerin nasıl kurulacağı ve kullanılacağı konusunda da zorluklar yaşanabileceğini akla getirmektedir. Bu nedenle bu makalenin amacı diğer programlama dillerine nazaran daha yeni bir programlama dili olan Julia'yı tanıtmak, istatistik ve veri biliminde kullanılan diğer diller ile karşılaştırmaktır. Buna ek olarak, araştırmacıların ve özellikle istatistik ve veri bilimi konuları ile ilgilenen kişilerin, Julia dili ile ilgili bilgi edinmesini sağlayıp, kendileri için en uygun dili seçmelerine yardımcı olmaktır.

2. Julia Programlama Dili

Julia, teknik bilgi işlem disiplinindeki mevcut yazılım araç setindeki prototipleme, performans ve hızdaki boşlukları kapatmak için tasarlanmıştır. Bu konu ile ilgili çalışmalar 2009 yılında, üst düzey hızlı ve de ücretsiz bir dil oluşturmak için yola çıkan Jeff Bezanson, Stefan Karpinski, Viral B. Shah ve Alan Edelman tarafından başlatılmıştır (Lauwens & Allen, 2019).

2012 yılındaki ilk lansmanından günümüze kadar, Julia birçok değişiklikten geçmiş ve birçok yeni sürümü piyasaya sürülmüştür. Günlük olarak halen üzerinde yapılan

çalışmalarla geliştirilmeye devam edilmektedir. Julia, veri analitiği, algoritmik ticaret, makine öğrenimi ve yapay zeka için en hızlı modern yüksek performanslı bilgi işlem dilidir ve Python, R, Matlab, Perl, SAS ve Stata'nın işlevselliğini ve kullanım kolaylığını, C++ ve Java hızıyla birleştirmektedir. Paketleri, etkileyici ve sade söz dizimi nedeniyle gittikçe popüleritesini artırmaktadır. Ayrıca Julia betikleri içerisinde kolaylıkla Python, C, Fortran ve R paketleri kullanılabilir ve kodları çalıştırılabilir. Julia GitHub'da geliştirilen ilk 10 programlama dilinden biridir ve finans, sigorta, enerji, robotik, genomik, havacılık ve diğer birçok alanda kullanılmaktadır.

Ekim 2022'ye kadar, Julia 40 milyondan fazla indirildi ve bu programlama dili için 8000'den fazla paketin kayıtlı olduğu bir topluluk oluştu. Yine Aralık 2022 itibarıyla Julia, PYPL Endeksi'nde 25. (PYPL, Çevrimiçi: <https://pypl.github.io/PYPL.html>) ve TIOBE Endeksi'nde 27. sırada yer almaktadır (TIOBE, Çevrimiçi: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>). Julia'nın en önemli hedef kitlesi, veri bilimi ve bilimsel hesaplamalar için kullanılan Python, MATLAB, R, Mathematica, SAS, Scala ve Octave gibi programlama dilleri ve ortamlarının kullanıcılarıdır. Julia henüz adı Python, R veya MATLAB kadar popüler olmasa da SAS veya Scala ile benzer kullanım oranlarına ulaşmıştır. Julia'nın destekçileri arasında Amazon, Apple, BlackRock, Capital One, Comcast, Disney, Facebook, Ford, Google, Grindr, IBM, Intel, KPMG, Microsoft, NASA, Oracle, PwC, Raytheon ve Uber yer almaktadır.

2.1. Julia Programlama Dilinin Özellikleri

Python ve R, veri biliminde en yaygın kullanılan programlama dilleri olarak üstünlüğünü sürdürürmesine karşın Julia bu alanda kendine özgü gelişmiş özelliklere sahiptir. Julia'nın popüleritesinin artmasının arkasında birçok faydalı özelliğinin olması yer almaktadır. Bu özellikleri en önemlileri; prototipleme kolaylığı, performans, hız, sözdizimi, çoklu gönderim, dinamik programlama dili olması, proje çözüm yönetimi, paket yönetimi, unicode desteği ve kod paylaşımı kolaylığı ve parametrik polimorfizm olmasıdır. Adı geçen özellikler aşağıda açıklanmıştır (Storopoli vd., 2022, s.9).

Prototipleme: Genellikle araştırmacılar çok kolay ama yavaş bir dil kullanarak ve prototip oluşturarak kod geliştirirler. Kodun doğru çalıştığından ve amacına ulaşacağından emin olduktan sonra, yazdıkları kodu hızlı ama kodlaması zor bir programlama diline dönüştürürler. Buna programlamada “iki dil problemi” denir. “İki Dil Problemi”, bilimsel hesaplamada bir problemi çözmek için karşılaşılan tipik bir durumdur. Problemin çözümü, kodlaması kolay bir dilde (Python veya R gibi) prototiplenir. Prototip çalışırsa, daha hızlı ve performanslı olan ancak prototiplemesi kolay olmayan bir dilde (C++ veya FORTRAN) kodları tekrar yazılır. Böyle bir durumda, bir çözüm geliştirme sürecinde yer alan iki programlama diline ihtiyaç duyulmaktadır. Birincisi prototiplemesi kolay ancak uygulamaya uygun olmayan (çoğunlukla yavaş olması nedeniyle) programlama dili, ikincisi kodlaması zor ve

sonuç olarak prototiplemesi kolay olmayan, ancak hızlı olduğu için uygulamaya uygun olan programlama dilidir. Julia, hem hızlı hem de protiplemesi kolay bir dildir. Prototipini oluşturduğunuz (kullanım kolaylığı) ve çözümü (hız) uyguladığımız dilin aynı olması nedeniyle Julia bu tür durumlarda çok fayda sağlamaktadır.

Performans: Programlamada, CPU ve bellek gibi bilgisayar kaynaklarını C veya Fortran kadar verimli kullanan yüksek performanslı programlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, bir programlama dilinin üretim versiyonu genellikle “Fortran” veya “C ” programlama dilinde yazılır. Julia sahip olduğu özellikler ve performans sayesinde, kullanıcının basit bir sözdizimi ile hızlı ve güçlü kod geliştirmesini olanak sağlar. Julia programlama dili, CPU ve bellek gibi bilgisayar kaynaklarını C veya Fortran kadar verimli kullanan yüksek performanslı bir programlama dilidir. Bu anlamda Julia, düşük seviyeli bir programlama diline olan ihtiyacı azaltır. Julia, Level Virtual Machine1 (Düşük Seviyeli Sanal Makine-LLVM) ve Just in Time (Tam Zamanında-JIT) gibi derleyici teknolojisindeki son gelişmeleri, söz dizimi kolaylığını ve hızı tek bir ortamda kullanma imkanı sunmaktadır.

Hız: Teknik alandaki bir diğer önemli konu da hızdır. Kullanıcılar genel olarak programlama dillerinin kod çalıştırma hızlarının yüksek olmasını isterler. Julia, bu konuda C ve Fortran’a yaklaşmaktadır. Julia’nın ortaya çıkış ilkelerinden biri, Python kadar genel, R kadar istatistik dostu, ancak C kadar hızlı olması gerektiğidir. Bu, özellikle bilimsel hesaplama için daha hızlı veri iş akışlarının sağlanmasına olanak tanımaktadır.

Paket ve proje çözüm yönetimi: Julia, kontrol edilen, yönetilebilen ve tekrarlanabilen bağımlılıklar ve sürüm kontrolü ile, çok iyi proje ve paket yönetimi sunmaktadır. Daha açık bir ifade ile Julia’nın çok iyi bir proje yönetimi çözümü ve paket yöneticisi vardır. Tek bir küresel paket kümesi kuran ve yöneten geleneksel paket yöneticilerinin aksine, Julia’nın paket yöneticisi “ortamlar” etrafında tasarlanmıştır: Bağımsız bir proje için yerel olabilen veya projeler arasında paylaşılabilen bağımsız paket kümeleri bulunur. Her proje kendi bağımsız paket sürümleri kümesini kullanmaktadır. Ayrıca Julia, kullanıcıların farklı paketlerdeki kodları ve veri yapılarını kolayca paylaşmasına ve yeniden kullanmasına olanak tanımaktadır.

Unicode desteği: Bir bilgisayarın, insanların anlayabileceği metin ve sayıları depolayabilmesi için, karakterleri sayılara dönüştüren bir kod olması gerekir. Unicode standardı, böyle bir kodu karakter kodlaması kullanarak tanımlar. Julia unicode karakterlerini, değişkenler veya parametreler olarak kullanılmasına izin vermektedir. Bir algoritmadaki matematiksel denklem veya ifade, hemen hemen aynı görüldüğü gibi kodlanabilir. Güçlü bir özellik olan bu özellik “Bire Bir Kod ve Matematik İlişkisi” olarak adlandırılmaktadır.

1 *Low Level Virtual Machine:* Düşük Seviyeli Sanal Makine- elle yazılmış ve okunması kolay kodu, insanların okuması çok zor ama bilgisayarların okuması kolay olan LLVM makine koduna dönüştürme

Kod paylaşımını kolaylığı: Paketlerin Julia ekosistemi programcılara benzersiz bir ortam sağlar. Yalnızca kod paylaşımını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda kullanıcı tarafından oluşturulan türlerin paylaşılmasına da izin verir.

Geliştirme ortamları: Julia kodlarının çalıştırılması için bir çok seçenek vardır. Bunlardan en kolayı, Julia REPL’i kullanmaktır. Bu, Julia yürütülebilir dosyasının (julia veya julia.exe) başlatılması ve orada kodun çalıştırılması anlamına gelir. Julia kodunu içeren dosyaların uzantı adı “.jl”dir, bu dosyalara kodlar yazılabilir ve bunlar Julia’ya yüklenebilir. REPL net bir şekilde belgelenmemiş bazı manuel işlemler gerektirmektedir. Bu sorunu aşmak için Pluto.jl kullanılabilir. Pluto.jl bağımlılıkları otomatik olarak yönetir, kodları çalıştırır ve değişikliklere tepki verir. Julia programlama diline yeni başlayan kişiler için “Pluto.jl”, en kolay yoldur. Bu paketin en temel dezavantajı, daha büyük projeler için daha az uygun olmasıdır. Diğer seçenekler, “Visual Studio Code”, “Vim” ve “Emacs”ı kullanmaktır. Büyük projeleri yönetmek için “Visual Studio Code”, ileri düzey kullanıcılar için “Vim”, “Emacs” ve “RPL” en iyi alternatiflerdir.

Sözdizimi: Julia’nın sözdizimi, hızına rağmen dinamik olarak yazılmıştır, bu da onu daha karmaşık programlama dillerinden çok R ve Python gibi kodlaması kolay olan dillere yakın kılmaktadır. Dolayısıyla Julia, diğer yüksek performanslı programlama dillerinden çok daha erişilebilir ve öğrenmesi kolay bir programlama dilidir.

Dinamik tipte bir dil: Julia, tam zamanında derleyiciye sahip dinamik tipte bir dildir. Dinamik tipte diller; statik programlama dillerinin derleme zamanında gösterdikleri davranışları, çalışma zamanında da gösterebilen programlama dilleridir. Dinamik kodlanan bir dil olması nedeniyle Julia’da da tanımlanan değişkenlerin türlerinin başlangıçta belirtilmesi gerekmektedir. Tanımlanan değişkenlerin tür kontrolleri programın çalışma anına bırakılmaktadır. Bu, C++ veya FORTRAN’da olduğu gibi programı çalıştırmadan önce kodları derlemek gerekmediği anlamına gelir. Bunun yerine, Julia kodu alır, gerektiğinde türleri tahmin eder ve çalıştırmadan hemen önce kod bölümlerini derler. Ayrıca, Julia çalışırken türleri tahmin ettiğinden, her türü açıkça belirtmek gerekmemektedir. Julia ile R ve Python gibi diğer dinamik diller arasındaki temel fark şudur: Julia, kullanıcının tür bildirimleri belirtmesine izin verir. Bununla birlikte, değişkenlerin veya işlevlerin türü belirtilmek istenmezse, Julia bunları anlar ve tahmin eder.

Çoklu gönderim: Julia’nın bir başka özelliği de çoklu gönderimdir. Bu özellik, Julia fonksiyonlarının kendisine verilen bağımsız değişken türlerine göre farklı davranma becerisine olanak tanır ve Julia’nın daha esnek bir programlama dili olmasını sağlar. Çoklu gönderim, mevcut işlevlerin genişletilmesine veya yeni türler için özel ve karmaşık davranışlar tanımlanmasına olanak tanıyan güçlü bir özelliktir. Ayrıca, Julia, kullanıcıların çoklu gönderim yoluyla birçok bağımsız

değişken türü kombinasyonunda fonksiyon davranışının tanımlanmasına olanak tanır. Aynı fonksiyon adını kullanırken argüman türleri için yeni fonksiyonlar tanımlanarak farklı bir tür davranışı belirtilebilir.

Parametrik polimorfizm (Parametric polymorphism): Parametrik polimorfizm, jenerik programlama dillerinin ve yapılarının arkasındaki temel prensiptir. Bu prensip veri türünden bağımsız olarak değerler üzerinde çalışan genel işlevlerin ve veri türlerinin oluşturulmasını sağlar. Örneğin, bir programlama fonksiyonu iki farklı değer üzerinde çalışıyorsa, aynı veri türlerine sahip olmasalar bile yeni değerler eklenebilir.

2.2. Julia'nın Avantajları ve Dezavantajları

Yukarıda belirtilen özellikler nedeniyle Julia, 2022 StackOverflow geliştirici anketinde en sevilen diller arasında ilk 5'te yer almıştır. Aşağıda, Julia'nın bazı önemli avantaj ve dezavantajları verilmiştir (Julia 1.8 Documentation, çevrimiçi: <https://docs.julialang.org/en/v1/>).

- Daha hızlı çalışma süresi performansı için Julia, LLVM derleyici çerçevesi kullanmaktadır.
- JIT ile derlenmektedir.
- Hız konusunda Julia, çok iyi performans göstermektedir.
- Julia paralellik ve dağıtılmış hesaplama için çok uygundur. Bu bilimsel hesaplama, paralel bilgi işlem ve minimum çaba ile sınırsız ölçeklenebilirlik sağlar. Bu sayede, Julia uygulamaları, bir düğmeye tıklanarak büyük kümelere dağıtılabilir ve on binlerce düğümde hızlı ve kolay bir şekilde paralel ve dağıtılmış işlem gerçekleştirilebilmektedir.
- Julia'yı öğrenmek kolaydır.
- Julia, REPL (read-eval-print loop) veya etkileşimli komut satırı içermektedir.
- Julia iki dil problemini çözer. Bu, zamandan tasarruf sağlar, hata ve maliyeti azaltmaktadır.
- Etkileyici, güçlü ve dinamik söz dizimine sahiptir.
- Julia, işlemlerin kolayca yönetilmesini sağlayan güçlü bir kabuğa sahiptir.
- Julia dinamik yazmanın ve statik yazmanın avantajlarını bir araya getirmektedir.
- Birçok programlama dilinin kütüphanelerini kolaylıkla kullanabilir.
- Lisp'de desteklenen makroların benzerleri Julia'da da yer almaktadır.

- Julia metaprogramlamayı desteklemektedir.
- Çok başarılı bir hata ayıklama paketine sahiptir.
- Julia'nın matematik hesaplamalar için kullanılan söz dizimi daha çok matematik formüllerinin yazılma biçimine benzemektedir. Bu da programcı olmayanların Julia'da kod yazmaya alışmasını kolaylaştırmaktadır.
- Julia'da kullanıcı performans için bellek yönetimi gibi ayrıntılarla uğraşmak zorunda değildir.
- Julia farklı argüman türleri için otomatik, verimli ve özel kod oluşturma imkanı sağlar.
- Açık bir sözdizimine sahiptir.
- Çoklu gönderim yardımıyla kullanıcı, birçok argüman kombinasyonunda fonksiyon davranışını tanımlayabilmektedir.
- Çoklu gönderim ve buna benzer bir dizi özelliği, onu birçok alanda kullanılabilir kılmaktadır.
- Çok yönlü genel bir programlama dili olması nedeniyle Julia'nın pek çok kullanım alanı var.
- Julia, Unicode için verimli bir destek sağlamaktadır.
- Julia'da performans için kodun vektörleştirilmesine gerek yoktur. Bu da Julia'nın hızlı olmasına katkı sağlamaktadır.
- Julia sıfırdan matematiksel, bilimsel ve istatistiksel işlemler için üretilmiştir. Programlamayı basit ve hızlı hale getiren ve gerekli kod satırı sayısını önemli ölçüde azaltan (bazı durumlarda %90'lara kadar) gelişmiş bir çok kütüphaneye sahiptir.

Julia'nın Dezavantajları

- Nispeten yeni olmasının bir sonucu olarak, topluluk ve ekosistem hala küçüktür (giderek büyüyor).
- Yeni bir dil olması sebebiyle teknik kusurlar barındırmaktadır.
- Pek çok benzersiz çözüm paketi olmasına karşın, diğer dillerle karşılaştırıldığında, bu sayı oldukça azdır.
- Bazı derleme sorunları vardır. Tam zamanında (JIT) derleyicisi kullanılarak kod derlerken gecikmeler yaşanabilmektedir.

2.3. Julia Programlama Dilinin Kullanım Alanları

Julia'nın geliştiricilerinin temel amaçları, matematiksel formülleri andıran açık, yüksek seviyeli, genel ve soyut kod yazmaya olanak tanıyan, genellikle hızlı, düşük seviyeli makine kodu üretebilen bir dil üretmektir. Bu amaç çerçevesinde zaman içinde oldukça aşama kaydedilmiş ve Julia, aşağıda yer alan alanlarda sıklıkla kullanılmaya başlamıştır (Crabtree, 2022).

a. Sayısal Hesaplama

Julia'da sayısal işlem görevlerini gerçekleştirmeye olanak tanıyan bir dizi paket vardır. Örneğin lineer cebir ile ilgili görevler için "LinearAlgebra.jl", kök bulma için "NonlinearSolve.jl" modülü vardır.

b. Makine Öğrenimi

Julia'da makine öğrenmesi, veri kümelerinden gelen zorlukları ve içgörülerini dikkate alarak inşa edilmiştir. Paralellik için tasarlanmış ve derlenmiş bir dil olarak Julia, makine öğrenme süreçlerini hızla gerçekleştirebilmektedir. Örneğin Julia, makine öğrenme modellerinin eğitim sürelerini önemli ölçüde iyileştirerek, para ve zaman maliyetlerini azaltmaktadır. "MLJ" makine öğrenimi paketiyle Julia, bu alan için önemli bir seçenek. Örneğin ülkedeki elektrik hatları bakımını yapan Avustralyalı bir şirket, 3B harita oluşturup, Julia makine öğrenimini kullanarak, olası arızaları eskisinden 100 kat daha hızlı tespit etmektedir.

c. İstatistikler

Julia'nın ana işlevlerinden bir diğeri de istatistik ve istatistiksel analizlerdir. Örneğin, "StatsKit" meta paketi, temel istatistik işlevlerinin yanı sıra "DataFrame" tablo verileri, olasılık dağılımları, çok değişkenli istatistiksel analiz, hipotez testleri ve daha fazlasına ilişkin araçlar sunmaktadır.

d. Genel Programlama

Genel amaçlı bir programlama dili olarak Julia, çok çeşitli yazılım ve işlevler oluşturma yeteneğine sahiptir. Örneğin, "Blink" paketi Electron GUI uygulamaları oluşturulmasına izin vermektedir. "GameZero", yeni başlayanlar için oyun geliştirme imkanı sunmaktadır. "Miletus" ise, Julia'da finansal sözleşmeler oluşturulmasına olanak tanımaktadır.

e. Web Geliştirme

Julia'da web geliştirme için "Genie.jl" ve "Dash.jl" gibi kullanıcılara sunulan araçlar da bulunmaktadır. "Genie", kullanıcıların Julia'da web üzerinden interaktif olarak verilerle çalışmasına izin vermektedir. Kullanıcılara akıcı ve verimli bir iş akışıyla, web uygulamaları geliştirme yolu sağlayan bir web çerçevesidir. "Dash.jl" ise, Julia'da web uygulamaları oluşturmanıza olanak tanıyan, Dash ekosistemine yönelik bir Julia arayüzüdür.

f. Farmakoloji Modelleme ve Geliştirme

Julia tıp alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Araştırmacılar Julia'yı yeni ilaçları belirlemek, ilaçları test etmek, hastalıkları teşhis etmek ve tedavileri optimize etmek için kullanmaktadır. Bu alanlar için Julia'da, "BioJulia" (bir biyoinformatik altyapısı) ve "Pumas" (farmakometri modellemesi için, nitelikli ilaç deneme bilgisi bilimi) gibi paketler yer almaktadır. Örnek olarak, ilaç devi Pfizer, Julia'yı yeni tedavilerin simülasyonlarını hızlandırmak için kullanmaktadır.

g. Paralel Süper Hesaplama

Julia'nın hızının en iyi örneklerinden biri, astronomik ve astrofiziksel rutinlerden oluşan "AstroLib.jl" paketinin sıklıkla kullanıldığı astronomi alanıdır. Julia'nın astronomide kullanımına bir örnek, NASA'da astronomlar, fizikçiler, bilgisayar mühendisleri ve istatistikçilerden oluşan bir araştırma ekibinin Julia'yı kullanarak yeni bir paralel hesaplama yöntemi geliştirdiği "Celeste" projesidir. Araştırmacılar üç yıllık geliştirmenin ardından, bu proje sayesinde 188 milyon astronomik nesnenin en doğru kataloğunu 1.000 kattan fazla performans artışı sağlayarak yalnızca 14,6 dakikada üretme başarısı göstermişlerdir.

h. Finansal Modelleme ve Yönetim

Julia'nın performansı ve esnekliği, onu finans dünyasında da güçlü bir araç haline getirmektedir. Profesyoneller, finansal kararlar almak, modeller ve tahminler geliştirmek için Julia programlama dilini sıklıkla kullanmaktadırlar. Bu alanda önde gelen paketlerden biri, varlık yönetimi, risk yönetimi, algoritmik ticaret, geriye dönük test ve finansal sözleşmelerin modellenmesi de dahil olmak üzere hesaplamalı finansın diğer alanlarında uzmanlaşmış "JuliaFin"dir. Örneğin, Brezilya'nın ulusal kalkınma bankası (BNDES) ücretli bir çözümden vazgeçip açık kaynaklı Julia'yı tercih ederek 10 kattan fazla hız kazanmıştır.

i. Robotik

MIT'deki robotistler esnekliği nedeniyle, robotları programlamak için Julia'yı kullanmaktadırlar. Bu alandaki popüler paket koleksiyonlarından biri, hareket yakalama verilerinden (yürüme, merdiven çıkma ve zorlu ve tehlikeli arazileri aşma) robotlar için kinematik kalibrasyon sağlayan "MotionCaptureJointCalibration.jl" gibi Julia paketlerini içeren "JuliaRobotics" paket koleksiyonudur.

j. Ağ Güvenliği

Cisco'daki ağ uzmanları, ağ güvenliğini iyileştirmek ve makine öğrenimi için "Flux.jl", Julia paketini kullanmaktadırlar. Tek bir dilde verimli kod yazabilme yeteneği, Julia'yı bu alanda kullanmanın ana faydalarından biri olarak gösterilmektedir.

k. İklim

NASA Jet Propulsion Laboratuvarı ve Donanma Yüksek Lisans Okulu ile işbirliği içinde başlatılan CliMA (İklim Modelleme Birliği), kuraklıkları, sıcak dalgaları ve yağışları, büyük bir hassasiyetle tahmin edebilen bütüncül bir sistem modeli geliştirmek için Julia'yı kullanmaktadır.

Bütün bunların yanı sıra;

- ABD Federal Havacılık İdaresi (FAA), Julia'yı kullanarak bir Havadan Çarpışma Önleme Sistemi (ACAS-X) geliştirmek,

- Brezilya uydusu Amazonia-1'in Tutum ve Yörünge Kontrol Sistemi'nin (AOCS) tamamı,

- Voxel8, 3 boyutlu baskı,

- Zipline, dünya çapında hayat kurtaran acil tıbbi malzemeleri drone aracılığıyla ulaştırmak için uçak simülasyonu,

- United Therapeutics, akciğerleri etkileyen hastalıklar da dahil olmak üzere nadir hastalıklara yönelik tedaviler geliştirmek,

- Timeline, Web tabanlı finansal planlama sağlamak,

- Tangent Works, prototip oluşturma ve üretim arasındaki engeli ortadan kaldıran kapsamlı bir analitik çözüm üretmek,

- Araştırmacılar, Julia kullanarak küresel genetik çeşitliliğin haritasını çıkarmak, için Julia'yı kullanmaktadır (JuliaHub, Çevrimiçi: <https://juliahub.com/case-studies/>).

3. Julia ve Veri Biliminde Kullanılan Diğer Programlama Dilleri

Veri bilimi projeleri üzerinde çalışırken, genel ve özel bir amaçlı olarak kullanılabilecek Python, R ve SQL, MATLAB, C/C++ ve Go gibi çok çeşitli programlama dili seçeneği vardır. Ancak veri bilimi alanında en çok kullanılan ilk 2 programlama dili Python ve R'dır. Bu sıralamada Julia ilk 5'te yer almaktadır. Julia'yı kullanan geliştiriciler arasında kullanılan ikinci en popüler dilin, anketlerde %61 gibi bir oranla Python olduğu görülmüştür. Katılımcıların yaklaşık %25'inin beğendiklerini bildirdikleri diller arasında R bulunmaktadır. Dolayısı ile bu alanda Julia'nın rakipleri olarak Python ve R düşünülebilir. Bu nedenle çalışmanın amacına uygun olarak burada veri bilimi alanında en çok kullanılan bu iki programlama dili (Python ve R) ile Julia karşılaştırılacaktır. Bu üç programlama dilinin ortak noktası 3'ünün de açık kaynak kodlu olması (yani ticari amaçlar için bile kullanmak ve

dağıtmak ücretsizdir), hemen hemen tüm işletim sistemlerine ilişkin sürümlerinin bulunması ve özellikle veri bilimi alanına odaklanmasıdır.

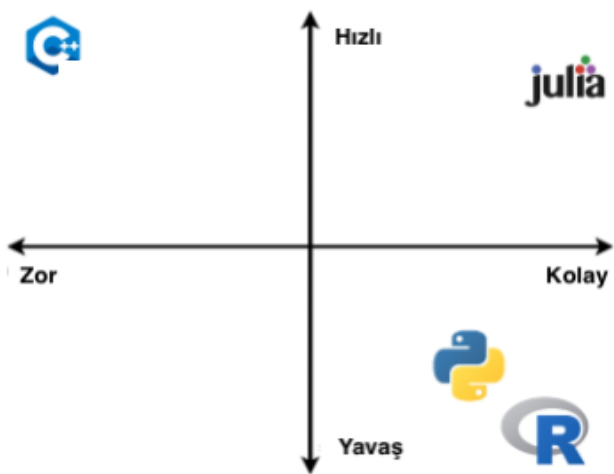
Veri bilimcilerin hedeflerinden biri, programlama alanında en hızlı ve performanslı dillerden biri olan “C++” programlama dilini yakalamaktır. Bu nedenle programlama dilleri hız ve performans açısından genellikle C++ ile karşılaştırılırlar. Bunun yanı sıra bir hız ve performansın yanı sıra bir programlama dilinden beklenen diğer unsur da kod yazımının kolay olmasıdır.

Aşağıda veri bilimi alanında kullanılan açık kaynak kodlu dillerin, C++ ile karşılaştırması yer almaktadır. Bu diller, eksenlerden birinde hızın diğerinde kullanım kolaylığının yer aldığı 2 boyutlu uzayda gösterilmiştir (Storopoli vd., 2022, s.11).

C++ III’üncü bölgede yani zor ve hızlı olan diller arasında yer almaktadır. Bu dillerin derlenmesi, tür denetimi ve diğer profesyonel işlemler için dikkat gerektiren statik diller sınıfında yer almaktadırlar. Bu nedenle öğrenilmesi ve prototip oluşturulması zor olan dillerdir. Bu dillerin avantajı, gerçekten hızlı diller olmalarıdır.

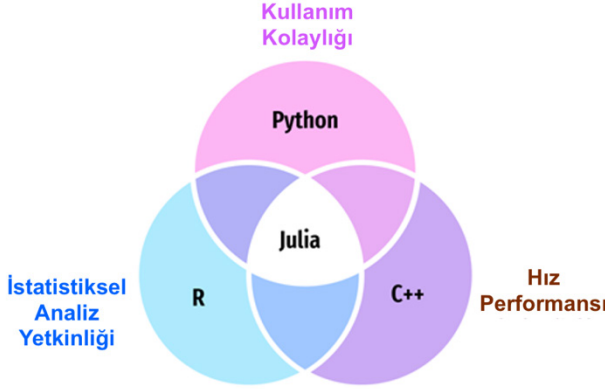
R ile Python kolay ve yavaş diller sınıfında yani IV’cü bölgede yer almaktadır. Derlenmemiş dinamik dillerdir ve çalışma zamanında yürütülürler. Bu nedenle, bu diller öğrenmesi çok kolay ve hızlı bir şekilde prototip oluşturulabilen dillerdir. Ancak bu diller de çok yavaş dillerdir.

Julia, kolay ve hızlı olan I’inci bölgedeki tek dildir. Veri bilimi alanında öğrenmesi zor ve hızlı yavaş olan herhangi bir dil bulunmamaktadır. Böyle bir dil olsa idi, bu dilin kullanıcı sayısının çok az olacağı düşünülmektedir.



Şekil 1. Bilimsel Bilgi İşlem Dillerinin Karşılaştırmaları

Bu diller arasında Julia'nın yerini göstermek için aşağıdaki görsel oldukça faydalı olacaktır (Selvaraj, 2022). Görselde görüldüğü gibi, kullanımı en kolay olan programlama dili Python, istatistiksel analize en yatkın olan dil R ve en hızlı olan dil ise C++'dır. Julia bu iyi ve önemli özelliklerin hepsini tek başına sunmaktadır. Diğer bir ifade ile, Julia, Python'un basitliğine, R'nin istatistiksel yeteneklerine ve C++ hızına sahip bir programlama dilidir.



Şekil 2. C++, Python, R ve Julia'nın hız, istatistiksel analiz yetkinliği ve kullanım kolaylığı açısından karşılaştırılması

Julia, Python benzeri kodu, programcıya C++ programlama dili ile aynı performansı veren makine kodunda derler. Julia ve Python'un performansı karşılaştırıldığında, Julia Python'a göre 10 ila 30 kat daha hızlıdır. Julia, sayısal hesaplama için python programlama dilinden daha basit bir sözdizimine sahiptir. Bu nedenle Julia, python dilinden daha kolay ve basit bir şekilde kodlanabilmektedir.

İstatistiksel analiz alanında, R en iyi programlama dillerinden biridir. Ancak Julia, R'dan 10 ila 1000 kat daha hızlıdır ve istatistiksel analiz için en az R kadar uygundur. Bunun yanı sıra R lineer cebir yapmak için uygun değildir, ancak Julia lineer cebir için de çok uygundur. Öte yandan, Julia'nın söz dizimi R ile karşılaştırıldığında, çok daha zengindir.

Julia'da; Python, R, C, ve Java gibi diğer programlama dilleriyle verimli bir şekilde etkileşim kurabilmektedir. Kullanıcı herhangi bir özel API (Application Programming Interface/Uygulama Programlama Arabirimi) olmadan C fonksiyonlarını çağırabilir. Ancak diğer dillerde (Python ve R'de), bu çok kolay değildir. Örneğin, Julia'da, Python kodları PyCall paketi, R kodları RCall paketi ve Java kodları da JavaCall paketi ile kullanılabilir. Diğer bir ifade ile, Julia, mevcut kod ve platformlarla iyi bir şekilde bütünleşir. Diğer bir ifade ile C, C++, Python, R ve diğer dillerin kullanıcıları, mevcut kodlarını Julia'ya kolayca entegre edebilirler.

Aşağıda, Julia'nın en çok kullanılan veri bilimi programlama dilleri olan R ve Python ile karşılaştırması yer almaktadır. Üç dil arasında bir çok teknik fark olmasına karşın, çalışmada aralarındaki en önemli farklar belirtilmiştir (Ratmelia, 2022).

Tablo 1
Python, R ve Julia'nın önemli özelliklerinin karşılaştırılması

Özellikler	Python	R	Julia
Yayın tarihi	1991	1993	2012
Sözdizimi okunabilirliği	Doğal insan diline yakın olduğundan okunabilirliği kolaydır.	Python ve Julia'a göre daha zordur.	Python ve R'dan daha kolaydır.
Veri Bilimi paketleri	R ve Julia'dan daha fazla yerleşik paketi vardır.	Julia'ya göre daha çok yerleşik paketi vardır.	Python ve R'ye kıyasla daha az yerleşik paketi vardır, ancak sürekli olarak geliştiriliyor. R ve Python paketlerini kullanabiliyor.
Öne çıkan avantajlar	-Yaygın kullanım -Makine öğrenimi -Yapay zeka -Güçlü destek -Bilgi güvenliği -Oyun -Web geliştirme	-Veri madenciliği, -İstatistik ve sayısal analiz -Güçlü destek -Akademide yaygın kullanım	-Veri bilimi -İstatistik ve sayısal analiz -Makine öğrenimi -Kolay kodlama -Hız -Performans -Diğer dillerin paketlerini kullanabilme
Yeni Başlayanlar İçin Öğrenme Desteği	Python, güçlü bir topluluk desteğine sahiptir ve onlarca yıldır kullanılmaktadır, bu nedenle pek çok öğretici kaynak mevcuttur.	R, güçlü bir topluluk desteğine sahiptir ve onlarca yıldır kullanılmaktadır, bu nedenle pek çok öğretici kaynak mevcuttur.	Julia, Python ve R'dan nispeten yenidir, bu nedenle öğreticiler kaynaklar mevcut olsa da, Python veya R kadar çok değildir.
Tip	Python yorumlanmış bir dildir.	R yorumlanmış bir dildir.	Julia derlenmiş bir dildir.
İnternet sitesi	Web sitesi bağlantısı: https://www.python.org/	https://cran.r-project.org/	Web sitesi linki: https://julialang.org/
Kod dönüştürme	Python'un diğer dil kodlarından kod dönüştürmesi zordur.	R'da diğer dil kodlarından kod dönüştürmesi zordur.	Julia, kodu diğer dil kodlarından kolayca dönüştürür.

Bütün bu bilgiler çerçevesinde istatistik ve veri bilimi için hangi programlama dilini öğrenmek ve/veya kullanmak daha iyi olacaktır? Bu sorunun cevabı şüphesiz duruma göre değişir. Herhangi bir programlama dili bilinmiyorsa, Julia'yı ilk programlama dili olarak öğrenmek faydalı bir tercih olabilir. Bunun yanı sıra, veri bilimi ile uğraşanların başka bir programlama dili bilse de Julia öğrenmesinde yarar vardır. Çünkü Julia'nın veri biliminde kullanılan diğer programlama dillerine göre yukarıda belirtilen (hız, sözdizimi kolaylığı, entegre edilebilirlik ve performans gibi) üstünlükleri söz konusudur.

Diğer taraftan seçim yaparken aşağıda belirtilen unsurları da dikkate almak fayda sağlayacaktır.

Trend ne yönde? Pragmatik yaklaşım, mevcut çalışma/araştırma alanınızda hangi dil daha popüler ise onunla devam etmektir. Bu konuda arkadaşlarınızdan ve araştırmacılardan bilgi alabilirsiniz. Diğer taraftan alanınızdaki araştırma makalelerine bakarak bu araştırmalarda hangi programlama dillerinin kullanıldığını incelenerek programlama dili trendlerini takip edebilirsiniz.

Gerçekleştirilmek istenen işlemler neler? Gerçekleştirmek istenilen temel unsurların neler olduğu belirlenmeli ve ona göre karar verilmelidir. Çalışmaların çoğu karmaşık istatistiksel analiz içeriyorsa, önce R'yi öğrenmek muhtemelen daha iyi bir seçim olacaktır. Makine öğrenme ve metin madenciliği yapılmak isteniyorsa, o zaman belki de önce Python veya Julia öğrenmek daha faydalı olacaktır. Popüler olan programlama dilini öğrenmek daha güvenli bir tercih gibi görünebilir, ancak bazen popüler olan dil, çözülmek istenen problemi çözmek için en iyi araç olmayabilir.

Yeterince öğrenme kaynağı var mıdır? Programlamaya yeni başlanmışsa, mevcut destek göz önünde bulundurulmalıdır. Python ve R daha eski ve yerleşik dillerdir. Julia'dan daha fazla desteğe ve daha fazla öğrenme kaynaklarına sahiptirler. Ancak giderek Julia'nın da öğrenme kaynakları artmaktadır.

Sonuç

Bilimsel programlama ve veri bilimi ile ilgili olarak kullanıcılar; yüksek performanslı, hızlı, kod yazım ve protipleme kolaylığına sahip esnek ve dinamik programlama diline ihtiyaç duymaktadırlar. Ancak Julia dışındaki programlama dilleri bu ihtiyaçların hepsine birden cevap verememektedir.

Julia, programcılara üst düzey bir programlama dilinde kütüphaneler geliştirebilecekleri yeni bir teknik bilgi işlem ortamı sunmaktadır. Bu dil, herhangi bir uygulamayı yazmak için kullanılabilen genel amaçlı, yüksek performanslı, esnek, öğrenmesi kolay ve güçlü bir programlama dilidir. Bilimsel ve sayısal hesaplama için çok uygundur. Julia, bilimsel bilgi işlem, makine öğrenimi ve veri madenciliği için ideal dil olmak üzere tasarlanmış nispeten yeni bir programlama dilidir. 2012 yılında piyasaya sürülen Julia'nın kullanımı, deneyimli veri bilimcileri arasında hızla artmaktadır.

Julia'nın en önemli özellikleri hızı, performansı ve kullanım kolaylığıdır. C++ performansına, Python'un genel programlama yeteneğine ve R'nin istatistiksel gücüne sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Julia'nın öne çıkan özelliklerinden biri de Python, R, Java ve C gibi diğer programlama dillerinde yazılmış kodları PyCall, RCall, JavaCall gibi paketler yardımıyla kullanabilmesidir. Bu sayede bu dillerde yazılmış kodlar Julia'da çağrılarak çalıştırılabilmektedir. Diğer taraftan Julia'yı öğrenmek isteyenler için, diğer diller kadar olmasa da hızla gelişen ve bu dilin temel özelliklerini öğreten referans niteliğinde basılı ve online bir çok kaynak

vardır. Ancak yeni sayılabilecek bir programlama dili olması sebebiyle teknik olarak dezavantajlarının da olduğu söylenebilir. Python gibi daha köklü yüksek seviye diller gibi Julia'nın da daha stabil olması için biraz daha gelişme göstermesi gerekmektedir.

Bilindiği gibi, veri bilimi alanında en çok kullanılan programlama dilleri, Python veya R'dır. Yeni bir dil olması nedeniyle Julia'nın hemen bu iki dilin yerini alması beklenmese de, veri bilimi alanında bunlardan çok daha fazla üstünlüklere (hız/performans/kullanım kolaylığı/iki dil sorununu ortadan kaldırması gibi) ve gelişme potansiyeline sahip olması nedeniyle Julia'daki gelişmelerin yakından takip edilmesinde ve hatta Julia'da kodlamanın öğrenilmesinde büyük yarar olacaktır.

Diğer taraftan unutulmamalıdır ki, kodlama dili yalnızca bir araçtır. Araçlar değişip gelişir, belirli bir süre yaygın şekilde kullanılabilir ve bir müddet sonra popüleritesini kaybederek kullanılmamaya başlar. Bu nedenle araçlara çok fazla odaklanmaktansa, bilim alanı temellerine (yani istatistik/veri bilimi için alan bilgisine) ve en önemlisi bunların nasıl uygulanacağına odaklanmak daha etkili olacaktır. Python, R veya Julia'da nasıl kod yazılacağını bilerseniz de, veri bilimi veya istatistik konusunda yetkin değilseniz, sorunun nasıl belirleneceği veya doğru soruların nasıl sorulacağı bilinmiyorsa, tek başına kodlama bilgisinin pek bir faydası olmayacaktır. Buna karşın, istatistik ve veri bilimi alanında iyi temellere sahip olmak, herhangi bir programlama dilini öğrenmeyi daha kolay hale getirecektir.

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: M.T., Ü.H.Ö.; Veri Toplama: M.T., Ü.H.Ö.; Veri Analizi /Yorumlama: M.T., Ü.H.Ö.; Yazı Taslağı: M.T., Ü.H.Ö.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi: M.T., Ü.H.Ö.; Son Onay ve Sorumluluk: M.T., Ü.H.Ö.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The authors has 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: M.T., Ü.H.Ö.; Data Acquisition: M.T., Ü.H.Ö.; Data Analysis/ Interpretation: M.T., Ü.H.Ö.; Drafting Manuscript: M.T., Ü.H.Ö.; Critical Revision of Manuscript: M.T., Ü.H.Ö.; Final Approval and Accountability: M.T., Ü.H.Ö.

Kaynakça/References

- Bezanson, J., Edelman, A., Karpinski, S., & Shah, V. B. (2012), Why We Created Julia. Çevrimiçi: <https://julialang.org/blog/2012/02/why-we-created-julia/>, Erişim tarihi 23.12.2022.
- Bezanson, J., Edelman, A., Karpinski, S., & Shah, V. B. (2017). Julia: A fresh approach to numerical computing. *SIAM Review*, 59(1), 65–98.
- Chen, M., Mao, S., & Liu, Y. (2014). Big data: A survey. *Mobile Networks and Applications*, 19(2), 171–209.
- Crabtree, M. (2022). What is Julia Used For? 10 Applications of Julia Programming. Çevrimiçi: <https://www.datacamp.com/blog/what-is-julia-used-for>, Erişim tarihi: 22.12.2022.

- JuliaHub, (2022). Case Studies. Çevrimiçi: <https://juliahub.com/case-studies/>, Erişim tarihi: 22.12.2022.
- JuliaLang, (2022). Julia 1.8 Documentation, Çevrimiçi: <https://docs.julialang.org/en/v1/>, Erişim tarihi: 20.12.2022.
- Khan, N., Yaqoob, I., Hashem, I. A. T., Inayat, Z., Mahmoud Ali, W. K., Alam, M., Shiraz, M., & Gani, A. (2014). Big data: Survey, technologies, opportunities, and challenges. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Lauwens, B. & Allen, D. (2019). *Think Julia: How to Think Like a Computer Scientist*. O'Reilly Media ISBN: 9781492044987.
- Perkel, J. M. (2019). Julia: Come for the syntax, stay for the speed. *Nature*, 572(7767), 141–142. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-02310-3>
- PYPL, Çevrimiçi: <https://pypl.github.io/PYPL.html>, Erişim tarihi: 23.12.2022.
- Ratmelia, B. , (2022). Julia, Python, and R: What's the difference?. Çevrimiçi: <https://library.smu.edu.sg/topics-insights/julia-python-and-r-whats-difference>, Erişim tarihi: 20.12.2022).
- Selvaraj, N. (2022). Meet Julia: The Future of Data Science. Çevrimiçi: <https://towardsdatascience.com/meet-julia-the-future-of-data-science-52414b29ebb>, Erişim tarihi: 22.12.2022.
- Storopoli, J., Huijzer, J. & Alonso, L. (2022). *Julia Data Science*. ISBN: 9798489859165. Published <https://juliadatascience.io>.
- TIOBE, Çevrimiçi: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>, Erişim tarihi: 23.12.2022.



EKOIST Journal of Econometrics and Statistics

RESEARCH ARTICLE / ARAŞTIRMA MAKALESİ

Health Econometrics Research: A Bibliometric Analysis from 1991 to 2020

Ebru Çağlayan Akay^{*} , Merve Ertok Onurlu^{**} , Özlem Ergüt^{***}

Abstract

As a discipline, econometrics provides quantitative insights for many fields of economics, and as a result, many subfields of econometrics have emerged over time. "Health Econometrics" is one of those subfields, which employs econometric theory for the issues in health economics. The number of studies gathering econometrics and health economics, and thereby health econometrics, increased over time, particularly during the 1990s. There is a substantial body of literature in health economics that shares insights on published materials. However, the number of research that use bibliometric analysis to study trends and the present state of health econometrics is limited. This research intends to investigate published materials in health econometrics from a variety of perspectives.

To do this, data from publications with appropriate subject characteristics in the EconLit database were collected between January 1991 and December 2020. The primary methodologies in the study were bibliometric analysis and scientific mapping. The overall findings indicate that the number of publications has grown significantly over the previous 60 years, with the highest contributing writers primarily based in American institutions. In other words, health econometrics is gaining popularity among academics in the United Kingdom and the United States.

Keywords

Health Econometrics, Bibliometric Analysis, Science Mapping, EconLit

* Ebru Çağlayan Akay (Prof. Dr.), Marmara University, Faculty of Economics, Department of Econometrics, İstanbul, Türkiye.
E-mail: ecaglayan@marmara.edu.tr ORCID: 0000-0002-9998-5334

** Corresponding author: Merve Ertok Onurlu, (Assist. Prof.), Çanakkale Onsekiz Mart University, Biga Faculty of Economics and Administrative Sciences, Çanakkale Türkiye E-mail: m.ertok.onurlu@comu.edu.tr ORCID: 0000-0001-5187-1568

*** Özlem Ergüt, (Assoc. Prof.), Marmara University, Faculty of Economics, Department of Econometrics, İstanbul, Türkiye.
E-mail: ozlem.ergut@marmara.edu.tr ORCID: 0000-0002-4076-8343

To cite this article: Çağlayan Akay, E., Ertok Onurlu, M., & Ergüt, O. (2023). health econometrics research: A bibliometric analysis from 1991 to 2020. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38, 243-264. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.38.1242702>



Introduction

“Health Econometrics” consists of econometric methodology combined with the theory of health economics. The related literature goes back to the 1960s. However, up to the 2000s, no one had actually used the term “Health Econometrics” until Jones (2000) used it for the first time in the literature in his chapter “Health Econometrics”, published in the Handbook of Health Economics. In his study, he states that in fact Newhouse (1987) first referred to the term health econometrics. Although Newhouse (1987) did not mention the term explicitly, he reported that there exists a research field importing methods of econometrics into the theory of health economics (Jones, 2000; Newhouse, 1987). From that time onwards, especially since the 1990s, the number of studies gathering econometrics and health economics has proliferated over time (Rubin and Chang, 2003: 403; Wagstaff and Culyer, 2012: 406; Çağlayan et al., 2020: 63). “Health Econometrics” employs econometric methods in evaluating health policies, examining health expenditures and cost-benefit analyses. It further provides econometric evidence in investigating the dynamics of pharmaceutical and health insurance markets. Econometricians have become more interested in using econometric methodology as health data became more accessible and more available to researchers. Health data are usually collected in either the form of large-scale cross-sectional data (i.e. patient level administrative data) or panel data (i.e. data at the hospital level for a specific period). As a result, econometricians would be able to deal with any issues of nonlinearity, individual-level unobserved heterogeneity and cross-sectional dependencies using the econometric methodology and this has increased the interest of applications in health economics of research for applied econometricians in recent years (Basu and Mullahy, 2014).

There is a significant amount of research that provides information on published materials in health economics. However, the number of studies employing bibliometric analysis to investigate the trends and the current situation in the area of health econometrics is limited. In health econometrics literature, there exist two previous exercises explicitly stating the phrase “health econometrics” and examining the published work in the area. The former study is by Wagstaff and Culyer (2012). They investigated the past 40 years of health economics using a bibliographic analysis. The authors used data from the EconLit database broadened by the Google Scholar’s citation data along with specific topics created by the authors. “Health statistics and econometrics” was defined as one of the topics authors created. The study indicates an upward trend in the number of published work in the area of health statistics and econometrics. The latter study (Çağlayan et al., 2020) examined health econometrics literature

specifically in the areas health care markets, government health policy and public health for years from 1991 to June 2020 using the EconLit database. As those areas are not completely distinct from each other, the authors aim to cover all publications published in those specific areas suggesting that the majority of publications appeared to be academic articles and the United States employs more than 30% of authors publishing in the field of health econometrics during the given period.

However, there are other studies that specifically come from the health economics content rather than a particular interest in health econometrics (Rubin and Chang, 2003; Greenberg et al., 2010; Hoque et al., 2011; Pitt et al., 2016). An earlier study by Rubin and Chang (403-414) examined the health economics articles published from 1991 to 2000. The metadata in the study were collected from the EconLit database and the authors investigated trends, the network between authors, topics, and concentration in the literature of health economics from 1991 to 2000 and measured by articles published in journals indexed by EconLit. Greenberg et al. (2010) studied the bibliometric properties of cost-effectiveness analysis (CEA) research in health care. To explore trends in publication and co-authorship, authors collected data from the Tufts Medical Center Registry of original CEAs published from 1976 to 2006 (Greenberg et al., 2010: 320). The study reported that Harvard and Tufts Universities and their affiliated hospitals had the most prolific authors and these authors were not academically related. Pitt, Goodman and Hanson (2016) collected data from 14 literature databases for articles published in the area of health economics between January 2012 and May 2014. They found that high-income countries had the highest publication rate compared to low or middle income countries.

To fill the gap for an extensive bibliometric analysis in health econometrics, this study aims to investigate publication portfolio including academic journals, working papers, collective volume articles, dissertations and books in health econometrics literature and extend the prior work by Wagstaff and Culyer (2012) and Çağlayan et al. (2020). The data were collected from journals indexed by EconLit from 1991 to 2020. To the best of our knowledge, this is the first study examining health econometrics research employing bibliometric analysis and science mapping techniques. The bibliometric analysis in this study would provide an extensive and detailed picture of publications in the field from the 1990s till 2020. Therefore, the results of the study would conclude whether there had been increasing interest in health econometrics which aims to combine health economics with econometric theory. Moreover, detailed intensity pictures were employed to examine co-authorship status, the co-occurrence status of titles and abstracts and regional analysis of abstracts.

The following is the study's research process: (i) Publications were collected from the EconLit database for the period of 1991 to 2020. The identification of documents was based on subject descriptors (JEL codes) I1 and C1, C2 C3, C5, C8 and C41 accordingly. Articles, dissertations, books, book reviews, collective volume articles and working papers were included in the data. 2324 publications in total were selected based on JEL code criteria in the final sample. ii) The studies and scholars of interest in the field of health econometrics were explored by descriptive bibliometric analysis providing a detailed picture for the distribution of publications by year and written language, the concentration of published work by author and the average number of pages in the published research, (iii) VOSviewer was used to provide analyses of science mapping/social network tool, co-authorships, co-occurrence of titles and abstracts and the networks of collaboration between institutions and authors, iii) As a part of science mapping, the geographical regions analysis of abstracts was further depicted in order to examine whether there had been any regional differences in the number of publications. In this way, which subjects were mostly discussed in which regions and which subjects were focused on in health econometrics during 1991-2020 were revealed.

The rest of the paper is organized as follows: the research questions are presented in Section 2. Section 3 introduces research design and bibliometric methodology. Section 4 presents data collection and data analysis. Section 5 provides results and Section 6 reports limitations of the data and constraints in the access to the EconLit database. Future research directions are stated in Section 7 and finally, Section 8 provides concluding remarks.

2. Research Questions

To examine the development of health econometric research, the studies in the area collected from the EconLit database were investigated by bibliometric analysis along with science mapping, and regional and keyword analyses. The study provides extensive research on the number of publications in health econometrics, document type, language, the average number of pages in the document, keywords, authors, and institutions that contributed to the health econometrics literature. The study further investigates if there are any regional variation in health econometrics research between 1991 to 2020.

The following research questions are investigated in the study:

- a) Is there an upward trend in the number of publications? How has health econometric research evolved over time by year, document type and by the average number of pages?

- (b) What is the frequency of the most common language in health econometric research?
- (c) Who are the most prominent authors and publications in the field?
- (d) Which institutions have the highest number of publications in the field?
- (e) Is there a variation in the distribution of authors by their institutional affiliation and therefore by country?
- (f) What are the subject descriptors with the highest proportions used in publications for the final sample?
- (f) How is the network structure relationship among authors?
- (g) What are the most frequently used words in both titles and abstracts of publications?
- (f) Is there a regional variation in the distribution of publications in health econometrics?
- (g) Is there any regional variation in the distribution of most frequently used words in publications?

3. Research Design And Bibliometric Methodology

This section provides information concerning the research design and the methodology employed in the study.

3.1. Bibliometric Analysis

The increase in conceptual development and new information about a particular subject brings with it a high volume of data. Bibliometric analysis, which is a quantitative analysis technique, helps to characterize large amounts of data. Bibliometrics makes a significant contribution to scientific progress in a variety of ways: allowing for assessing progress made, identifying the most reliable sources of scientific publication, laying the academic foundation for the evaluation of new developments, identifying major scientific actors and developing bibliometric indices to assess academic output (Martínez et al., 2015). Examining the outcomes of bibliometric analysis provides information about previous studies as well as an opportunity to learn about the researched area by shedding light on potential future research areas. Bibliometric analysis has been applied in most studies to determine the main issues in these data and trends over time, and to examine the way the subject is handled between disciplines.

3.2. Science Mapping

Science mapping aims to depict the dynamic and structural aspects of scientific research by defining a research field and identifying, quantifying, and visualizing its thematic subfields (Heradio et al., 2016). Scientific mapping combines quantitative analysis, classification, and visualization to identify structures and interrelationships between bibliographic objects (Andersen and Swami, 2021). With science mapping, relationships and actors that cannot be easily revealed can be discovered. Science mapping analysis focuses on monitoring a scientific field and delimiting research areas to determine its structure and its evolution (Cobo et al., 2013).

Analysis results can be visualized by using various software (SciMAT, VOSviewer, CiteSpace), so that the knowledge structure can be interpreted more easily.

By mapping and analyzing relationships among people, teams, departments or even entire organizations with science mapping analysis, it is possible to examine the cooperation status between the authors and their existing connections, determine the research teams and identify the people who have an important position.

3.3 Co-word Analysis

With co-word analysis, which is used to investigate the structure of many scientific fields, the strength of association between the terms in the documents is determined. One of the primary advantages of co-word analysis introduced by Callon et al. (1983) is that its conceptual structure can be revealed without dealing with the original text and semantic maps can be produced that facilitate the understanding of a discipline.

Co-word analysis can be applied from titles to keywords, or from abstracts to words in full texts in publications. If two or more words co-occur in the same document, it indicates a linkage between them. The greater frequency that two keywords both appear in the same article, the deeper the linkage. By analyzing the co-occurrence relationships between publications, connections between topics, main areas, hot and cold spots can be defined, and the trend of the topics can be determined (Faraji et al., 2022). This analysis, based on the co-occurrence network of words, has also been applied to extract important topics in a specific field (Bai and Li, 2022).

4. Data Collection And Data Analysis

The study aims to comprehensively analyze the current status of publications in health econometrics by using a bibliometric analysis along with science mapping. To achieve the aforementioned purposes, data were collected from the EconLit database. The reason to choose EconLit as the source of bibliographic metadata is that it allows researchers to sort on the JEL classification system. EconLit research results provide six types of records: articles, dissertations, books, book reviews, collective volume

articles and working papers. To classify the publications, subject descriptors are used in EconLit. The data set included publications with subcategories of I1 and C1, C2 C3, C5, C8 and C41 subject descriptors in the EconLit database between January 1991 and December 2020. After duplicates were removed, the final sample consisted of 2324 publications. Figure 1 presents a flowchart for the identification of publications on the field of health econometrics.

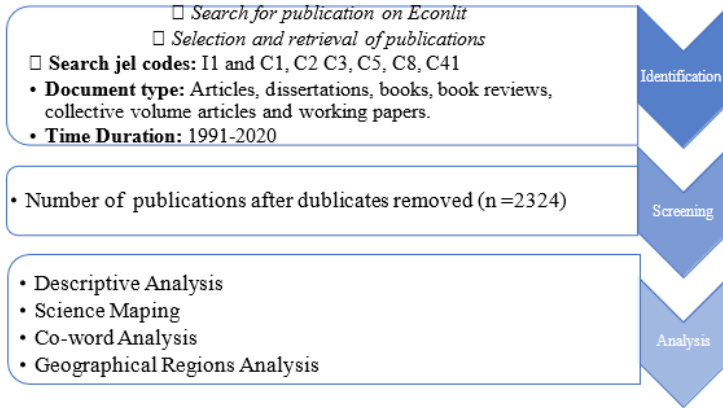


Figure 1. The flowchart of the identification of documents

The data analysis was conducted in two parts including a “bibliometric analysis” and “science mapping” (Figure 2). In the first part, basic descriptive bibliometric statistics such as the number of publications, authors who contributed to the literature the most, top publishing authors, and author affiliations were presented. The second part of the analysis consists of a co-authorship network, a common word analysis of both titles and abstracts. Collaboration networks of authors were examined by co-author analysis. Co-word analysis was applied to find major themes and determine how themes change during the study period. The third part consists of a regional analysis which investigates any regional variations in the distribution of publications and in the most frequently used words in abstracts. VOSviewer was utilized in the analysis process.

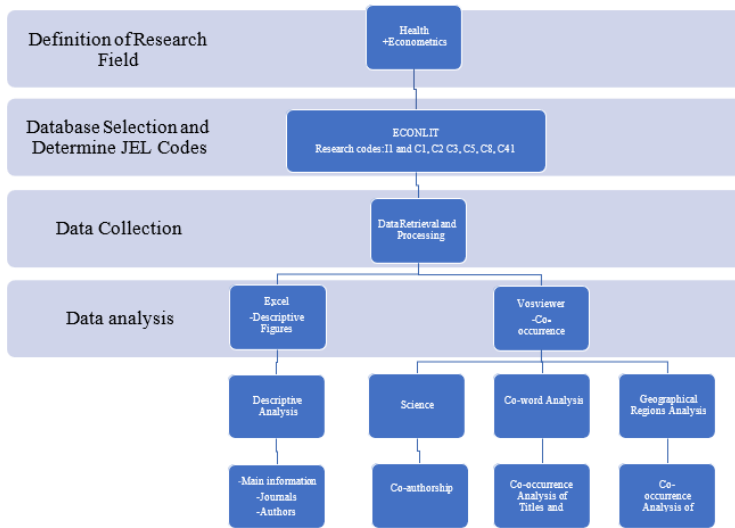


Figure 2. The flowchart of the data analysis process

5. Results of Analyses

The results of the analyses cover three main results. The overview of publications in health econometrics research is initially presented. Our findings are then reported.

5.1. Synopsis of Publications

Via a completed extensive search in the EconLit database, 2324 publications were identified. The distribution of publications by year for the period of 1991 to 2020 is presented in Figure 3.

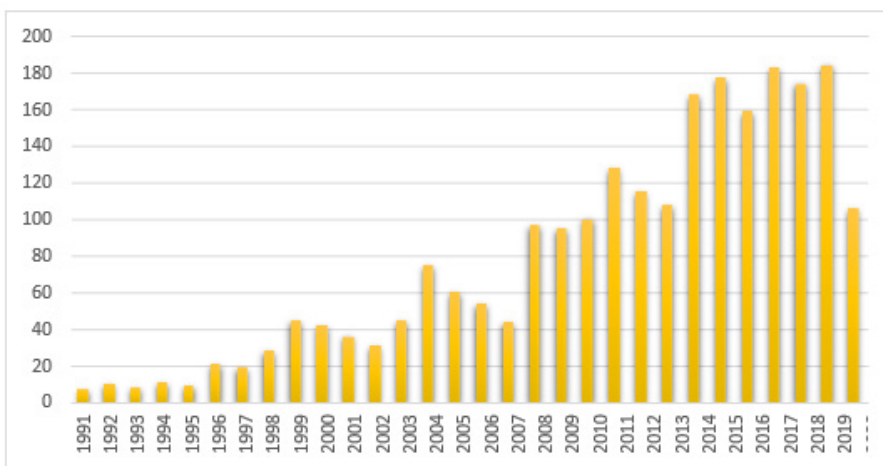


Figure 3. Number of Publications by Year

Figure 3 shows the trends in the number of publications in health econometrics. The figure suggests that the number of publications started to increase in 1999 and this increase continued until 2007. There was a reduction in the number of publications from 2007 to 2008. Starting from 2010 number of publications started to increase. In 2014, a sharp increase in the quantity of publications was observed. The growing number of publications in the area could be considered as a sign that researchers' interest in health econometrics had increased for the analysis period.

Considering the changes in the publications over the years, the analysis period was split into three periods (1991-2000, 2001-2010, and 2010-2020) to be able to observe the changes for every 10-year period more precisely. The distribution of publications according to the document type in a ten-year period is presented in Figure 4.

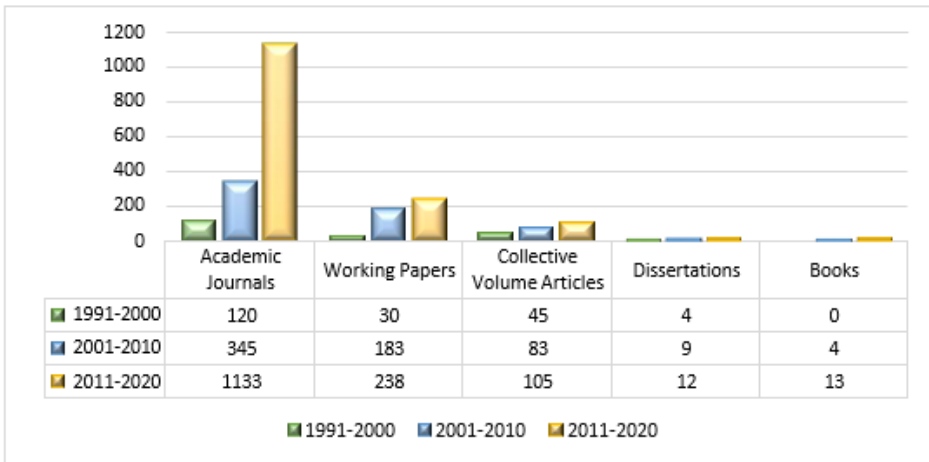


Figure 4. Distribution of Publications by Document Type

Figure 4 shows that there was a steady increase in the number of documents. There were 199 publications in total for the 1991-2000 period, 624 publications for the 2001-2010 period and 1501 publications for the last period. One could clearly see that while the number of articles followed an increase in all three periods and working papers in the second period, there were no major changes in the number of other types of documents.

Table 1
Overview of Publications (N = 2324)

Panel A: Distribution of Publications According to Written Language				
<i>Language</i>	<i>Number of Articles</i>			
English	2292			
Chinese	13			
Spanish	10			
Turkish	5			
French	4			
Panel B: Distribution of Publications by Document Type				
<i>Document Type</i>	<i>Number of Documents</i>			
Academic Journals	1598			
Working Papers	451			
Collective Volume Articles	233			
Dissertations	25			
Books	17			
Panel C: Average Number of Pages for Articles				
<i>Periods</i>	<i>Journal Count</i>	<i>Number of Articles</i>	<i>Total Number of Pages</i>	<i>Average Length</i>
1991-2000	32	120	1548	12,9
2001-2010	86	345	5137	14,88
2011-2020	198	1133	19395	17.11
1991-2020	316	1598	26080	16.32

Table 1 provides a detailed picture of the overview of publications in health econometrics from 1991 to 2020. Panel A of Table 1 reports findings regarding the language of publications. 98% of publications were written in English and this was followed by Chinese and Spanish and

Turkish, respectively. Among those publications, academic journals had the highest frequency whereas books had the lowest frequency for the analysis period (Panel B, Table 1).

Journal counts, the average page length of articles for both the 1991-2020 time period and three periods of ten years are reported in Panel C (Table 1). The number of journals, which was 32 in the first period, increased over time and reached its highest level in the last period. Furthermore, the average page length increased from 12.9 to 17.11, accordingly.

5.2. Synopsis of Authors

This section provides information about the detailed overview of the authors. The distribution of the publications according to the number of authors is shown in Table 2.

Table 2
Distribution of publications by number of authors

<i>1 Author</i>	<i>2 Authors</i>	<i>3 Authors</i>	<i>4 Authors</i>	<i>5 Authors</i>	<i>6 or More Authors</i>
%23	%33	%24	%12	%5	%3

The table suggests that 33% of them were studies with 2 authors, followed by studies with 3 authors and one author. There was only one study with 7 and 8 authors each.

Table 3

The Authors Who Have the Highest Contribution to the Health Econometrics Literature

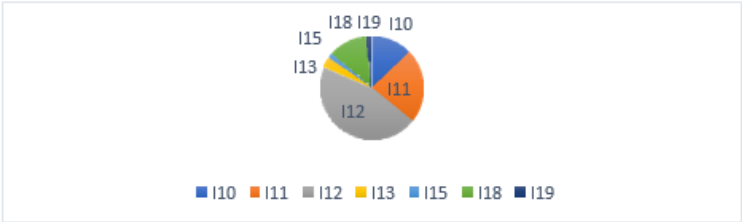
Authors	Number of Articles
Jones, Andrew M.	20
van Soest, Arthur	16
Basu, Anirban	16
Rice, Nigel	15
Kapteyn, Arie	14
Mullahy, John	13
O'Hare, Colin	13
Li, Johnny Siu-Hang	12
Ryan, Mandy	12
Trivedi, Pravin K.	11
Manski, Charles F.	11
Rosenbaum, Paul R.	10
Gaiha, Raghav	10
Small, Dylan S.	10
Rosenman, Robert	10
Lindeboom, Maarten	10
Windmeijer, Frank	10
van Ours, Jan C.	9
Kreider, Brent	8
Imai, Katsushi S.	8

Table 3 presents the top 20 most active authors with at least 8 publications, and suggests that the author, Andrew M. Jones, who contributed most to the health econometrics literature, had 20 publications. 82% of authors had only one publication whereas 11% had two publications. Only 4% of authors had three publications for the analysis period.

5.3. Synopsis of Subject Descriptors

The data set consists of 2324 publications with subcategories of I1 and C1, C2 C3, C5, C8 and C41 subject descriptors in the EconLit database between January 1991 and December 2020. Figure 4 provides information regarding the distribution of publications by subject descriptors in the EconLit database.¹ In the identification of publications, Panel A of Figure 5 suggests that I12 (Health Behavior) had the largest share whereas I15 (Health and Economic Development) appears to have the smallest share among all other I1 codes. Moreover, Panel B (Figure 5) shows the distribution of publications with the first 14 C codes. The largest share in C-coded subject identifiers was C51 (Model Construction and Estimation) and the second-largest share was C83 (Survey Methods; Sampling Methods). These results suggest that C51 and C83 were the most commonly preferred subject descriptors among 2324 publications in the field of health econometrics.

Panel A: Distribution of Publications by Codes I1*



Panel B: Distribution of Publications According to C Codes

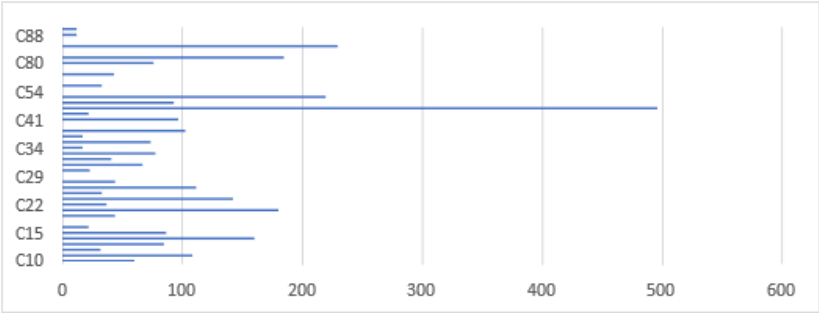


Figure 5. Distribution of Publications by Subject Descriptors (N = 2324)

¹ For more information about JEL Classification System / EconLit Subject Descriptors, please visit the following website: <https://www.aeaweb.org/econlit/jelCodes.php>.

5.4. Synopsis of Institutions and Countries

The frequency of authors by their institutions along with the country where the institution is established was also examined. Table 4 shows the distribution of the authors by institutional affiliation. The table reports the top 20 universities with the highest frequency of authors published in the area of health econometrics. Among the top 20 universities, Harvard University, based in the US, had the highest frequency of authors (63 authors), while Bristol University, based in the UK, had 23 the lowest frequency of authors published in the field of health econometrics during 1991-2020. One could clearly suggest that institutions or universities located in the United States had the highest share of authors, followed by the UK, Australia and the Netherlands.

Table 4
Distribution of Authors by Their Institutional Affiliation

<i>Name of the Institution</i>	<i>Number of Authors</i>	<i>Country</i>
Harvard University	63	USA
University of Pennsylvania	61	USA
University of York	57	UK
Johns Hopkins University	48	USA
University of Sheffield	41	UK
University of California Berkeley	36	USA
University of Chicago	35	USA
Monash University	31	Australia
London School of Hygiene and Tropical Medicine	31	UK
University of Southampton	31	UK
University of North Caroline	30	USA
University of Aberdeen	29	Australia
Tilburg University//Center for Economic Research	29	Netherlands
Duke University	29	USA
University of Washington	27	USA
City University London	26	UK
Stanford University	26	USA
University of Wisconsin	24	USA
University of Minnesota	24	USA
University of Bristol	23	UK

5.5. Synopsis of Co-authorship Status

The co-authorship status of documents was analyzed to see the academic cooperation among the authors and networks between their participants by using science mapping analysis. The analysis results show that 783 authors had published at least 2 papers each. The network created to see the co-authorship status is given in Figure 6. In the network map, the nodes, each representing an author, grow with the increase in the number of publication of that author. Once the collaboration between the authors increases, the lines (links) become thicker. As can be detected from the figure, lines demonstrating the cooperation among authors are not thick. Micro-level collaborations existed between authors suggesting that certain author groups worked together in a loose network structure.

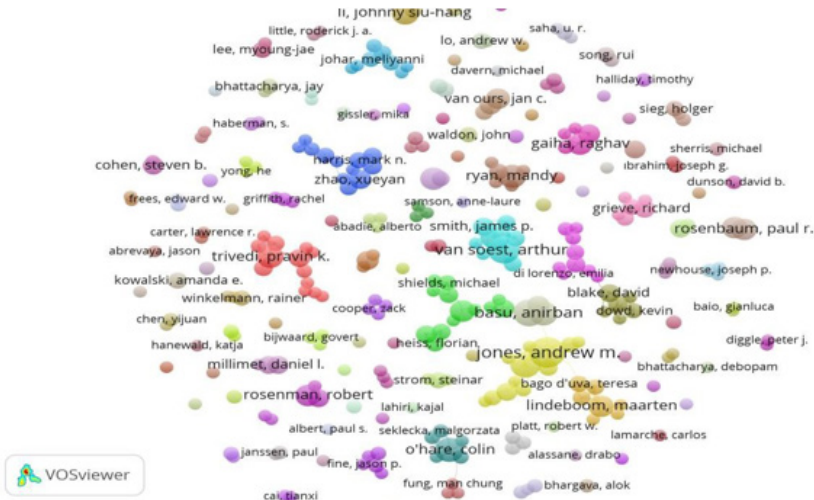


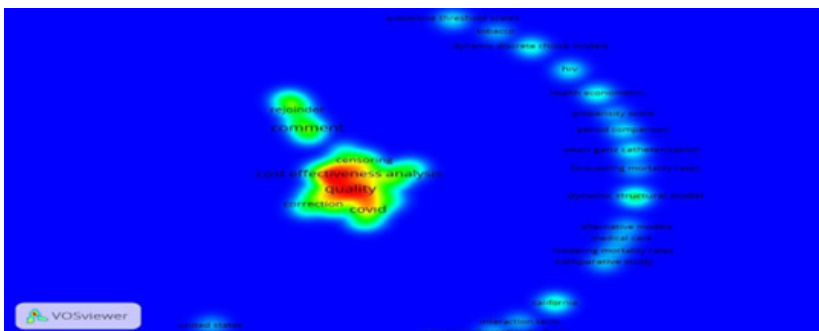
Figure 6. Network Structure among Authors

Andrew Jones, Anirban Basu, and Arthur van Soet had the highest contribution to the literature on health econometrics. Arthur von Soest and Nigel Rice were the authors with the highest total link strength, which indicates the total strength of the co-authorship links of a given researcher with other researchers. The author Arthur von Soest frequently worked with Arie Kapteyn, while Nigel Rice’s best collaborator was Andrew M. Jones.

5.6. Synopsis of Co-Word Analysis of Abstracts and Titles

A co-word analysis was conducted on the titles and abstracts of the papers to investigate the hot research areas, explore the intensity of the words employed in the titles, and evaluate the changes over time. Panel A in Figure 7 shows that the mainly focused words were life quality, covid, China, Germany, France, big data, obesity, cannabis use, cost-effectiveness analysis, casual effect, discrete choice experiment, dynamic analysis, mortality modelling, additive nonparametric regression, meta-analysis, selection bias, comment, survival data, moral hazard, and case study.

Panel A: The Most Frequently Used Words in the Titles (1991-2020)



Panel B: Words Used in the Titles by Years

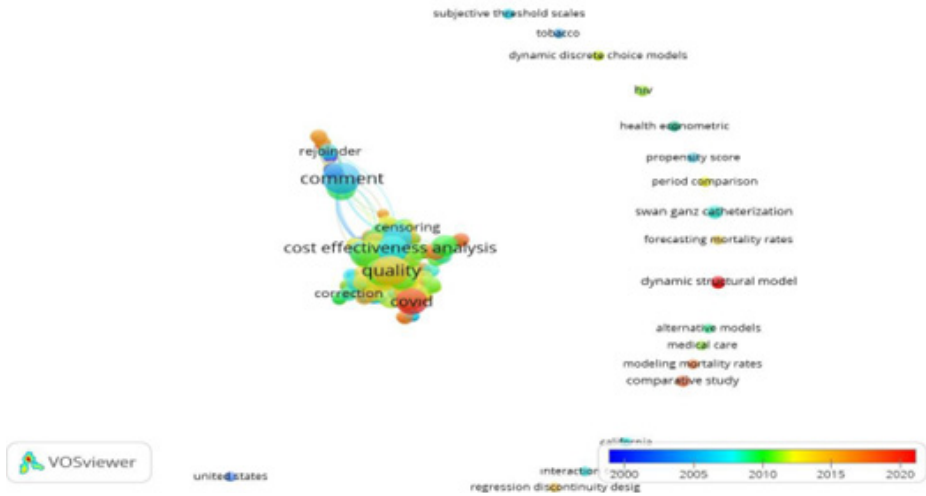


Figure 7. Co-Word Analysis of Abstracts and Titles

Panel B in Figure 7 provides information on the change of titles by year. The figure indicates that these words were frequently used especially in the titles of the studies conducted after 2014. The red color in the figure shows the topics that had been concentrated on in recent years. Work disability, health status, causal effect, fertility, and count data models were in the headings in the early 2000s. These were replaced by “uncertainty, cannabis use, adverse selection, education, mortality projection, survival model, moral hazard, health care reform, England, United States, Europe” in 2010. Towards 2015 “mental health, Monte Carlo simulation, natural experiments, inequality, health shocks, poverty, household, econometric analysis, challenge, longevity risk, infant mortality, survival analysis” words were frequently encountered. Between 2015 and 2020, the words, “nutrition, pitfalls, financial incentives, quantiles, big data, economic evaluations, fixed effect, nonparametric conditional approach, observational data, Covid, outbreak, spread, China, treatment comparison, dynamic structural model, generalized linear models, meta-analysis, systematic review, comparative study, modelling mortality rates,” seemed to be associated with an increasing density.

One could suggest that the subject titles did not vary much in the 2000s. In the period between 2005 and 2010, the information for which country the study was applied was included in the titles of the studies, and various words were also emphasized in the titles regarding subjects such as cannabis use, health care reform and mortality. A wide variety of terms were reported to be included in the titles of the publications in the 2010-2015 period. After 2015, as well as the type of data (census data, observational data) used in the titles and information about which analysis was employed. In studies conducted in 2020, the words Covid, China, influenza, virus diffusion, determining factors, and treatment comparison are included in the headings

and were an indication that the studies conducted after the epidemic have shifted in this direction.

Co-word analysis in the abstracts provides information on the counts of occurrences of words, thereby a higher number of the same words used by different authors indicates certain significance hotspot points in the subject area. The mapping based on common words used in the abstracts helps researchers find main topics, future trends and new fields of study by visualizing different sub-study areas and the relationship between them.

5.7. Synopsis of Keywords

A keyword analysis was undertaken in order to investigate which research topics were employed in the publications between 1991 and 2020.

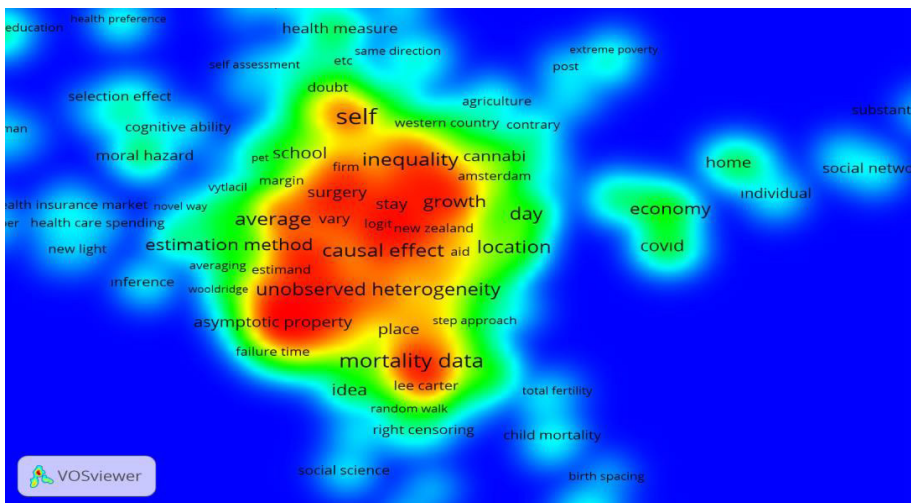


Figure 8. Keyword Analysis of the Abstracts

Based on the keyword analysis, frequently mentioned and especially emphasized words were reported as mortality data, unobserved heterogeneity, causal effect, treatment effect, Lee Carter model, Covid, virus, fertility, cost-effective analysis, surgery, birth weight, Moral Hazard, poverty, Oregon health insurance, retirement, cohort effect, health care utilization, private sector, copula model, longevity risk, Netherlands, inequality, economic growth, health data, BMI, cannabis use, concentration index, life satisfaction, health care expenditure, California, UK, Canada, Europe, Amsterdam. Analysing the words in abstracts also provided information on the type of data used and the countries studied. In terms of data source, survey data were the most widely used data source (household survey, British household panel survey).

The methods/elements used in health econometric research included probit, dynamic panel data models, conditional quantile, MCMC (Markov Chain Monte Carlo), discrete choice experiment, structural equation model, latent variable, Bayesian analysis, stochastic mortality model, dynamic model, functional data analysis, adverse selection effect, principal component analysis, nonparametric estimator.

5.8. Synopsis of Regional Analysis

One of the main contributions of this study is to provide evidence for regional variation for co- word analysis along with the distribution of the minimum number of documents of an author by geographical regions. Figure 9 presents the most frequently used words in abstracts divided by different geographical regions.

Figure 9 demonstrates the most frequently used words in the studies by regions as well as by countries discussed in the studies conducted with the particular region. If the studies based in Africa are considered, one can clearly see that HIV prevalence and food security issues are frequently discussed. Mortality rate and life expectancy are prominent in studies on Asia, and cancer and quality of life in Europe. The table and the figure further show which econometric techniques are used in the studies based in North America and Europe.

Table 5 shows the minimum number of documents of an author by geographic region.

Table 5
Minimum Number of Documents per Author

	Minimum Number of Documents from an Author					TOTAL
	2	3	4	5	6+	
Africa	5					158
Asia	16	7				335
Europe	101	22	10	5	10	968
Latin America and the Caribbean						75
North America	113	35	11	5		1156
Oceania	15	4				97

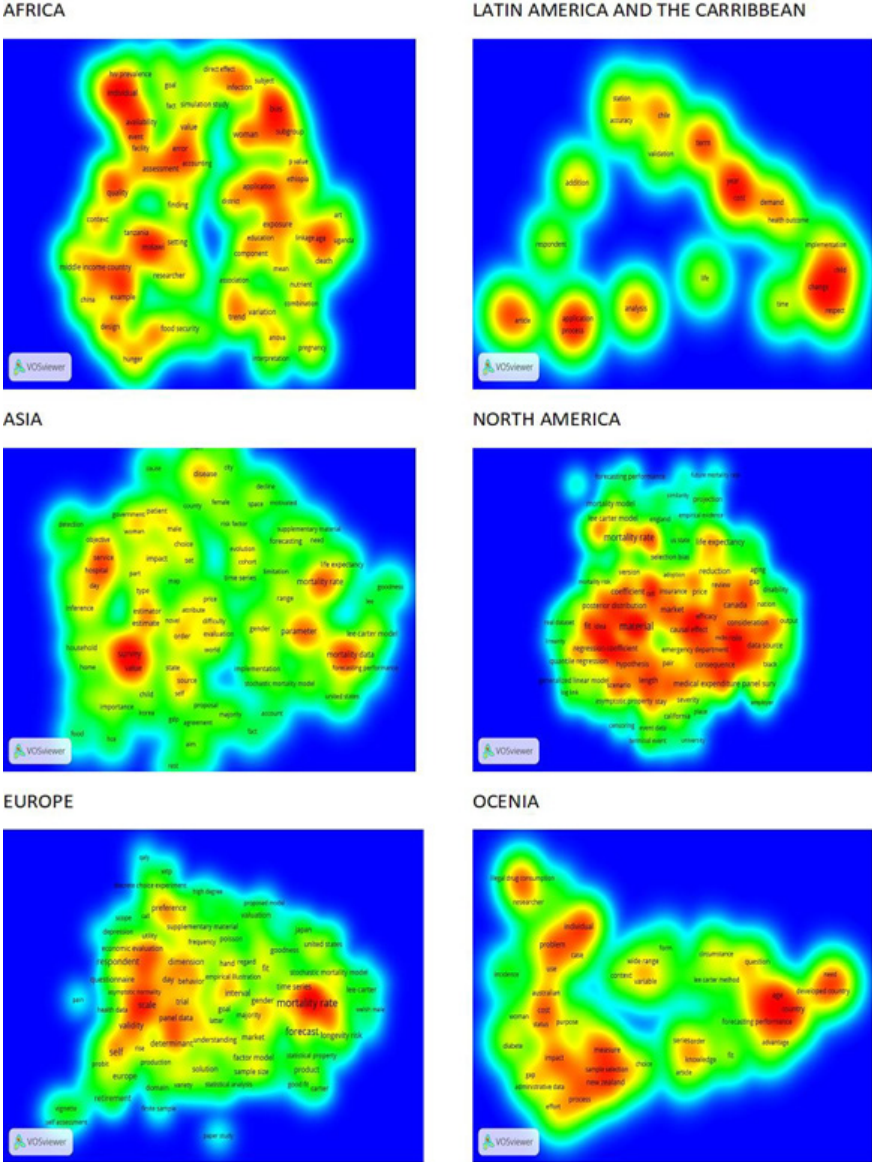


Figure 9. Density Map of the Most Frequently Used Words in Abstracts by Geographical Regions

One striking feature of Table 5 is that North America had the highest number of authors (1156 authors in total) and Europe had the highest number of authors having a minimum of 6 documents. This was followed by North America, 5 authors had a minimum of 5 documents. In addition, Africa had only 5 authors with a minimum of 2 documents.

Figure 10 and Figure 11 show the distribution of publications by I and C codes in different geographic regions. Figure 9 reports that the C21 subject descriptor was

the least common C code among all other regions whereas C51 and C53 were the most common descriptors across all regions. Regarding descriptors starting with the I code, I11 and I12 were the most frequently used codes among 6 different regions. However, I15 was the least common I code and only a small proportion of I15 was employed by Asian countries.

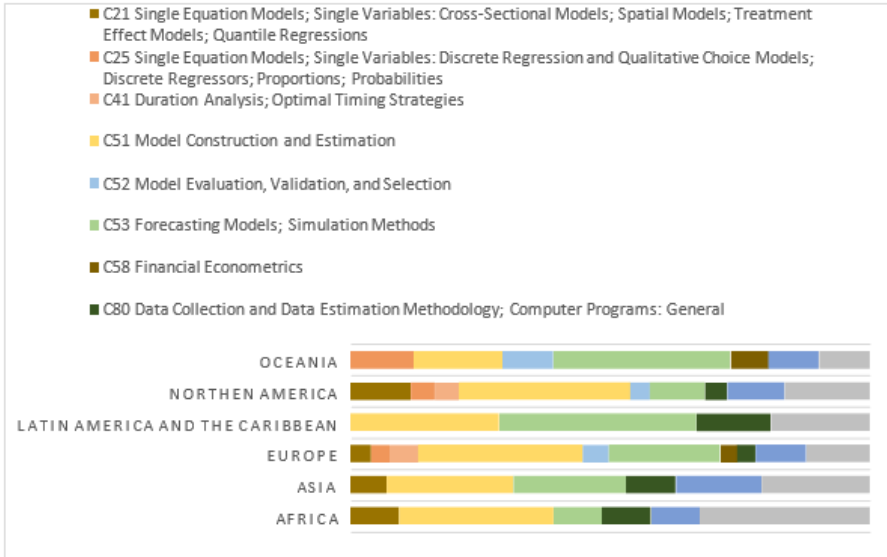


Figure 10. Distribution of C Subject Descriptors by Geographical Region

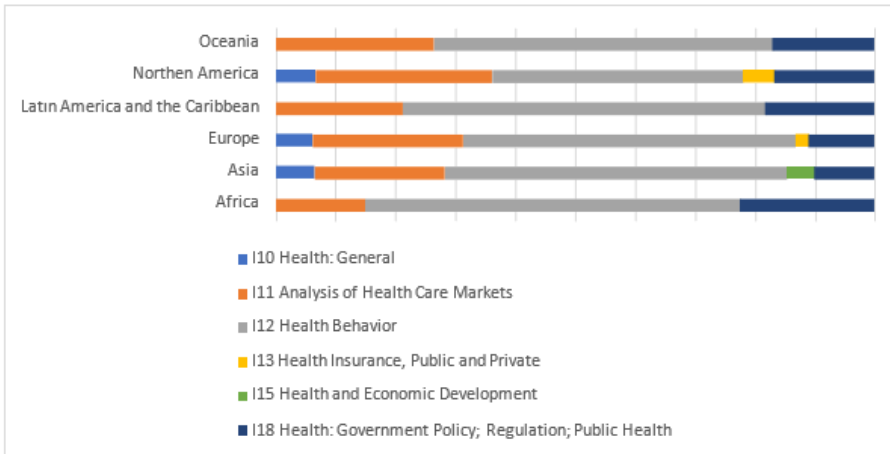


Figure 11. Distribution of I Subject Descriptors by Geographical Region

6. Limitations of The Study

In the study, before bibliometric analysis, subject descriptors on both health economics and econometrics were filtered out from the EconLit database. One of

the main drawbacks of deriving data on publications from the EconLit database is the limitation to search not for a keyword, but only JEL codes. Another weakness of the Econlit database is that the data format is limited when extracting data from Econlit, and accordingly, the number of suitable programs that could analyze this data is limited.

Furthermore, the EconLit database does not provide any information concerning the citation of articles and authors. Therefore, our study was unable to cover any citation analysis for publications in health econometrics. As a result, we lacked the information for which authors or publications had the highest number of citations in health econometrics. Moreover, it could be the case that our study might be missing publications with no JEL subject descriptors or codes when deriving data from the EconLit database for both health economics and econometrics publications. However, we were able to capture all publications with relevant JEL codes available in the EconLit database.

7. Future Research Directions

For future research directions, alternative databases such as Google Scholar or Web of Science could be employed in order to do a bibliometric analysis of publications in the area of health econometrics. With the aim to minimize the limitations of the EconLit database, to capture all publications (including those with no JEL subject descriptors), a search on publications could be performed using keywords for health econometrics as these aforementioned databases allow researchers to sort by keywords not only by JEL subject descriptors.

Our study includes health-related JEL subject descriptors starting with only I1 (Health). Our findings suggest that there has been an increase in interest in health econometrics since the 1990s. However, there are other health-related JEL subject descriptors such as H51 (Government Expenditures and Health) or H75 (State and Local Government: Health, Education, Welfare, Public Pensions) which were excluded from this study. Our future research directions could be to examine the current situation in those categories of health and econometric-related JEL codes together and provide a bibliometric analysis.

8. Concluding Remarks

This study has investigated almost 60 years of published research in health econometrics literature starting from 1991 until the end of 2020. We aimed to identify different properties of published materials and therefore to draw a detailed picture of recent publications. The data were collected from the EconLit database and consisted of publications with subcategories of I1 and C1, C2 C3, C5, C8 and C41 subject descriptors. First of all, all publications were examined by year, type of document

and written language. An upward trend was observed in the number of published documents since 1991. This clearly shows that health econometrics has increasingly been in the interest of researchers although as a term it was first used by Jones (2000) in the 2000s. Authors were further examined in terms of their contribution to the recent literature. Andrew M. Jones (University of York, UK) was the author with the highest contribution to the Health Econometrics Literature. However, in general the majority of authors who have contributed to the literature are based in the USA. In a bibliometric approach, co-authorship status is an important part of the analysis. Surprisingly, micro-level collaborations were found between authors suggesting that only certain author groups work together for a loose network structure. In addition, survey data were the most common type of data used in publications.

From the perspective of common word analysis by geographical regions, it was interesting to see that most of the common words in documents were region specific. For instance, African studies were more likely to use words such as HIV prevalence, infection, woman, Middle-income country, health status, food security, simulation study, policy maker, and education whereas this was slightly different for other regions such as Europe or North America. The regional examination of the most common subject descriptors used in the documents also showed a similar pattern, especially for subject descriptors referring to the econometric methods. For example, Northern American studies were more likely to employ C51. However, for African studies, C52 was the most common subject descriptor. We assume that this could be a result of the data type available in each region and the health-related issue examined in each published document.

Certainly and not least, since December 2019, Covid-19 has become a major pandemic countries are dealing with worldwide. Therefore, one can clearly see how important measuring and examining health outcomes and health-related policies/implications are. This could only be more effective by integrating health economics into econometric methods. As a result, we hope to see health econometrics becomes more accepted and more commonly known by more researchers in the future and hope that this specific area of research would continue developing.

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.

References

- Andersen, N., & Swami, V. (2021). Science mapping research on body image: a bibliometric review of publications in body image, 2004–2020. *Body Image*, 38, 106-119. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2021.03.015>.

- Bai, Y., & Li, H. (2022). Mapping the evolution of e-commerce research through co-word analysis: 2001–2020. *Electronic Commerce Research and Applications*, 101190. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2022.101190>.
- Basu, A., & Mullahy, J. (2014). Health econometrics: An overview. In A. J. Culyer (Ed.), *Encyclopedia of health economics* (pp.355-356). Elsevier.
- Callon, M., Courtial, J.-P., Turner, W. A., & Bauin, S. (1983). From translations to problematic networks: An introduction to co-word analysis. *Social Science Information*, 22(2), 191–235. <https://doi.org/10.1177/053901883022002003>.
- Cobo, M.J., Chiclana, F., Collop, A., de Ona, J., & Herrera-Viedma, E. (2013). A bibliometric analysis of the intelligent transportation systems research based on science mapping. *IEEE transactions on intelligent transportation systems*, 15(2), 2013, 901-908. [10.1109/TITS.2013.2284756](https://doi.org/10.1109/TITS.2013.2284756).
- Çağlayan Akay, E., Ergüt, Ö., & Ertok Onurlu, M. (2020). Health econometrics publications in the area of health care policy and health care markets: a bibliometric analysis. In Özge Uysal Şahin & Merve Ertok Onurlu (Eds.) *Pandemi ve Ekonomi Kiskacında Sağlık* (59-78). Çanakkale: Rating Academy Press.
- Faraji, O., Ezadpour, M., Dastjerdi, A. R., & Dolatzarei, E. (2022). Conceptual structure of balanced scorecard research: A co-word analysis. *Evaluation and Program Planning*, 94, 102128. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2022.102128>.
- Greenberg, D., Rosen, A.B., Wacht, O., Palmer, J., & Neumann, P.J. (2010). A bibliometric review of cost-effectiveness analyses in the economic and medical literature: 1976–2006. *Medical Decision Making*, 30, 320–327. <https://doi.org/10.1177/0272989X09360066>.
- Heradio, R., Perez-Morago, H., Fernandez-Amoros, D., Cabrerizo, F. J., & Herrera-Viedma, E. (2016). A bibliometric analysis of 20 years of research on software product lines. *Information and Software Technology*, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.11.004>.
- Hoque, M. E., Khan, J. A., Hossain, S. S., Gazi, R., Rashid, H. A., Koehlmoos, T. P., & Walker, D. G. (2011). A systematic review of economic evaluations of health and health-related interventions in Bangladesh. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 9(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/1478-7547-9-12>.
- Jones, A.M. (2000). Chapter 6 - Health Econometrics. In Anthony J. Culyer, Joseph P. Newhouse (Eds.), *Handbook of Health Economics* (pp.265-344). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1574-0064\(00\)80165](https://doi.org/10.1016/S1574-0064(00)80165) (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574006400801651>).
- Martínez, M. A., Cobo, M. J., Herrera, M., & Herrera-Viedma, E. (2015). Analyzing the scientific evolution of social work using science mapping. *Research on Social Work Practice*, 25(2), 257-277. <https://doi.org/10.1177/1049731514522101>.
- Newhouse, J. P. (May, 1987). *Health Economics and Econometrics*. Papers and Proceedings of the Ninety-Ninth Annual Meeting of the American Economic Association.
- Pitt, C., Goodman, C., & Hanson, K. (2016). Economic evaluation in global perspective: a bibliometric analysis of the recent literature. *Health Economics*, 25, 9-28. <https://doi.org/10.1002/hec.3305>.
- Rubin, R. M. and Chang, C. F. (2003). A bibliometric analysis of health economics articles in the economics literature: 1991-2000. *Health Economics*, 12(5), 403-414. <https://doi.org/10.1002/hec.802>.
- Wagstaff, A. & Culyer, A. J. (2012) Four decades of health economics through a bibliometric lens. *Journal of Health Economics*, 31(2), 406-439. <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2012.03.002>.



EKOIST Journal of Econometrics and Statistics

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Finansal Başarısızlık ve KPI Puanları Arasındaki İlişkinin Analizi: SASB Ulaşım Sektöründe Bir Uygulama*

Analyzing the Relationship Between Financial Failure and KPI Score: An Application in the SASB Transportation Sector

Buse Öktem**

Öz

Şirketler faaliyetlerini gerçekleştirirken ekonomik dalgalanmalar ve krizler sebebiyle finansal sıkıntılarla karşılaşabilirler. Bu duruma düşmek istemeyen şirketler için finansal yöntemler geliştirilmiştir.

Şirketlerin yayınladıkları finansal raporlar finansal başarısızlığın belirlenmesinde temel oluşturmakla birlikte iklim değişikliği, küresel ısınma gibi çevresel sorunlar finansal olmayan raporlara olan talebi arttırmıştır. Böylece finansal raporlara ek olarak ekolojik ve çevre odaklı sorunlarının belirlenmesi için sürdürülebilirlik raporlarına ihtiyaç duymuşlardır. Şirketler sürdürülebilirlik raporları sayesinde paydaşlara ve ilgili gruplara yenilikçi ve çevreci yaklaşımlarını paydaşlara açıklamışlardır. Şirketlerin sürdürülebilirlik raporları yayınlaması ile hem müşteri profilini hem de şirketin itibarını arttırdığı düşünülmektedir. Sürdürülebilirlik muhasebesi ve raporlaması ile ilgili konuların paydaşlara aktarılmasında Sürdürülebilirlik Muhasebe Standartları Kurulu (SASB) çata görevi görmektedir. SASB, 11 sektör ve 77 endüstri dalında sürdürülebilirlik muhasebesi standartları geliştirmek için faaliyet gösteren bir kuruluştur.

Çalışmada öncelikle SASB'da yer alan 11 sektörden ulaşım sektörü seçilmiş ve sürdürülebilirlik ölçüm parametreleri (KPI) belirlenmiştir. Ardından, SASB - KPI puanları ile finansal başarısızlık olasılıkları arasındaki ilişkiyi analiz etmek amacıyla, ekonomik KPI göstergesi olarak finansal tablolar seçilmiştir. Uygulama aşamasında ulaşım sektöründe 43 şirket mevcut olup, 40 şirketin verisine ulaşılmıştır. Ancak bir şirket 2017 yılında kurulduğundan değerlendirmeye alınmamış, kalan 39 adet şirketin 2016-2020 yılları arasında yayınladıkları beş yıllık finansal tablolar esas alınmıştır. Şirketlerin finansal başarısızlık göstergesi olarak bağımlı- bağımsız değişkenler seçilmiş, logit ve probit modeller uygulanarak, sonuçlar yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler

Finansal Başarısızlık, Sürdürülebilirlik, Temel Performans Göstergeleri

Abstract

Companies can encounter financial difficulties while carrying out their activities due to economic fluctuations and crises. Financial methods have been developed for companies that want to avoid this situation. In addition to the financial reports companies publish forming the basis for identifying financial failure, environmental problems such as climate change and global warming have increased the demand for non-financial reports as well. Thus, sustainability reports

* Bu çalışma, ilk yazar Buse Öktem'in Selahattin Karabınar danışmanlığında İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim dalında 2022 yılında tamamlamış olduğu "Şirketlerin SASB-KPI Puanları İle Finansal Başarısızlık Olasılıkları Arasındaki İlişkinin Analizi" isimli doktora tezinden üretilmiştir.

** Sorumlu Yazar: Buse Öktem (Dr.), İstanbul, Türkiye. E-Posta: buseoktem@msn.com ORCID: 0000-0003-4541-0313

Atf: Oktem, B. (2023). Finansal başarısızlık ve KPI puanları arasındaki ilişkinin analizi: SASB ulaşım sektöründe bir uygulama. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38, 265-288. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.38.1249214>



are needed in addition to financial reports in order to determine a company's ecological and environment-oriented problems. Companies use sustainability reports to announce their innovative and environmentalist approaches to stakeholders and related groups, and publishing sustainability reports is thought to allow companies to increase both their customer profiles as well as their reputation. The Sustainability Accounting Standards Board (SASB) acts as a framework with regard to how to convey to stakeholders issues related to sustainability accounting and reporting. SASB is an organization that operates to develop sustainability accounting standards in 11 sectors and 77 industry branches. The current study has selected the transportation sector from among those in SASB and has identified sustainability measurement parameters in terms of key performance indicators (KPIs). In order to analyze the relationship between SASB's KPI scores and the likelihood of financial failure, the study has chosen financial statements as the economic KPI indicator. During the implementation phase, the study reached out to 43 companies in the transportation sector and accessed data from 40 companies. However, one company was not taken into consideration due to having been founded in 2017; thus, the implementation is based on the remaining 39 companies' five-year financial statements published between 2016-2020. The study also selected dependent and independent variables as indicators of companies' financial failure and interpreted the results by applying logit and probit models.

Keywords

Financial Failure, Sustainability, Key Performance Indicators

Extended Summary

The COVID-19 pandemic has affected the whole world, and the past global crises have caused significant financial effects, leading some companies to financial crises. As a result of these financial crises, companies have developed various models to avoid financial difficulties. A number of financial failure prediction methods have been developed to predict and combat these financial difficulties in a timely and effective manner, and the issue of companies' ability to overcome financial distress (i.e., to return to a successful position) has become the focus. The models used to estimate financial failure are widely used in accounting and finance research. These models allow company managers to determine whether they are in financial distress, as well as take precautions and direct investors.

Financial reports are taken as a basis in determining companies' financial positions. However, environmental events such as global warming and climate change have shown the economic perspective to be insufficient at determining the limits on the planet. Sustainable living will become possible by integrating economic and ecological information as a requirement of eco-social transformations. In addition to protecting their financial position, companies need to publish sustainability reports that declare their sensitivity and responsibility to environmental changes, as these reports will reveal the precautions companies need to take against changing environmental conditions, as well as their need to adopt more environmentally friendly approaches from the production stage to the final consumer. In line with this, the need for non-financial reports in addition to financial reports is thought to have led to the emergence of the concept of sustainability reporting.

The study first theoretically explains sustainability accounting, the reporting and measurement parameters, the Sustainability Accounting Standards Board (SASB), the concept of financial failure, and the models used to predict financial failure.

Afterward, the study will begin the implementation phase. The article has selected the transportation sector from among the 11 sectors included in SASB and accessed the data of 40 out of 43 companies in the transportation sector. The analysis is based on the five-year financial reports these companies published between 2016-2020. However, one company was not taken into consideration as it hadn't been founded until 2017. The study then examined the annual reports of the remaining 39 companies, applying the logit and probit statistical models for estimating financial failure. Financial statements were selected from among the economic key performance indicators (KPIs) in order to analyze the relationship between the companies' SASB KPI scores and the likelihood of financial failure.

The study has determined the companies that can be included in the scope of financial failure, as well as the dependent and independent variables. The study calculated marginal effects to express the variables' effects as percentages. According to the dependent variable of suffering losses for two consecutive years, the coefficients for the short-term liabilities / total liabilities (X_3) and net profit / total assets (X_6) in the logit and probit models were determined to be significant in terms of accounting. According to the dependent variable of which net working capital is negative, the coefficient for (current assets – inventories) / short-term liabilities (X_4) in the logit and probit models was seen to be significant in terms of accounting. According to the dependent variable of 10% loss in amount of assets, the coefficient for (current assets – inventories) / short-term liabilities (X_4) in the logit and probit models was determined to be significant in terms of accounting. According to the dependent variable of liabilities / assets, the coefficients for short-term liabilities / total liabilities (X_3) and net profit / total assets (X_6) in the logit and probit models were found to be significant in terms of accounting.

Giriş

Şirketler geçmişte yaşadıkları Büyük Buhran ve Subprime Mortgage krizi gibi global ölçekte gerçekleşen finansal krizlere ek olarak, günümüzde COVID-19 pandemisinin getirdiği finansal sıkıntılar ile yüzleşmek zorunda kalmışlardır. Şirketlerin çeşitli finansal zorluklarla karşılaşması finansal sürdürülebilirlikleri açısından tehdit unsuru olarak görülmektedir. Bu durumda şirketler geliştirilen finansal başarısızlık yöntemleri ile finansal pozisyonlarını belirleyecektir. Şirketlerin finansal konumlarının belirlenmesinde yayınlamış oldukları finansal raporlar esas alınmaktadır. Ancak küresel ısınma, kuraklık vb. çevresel olaylar ekonomik yönlü bakışın, gezegendeki sınırların çizilmesinde yeterli olmadığını göstermiştir. Eko-sosyal dönüşümün parçası olarak ekonomik ve ekolojik bilgilerin bir araya getirilmesi ile sürdürülebilir hayat mümkün olabilecektir. Bu doğrultuda finansal raporların yanında finansal olmayan raporlara ihtiyaç duyulması sürdürülebilirlik raporlaması kavramının ortaya çıkmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

Kavramsal Çerçeve

Sürdürülebilirlik basit bir ilkeye dayanmaktadır: Hayatta kalmamız ve refahımız için ihtiyaç duyduğumuz her şey, doğrudan veya dolaylı olarak doğal çevremize bağlıdır. Sürdürülebilirliğin devamı, insanların ve doğanın mevcut ve gelecek nesillere destek olmak için verimli bir uyum içinde var olabileceği koşulları yaratmak ve sürdürmektir (EPA, 12.07.2020).

Sürdürülebilirlik muhasebesi, şirketin uzun vadede değer yaratma yeteneğini sürdüren veya arttıran kurumsal faaliyetlerin ölçümü, yönetimi ve raporlanması anlamına gelmektedir (SASB, 03.06.2020).

Sürdürülebilirlik muhasebesi daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulması, şeffaf raporlama baskısı ve işletmelerin iş modellerini daha ayrıntılı açıklama ihtiyacı nedeniyle gelişmiştir (Villiers ve Maroun, 2018, s.1).

Sürdürülebilirlik muhasebesi sistemleri öncelikle üst yönetimin ihtiyaçlarını karşılamalıdır. Buna göre, bir sürdürülebilirlik muhasebesi sisteminin işlevi, şirketin ekonomik, sosyal ve çevresel performansı ile ilgili geri bildirimleri belirlemek, toplamak, analiz etmek ve iletmektir. Bu durum 3 adımda başarılı olabilir (Fülöp ve Hernádi, 2013, s.235-236) (Schaltegger ve Wagner, 2006 s.10-11):

- İlk adım olarak işletme başarısı ve paydaş değerinin yaratılması için anahtar olarak tanımlanan stratejik ve operasyonel göstergelerin sağlanmasına odaklanır. Yani sürdürülebilirlik stratejisine uygun olarak işletme, sürdürülebilirlik performans göstergelerinin uygun hedeflerini sistematik olarak seçmeli, bu performans göstergelerinin yapısını ve bilgi ihtiyaçları da planlanmalıdır.

- İkinci adımda, öncelikle sosyal ve çevresel maliyetler ile giderler ve riskleri, ardından sürdürülebilir işletme faaliyetlerinin finansal faydaları ve tasarrufları ve son olarak toplum ve çevre üzerindeki doğal etkileri içeren gerekli nicel ve nitel veriler toplanmalıdır. Bunlar doğrudan ya da dolaylı olarak fayda-maliyet unsurları dikkate alınarak elde edilebilir.
- Üçüncü adım, şirketin sürdürülebilirlik performansını analiz etmek ve şirketin stratejik ve operasyonel hedeflerine ulaşım ulaşmadığını ve bunları başarma veya başaramama nedenlerini ortaya çıkarıp çıkarmadığını izlemektir.

Sürdürülebilirlik Raporları Ve Ölçüm Parametreleri

Şirketlerin finansal pozisyonlarının belirlenmesinde finansal raporlar esas alınmaktadır. Ancak küresel ısınma, iklim değişikliği vb. çevresel olaylar ekonomik yönlü bakışın, gezegendeki sınırların belirlenmesinde yeterli olmadığını göstermiştir. Eko-sosyal dönüşümün gerekliliği olarak ekonomik ve ekolojik bilgilerin bütünleştirilmesiyle sürdürülebilir hayat mümkün olabilecektir. Bu doğrultuda finansal raporların yanında finansal olmayan raporlara ihtiyaç duyulması sürdürülebilirlik raporlaması kavramının ortaya çıkmasına sebep olmaktadır.

Sürdürülebilirlik raporları, çeşitli iletişim kanallarını kullanarak bildirim işlevini, gelecek risklerin yönetilmesini, çeşitli veri setleriyle izlenmesi ile katkı sunmaktadır. Kurum ve kuruluşların düzenledikleri sürdürülebilirlik raporları ve çalışmalar bu doğrultuda geleceğe ışık tutacaktır (Öktem, 2018, s.3).

Temel Performans Göstergeleri, KPI (Key Performance Indicator) olarak adlandırılır. KPI Enstitüsü, Avustralya'nın Melbourne şehrinde 2004 yılında kurulmuştur. Avustralya'da kurumsal performans yönetimi hizmetleri sağlayıcısı olarak tasarlanmıştır ve müşterileri esas olarak eğitim ve danışmanlık hizmetleri yoluyla desteklemiştir (KPI, 22.11.2020).

İşletmenin amacı, sürdürülebilir performans üretmede etkili ve verimli bir şekilde çalışmaktır. Temel performans göstergeleri (KPI'lar), işletmenin başarısı ve performansının değerlendirilmesi için kritik olan ölçümlerdir. Temel performans göstergesi (KPI), bir işletmenin tanımlanmış hedeflerine ulaşmadaki başarısını ölçmenin bir yoludur. KPI'lar, işletmenin mevcut durumunu değerlendirmenin ve gerekirse yeni stratejilere karar vermenin bir yolu olarak çok yararlı olabilir. KPI'lerin doğru kullanımı, işletmenin hedeflerini tanımlamasına, performansını ölçmek için ölçütler oluşturmasına ve sürdürülebilirlik hedeflerini izlemesine olanak tanır. KPI'lar, kritik başarı faktörlerini yansıtacak şekilde geliştirilir (Brocket ve Rezaee, 2012, s.254-255). İşletmenin hedefleri, temel performans göstergeleri (KPI) ile ölçülebilir olmalıdır. İşletmeler KPI'ları izleyerek başarısını tanımlanmış hedeflere göre değerlendirebilir (Pilot, 2015, s.306-307).

Temel performans göstergeleri (KPI) ölçümler veya göstergeler yardımıyla işletmedeki ilerlemenin izlenmesini ve iyileştirmelerin hesap verebilirlikle yönetilmesini sağlar. (Pilot, a.g.e, s.241) Temel performans göstergeleri, işletmenin performansındaki kritik faktörleri yansıtan, yönetim tarafından önceden seçilmiş veya tanımlanmış bir dizi performans göstergesidir (Samsonowa, 2012, s.32). Bu göstergelerin tanımlanmasının yanında bu göstergeleri doğru bir şekilde temsil eden faktörler belirlenmelidir (Franceschini, Galetto, Maisano, 2007, s.7).

İşletme genelinde ilerlemeyi izlemek ve performansı desteklemek için temel performans göstergelerinin (KPI) oluşturulması gerekir. KPI'ların hem olumlu hem de olumsuz olabileceğini ve değişim ihtiyacını tetikleyebileceğini anlamak için işletme görünürlüğü önemlidir (Hawkins, 2006, s.203).

Temel Performans Göstergeleri, belirli bir hedefle ilgili olarak elde edilen ilerlemenin ölçülmesine izin veren niceliksel bir endeks olarak tanımlanabilir. Bir göstergenin işlev ve amaçları; karar vericiye veya potansiyel kullanıcılara mümkün olan en açık şekilde bilgi sağlamak ve yakın geçmişte bir olayın sonucu olarak ortaya çıkan gerçekleri/sonuçları netleştirmektir (Capaldi, Idowu, Schmidpeter, 2017, s.191). Sürdürülebilirlik KPI'larının belirlenmesi, sürdürülebilirlik performansını ölçmek için kullanılan temel ölçütlerden biridir. Bu nedenle, sürdürülebilirlik raporlamasını benimserken sürdürülebilirlik KPI'larına önem verilmelidir (Dissanayake, 2020 s.2 ve Lodhia & Martin, 2014).

Temel Performans Göstergelerinin iş performansını artırmada yararlı olması için, iyi bir Temel Performans Göstergesini neyin oluşturduğuna dair bir standarda sahip olunması gerekmektedir. Temel ilkeler şunları içerir (Paulen & Finken 2009, s.39-41):

- Metrik/Ölçütün Spesifik Olması: Spesifik ölçütlerin kullanılması, her ölçütün kolayca açıklanabilen ve işletme içindeki herhangi bir kişi tarafından anlaşılabilir keskin bir tanımı olduğu anlamına gelir.
- Metrik Açıkça Belirli Bir Departman veya Gruba Ait Olması: Bir ölçütün işletmeyi ileriye götürmede yararlı olması için, bazı bireylerin veya departmanların onu takip etmekten sorumlu olması gerektiğidir.
- Metriklerin Ölçülebilir Olması: Bir puan kartında yer alan tüm öğeler ölçülebilir olmalıdır. Bir ölçüyü ölçülebilir hale getirmek, ölçüyü yakalayan sistemlerin yanında tutarlılık, denetim takibi ve gözetimi yaratan iş süreçlerini de içerir.
- Metriklerin Belirlenen Zaman Aralıklarında Kullanılması: KPI'ların yönetimindeki bir diğer ayrıntı, bir metriğin izlenebileceği zaman aralığına dikkat etmektir. KPI'ların karar vermede yararlı olması için her bir metriği rutin, tutarlı bir zaman aralığında tekrar ortaya çıkması gerekmektedir. İşletmenin mevcut durumunun genel bir resmini elde etmek için diğer KPI'larla birlikte kullanılabilir.

- Dengeli Puan Kartında (Balanced Scorecard) KPI Sayısının Sınırlandırması: Birçok işletme, mümkün olduğunca çok iş sürecini ölçmenin daha iyi performans sağladığını varsaymaktadır, ancak gerçeğin neredeyse tam tersi olduğunu gözlenmiştir. Neyin ölçüleceğini dikkatle seçen ve nispeten az sayıda metriği seçici olarak izleyen işletmeler, yaygın olarak benimsenen ve uzun süreli puan kartı projelerine sahip olma eğilimindedir.
- KPI'ların Hedefleri Olması: KPI'ları oluşturulması, oluşturulan KPI'ları temel alan hedefleri belirlenmesi ve etkili bir şekilde yönetilmesinden oluşmaktadır.
- KPI'lar Genel Kurumsal Hedeflerle Uyumlu Olması: KPI'lar geliştiren ekipler, ileriye dönük seçilen metriklerin işletmenin öngörülen hedefine yönelmesini sağlamak için özen göstermelidir. Bu ifade ilk bakışta basit görünebilir, ancak KPI'ları geliştiren ekibin yaratıcı metrikler geliştirme sürecinden etkilenmesi yaygın bir başarısızlıktır, bu süreçte işletmeyle açıkça bağlantıları olan basit ve net ölçümler sunma ihtiyacını kaybetmektedir.

KPI'lar genellikle bir işletmeden diğerine farklılık gösterirler ve finansal ve finansal olmayan KPI'lar olarak sınıflandırılırlar. Finansal KPI'lar, parasal olarak ölçülebilen bilgilerle ilgilenir. Finansal KPI'lara örnek olarak satış büyümesi, kazançlar, öz sermaye getirisi, temettüler verilebilir. Finansal olmayan KPI'lar, parasal değerlerle ölçülemeyen bilgilerle ilgilidir. Finansal olmayan KPI örnekleri şunlardır: çevresel ve sosyal konularla ilgili bilgiler, müşteri memnuniyeti, çalışan eğitimi ve tedarikçi memnuniyeti ve etik uygunluktur Sürdürülebilirlik açısından KPI'lar üç gruba ayrılır. (Brocket & Rezaee, a.g.e, s. 254-255).

- 1 Ekonomik KPI'lar: Sürdürülebilirlik sürecinin doğru şekilde ölçülmesi ve kurumsal raporlamaya entegrasyonu, KPI'lara odaklanılarak sağlanabilir. Ekonomik KPI örnekleri; Dağıtılan kazançlar, Ödenen tazminatlar, ödenen vergiler, temettü politikası, bütçe ve performans değerlendirmesi, verilen bağışlar, mali yardım alınması, ar-ge yatırımları, yeni ürün araştırmaları, geçmiş performans, ücret planları ve teşvik planları gibi yönetimle ilgili bilgiler, finansal riskin değerlendirilmesi, tazminat ve teşvik planı gibi yönetim hakkında bilgi, mali tablolar (bilanço, gelir tablosu, nakit akış tablosu gibi), hisse senedi fiyatları vb.
- 2 Sosyal KPI'lar: Temel performans göstergeleri (KPI'lar), işletmenin başarı faktörlerini yansıtan, işletmenin hedeflerine yönelik ilerlemeyi tanımlamalarına ve ölçmelerine yardımcı olan ölçümlerdir. Sosyal KPI örnekleri; sosyal ve etik faaliyetlerin ve projelerin tanımı, çeşitlilik ve eşit fırsatlar, kültürel mirasın korunması, tüketici haklarının korunması vb.dir
- 3 Çevresel KPI: Çevresel KPI'ların geliştirilmesine yönelik genel bir yaklaşım, işletmenin çevresel girişimlerini, programlarını ve performansını şekillendirebilecek veya etkileyebilecek ilgili faktörleri belirlemektir. Çevresel

KPI örnekleri İklim değişikliği için riske maruz kalma ve fırsatların açıklanması, çevre açısından güvenli ürünlerin üretimi ve kullanımı, çevresel performansın teşvik edilmesi, kaynak tükenmesinin ölçülmesi, çevreye zararlı malzeme ve ürünlerin kullanımının en aza indirilmesi, karbon emisyonlarının ve sera gazı emisyonlarının uygun şekilde ölçülmesi, açıklanması ve raporlanması, tüketilen toplam suyun raporlanması vb.dir.

Sürdürülebilirlik Muhasebe Standartları Kurulu

Sürdürülebilirlik Muhasebe Standartları Kurulu (SASB) “şirketler ve yatırımcılar arasında finansal, maddi, faydalı bilgiler konusunda iletişimi kolaylaştıran çevresel, sosyal ve yönetim konularında sektöre özgü açıklama standartları oluşturmaktır. Bu tür bilgiler küresel bazda şirketler arasında alakalı, güvenilir ve karşılaştırılabilir olmalıdır. SASB Vakfı, şirketlerin sürdürülebilirlik performansı hakkında ortak bir anlayışın şirketlerin ve yatırımcıların sürdürülebilirlik sonuçlarını iyileştirerek bilinçli kararlar almasını ve böylece uzun vadeli değer yaratılmasını sağlaması için bir yatırım evrenini öngörmektedir. SASB sektöre özgü ve yatırımcılara önemlilik kavramına bağlı sürdürülebilirlik açıklama standartlarını belirleyen bağımsız bir standart belirleme kolu olan Sürdürülebilirlik Muhasebe Standartları Kurulu kurmuştur. Standartların, finansal performans üzerinde önemli bir etkisi olması muhtemel, maddi açıdan önemli olan sürdürülebilirlik konularını ele alması amaçlanmıştır. Standartların belirlenmesi, kanıta dayalı araştırma ve paydaş katılımını içeren titiz bir süreçle gerçekleştirilmektedir.” (SASB, 03.06.2020).

SASB, 2011 yılında kurulmuş olup 11 sektör - 77 endüstride sürdürülebilirlik muhasebesi standardı geliştirmiştir. Sektörlerin sınıflaması şu şekildedir: Tüketici ürünleri sektörü, Yiyecek ve içecek sektörü, Kaynak dönüşüm sektörü, Ekstraktifler ve madenleri işleme sektörü, Sağlık hizmeti sektörü, Hizmet sektörü, Finans sektörü, Altyapı sektörü, Teknoloji ve iletişim sektörü, Yenilenebilir kaynaklar ve alternatif enerji sektörü, Ulaşım sektörü'dür. (Sustainability Accounting Standard, SICS-Industry-List ,2018, s.1).

Yatırımcılar ve analistler, şirket performansının daha kapsamlı bir görünümü için finansal tabloların yanında ve ESG (environmental, social, governance-çevresel, sosyal ve yönetim) ile ilgili riskleri ve fırsatları daha iyi anlamak için sürdürülebilirlik verilerini aramaktadır. SASB standartları ve ölçütleri, yatırımcıların ESG ve karşılaştırılabilir, tutarlı ve finansal açıdan önemli diğer sürdürülebilirlik verilerinden yararlanmasına yardımcı olabilir. Yatırımcıları daha bilinçli yatırım ve karar vermeleri konusunda güçlendirmektedir (SASB, 03.06.2020).

SASB Standartları, işletmelere ve yatırımcılara, kurumsal değer nasıl yaratıldığı, korunduğu veya aşındığı konusunda ortak bir kurumsal değer anlayışı geliştirmelerine yardımcı olmak için tasarlanmış kapsamlı bir kaynak paketi sunan, kâr amacı gütmeyen

küresel bir kuruluş olan Değer Raporlama Kurulu (Value Reporting Foundation)'ın himayesinde sürdürülür. Entegre Düşünme İlkeleri, Entegre Raporlama Çerçevesi ve SASB Standartları dahil olmak üzere kaynaklar, iş gereksinimlerine bağlı olarak tek başına veya birlikte kullanılabilir (SASB, 10.03.2022).

Değer Raporlama Vakfı Yönetim Kurulu, tüm organizasyonun stratejisini, finansmanını ve operasyonlarını denetler ve SASB Standartlar Kurulu üyelerini atar. SASB Standartları Kurulu, SASB Standartlarının yasal süreci, sonuçları ve onaylanmasından sorumlu olan bağımsız bir kuruldur (SASB, 10.03.2022).

Finansal Başarısızlık

Şirketlerde finansal başarı ya da başarısızlıklar çeşitli finansal yöntemler ile ölçülmekte ve değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda yöneticilere ve yatırımcılara yön verebilmektedir.

Şirketler sürdürülebilirliği sağlamak için geleceğe yönelik projeksiyonlarını, verecekleri doğru kararlar ve değer değişimiyle sunarlar. Günümüzde değer değişiminin sembolü olarak para ve bu değerleri ölçümleyen finans disiplini ve ölçüm yöntemleridir.

Literatür incelendiğinde, finansal başarısızlık riskinin tahmin edilmesi amacıyla geliştirilen birçok farklı risk modelleri ile finansal başarısızlık ölçülebilmektedir. Bu yöntemlerden bazılarının daha yoğun tercih edilmelerinin nedeni; amaca, sektöre ve konuya bağlı farklılık göstermektedir.

Finansal başarısızlık, iflas veya tasfiye gibi olaylardan önce gelen aşamadır. Bir firmanın sıkıntıya yaklaştığı bilgisi, problemleri ortaya çıkmadan önce ortadan kaldırmak için yönetimsel eylemleri hızlandırabilir, daha iyi yönetilen bir işletme tarafından birleşmeyi veya devralmaya neden olabilir ve gelecekteki olası iflas hakkında erken bir uyarı sağlayabilir (Platt & Platt, 2002, s.184-185).

Finansal olarak hayatta kalmak tüm şirketler için esastır, böylece bir şirketin finansal tablolarının analizinde dikkate alınabilirler. Şirketin hayatta kalması finansal durumunu açıklayan finansal tablolara yansıtılır. Finansal sıkıntı, şirketteki faaliyetlerinden kaynaklanan nakit akışının, borç hesapları veya faiz gideri gibi kısa vadeli yükümlülüklerini geri ödeyememesi durumudur. Finansal sıkıntı, şirketin likiditesinin bozulmasıdır ve bu durumun faaliyetin büyüklüğü veya şirketin yapısı değiştirilerek düzeltilmesi gerekir (Husein & Pambekti, 2014, s.408).

Yöntem

Finansal Başarısızlık Tahmininde Kullanılan Modeller

Finansal başarısızlık tahmininde kullanılan yöntemler şirketin sıkıntılı konumda olup olmadığını göstermesinin yanı sıra yöneticilerin daha iyi ve etkin kararlar almasını, finansal durumların kapsamlı değerlendirmesini ve eğer şirketin finansal sıkıntıya düşme ihtimali varsa bunu öngörmesini sağlaması gibi avantajları vardır.

Çok Değişkenli Modeller

Şirketlerde finansal başarısızlık tahmin edilmesinde çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bu çalışmada çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden nitel tercih yöntemleri olan; doğrusal olasılık modelleri, logit modeller ve probit modeller açıklanmıştır.

Doğrusal Olasılık Modelleri

Doğrusal olasılık modeli, bir olayın meydana gelme olasılığının, P_i , bir dizi açıklayıcı değişkenle (x_{2i} , x_{3i} , ..., x_{ki}) doğrusal olarak ilişkili olduğu varsayımına dayanır (Denklem 1) (Brooks, 2008, s.512). Yani yanıt olasılığının parametrelerinde doğrusal olduğu bir ikili modelidir (Wooldridgre, 2013, s.851).

$$P_i = p(y_i = 1) = \beta_1 + \beta_{2x_{2i}} + \beta_{3x_{3i}} + \dots + \beta_{kx_{ki}} + u_i, \quad i = 1, \dots, N \quad (1)$$

Gerçek olasılıklar gözlemlenemez, bu nedenle sonuçların, y_i 'nin bağımlı değişken olacağı bir model tahmin edilir. Bu regresyondan elde edilen değerler, her i gözlemi için $y_i = 1$ için tahmin edilen olasılıklardır. Doğrusal olasılık modeli için eğim parametreleri diğer tüm açıklayıcı değişkenlerin etkisini sabit tutarak, belirli bir açıklayıcı değişkende bir birimlik bir değişiklik için bağımlı değişkenin 1'e eşit olma olasılığındaki değişiklik olarak yorumlanabilir (Brooks, a.g.e, s.512).

Y_i 'nin 1'e eşit olma olasılığı p_i , Y_i 'nin 0'a eşit olma olasılığı ise $1 - p_i$ 'dir. Yani, (Blattberg, Kim & Neslin, 2008, s.378)

$$Y_i = \begin{cases} +1, & P(Y_i = 1) = p_i \\ 0, & P(Y_i = 0) = 1 - p_i \end{cases}$$

Bağımlı değişkenimiz Y_i , p_i 'nin bağımsız değişkenler kümesinin bir fonksiyonu olduğunu varsayarak, bir dizi bağımsız değişkenle bir ilişkiye sahip olacaktır. Yani, $p_i = F(\beta X_i)$ olduğunu varsayarsak, burada X_i , bağımsız değişkenlerin bir vektörü ve β , karşılık gelen bir parametre vektörüdür.

O halde $E(Y_i) = (1)(p_i) + (0)(1 - p_i) = p_i = F(\beta X_i)$ (Blattberg, Kim & Neslin, a.g.e s.378).

Doğrusal olasılık modellerinde hata terimlerinin ortalaması sıfırdır. $E(\epsilon_i) = 0$ varsayımın geçerli olduğu; $E(\epsilon_i) = P(Y_i=1)[1 - \beta_0 - \beta_1 X_i] + P(Y_i = 0)[- \beta_0 - \beta_1 X_i]$ (2)
 $= P(Y_i=1)[1 - P(Y_i=1)] + [1 - P(Y_i = 1)]P(Y_i = 1) = 0$ şeklinde gösterilebilir (Güriş ve Çağlayan, 2010:660).

Doğrusal olasılık modellerinde hata terimi iki değer aldığından değişen varyansa sahiptir. ϵ_i 'nin varyansı, $\text{Var}(\epsilon_i) = E(\epsilon_i^2) = P(Y_i = 0)[- \beta_0 - \beta_1 X_i]^2 + P(Y_i = 1)[1 - \beta_0 - \beta_1 X_i]^2$
 $= [1 - P(Y_i = 1)][P(Y_i = 1)]^2 + P(Y_i = 1)[1 - P(Y_i = 1)]^2$
 $= [1 - P(Y_i = 1)][P(Y_i = 1)]P(Y_i = 1)[1 - P(Y_i = 1)]$
 $= P(Y_i = 1)[1 - P(Y_i = 1)] = [-\beta_0 - \beta_1 X_i][1 - \beta_0 - \beta_1 X_i]$
 $= E(Y_i)[1 - E(Y_i)]$ (3)

Şeklinde bağımsız değişken X_i 'nin aldığı değerlerle değişecektir (Güriş & Çağlayan, a.g.e, s.660).

Doğrusal olasılık modelinde karşılaşılan problemler kısaca aşağıdaki gibi özetlenebilir (Gujarati, 2004, s.583) (Güriş & Çağlayan, a.g.e, s.660).

- Hata terimlerinin dağılımı binom dağılım olup iki değer almaktadır. Büyük örneklerde doğrusal olasılık modelinde dağılımın normal dağılım olduğu varsayılır.
- Hata terimleri sabit varyanslı değildir. Bu durum uygulamada çok önemli değildir. Uygun dönüşümlerle hata terimleri sabit varyanslı yapılabilir.
- P_i olasılığı 0 ile 1 arasında olması gerektiğinden, $0 \leq E(Y_i | X_i) \leq 1$ kısıtlaması vardır, yani koşullu beklenti (veya koşullu olasılık) 0 ile 1 arasında olmalıdır. - $0 \leq E(Y_i | X_i) \leq 1$ eşitliği sağlanmamaktadır. Doğrusal olasılık modelinde X ve Y 'nin şartlı olmasını ifade eden $E(Y_i | X_i)$ 'nin tahmincisinin \hat{Y}_i her zaman 0-1 değerlerini almamaktadır. Doğrusal olasılık modeli EKK ile tahmin edilip \hat{Y}_i hesaplanır. Hesaplanan bu değerlerden bazıları 0'dan küçüktür ve bunlar için \hat{Y}_i 'nin sifıra eşit olduğu varsayılır. Bazıları ise 1'den büyüktür ve bunlar için \hat{Y}_i 'lerin bire eşit olduğu kabul edilir. Bu değerlere sahip \hat{Y}_i 'ler çoğunluktaysa bunların 0-1 arasında olmadıklarına karar verilir

Lojistik Regresyon: İkili (Binary) Bağımlı Değişken İle Regresyon

Lojistik regresyon, birden fazla X 'in ikili bir bağımlı değişkenle ilişkisini tanımlamak için kullanılabilen matematiksel bir modelleme yaklaşımıdır. (Kleinbaum & Klein, 2002, s.5) Diğer bir ifadeyle lojistik regresyon, bir olayın meydana gelme olasılığını tahmin eden bir istatistiksel sınıflandırma modelidir (Awad & Khanna, 2015, s.23).

Lojistik regresyon, metrik bağımlı bir ölçü yerine bir ikili (iki grup) kategorik değişkeni öngörmek ve açıklamak için formüle edilmiş özel bir regresyon şeklidir. Lojistik regresyon, birinci amacın, bir nesnenin (örneğin, firma veya ürün) ait olduğu grubu tanımlamak olduğu durumlarda yaygın bir uygulamaya sahiptir. Potansiyel uygulamalar, sonucun ikili olduğu bir şeyi tahmin etmeyi içerir. Bu gibi durumlar, yeni bir ürünün başarısı veya başarısızlığı, bir kişinin kredi verilip verilmeyeceğine karar verilmesi veya bir firmanın başarılı olup olmayacağına kestirilmesidir. Her durumda, nesnelere iki gruptan birine girer ve amaç, her bir nesnenin grup üyeliği için temellerini araştırmacı tarafından seçilen bir dizi bağımsız değişken aracılığıyla tahmin etmektir. Lojistik regresyon, iki hedefe hitap etmek için en uygun olanıdır (Hair, Black, Babin & Anderson, 2014, s.313-316):

- Bağımlı değişkende grup üyeliğini etkileyen bağımsız değişkenlerin belirlenmesi.
- Grup üyeliğini belirlemek için lojistik modele dayalı bir sınıflandırma sistemi kurulması. Bazı regresyon durumlarında, yanıt değişkeni y 'nin yalnızca iki olası sonucu vardır. Bu gibi durumlarda, y sonucu 0 veya 1 olarak kodlanabilir. Sonucu (veya sonucun olasılığını) bir veya daha fazla x 'e dayanarak tahmin edin y 'nin ikili olduğu doğrusal bir modeli göstermek için bir x 'li model aşağıdaki gibidir (Rencher & Schaalje, 2008, s.508).

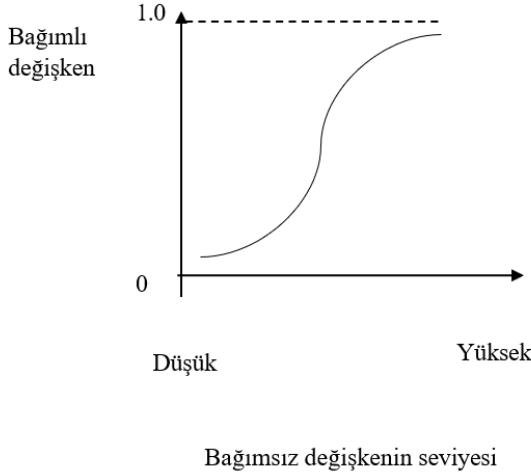
$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad Y_i = 0,1 \quad i = 1,2 \dots n \quad (4)$$

Lojistik regresyon, öngörücü (bağımsız değişken) olarak adlandırılan bir veya daha fazla değişkene dayalı ikili (0,1) değişkeni modellemek için kullanılır. (Hilbe, 2015, s.13)

Yani, iki değişkenli, 0 ve 1 değerleri olan ikili değişkenleri temsil eder. 0 ve 1 ile sınırlı bir ilişki tanımlamak için, lojistik regresyon, bağımsız ve bağımlı değişkenler arasındaki ilişkiyi temsil etmek için lojistik dağılım eğrisi kullanır (Şekil 1). Bağımsız değişkenin çok düşük seviyelerinde, olasılık 0'a yaklaşır, fakat asla ona ulaşmaz. Benzer şekilde, bağımsız değişken arttıkça, öngörülen değerler eğriyi arttırır, fakat eğim azalmaya başlar, böylece bağımsız değişkenin herhangi bir seviyesinde olasılık 1'e yaklaşır fakat asla aşmaz (Hair ve ark, a.g.e:317).

Lojistik eğri, 0 veya 1 kodlu ikili bağımlı değişkenleri modellemek için daha uygundur. Lojistik fonksiyon 0 ve 1 ile sınırlandırılır. (Garson, 2014, s16) Yani logit

modeller, x 'in lineer kombinasyonlarının lojistik bir fonksiyonu olarak $y=1$ olasılığını tahmin etmek için tasarlanmıştır (Hardle & Simar, 2015, s.271).



Şekil 1. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler Arasındaki Lojistik İlişkinin Şekli

Kaynak: Joseph F. Hair Jr. William C. Black Barry J. Babin Rolph E. Anderson, Multivariate Data Analysis, Pearson Education Limited Edinburg Gate 2014 s.318

Lojistik regresyon, ismini bağımlı değişkenle birlikte kullanılan logit dönüşümden alır ve tahmin işleminde birkaç farklı fark yaratır. Şekil 1'de, logit modeli, 0 ile 1 aralığında kalmak için S-şeklinde olan lojistik eğrinin spesifik formunu kullanır. Bir lojistik regresyon modelini tahmin etmek için, tahmin edilen değerlerin bu eğrisi, çoklu regresyonda lineer bir ilişki ile yapıldığı gibi gerçek verilere uyarlanmıştır. Ancak, bağımlı değişkenlerin gerçek veri değerleri sadece 1 veya 0 olabilir, çünkü süreç biraz farklıdır. Çoklu regresyonda olduğu gibi, lojistik regresyon da metrik bağımlı bir değişkeni öngörür, bu durumda olasılık değerleri 0 ile 1 arasındadır. Ancak, tahmini değerlerin bu aralığın dışında kalmamasını sürecini iki adımda gerçekleştirir (Hair ve ark, a.g.e, s.314-315):

1. Olasılığı Olabilirlik Oranları Olarak Yeniden İfadelenilmesi: Özgün formda, olasılıklar 0 ile 1 arasındaki değerler ile sınırlı değildir. İki sonucun veya olayın olasılığının oranı, $\text{Olasılık} \div (1 - \text{Olasılık})$. Bu formda, herhangi bir olasılık değeri, doğrudan tahmin edilebilecek bir metrik değişkeninde belirtilmektedir. Herhangi bir oran, 0 ile 1 arasına düşme olasılığına dönüşebilir. Tahmin edilen değerleri, olasılık değerini tahmin ederek ve ardından bir olasılık haline dönüştürerek, 0 ve 1 içinde sınırlama sorunu çözülmektedir.
2. Logit Değerinin Hesaplanması: Olabilirlik değişkeni 0 ve 1 arasında olasılık tahmini yapma problemini çözer, ancak başka bir problem mevcuttur: Oran

değerlerinin 0'ın altına düşmesini nasıl engelleriz ki, bu da olasılıkların alt sınırını (üst limit yoktur). Çözüm, olabilirlik oranının logaritması alınarak hesaplanan logit değerinin ne olduğunu hesaplamaktır. 1'den küçük oranlar negatif bir logit değerine sahip olacak, 1,0'dan büyük olasılık oranları pozitif logit değerlerine sahip olacak ve 1,0'luk olasılık oranı (.5 olasılığına karşılık gelen) 0'lık bir logit değerine sahip olacaktır. Üstelik, negatif değer ne kadar düşük olursa olsun, antilogu 0'dan büyük bir olasılık değerine alarak yine de dönüştürülebilir. Logit değeri ile artık hem pozitif hem de negatif değerlere sahip olabilen ancak her zaman 0 ile 1 arasında bir olasılık değerine dönüştürülebilir bir metrik değişkenimiz mevcuttur. Bununla birlikte, logit'in asla 0 veya 1'e ulaşamayacağını unutulmamalıdır. Bu değer şimdi lojistik regresyon modelinin bağımlı değişkeni haline gelir.

Lojistik regresyon modelindeki parametreler, maksimum olabilirlik (ML) yöntemi kullanılarak tahmin edilmektedir. Maksimum olabilirlik (ML) tahmini, özellikle standart olmayanlar olmak üzere çeşitli durumlarda parametreleri tahmin etmek ve istatistiksel çıkarımlar yapmak için genel bir tekniktir. ML tahmini standart bir durum olan tek örnekli binom problemi ile gösterilmektedir. Burada, bağımsız ikili yanıtlar gözlemlenir ve bilinmeyen bir parametre, bir popülasyondaki bir olayın olasılığı hakkında çıkarımlar yapmak istenir (Harrell, a.g.e, s.181-219).

Logit modellerinin tahmin edilen katsayılarının yorumlanması için marjinal etkiler hesaplanır ve yorumlar marjinal etkilerle yapılır. Logit modeli için marjinal etki denklem 14'teki gibi hesaplanmaktadır (Güriş, Akay ve Güriş, 2020, s.11).

$$\frac{\partial P(y=1|x)}{\partial x_k} = \lambda(x|\beta)\beta_k = \frac{e^{(x|\beta)} \beta_k}{[1+e^{(x|\beta)}]^2} \quad (4)$$

Probit Regresyon

Probit regresyonu, lojistik regresyon gibi, tahmin edicilerin evet/hayır sonuçları üzerindeki etkisini tahmin etmek içindir. İki yöntemin bağımlı değişkeni log oranları (diğer bir deyişle logit) ve log prob (aksi takdirde probit olarak adlandırılır) birbiriyile yakından ilişkilidir. Log prob (olasılık), normal dağılımın eğri değeri altındaki alanına karşılık gelen z değeridir. Yanıt verme olasılığının log $\approx (\pi/\sqrt{3}) \times$ yanıt verme olasılığının log probu olduğu gösterilebilir (Cleophas & Zwinderman, 2015, s.279).

Nitel yanıt modelleri'de, niteliksel değişken Y_i 1 (veya alternatif olarak 0) değerini alma olasılığı, $X_i = (X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{iK})$ açıklayıcı değişkenlerin bir vektörü ile açıklanır. (β bir parametre vektörüdür, $i = 1, 2, \dots, N$). F , normal dağılımın kümülatif yoğunluk fonksiyonu ise (denklem 15) modele probit modeli adı verilir (Chen & Frohn, 2002, s.40).

$$P(Y_i = 1) = F(X_{i\beta}) = F_i. \quad (5)$$

Probit regresyonu, başka bir genelleştirilmiş doğrusal model türüdür. Logit bağlantı işlevini kullanmak yerine, probit regresyon, (0, 1)'den tüm gerçek sayılar kümesine eşlemek için normal kümülatif dağılım fonksiyonunun tersini kullanır. Lojistik regresyonda olduğu gibi, probit modelleri için varyans fonksiyonunun genellikle iki terimli olduğu varsayılır. Tahmin edilen olasılıkların çoğu 0 veya 1'e yakın olmadıkça, probit regresyonu ve lojistik regresyon çok benzer sonuçlar verir (Heiberger & Holland, 2015, s.595).

Lojistik regresyon gibi, probit modeli de bir dönüşüme dayanır. Sürekli bir değişken üzerinde regresyona benzer şekilde ikili bir bağımlı değişken üzerinde regresyon yapılır. Bir olayı deneyimleme veya bir özelliğe sahip olma olasılığı verildiğinde, tahmin edilen olasılık, bir veya daha fazla bağımsız değişken tarafından belirlenen doğrusal bir denklemde bağımlı değişken olur. Denklem 6'da Z, kümülatif standart normal dağılım kullanılarak olasılıkların z puanlarına doğrusal olmayan dönüşümünü temsil eder. Probit analizi, doğrusal bir denklemle z puanlarını tahmin ederek, bağımsız değişkenin, aşırı uçlara yakın olandan ziyade eğrinin ortasına yakın olasılıklar üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğu, olasılıklarla doğrusal olmayan bir ilişkiyi örtük olarak tanımlar (Pampel, 2000, s.58).

$$Z_i = b_0 + b_1 * X_i \quad (6)$$

Probit analizi için doğrusal olmayan denklem, Pi'yi kümülatif standart normal dağılım formülünde Zi'nin bir fonksiyonu olarak alır. Formül, z puanlarını negatiften pozitif sonsuza kadar minimum 0 ve maksimum 1 olan olasılıklara dönüştüren bir integrali içerir. Kümülatif standart normal dağılıma dayalı olarak, herhangi bir z puanıyla ilişkili kümülatif olasılık denklem 17'deki gibidir. Burada U, ortalaması 0 ve standart sapması 1 olan rastgele bir değişkendir. Formül yalnızca olayın olasılığının, negatif sonsuzluk ile Z arasındaki kümülatif normal eğrinin altındaki alana eşit olduğunu söyler. Z değeri ne kadar büyük olursa, kümülatif olasılık da o kadar büyük olur (Pampel, a.g.e, s.58).

$$P = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{U^2}{2} \right) dU \quad (7)$$

Probit modelinde G, bir integral olarak ifade edilen standart normal kümülatif dağılım fonksiyonudur (cdf) (Wooldridgre, a.g.e:530-531):

$$G(z) = \Phi(z) \equiv \int_{-\infty}^z \phi(v) dv \quad (\text{burada } (z) \text{ standart normal yoğunluktur}) \quad (8)$$

$$\phi(z) = (2\pi)^{-\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) \quad (9)$$

Uygulamaların genelinde, yoğunluklar çok benzer olduğu için logit ve probit modelleri verileri çok benzer açıklamaları verecektir. Yani, regresyon grafikleri neredeyse ayırt edilemez olacak ve açıklayıcı değişkenler ile $y_i = 1$ olasılığı arasındaki ilişkiler de çok benzer olacaktır. Her iki yaklaşım da doğrusal olasılık modeline tercih edilir (Brooks, a.g.e, s.518).

Lojistik regresyon gibi, probit analizi de maksimum olabilirlik tahmin tekniklerini kullanır. Olabilirlik fonksiyonu, bilinmeyen model parametrelerinin bir fonksiyonu olarak belirli bir örnekte bir olayın veya özelliğin meydana gelme ($Y = 1$) ve gerçekleşmeme ($Y = 0$) modelini gözlemeleme olasılığını alır. Olabilirlik fonksiyonunun maksimize edilmesi, bu nedenle, örnek verilerde gözlem modeline yol açması en muhtemel olan model parametreleri için tahminleri tanımlar. Probit analizi maksimum olabilirlik tahmini, birçok yönden lojistik regresyon maksimum olabilirlik tahminiyle aynı şekilde ilerler (Pampel, a.g.e, s.64).

Logit modellerinde olduğu gibi probit modellerinde de katsayıları yorumlamak için marjinal etkiler hesaplanır. Olasılık $P(y=1|x)=F(x\beta)$ olacaktır. Burada F ; birikimli dağılımlı fonksiyonunu ifade etmektedir. x_k ' ya göre kısmi türev alınırsa probit için marjinal etki denklem(20) gibi olacaktır. Burada $f(x\beta)$ standart normal dağılımın birikimli dağılım fonksiyonunu ifade etmektedir (Güriş, Akay ve Güriş, a.g.e, s.11).

$$= \frac{\partial P(y=1|x)}{\partial x_k} = f(x\beta)\beta_k \quad (10)$$

VERİ VE YÖNTEM

SASB-KPI Puanları İle Finansal Başarısızlık Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Finansal başarısızlığın tahmin edilmesinde istatistikî yöntemlerden çok değişkenli modeller olan logit ve probit modeller uygulanmıştır. Sürdürülebilirlik Muhasebe Standartları Kurulunda (SASB) yer alan 11 sektörden ulaşım sektörü seçilmiştir. SASB - KPI puanları ile finansal başarısızlık olasılıkları arasındaki ilişkiyi analiz etmek amacıyla ekonomik KPI'ların belirlenmesi gereklidir. Ekonomik KPI olarak finansal tablolar seçilmiştir.

Uygulama aşamasında ulaşım sektöründe 43 şirket mevcut olup, 39 adet şirketin 2016- 2020 yılları arasında yayınladıkları beş yıllık finansal tablolar esas alınmıştır. Şirketlerin

finansal başarısızlık kapsamına girebilmesinde ve bağımlı- bağımsız değişkenlerin belirlenmesinde Tablo 1’deki kriterler seçilmiştir.

Tablo 1
Bağımlı ve Bağımsız Değişkenlerin Seçimi

Bağımlı değişkenler	Bağımsız değişkenler
· Borç ödeme zorluğunda olanlar (net çalışma sermayesi negatif olanlar)	· Dönen varlıklar / Kısa vadeli borçlar (X_1)
· Aktif tutarının %10’unu kaybetmiş olması	· Özsermaye / Toplam varlıklar (X_2)
· Borçların aktifi aşması (borca batıklık)	· Kısa vadeli borçlar / Toplam yabancı kaynaklar(X_3)
· 2 yıl üst üste zarar etmiş olması	· (Dönen varlıklar – Stoklar) / Kısa vadeli borçlar (X_4)
	· Özsermaye / Toplam yabancı kaynaklar (X_5)
	· Net kar / toplam aktifler (X_6)

Kaynak: Ramazan Aktaş, Mete Doğanay, Birol Yıldız Mali Başarısızlığın Öngörülmesi: İstatistiksel Yöntemler ve Yapay Sınır Ağları Karşılaştırılması, Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 2003 s.12; Selahattin Güriş, Ebru Çağlayan Akay, Turgut Ün, Şaban Kızıllarlan Multivariate Probit Modeli ile Finansal Başarısızlığın Yeniden İncelenmesi: Borsa İstanbul Örneği, Social Sciences Research Journal, Volume’6, Issue 3, 1 (September’2017) s.204

Tablo 2
İki Yıl Üst Üste Zarar Etme Değişkenine Göre Logit Modeli

Değişken	Katsayı	Standart Hata	z-istatistik	Olasılık
Kısa vadeli borçlar / Toplam yabancı kaynaklar(X_3)	-10.88277	3.864114	-2.816368	0.0049
Özsermaye / Toplam yabancı kaynaklar (X_5)	1.850380	1.147013	1.613216	0.1067
Net kar / toplam aktifler (X_6)	-11.30488	5.412379	-2.088708	0.0367

İki yıl üst üste zarar etme değişkenine göre logit modeli Tablo 2’de gösterilmiştir. Değişkenlerin yüzdesel etkisini ifade etmek için marjinal etkiler hesaplanmış ve yorumlanmıştır.

X_3 ’te ki %1’lik artış iki yıl üst üste zarar etme olasılığını %1,178879 azaltmaktadır. Bu sonuç X_1 katsayısının pozitif olması durumunda geçerlidir. Logit model sonucunda yukarıda ifade edildiği gibi çıkmasında finansal kaldıraç etkisi rol oynamıştır.

X_5 ’teki %1’lik artış iki yıl üst üste zarar etme olasılığını %0,200443 arttırmaktadır. Muhasebesel olarak anlamsızdır. Çünkü X_5 ’teki artış özkaynak güçlülüğü anlamına gelmektedir. Özkaynağı güçlenen şirketinde zarar etme olasılığı azalması gerekmektedir.

X_6 ’da ki %1’lik artış iki yıl üst üste zarar etme olasılığını %1,224604 azaltmaktadır.

Tablo 3
İki Yıl Üst Üste Zarar Etme Değişkenine Göre Probit Modeli

Değişken	Katsayı	Standart Hata	z-istatistik	Olasılık
Kısa vadeli borçlar / Toplam yabancı kaynaklar(X_3)	-6.180460	2.012674	-3.070771	0.0021
Özsermaye / Toplam yabancı kaynaklar (X_5)	1.106975	0.663405	1.668625	0.0952
Net kar / toplam aktifler (X_6)	-6.321664	2.865767	-2.205924	0.0274

İki yıl üst üste zarar etme değişkenine göre probit modeli Tablo 3'te gösterilmiştir. Değişkenlerin yüzdesel etkisini ifade etmek için marjinal etkiler hesaplanmış ve yorumlanmıştır.

X_3 'te ki %1'lik artış iki yıl üst üste zarar etme olasılığını %1,333393 azaltmaktadır. Bu sonuç X_1 katsayısının pozitif olması durumunda geçerlidir. Probit model sonucunda yukarıda ifade edildiği gibi çıkmasında finansal kaldıraç etkisi rol oynamıştır.

X_5 'te ki %1'lik artış iki yıl üst üste zarar etme olasılığını %0,226715 arttırmaktadır. Muhasebesel olarak anlamsızdır. Çünkü X_5 'teki artış özkaynak güçlülüğü anlamına gelmektedir. Özkaynağı güçlenen şirketinde zarar etme olasılığı azalması gerekmektedir.

X_6 'da ki %1'lik artış iki yıl üst üste zarar etme olasılığını %1,385111 azaltmaktadır.

Tablo 4
Net Çalışma Sermayesinin Negatif Olmasına Göre Logit Modeli

Değişken	Katsayı	Standart Hata	z-istatistik	Olasılık
(Dönen varlıklar – Stoklar) / Kısa vadeli borçlar (X_4)	-1.228921	0.378245	-3.249004	0.0012

Net çalışma sermayesi negatif olan değişkenine göre logit modeli Tablo 4'de gösterilmiştir. Değişkenlerin yüzdesel etkisini ifade etmek için marjinal etkiler hesaplanmış ve yorumlanmıştır.

X_4 'te ki %1'lik artış net çalışma sermayesi negatif olma olasılığını %0,161176 azaltmaktadır.

Tablo 5
Net Çalışma Sermayesinin Negatif Olmasına Göre Probit Modeli

Değişken	Katsayı	Standart Hata	z-istatistik	Olasılık
(Dönen varlıklar – Stoklar) / Kısa vadeli borçlar (X_4)	-0.771655	0.224345	-3.439597	0.0006

Net çalışma sermayesi negatif olan değişkenine göre probit modeli Tablo 5'de gösterilmiştir. Değişkenlerin yüzdesel etkisini ifade etmek için marjinal etkiler hesaplanmış ve yorumlanmıştır.

X₄'te ki %1'lik artış net çalışma sermayesi negatif olma olasılığını %0,215497 azaltmaktadır.

Tablo 6

Aktif Tutarının %10 Kaybetmiş Olması Değişkenine Göre Logit Modeli

Değişken	Katsayı	Standart Hata	z-istatistik	Olasılık
(Dönen varlıklar – Stoklar) / Kısa vadeli borçlar (X ₄)	-2.690793	0.721385	-3.730040	0.0002

Aktif tutarının %10 kaybetmiş olması değişkenine göre logit modeli Tablo 6' da gösterilmiştir. Değişkenlerin yüzdesel etkisini ifade etmek için marjinal etkiler hesaplanmış ve yorumlanmıştır.

X₄'te ki %1'lik artış aktif tutarının %10 kaybetmiş olma olasılığını %0,213590 azaltmaktadır. Çünkü X₄'te ki artış her durumda varlık artışına neden olur. Bu nedenle sonuç muhasebe açısından anlamlıdır ve geçerlidir.

Tablo 7

Aktif Tutarının %10 Kaybetmiş Olması Değişkenine Göre Probit Modeli

Değişken	Katsayı	Standart Hata	z-istatistik	Olasılık
(Dönen varlıklar – Stoklar) / Kısa vadeli borçlar (X ₄)	-1.571842	0.373460	-4.208869	0.0000

Aktif tutarının %10 kaybetmiş olması değişkenine göre probit modeli Tablo 7'de gösterilmiştir. Değişkenlerin yüzdesel etkisini ifade etmek için marjinal etkiler hesaplanmış ve yorumlanmıştır.

X₄'te ki %1'lik artış aktif tutarının %10 kaybetmiş olma olasılığını %0,191546 azaltmaktadır. Çünkü X₄'te ki artış her durumda varlık artışına neden olur. Bu nedenle sonuç muhasebe açısından anlamlıdır ve geçerlidir.

Tablo 8

Borca Batıklık Değişkenine Göre Logit Modeli

Değişken	Katsayı	Standart Hata	z-istatistik	Olasılık
Kısa vadeli borçlar / Toplam yabancı kaynaklar(X ₃)	-21.04753	9.269955	-2.270511	0.0232
Net kar / toplam aktifler (X ₆)	-28.48586	16.14046	-1.764873	0.0776

Borca batıklık değişkenine göre logit modeli tablo 8'deki gibidir. Denklem (4)'de formülize edilen marjinal etkilerin hesaplanması aşağıdaki gibidir.

X₃'te ki %1'lik artış borca batıklık (borçların aktifi aşma) olasılığını %0,675924 azaltmaktadır. Bu sonuç (uzun vadeli borçlar sabitken) kısa vadeli borçlarda artış veya (kısa vadeli borçlar sabitken) uzun vadeli borçlarda azalış olması durumunda geçerlidir.

X₆'da ki %1'lik artış borca batıklık (borçların aktifli aşma) olasılığını %0,914867 azaltmaktadır.

Tablo 9

Borca Batıklık Değişkenine Göre Probit Modeli

Değişken	Katsayı	Standart Hata	z-istatistik	Olasılık
Kısa vadeli borçlar / Toplam yabancı kaynaklar(X ₃)	-12.34460	5.298697	-2.329742	0.0198
Net kar / toplam aktifler (X ₆)	-16.58504	9.422116	-1.760224	0.0784

Borca batıklık değişkenine göre probit modeli Tablo 9'da gösterilmiştir. Değişkenlerin yüzdesel etkisini ifade etmek için marjinal etkiler hesaplanmış ve yorumlanmıştır.

X₃'te ki %1'lik artış borca batıklık (borçların aktifli aşma) olasılığını %0,540852 azaltmaktadır. Bu sonuç (uzun vadeli borçlar sabitken) kısa vadeli borçlarda artış veya (kısa vadeli borçlar sabitken) uzun vadeli borçlarda azalış olması durumunda geçerlidir.

X₆'da ki %1'lik artış borca batıklık (borçların aktifli aşma) olasılığını %0,731992 azaltmaktadır.

Sonuç

Geçmişte yaşanan finansal krizler ve Covid19 pandemisi global ölçekte finansal etkilere neden olmuştur. Bu durum bazı şirketlerde finansal krizlere yol açmıştır. Yaşanılan finansal krizler sonucunda şirketler finansal sıkıntıya düşmemek için çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Bu yöntemler sayesinde şirketlerin finansal sıkıntıda olup olmadığı yani finansal konumunun belirlenmesi ile önlemler alabilecekler ve bu doğrultuda yatırımcılara yön verebileceklerdir. Şirketlerin finansal konumlarının belirlenmesinde finansal raporlar esas alınmaktadır. Ancak küresel ısınma, kuraklık, iklim değişikliği vb. çevresel olaylar ekonomik yönlü bakışın, gezegendeki sınırların belirlenmesinde yeterli kalmadığını göstermiştir. Eko-sosyal dönüşümün parçası olarak ekonomik ve ekolojik bilgilerin bir araya getirilerek bütünleştirilmesiyle sürdürülebilir hayat mümkün olabilecektir. Bu doğrultuda finansal raporların yanında finansal olmayan raporlara ihtiyaç duyulması sürdürülebilirlik raporlaması kavramının ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Sürdürülebilirlik muhasebesi ve raporlaması ile ilgili konuların paydaşlara aktarılmasında Sürdürülebilirlik Muhasebe Standartları Kurulu- SASB çatı görevi görmektedir. Sürdürülebilirlik Muhasebe Standartları Kurulunda (SASB) yer alan 11 sektörden ulaşım sektörü seçilmiştir. SASB - KPI puanları ile finansal başarısızlık olasılıkları arasındaki ilişkiyi analiz etmek amacıyla ekonomik KPI'lardan finansal tablolar seçilmiştir.

Uygulama aşamasında ulaşım sektöründe 43 şirket mevcut olup, 39 adet şirketin 2016- 2020 yılları arasında yayınladıkları beş yıllık finansal tablolar esas alınmıştır. Şirketlerin finansal başarısızlık göstergeleri ve bağımlı- bağımsız değişkenleri belirlenmiş olup, logit ve probit modeller uygulanmıştır. Model yorumları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

İki yıl üst üste zarar etme bağımlı değişkenine göre logit modelin yorumlanması aşağıdaki gibidir:

- Kısa vadeli borçlar / Toplam yabancı kaynaklar (X_3)da ki %1'lik artış iki yıl üst üste zarar etme olasılığını %1,178879 azaltmaktadır. Bunu diyebilmek için Dönen varlıklar / Kısa vadeli borçlar (X_1) katsayısının yüksek (+) olması gerekir. X_1 Negatifken böyle bir şey söylenemez.
- Özsermaye / Toplam yabancı kaynaklar (X_5) da ki %1'lik artış iki yıl üst üste zarar etme olasılığını %0,200443 arttırmaktadır. İstatiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Muhasebesel olarak anlamsızdır.
- Net kar/ toplam aktifler (X_6) da ki %1'lik artış iki yıl üst üste zarar etme olasılığını %1,224604 azaltmaktadır.

İki yıl üst üste zarar etme bağımlı değişkenine göre probit modelin marjinal etkisinin yorumlanması aşağıdaki gibidir:

- Kısa vadeli borçlar / Toplam yabancı kaynaklar (X_3)'da ki %1'lik artış iki yıl üst üste zarar etme olasılığını %1,333393 azaltmaktadır. Bunu diyebilmek için Dönen varlıklar / Kısa vadeli borçlar (X_1) katsayısının yüksek (+) olması gerekir. X_1 Negatifken böyle bir şey söylenemez.
- Özsermaye / Toplam yabancı kaynaklar (X_5)' da ki %1'lik artış iki yıl üst üste zarar etme olasılığını %0,226715 arttırmaktadır. İstatiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Muhasebesel olarak anlamsızdır.
- Net kar/ toplam aktifler (X_6) da ki %1'lik artış iki yıl üst üste zarar etme olasılığını %1,385111 azaltmaktadır.

Net çalışma sermayesi negatif olan bağımlı değişkenine göre logit modelin marjinal etkisinin yorumlanması aşağıdaki gibidir:

- Dönen varlıklar – Stoklar / Kısa vadeli borçlar (X_4)' da ki %1'lik artış net çalışma sermayesi negatif olma olasılığını %0,161176 azaltmaktadır.

Net çalışma sermayesi negatif olan bağımlı değişkenine göre probit modelin marjinal etkisinin yorumlanması aşağıdaki gibidir:

- Dönen varlıklar – Stoklar / Kısa vadeli borçlar (X_4)’ da ki %1’lik artış net çalışma sermayesi negatif olma olasılığını %0,215497 azaltmaktadır.

Aktif tutarının %10 kaybetmiş olması bağımlı değişkenine göre logit modelin marjinal etkisinin yorumlanması aşağıdaki gibidir:

- Dönen varlıklar – Stoklar / Kısa vadeli borçlar (X_4)’ da ki %1’lik artış aktif tutarının %10 kaybetmiş olma olasılığını %0,213590 azaltmaktadır.

Aktif tutarının %10 kaybetmiş olması bağımlı değişkenine göre probit modelin marjinal etkisinin yorumlanması aşağıdaki gibidir:

- Dönen varlıklar – Stoklar / Kısa vadeli borçlar (X_4)’ da ki %1’lik artış aktif tutarının %10 kaybetmiş olma olasılığını %0,191546 azaltmaktadır.

Borçların aktifi aşması bağımlı değişkenine göre logit modelin marjinal etkisinin yorumlanması aşağıdaki gibidir:

- Kısa vadeli borçlar / Toplam yabancı kaynaklar(X_3) da ki %1’lik artış borçların aktifi aşma olasılığını %0,675924 azaltmaktadır.
- Net kar / toplam aktifler (X_6) da ki %1’lik artış borçların aktifi aşma olasılığını %0,914867 azaltmaktadır.

Borçların aktifi aşması bağımlı değişkenine göre probit modelin marjinal etkisinin yorumlanması aşağıdaki gibidir:

- Kısa vadeli borçlar / Toplam yabancı kaynaklar (X_3) da ki %1’lik artış borçların aktifi aşma olasılığını %0,540852 azaltmaktadır.
- Net kar / toplam aktifler (X_6) da ki %1’lik artış borçların aktifi aşma olasılığını %0,731992 azaltmaktadır.

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

Aktaş, R. Doğanay M., & Yıldız B. (2003) Mali Başarısızlığın Öngörülmesi: İstatistiksel Yöntemler ve Yapay Sinir Ağları Karşılaştırılması, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/36158>

- Awad, M. & Khanna, R. (2015). *Efficient Learning Machines: Theories, Concepts, And Applications For Engineers And System Designers*, New York, Apress Media
- Blattberg, R. C., Kim B. & Neslin S. (2008). *Database Marketing Analyzing and Managing Customers*, USA, Springer Science+Business Media, LLC
- Brocket, A. & Rezaee, Z. (2012). *Corporate Sustainability: Integrating Performance and Reporting*, USA, John Wiley & Sons.
- Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance* Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Chen, P., Frohn, J. (2002). Goodness of Fit Measures and Model Selection in Qualitative Response Models. In:
- Klein, I., Mittnik, S. (eds) Contributions to Modern Econometrics. Dynamic Modeling and Econometrics in Economics and Finance, vol 4. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3602-1_4
- Cleophas T. J, & . Zwinderman, A. H. (2015). *Machine Learning in Medicine - a Complete Overview*, Switzerland, Springer International Publishing
- Dissanayake, D.(2020) *Sustainability key performance indicators and the global reporting initiative: usage and challenges in a developing country context*, Emerald Publishing Limited
- EPA. (12.07.2020). <https://www.epa.gov/sustainability/learn-about-sustainability#what>
- Franceschini, F., Maurizio, G, & Domenico, M. (2007). *Management By Measurement Designing Key Indicators and Performance Measurement Systems*, Verlag Berlin Heidelberg Springer.
- Fülöp, G & Hernádi, B. (2013). Sustainability Accounting: A Success Factor In Corporate Sustainability Strategy *New Challenges Of Economic And Business Development*, 229-241. Erişim Adresi: https://www.bvef.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/bvef/konferencs/konference_2013/rep_ort/2Session/Fulop_Hernadi.pdf
- Garson, D. (2014). *Logistics Regression Binary & multinomial Statistical* USA Associates Publishing.
- Gujarati, D. (2004). *Basic econometrics:Student solutions manual for use with Basic econometrics* McGraw-Hill, Güriş, S. Çağlayan E. & Güriş, B. (2020). *R ile Temel Ekonometri*, Der Yayınları:İstanbul.
- Güriş, S. & Çağlayan E. (2010) *Ekonometri Temel Kavramlar* İstanbul, Der Yayınları.
- Güriş, S. , Çağlayan Akay, E. , Ün, T. & Kızıllarslan, Ş. (2017). Multivariate Probit Modeli ile Finansal Başarısızlığın Yeniden İncelenmesi: Borsa İstanbul Örneği . Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi , 6 (3) , 199-210 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ssrj/issue/31284/348491>
- Hair, J. F, Jr.. Black W., Babin B.J, & Anderson R. E. (2014). *Multivariate Data Analysis*, Pearson Education Limited Edinburgh Gate
- Hardle, W. K., & Simar L. (2015). *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Springer-Verlag Berlin Heidelber. Harrell, F. E. (2015). *Regression Modeling Strategies With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression, and Survival Analysis*, Springer International Publishing Switzerland
- Hawkins, D. (2006). *Corporate Social Responsibility Balancing Tomorrow's Sustainability And Today's Profitability*, New York Palgrave Macmillan.
- Heiberger, R.M, & Holland, B. (2015). *Statistical Analysis and Data Display An Intermediate Course with Examples in R*, Springer Science+Business Media, New York
- Hilbe, J. M. (2015). *Practical Guide to Logistic Regression* CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton.

- Husein, M. F. & Pambekti, G. T. (2014) Precision of the models of Altman, Springate, Zmijewski, and Grover for predicting the financial distress, *Journal of Economics, Business, and Accountancy Ventura* Vol. 17, No. 3, December, <http://dx.doi.org/10.14414/jebav.v17i3.362>
- Idowu, S.O., Capaldi, N. & Schmidpeter, R. (2017). Dimensional Corporate Governance: An Inclusive Approach in Summary. In: Capaldi, N., Idowu, S., Schmidpeter, R. (eds) *Dimensional Corporate Governance. CSR, Sustainability, Ethics & Governance*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56182-0_17
- Kleinbaum, D. G. & Klein, M. (2002). *Logistic Regression A Self-Learning Text*, Springer-Verlag New York. KPI, (22.11 2020). <https://kpiinstitute.org/history/>
- Lodhia, S. & Nigel, M., (2014). Corporate Sustainability Indicators: an Australian Mining Case Study. *Journal of Cleaner Production* 84 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.050>
- Öktem, B.(2018). *Sürdürülebilirlik Raporlaması*, İstanbul, Türkmen Kitabevi.
- Pampel, F.C. (2000). *Logistic Regression A Primer* Sage Publications International Educational And Professional Publisher Thousand Oaks London
- Paulen, B. & Jeff, F. (2009). *Pro SQL Server 2008 Analytics Delivering Sales and Marketing Dashboards*, New York Apress Springer-Verlag.
- Pilot, M. J. (2015). *Driving Sustainability To Business Success*, Hoboken, New Jersey John Wiley & Sons, Inc
- Platt, H. & Platt, M. B. (2002). Predicting Corporate Financial Distress: Reflections On Choice-Based Sample Bias, *Journal Of Economics And Finance*, Volume 26 Number 2 Summer, <https://doi.org/10.1007/BF02755985>
- Rencher, A. C & Schaalje G.B. (2008) *Linear Models In Statistics*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.
- Samsonowa, T.(2012). *Industrial Research Performance Management Key Performance Indicators in the ICT Industry*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- SASB, (03.06.2020) <https://www.sasb.org/investor-use/>
- SASB, (03.06.2020). <https://www.sasb.org/governance/#1494450643529-b800512a-ba91>
- SASB, (10.03.2022) <https://www.sasb.org/about/>
- SASB. (03.06.2020). <https://www.sasb.org/wp-content/uploads/2019/05/SASB-Conceptual-Framework.pdf>
- Schaltegger, S & Wagner, M. (2006). Integrative Management Of Sustainability Performance, Measurement And Reporting *International Journal of Accounting, Auditing and Performance Evaluation* Vol. 3, No. 1 <https://doi.org/10.1504/IJAAPE.2006.010098>
- Sustainability Accounting Standard (22.01.2021) SICS-Industry-List 2018. <https://www.sasb.org/>
- Villiers, C.D & Warren, M. (2018) *Introduction To Sustainability Accounting And Integrated Reporting, Sustainability Accounting And Integrated Reporting*, New York Routledge , Taylor & Francis
- Wooldridgre, J.M. (2013) *Introductory Econometrics* , USA South-Western



The Effect of Psychological Empowerment on Employee Performance: The Mediating Role of Psychological Ownership*

Hilal Tanyıldızı** , Ebru Doğan*** 

Abstract

In this study, the mediating role of psychological ownership in the effect of psychological empowerment on employee performance were examined. The research sample consisted of 492 R&D experts and engineers working in an airline company in Turkey. As a result of the analysis, it was determined that psychological ownership had a partial mediating role in the effect of psychological empowerment on employee performance. As a result of this research, it is predicted that the perception of empowerment and the employees' sense of ownership will positively affect employee performance. The high level of employee performance will bring organizations to a more advantageous position in achieving their goals.

Keywords

Psychological Empowerment, Psychological Ownership, Employee Performance

JEL Classification: M10

* This study was funded by Scientific Research Projects Coordination Unit of Istanbul University. Project number: 33024. It was derived from the master thesis of Hilal TANYILDIZI titled "The Mediating Role of Psychological Ownership In The Effect of Psychological Empowerment on Employee Performance," supervised by Ebru DOĞAN at Istanbul University, Institute of Social Sciences.

** Hilal Tanyıldızı (PhD Candidate), Istanbul University, Department of Business, Istanbul, Türkiye. E-mail: tanyildizihilal@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1522-0498

*** Ebru Doğan (Associate Prof.), Istanbul University, Faculty of Economics, Department of Business Administration, Istanbul, Türkiye.
E-mail: ebruseng@istanbul.edu.tr ORCID: 0000-0003-0832-9030

To cite this article: Tanyıldızı, H., & Dogan, E. (2023). The effect of psychological empowerment on employee performance: The mediating role of psychological ownership. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38, 289-305. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.38.1258687>



1. Introduction

In today's world, organizations focus on new approaches to improve the performance of their employees. Within this scope, the sense of commitment and ownership an employee harbors for her or his organization plays a critical role in accomplishing the organization's goals. The most crucial power organizations have in their existence and development is their human resources. Employee performance being at the desired levels in terms of the organization is essential for the sustainability and reputation of the organization.

Employee performance may change over time due to various reasons. One factor that increases employee performance is that the employee feels psychologically empowered. Psychological empowerment refers to the decision-making and application of actions carried out by employees in situations related to their work based on their own abilities. Empowerment, thus, psychological empowerment, provides self-confidence for the employee, making it easier for them to make individual decisions. Employees who feel psychologically empowered are expected to improve their organizational performance. However, another factor that is expected to improve employee performance is psychological ownership. This feeling of ownership is expected to increase employee performance due to their commitment to material objects or moral situations. In this study, the mediator role of psychological ownership and the effect of psychological empowerment on employee performance was analyzed, and the findings were evaluated.

2. Conceptual Framework

Psychological Empowerment

Organizations have rising expectations regarding employee performance to achieve success in an increasingly competitive environment. In a global world, the need to respond faster to increasing customer expectations and rapidly evolving technology has forced organizations to apply new approaches in business management. In this regard, the initiative of employees of an organization with a hierarchical structure, having creative thinking and responsibilities for their actions, in other words shifting organizations to be more employee-centric, shows effective results for both organizations and employees. In order to realize all these expectations, employees need to be psychologically empowered (Quinn&Spreitzer, 1997:37)

The concept of empowerment should consider activities focused on meeting the needs of individuals adhering to their cultural characteristics (Honold, 1997:202). The phenomenon of empowerment involves processes aimed at increasing the abilities of employees. Employees who feel empowered develop themselves in accessing information necessary to reach their goals, accessing resources to increase

organizational activity, and gaining control over these resources (Zimmerman, 1995:582).

Conger and Kanungo (1988:473) pointed out the importance of power, expressing that power is a requirement for internal phenomenon, and empowerment is a management practice and a source of motivation for employees. In other words, empowerment is a concept that aims to enable individual initiative when making decisions about work without relying on management control and have the ability to see problems through and come up with solutions. (Spreitzer, 1995). Psychological empowerment is an essential approach for employees in order to create a more substantial structure for organizations in a globalized world. Empowered employees are expected to contribute positively to their organizations.

Psychological empowerment is an employees' perceptions regarding the work environment and their duties within the organization (Chang et al., 2010:428). Psychological empowerment gives employees the freedom, opportunities, and responsibilities to participate in decision-making (Ro ve Chen, 2011:422) and actively partake in organizational tasks (Fuller et al., 1999:389-390).

According to Zimmerman, empowerment becomes weaker or stronger due to perceptual differences. Psychological empowerment creates a sense of control and awareness of an individual's environment and makes the individual an active participant in their environment. Goals such as increasing knowledge, skill levels, and contribution to decision-making in their respective environments can help achieve the desired levels of psychological empowerment (Zimmerman, 1995:592,593).

Thomas and Velthouse (1990) discussed psychological empowerment in four dimensions within the "cognitive model" they developed: meaning, competence, self-determination, and impact.

There must be an alignment between the tasks employees get from the organization and an employees' traditional and cultural values, beliefs, objectives, and goals. It is believed that psychological empowerment will be more effective if employees' values align with the tasks they get from the organization (Spreitzer, 1995:1443).

Competence is the belief in an individual's ability to use their skills in their field of work. Dimension of competence affects whether the tasks can be accomplished, the individual's efforts to accomplish said tasks, and the level of diligence for accomplishing tasks (Gist,1987:472).

Self-determination refers to the availability of opportunity to choose to initiate and regulate actions individuals will take in their employment (Deci et al., 1989). Self-determination is a sense of freedom for individuals to carry out their current affairs (Stander & Rothmann, 2009:197). Self-determination shows that employees

are responsible for performing their duties independently and making decisions in their activities (Sheikhpoor&Sheikhpoor, 2015:103).

Impact refers to the extent to which employees can make a difference by revealing the desired effect on processes of work performance (Thomas &Velthouse, 1990:672). Employees feel their strength to the extent of their impact on work-related issues (Ari&Ergeneli, 2003:135). Employees do not feel empowered if they believe that their displayed behavior does not affect the system they are a part of (Thomas &Velthouse, 1990:673).

Psychological Ownership

The concept of psychological ownership originates from Pierce et al. (2001:229), defined as individuals feeling all or part of an abstract or concrete goal as their own. The core of psychological ownership relies on the sense of connectivity and relation to a situation from a psychological point of view. In other words, psychological ownership can be described as a phenomenon in which an employee develops positive emotions for the current tasks and experiences a relative sense of ownership for it (Van Dyne &Pierce, 2004:439). “Psychological ownership is the feeling of possession over a target – an object, concept, organization, or another person – that may or may not be supported by formal ownership. This ownership not only defines the object (“that is my team”) but also, more importantly, the owner (“my team is Oxford United; I am an Oxford United fan”). Individuals become invested in the ownership target as an expression of who they are and that to which they belong (Campbell Pickford, Joy, ve Roll, 2016:6).

Pierce et al. (2001:300) stated that three main concepts form the foundations for psychological ownership, contributing to the individual desire for ownership. These three concepts are;

- *Efficiency and control*: The concept of ownership has the function of being effective in events that occur. In other words, being effective includes influencing and directing the environment in which a person is located to achieve their desired results (Furby, 1978:60).
- *Self-identity*: Individuals identify with what they have (Pickford et al., 2016:7). Some individuals may describe themselves as yacht owners, sports car drivers, or antique collectors. Thus, such objects create a sense of psychological ownership in their owners, causing them to identify and express themselves differently from others, forming personal identities (Avey et al., 2009:178). In this direction, it is stated that ownership leads to individual identification and expression of said identity to other individuals and ensures the continuity of created self-identity (Pierce vd., 2003:89).

- *Having a place*: Having a place is an inseparable part of human nature which can be created with a sense of ownership (Pickford et al., 2016:7). If individuals feel a sense of belonging to an organization or business, they can form psychological ownership (Pierce et al., 2001:300). If an organization meets individuals' sense of ownership, their relations with the said organization will also deepen (Pickford et al., 2016:7).

Employee Performance

Employee performance is a concept that expresses to the extent to which the employee performs the obligations and duties they must perform (İllez&Güner, 2006:325). Employee performance is not the result of activities conducted but rather that the activities themselves have been done for their sake (Suliman, 2001:1049). Along with this statement, Suliman refers to performance as behavior that employees can identify within their capacity and competence concerning the organization's goals.

Tasks that employees in organizations perform according to their characteristics and abilities constitute employee performance (Gümüştekin&Öztemiz, 2005:281). Campbell (1990) stated that the priority in employee performance is informing employees about the organization's goals. Performance resulting from this behavior is not an output but a collection of behaviors (Campbell, 1990:704). In parallel, employee performance constitutes a collective behavior employees display in a time frame added to the organization's values (Motowidlo et al., 1996).

Relation Between Concepts

It is expected that the perception of empowerment will affect the quantity and quality of products and services that an individual working in the organization displays. Employees that think their actions are meaningful in the work environment have the capability to successfully accomplish tasks, with the ability that choose options that fulfill requirements in order to complete tasks and these beliefs that they can affect the working environment are expected to display a higher performance as compared to those companies with less empowered employees (Sigler & Pearson, 2000:32). In addition, according to the findings from the studies of Chang et al., psychologically empowered nurses are more satisfied with their work and have a higher sense of commitment to their organization (Chang et al., 2010:428). Another concept we explored in the study, psychological ownership, was mentioned in some of the results of the study conducted by Olckers and Du Plessis (2012). These results revealed that psychological ownership results in a higher sense of commitment to organizations by employees and a higher sense of accountability, develop extra-role activities, higher work satisfaction, employees show higher organizational performance, work harder to display acts of organizational citizenship, stay connected to the organization

they work in/with and have more organizational self-esteem (Olckers & Du Plessis, 2012:10). When observing the unwanted results in organizations, employees with an inflated sense of ownership can display behaviors such as setting an excessive time for their goals, refusing to cooperate with others, deny sharing information and avoid actions that may benefit the organization in order to accomplish their individual goals (Avey vd., 2009:176) because the sense of ownership occurs at an excessive level. When employees of an organization witness a radical change in goals they have a strong sense of ownership of, they become disillusioned and stressed. Pierce said negative results were not typical in his studies (Pierce vd., 2003:101).

Employee performance affects organizations on a variety of levels. Employees who have high performance contribute positively to the goals and objectives of the organization by successfully performing their obligations and business tasks (İllez & Güner, 2006:325). An organization succeeds due to the performance of its employees. For this reason, redirecting employee performance to achieve higher levels will also benefit organizational performance. Organizations, in order to increase employee performance, should provide working environments where employees can feel independent and establish an order in which they can improve their performance by themselves (Çöl, 2011:45). Psychological empowerment and psychological ownership have been prominent in recent years as basic concepts that can ensure maximum efficiency from employee performance.

3. Methodology

Studies have shown that psychological ownership creates a place for employees due to the establishment of psychological ownership, thus displaying a positive attitude towards efficiency in the workplace and work in general. This attitude of employees will have a positive impact on their performance. As a result of the literature review, it was found that the concepts of psychological empowerment and psychological ownership needed to be studied in connection with employee performance. For this reason, in the effect of psychological empowerment on employee performance, the mediator effect of psychological ownership marks the study's actual purpose.

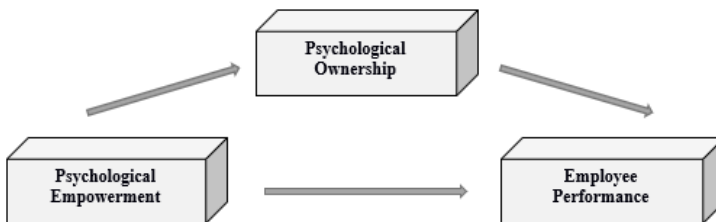


Figure 1. Research Model

For research, the following hypotheses have been put forward:

H₁: Psychological empowerment affects employee performance.

H₂: Psychological empowerment affects psychological ownership.

H₃: Psychological ownership has a mediating role in the effect of psychological empowerment on employee performance.

H_{3a}: Psychological ownership has a mediating role in the effect of the meaning dimension of psychological empowerment on employee performance.

H_{3b}: Psychological ownership has a mediating role in the effect of competence dimension of psychological empowerment on employee performance.

H_{3c}: Psychological ownership has a mediating role in the effect of the self-determination dimension of psychological empowerment on employee performance.

H_{3d}: Psychological ownership has a mediating role in the effect of the impact dimension of psychological empowerment on employee performance.

The research population comprised 775 R&D experts and engineers working at an airline company leading the aviation sector in Turkey. The research consisted of 492 R&D experts and engineers. The R&D experts and engineers were chosen as the research population because their sector requires concrete decision-making skills and innovative behaviors, and performance levels are expected to be high. As a result of the aspects mentioned earlier, employee empowerment applications are practiced more commonly in this sector.

Surveys were utilized as data-gathering tools in the research. The “Psychological Empowerment Scale,” developed by Spreitzer (1995), was used to measure the concept of psychological empowerment. Spreitzer considered this scale to be four-dimensional. These dimensions are meaning, competence, self-determination, and impact. A one-dimensional scale developed by Choo (1986), consisting of 12 items, was used to measure the concept of employee performance. The one-dimensional psychological ownership scale developed by Van Dyne and Pierce (2004) was used to measure the concept of psychological ownership. This scale features seven items. The 5 Likert scale was used in the measurement of the analysis.

4. Research Findings and Analysis

Data obtained using the surveys as part of the research were analyzed using the SPSS 25.0 program.

Findings on Demographic Characteristics

This section contains demographic data for 492 airline employees. According to the data, 47.4% of the participants working in the organization were between the ages of 26 and 35. Thirty-one and a half percent of the participants were female, and 68.5% were male. Thirty-nine percent of the participants were married, and 61% were single. Fifty-five point three percent of participants were undergraduates, 33.3% were graduates and 11.4% were postgraduates. In order for the concept of psychological empowerment to be applied to employees in a healthier environment, employees must have a certain level of education. Thus, 44.7% of the sample in the study were employees with a graduate level of education. Forty point nine percent of the participants have worked within the organization for 1 to 5 years. Seventy-eight point nine percent of participants work as staff, 13.2% as lower-level managers, 6.7% as middle-level managers, and 1.2% as senior managers. Thirty-six point six percent of the participants work as R&D experts, and 63.4% as engineers.

Reliability Analysis

The following table shows the reliability levels of the scales used in the research.

Table 1

Reliability levels of scales.

Variables	Items	Reliability Level
Psychological Empowerment	12	0.81
Psychological Ownership	7	0.87
Employee Performance	12	0.87

As a result of the reliability analysis of the scales, the Cronbach Alpha of psychological empowerment is 0.81, the Cronbach Alpha of psychological ownership scale is 0.87 and the Cronbach Alpha of employee performance scale is 0.87. These values obtained from the analysis show that these scales are reliable.

Factor Analysis

- Factor Analysis of the Psychological Empowerment Scale

The psychological empowerment scale KMO value is at 0.80. As can be seen, the KMO value is closer to one. Bartlett's test is meaningful at a value of 0.000. Given these values, it was decided that the relevant data were suitable for factor analysis (Durmuş, 2011: 80). Basic components factor analysis was applied to the psychological empowerment scale using the varimax rotation method. The psychological empowerment scale revealed a total variance of 68.87%. Analysis revealed that the psychological empowerment scale had taken shape with 12 items and was four-dimensional as with the original scale.

- Factor Analysis of the Psychological Ownership Scale

The psychological ownership scale KMO value is at 0.84. As can be seen, the KMO value is closer to one. Bartlett's test is meaningful at a value of 0.000. Given these values, it was decided that the relevant data were suitable for factor analysis. Basic components factor analysis was applied to the psychological ownership scale using the varimax rotation method. The psychological ownership scale revealed a total variance of 55.50%. Analysis revealed that the psychological ownership scale had taken shape with seven items and was single-dimensional as with the original scale.

- Factor Analysis of Employee Performance Scale

The employee performance scale KMO value is at 0.89. As can be seen, the KMO value is closer to one. Bartlett's test is meaningful at a value of 0,000. Given these values, it was decided that the relevant data were suitable for factor analysis. Basic components factor analysis was applied to the employee performance scale using the varimax rotation method. The employee performance scale revealed a total variance of 41,19%. Analysis revealed that the employee performance scale had taken shape with 12 items and was single dimensional as with the original scale.

Regression Analysis

The study aimed to investigate the effect of psychological empowerment on employee performance and the mediator role of psychological ownership on this relationship. First, the effect of the psychological empowerment on the employee performance was evaluated.

Table 2

H₁ Regression Analysis Results

Dependent Variable: Employee Performance				
Independent Variable	β	t	p	VIF
Psychological Empowerment	0.535	11.962	0.000	1.000
Adjusted R² = 0.224 F=143.078 p=0.000				

According to the results of the first-stage regression analysis, the perception of psychological empowerment affects employee performance ($p < 0.05$). The change in psychological empowerment accounts for 22.4% of the change in employee performance ($R^2=0.224$). With this data, when the psychological empowerment score increases by one unit, the employee performance score increases by 0.535. The Variance Inflation Factor value is 1.000. This result shows that there is no multicollinearity. In the second step, to test the H₂ hypothesis independent variable “psychological empowerment” effects on “psychological ownership” was evaluated.

Table 3

H₂-Regression Analysis Results

Dependent Variable: Psychological Ownership				
Independent Variable	β	t	p	VIF
Psychological Empowerment	0.359	5.257	0.000	1.000
Adjusted R²= 0.051 F=27.633 p=0.000				

According to the regression analysis of hypothesis H₂, the perception of psychological empowerment of the participants in the study affects psychological ownership (p< 0.05). Change in psychological empowerment explains 5.1% of the change in psychological ownership (R² = 0.051). In addition, psychological ownership increases by 0.359 when the psychological empowerment score increases by one unit. The Variance Inflation Factor value is 1.000. This result shows that there is no multicollinearity. Below, the effect of psychological empowerment and psychological ownership on employee performance was evaluated.

Table 4

H₃-Regression Analysis Results

Dependent Variable: Employee Performance				
Independent Variables	β	t	p	VIF
Psychological Empowerment	0.461	10.555	0.000	1.056
Psychological Ownership	0.206	7.324	0.000	1.056
Adjusted R²= 0,300 F=106.045 p=0.000				

As shown in Table 4, the effect of psychological ownership on employee performance is significant (p< 0.05). In Table 2, β=0.535, while in Table 4, β=0.461. In these circumstances, psychological ownership has a partial intermediary effect. The Variance Inflation Factor value is 1.056 for both of them. This result shows that there is no multicollinearity. According to the data mentioned above, the H₃ hypothesis is partially accepted. Sub-hypothesis tests are given below, respectively.

Table 5

H_{3a}-Regression Analysis Results

First Stage Regression Analysis Results				
Dependent Variable: Employee Performance				
Independent Variable	β	t	p	
Meaning	0.303	8.996	0.000	
Adjusted R²=0.140 F=80.931 p=0.000				
Second Stage Regression Analysis Results				
Dependent Variable: Psychological Ownership				
Independent Variable	β	t	p	
Meaning	0.167	3.355	0.001	
Adjusted R²=0.020 F=11.255 p=0.001				
Third Stage Regression Analysis Results				
Dependent Variable: Employee Performance				

Independent Variables	β	t	p
Meaning	0.263	8.247	0.000
Psychological Ownership	0.239	8.320	0.000
Adjusted $R^2=0,245$ F =80,709 p=0,000			

First-stage regression analysis results show that participants who have taken part in the study have perceived the meaning, thus resulting in a significant effect on their performance ($p<0.05$). In the second stage, the meaning dimension of psychological empowerment has a significant effect on psychological ownership ($p<0.05$). In the third stage, the effect of psychological ownership on employee performance is noticeable ($p<0.05$). In the first stage, the beta factor was 0.303; in the third stage, it decreased to 0.263. In these circumstances, psychological ownership has a partial mediator effect. According to the data, the H_{3a} hypothesis is partially accepted.

Tablo 6

H_{3b}-Regression Analysis Results

First Stage Regression Analysis Results			
Dependent Variable: Employee Performance			
Independent Variable	β	t	p
Competence	0.453	11.644	0.000
Adjusted $R^2=0.215$ F =135.575 p=0.000			
Second Stage Regression Analysis Results			
Dependent Variable: Psychological Ownership			
Independent Variable	β	t	p
Competence	0.265	4.453	0.000
Adjusted $R^2=0,037$ F =19,830 p=0,000			
Third Stage Regression Analysis Results			
Dependent Variable: Employee Performance			
Independent Variable	β	t	p
Competence	0.396	10.555	0.000
Psychological Ownership	0.217	7.755	0.000
Adjusted $R^2=0,300$ F =106.044 p=0.000			

In the first stage, competence appears to impact employee performance ($p<0.05$) significantly. In the second stage, the competence dimension of psychological empowerment has a significant effect on psychological ownership ($p<0.05$). In the third stage, the effect of psychological ownership on employee performance is significant ($p<0.05$). In the first stage, the beta factor is 0.453, while in the third stage, it appears that this factor decreases to 0.396. In these circumstances, psychological ownership has a partial intermediary effect. According to the data, the H_{3b} hypothesis is partially accepted.

Tablo 7

H_{3c}-Regression Analysis Results

First Stage Regression Analysis Results			
Dependent Variable: Employee Performance			
Independent Variable	β	t	p
Self-determination	0.256	7.557	0.000
Adjusted $R^2=0.103$ F=57.110 p=0.000			
Second Stage Regression Analysis Results			
Dependent Variable: Psychological Ownership			
Independent Variable	β	t	p
Self-determination	0.059	1.198	0.232
Adjusted $R^2=0,001$ F=1,453 p=0,232			

The H_{3c} first-stage regression analysis results show that the self-determination dimension has a significant effect on employee performance ($p<0.05$). In the second stage, the self-determination dimension does not significantly affect psychological ownership ($p>0.05$). After these findings, the H_{3c} sub-hypothesis was no longer analyzed. H_{3c} was rejected.

Tablo 8

H_{3d}-Regression Analysis Results

First Stage Regression Analysis Results			
Dependent Variable: Employee Performance			
Independent Variable	β	t	p
Impact	0.141	4.935	0.000
Adjusted $R^2=0.047$ F=24.354 p=0.000			
Second Stage Regression Analysis Results			
Dependent Variable: Psychological Ownership			
Independent Variable	β	t	p
Impact	0.211	5.372	0.000
Adjusted $R^2=0.054$ F=28.860 p=0.000			
Third Stage Regression Analysis Results			
Dependent Variable: Employee Performance			
Independent Variables	β	t	p
Impact	0.218	3.185	0.000
Psychological Ownership	0.251	8.140	0.000
Adjusted $R^2=0.158$ F=46.926 p=0.000			

First-stage regression analysis results show that the perception of the impact size of the participants in the study has a significant effect on performance ($p<0.05$). In the second stage, the impact dimension of psychological empowerment has a significant effect on psychological ownership ($p<0.05$). The effect of psychological ownership on employee performance, in the third stage, is significant ($p<0.05$). In the first stage, the β factor is 0.141, while in the third stage, this increases to 0.218. The H_{3d} hypothesis was rejected.

As a result of the sub-hypothesis analysis, H_{3a} and H_{3b} hypotheses were accepted, and H_{3c} and H_{3d} hypotheses were rejected. The subdimensions of psychological

empowerment, meaning, and competency was noted for having psychological ownership play a partial mediating role in employee performance.

5. Conclusion

Due to developing technology and increasing competition, organizations always have to update themselves. In this context, the human element is one of the essential sources for organizations. Organizations ensure their sustainability through the presence of employees, so it is essential for the organization that employees feel happy and strong. Employees who believe they are empowered create meaningful value for their organization. Organizations have the power to increase their productivity by creating suitable environments for their employees. Employee empowerment in all respects will reflect positively on the organization. In this context, this study examined the impact of empowerment on employees by addressing the concept of psychological empowerment; and its role in improving employee performance from the point of view of organizations. Employees recognizing the empowerment originating from the organization (Thomas and Velthouse, 1990:667) are expected to return with their behavior in the organization as it is expected to benefit the organization to the same extent.

In this study, psychological empowerment perceptions of R&D specialists and engineers working in an airline company in Turkey were measured. The mediating role of psychological ownership in the effect of psychological empowerment on employee performance has been examined. As a result of the analysis, it was determined that psychological ownership plays a partial mediator role in the effect of psychological empowerment on employee performance. Employees who feel psychologically empowered will feel a sense of competence in their work and will contribute more to the organization. In this direction, the performance of employees within the organization will increase. But, the commitment of employees with a high sense of psychological ownership to their organizations (not within our scope!) will also be higher and, this will have a positive impact on the performance of employees. It is expected that the performance of employees who feel a sense of ownership and belonging to the organization they work for will increase.

In a regression analysis conducted to examine the mediator relationship, it was observed that psychological empowerment had a positive effect on employee performance at the first stage, and the H₁ hypothesis was accepted. In the second stage, it was observed that psychological empowerment has a positive and significant effect on psychological ownership, and the H₂ hypothesis was accepted. At the last stage, it was observed that psychological empowerment's effect on employee performance partially mediated psychological ownership. Therefore, the H₃ hypothesis was partially accepted. As a result, the effect of psychological empowerment on employee

performance increases more with the presence of psychological ownership. Of the four sub-hypotheses, H_{3a} and H_{3b} were accepted, and H_{3c} and H_{3d} were rejected.

According to the findings of this study, it is believed that psychological empowerment has an effect on employee performance, and empowerment allows employees to exist more actively and usefully in the organization they work in. In a rapidly developing and digitized world, empowering employees in their organizations is essential to ensure they adapt to this new situation as quickly as possible. Empowering employees play a critical role in getting organizations to the position they want to be in the future (Doğan & Tanyıldızı, 2020:96).

Psychological empowerment includes many benefits the organization's point of view and the employee's point of view. Employees who feel powerful and, as a result, self-confident are more beneficial from the organization's point of view. If organizations want to make their employees more active in the work environment by motivating, encouraging, and using their abilities, they should pay attention to psychological empowerment.

When organizations give more responsibility to their employees, employees will improve themselves, learn to deal with problems in the process, and their self-confidence will increase. In this way, employees will be aware of their essential responsibilities. As a result, both the organization and employees will be profitable because it should be noted that psychologically empowered employees will produce more added value for the organization. In addition, organizations should engage in activities to support the formation and increase a psychological sense of ownership in employees to increase employee performance. Employees who feel ownership over things will also develop feelings of having control. In addition, one pillar of a sense of ownership, the concept of accountability, will grant employees the foundation to hold themselves and other colleagues responsible for successfully performing organizational tasks. A sense of holding someone and being accountable that develops within the framework of the concept of accountability develops a level of awareness for employees about success. This makes it more likely that the employee will be able to complete a task successfully. Organization managers get the opportunity to increase their employees' loyalty to their organizations by preparing environments where their employees have a sense of ownership towards the organization. Psychological empowerment and psychological ownership will play a role as a factor that influences organizations to increase the performance of their employees.

6. Limitations and Suggestions for Future Research

The results of this study contribute to the relevant literature but also contain some limitations. Firstly, the study we have conducted only includes some professional fields. In addition, it only includes some professional groups currently working in

a prestigious and reliable airline company in Turkey. This study covers a limited sample of R&D experts and engineers working in one Turkish airline company. According to the results revealed by this study, it is recommended to obtain a wider sample audience for future researchers, to study different professional groups, to make a sector-based separation of public and private companies, and to compare these differences with each other. It is also recommended that this study be conducted in different cultures, especially in regions that differ in organizational culture. Finally, to further strengthen the effects of psychological empowerment on improving employee performance, working with concepts such as psychological ownership that load a sense of belonging to the employee and develop a commitment to the organization will contribute to the field of social sciences.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

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

Grant Support: This study was funded by Scientific Research Projects Coordination Unit of Istanbul University. Project number: 33024

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

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: 33024

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

References

- Arı, G. S., & Ergeneli, A. (2003). Psikolojik güçlendirme algısı ve bazı demografik değişkenlerin örgütsel bağlılığa etkisi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 129-149.
- Ashforth, B. E. (1989). The experience of powerlessness in organizations. *Organizational Behavior And Human Decision Processes*, 43(2), 207-242.
- Avey, J. B., Avolio, B. J., Crossley, C. D., & Luthans, F. (2009). Psychological ownership: theoretical extensions, measurement, and relation to work outcomes. *Journal of Organizational Behavior: The International Journal of Industrial, Occupational and Organizational Psychology and Behavior*, 30(2), 173-191.
- Campbell, J. P. (1990). Modeling the performance prediction problem in industrial and organizational psychology. In M. D. Dunnette & L. M. Hough (Eds.), *Handbook Of Industrial And Organizational Psychology* (pp. 687-732). Consulting Psychologists Press
- Campbell Pickford, H., Joy, G., & Roll, K. (2016). Psychological ownership: effects and applications. *Saïd Business School WP*, 32.
- Chang, L. C., Shih, C. H., & Lin, S. M. (2010). The mediating role of psychological empowerment on job satisfaction and organizational commitment for school health nurses: A cross-sectional questionnaire survey. *International Journal of Nursing Studies*, 47(4), 427-433.

- Choo, F. (1986). Job stress, job performance, and auditor personality characteristics. *Auditing-A Journal Of Practice & Theory*, 5(2), 17-34.
- Conger, J. A., & Kanungo, R. N. (1988). The empowerment process: Integrating theory and practice. *Academy Of Management Review*, 13(3), 471-482.
- Deci, E. L., Connell, J. P., & Ryan, R. M. (1989). Self-determination in a work organization. *Journal Of Applied Psychology*, 74(4), 580.
- Dittmar, H. (1992). The social psychology of material possessions: To have is to be. *Harvester Wheatsheaf and St. Martin's Press*.
- Doğan, E., Tanyıldızı, H. (2020). The Strategic Resource of Businesses in Digital Transformation: Empowered Employees. *Management & Strategy* (1st ed.) (pp.85-102). Istanbul: Artikel Academy
- Durmuş, B., Yurtkoru, E.S., & Çinko, M. (2011). *Sosyal bilimlerde SPSS'le veri analizi*. 4. Baskı. Beta Yayıncılık, İstanbul.
- Fuller, J. B., Morrison, R., Jones, L., Bridger, D., & Brown, V. (1999). The effects of psychological empowerment on transformational leadership and job satisfaction. *The Journal of Social Psychology*, 139(3), 389-391.
- Furby, L. (1978). Possession in humans: An exploratory study of its meaning and motivation. *Social Behavior And Personality: An International Journal*, 6(1), 49-65.
- Gist, M. E. (1987). Self-efficacy: Implications for organizational behavior and human resource management. *Academy Of Management Review*, 12(3), 472-485.
- Gümüştekin, G. E., & Öztemiz, A. B. (2005). Örgütlerde stresin verimlilik ve performansla etkileşimi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 271-288.
- Güner, Ç.Ö.L., (2011) Algılanan güçlendirmenin işgören performansı üzerine etkileri. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 9(1), 35-46.
- Honold, L. (1997). A review of the literature on employee empowerment. *Empowerment in Organizations*.
- İlleez, A. A., & Güner, M. (2006). Personel performans değerlendirme ve 360 derece performans değerlendirme yönetimi. *Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Dergisi*, 17(4), 325-327.
- Pierce, J. L., Kostova, T., & Dirks, K. T. (2001). Toward a theory of psychological ownership in organizations. *Academy of Management Review*, 26(2), 298-310.
- Pierce, J. L., Kostova, T., & Dirks, K. T. (2003). The state of psychological ownership: Integrating and extending a century of research. *Review of General Psychology*, 7(1), 84-107.
- Quinn, R. E., & Spreitzer, G. M. (1997). The road to empowerment: Seven questions every leader should consider. *Organizational Dynamics*, 26(2), 37-49.
- Ro, H., & Chen, P. J. (2011). Empowerment in hospitality organizations: Customer orientation and organizational support. *International Journal of Hospitality Management*, 30(2), 422-428.
- Suliman, A. M. (2001). Work performance: is it one thing or many things? The multidimensionality of performance in a middle eastern context. *International Journal of Human Resource Management*, 12(6), 1049-1061.
- Sheikhepoor, Z., & Sheikhepoor, M. (2015). Explaining the relationship between empowerment and work-life quality: A case study on the staff of social security hospital of Zahedan city. *Journal of Health Management & Informatics*, 2(3), 101-107.

- Spreitzer, G. M. (1995). Psychological empowerment in the workplace: Dimensions, measurement, and validation. *Academy of Management Journal*, 38(5), 1442-1465.
- Stander, M. W., & Rothmann, S. (2009). Psychological empowerment of employees in selected organizations in south africa. *SA Journal of Industrial Psychology*, 35(1), 196-203.
- Thomas, K. W., & Velthouse, B. A. (1990). Cognitive elements of empowerment: An "interpretive" model of intrinsic task motivation. *Academy of Management Review*, 15(4), 666-681.
- Van Dyne, L., & Pierce, J. L. (2004). Psychological ownership and feelings of possession: Three field studies predicting employee attitudes and organizational citizenship behavior. *Journal of Organizational Behavior: The International Journal of Industrial, Occupational and Organizational Psychology and Behavior*, 25(4), 439-459.
- Van Scotter, J. R., & Motowidlo, S. J. (1996). Interpersonal facilitation and job dedication as separate facets of contextual performance. *Journal Of Applied Psychology*, 81(5), 525.
- Zimmerman, M. A. (1995). Psychological empowerment: Issues and illustrations. *American Journal of Community Psychology*, 23(5), 581-599.

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. Telife 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, uyruğundan, 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-İlgili-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 (6th 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, Ciambriune 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., Reising, 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

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 6th 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 6th Edition for referencing and quoting. For more information:

- American Psychological Association. (2010). Publication manual of the American Psychological Association (6th 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* (8th 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* (6th 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.mcgill.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

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* (2nd 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

Sorumlu yazar <i>Responsible/Corresponding author</i>	
Makalenin başlığı <i>Title of manuscript</i>	
Kabul Tarihi <i>Acceptance date</i>	
Yazarların listesi <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				

Makalenin türü (Araştırma makalesi, Derleme, v.b.) <i>Manuscript Type (Research Article, Review, etc.)</i>	
--	--

Sorumlu yazarın, <i>Responsible/Corresponding author's,</i>	
---	--

Çalıştığı kurum	<i>(University/company/institution)</i>
Posta adresi	<i>(Address)</i>
e-posta	<i>(e-mail)</i>
Telefon no; GSM	<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.

Sorumlu yazarın; <i>Responsible/Corresponding author's;</i>	İmza/Signature	Tarih/Date
	/...../.....

