



Econometric Research Association  
3<sup>rd</sup> International Data Analytics  
and Machine Learning Conference

**Artificial Intelligence and Economic Efficiency:  
Sectoral Applications and Value Generation**

## **ABSTRACT PROCEEDINGS BOOK**

May 11-13, 2026  
Ankara Yıldırım Beyazıt University  
Milli İrade Campus  
Ankara, Türkiye



## Conference Overview

The Econometric Research Association (ERA) successfully organized the 3<sup>rd</sup> International Data Analytics and Machine Learning Conference (DATAMACLEA'26) on May 11-13, 2026. The event was held both face-to-face at Ankara Yıldırım Beyazıt University, Etilik Milli İrade Campus and online, ensuring broad international participation.

This year's main theme was: "Artificial Intelligence and Economic Efficiency: Sectoral Applications and Value Generation"

The conference emphasized how data has become central to policymakers and regulators, serving as the "fuel" of the digital economy while also emerging as a key geopolitical issue. Despite the growing importance of data, the underlying "economics of data" remains underexplored. The conference aimed to foster a deeper understanding of data's economic features, such as its nature as an economic good and the value chain associated with it. The discussions stressed the need for sound economic reasoning to guide data policy, regulation, and the design of data spaces.

The event was organized in cooperation with Ankara Yıldırım Beyazıt University, Institute for International Relations and Strategic Research (ULISA- IIRSR).

Artificial Intelligence (AI) is increasingly integrated into the core of economic, technological, and organizational systems, fundamentally altering how value is created, labor is distributed, and productivity is optimized. From AI-assisted software development pipelines to data-driven decision-making in corporate operations, intelligent systems are emerging as key drivers of efficiency and innovation across industries. Yet, these transformations prompt critical economic reflections: Which human-led tasks can be responsibly automated? What are the measurable benefits and hidden costs of delegating functions to AI? And how can institutions maximize value generation while maintaining adaptability and accountability? DATAMACLEA'26 welcomes empirically grounded and forward-looking contributions that investigate these questions through technical insight, sectoral analysis, and real-world application.

At the same time, the growing adoption of AI technologies across sectors is unlocking new forms of economic efficiency, operational resilience, and scalable innovation. From intelligent documentation and simulation systems to decision-support tools and remote service platforms, AI-powered solutions are enabling organizations to optimize processes, reduce resource waste, and enhance outcome quality. These tools not only assist professionals in managing complex tasks but also generate measurable value at the institutional, national, and global levels. DATAMACLEA'26 encourages contributions that examine how such AI-enabled innovations reshape economic models, improve productivity, and drive value creation across diverse domains, including healthcare, software, education, finance, and beyond.

## Topics Covered

- Artificial Intelligence in Economics / Finance / Management
- Policy, Regulation and Social Impact of Artificial Intelligence
- Machine Learning / Deep Learning
- Data Mining / Big Data
- Emerging Technologies (IoT, Blockchain, Digital Twins)
- Natural Language Processing / Financial Data Analytics
- Predictive Analytics / Forecasting
- Statistical Learning and Inference
- Econometric Theory
- Applied Economics
- Behavioral and Experimental Economics
- Agent Based Modelling
- Optimization / Operations Research
- Other

---

ISBN

Editor(s) Sıdıka Başçı, İbrahim Demir, Elmas Bener Otacı, Muhammed Oruç

Publisher Ankara Yıldırım Beyazıt University

E-mail [info@era.org.tr](mailto:info@era.org.tr)

Webpage [www.era.org.tr/datamaclea26/](http://www.era.org.tr/datamaclea26/)

Conference Dates 11-13 May, 2026

Conference Address Ayvalı Mahallesi, Gazze Caddesi, No.7 06010 Etlık, Keçiören, Ankara, Türkiye.

Shipping Address Beytepe Mahallesi, Piri Reis Caddesi, 5360 Sokak, 2/2, Çankaya, Ankara, Türkiye.

---

May 2026

---

### Honorary Committee

---

**Ali Cengiz KOSEOGLU, Ph.D.**  
Prof., Rector, Ankara Yıldırım Beyazıt  
University

**Fadime ÜNEY YÜKSEKTEPE, Ph.D.**  
Prof., Rector, İstanbul Kültür  
University

---

**Ahmet ŞENGÖNÜL, Ph.D.**  
Prof., Rector, Sivas Cumhuriyet  
University

**Cem ZORLU, Ph.D.**  
Prof., Rector, Necmettin Erbakan  
University

---

**Nevzat ŞİMŞEK, Ph.D.**  
Prof., Rector, Fatih Sultan Mehmet Vakıf  
University

**Mustafa Latif EMEK, Ph.D.**  
President, Institute of Economic  
Development and Social Research

---

### Organizing Committee

---

**Sıdika BAŞÇI, Ph.D. (Chair)**  
Assoc. Prof., Ankara Yıldırım Beyazıt  
University & Econometric Research  
Association, Türkiye

**Erkan ERDİL, Ph.D.**  
Prof., Middle East Technical University,  
Türkiye

---

**İbrahim DEMİR, Ph.D. (Co-Chair)**  
Prof., Ankara Yıldırım Beyazıt University,  
ULİSA-IIRSR, Türkiye

**Murat ASLAN, Ph.D.**  
Prof., Ankara Yıldırım Beyazıt University,  
Türkiye

---

**Mustafa Göktuğ KAYA, Ph.D.**  
(Co-Chair)  
Assoc. Prof., Ministry of Treasury and  
Finance, Türkiye

**Murad TIRYAKIOĞLU, Ph.D.**  
Assoc. Prof., Afyon Kocatepe University,  
Türkiye

---

**Fatih Cemil ÖZBUĞDAY, Ph.D.**  
Prof., Ankara Yıldırım Beyazıt University,  
Türkiye

**Ayşenur SAHİNLER, Ph.D.**  
Ankara Yıldırım Beyazıt University,  
Türkiye

---

## Scientific Committee

<b>Özgür Hakan AYDOĞMUŞ, Ph.D.</b> Prof., Social Sciences University of Ankara, Türkiye	<b>Aykut LENGER, Ph.D.</b> Prof., Ege University, Türkiye
<b>Şükrü APAYDIN, Ph.D.</b> Prof., Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Türkiye	<b>Şaban NAZLIOĞLU, Ph.D.</b> Prof., Pamukkale University, Türkiye
<b>Ahmet Faruk AYSAN, Ph.D.</b> Prof., Hamad Bin Khalifa University, Qatar	<b>Nadir ÖCAL, Ph.D.</b> Prof., Çankaya University, Türkiye
<b>Mehmet BALCILAR, Ph.D.</b> Prof., University of New Haven, USA	<b>Özlem ÖNDER, Ph.D.</b> Prof., Ege University, Türkiye
<b>Erkan BAYRAKTAR, Ph.D.</b> Prof., Gulf University of Science & Technology, Kuwait	<b>Mustafa ÖZER, Ph.D.</b> Prof., Anadolu University, Türkiye
<b>Süleyman DEĞİRMEN, Ph.D.</b> Prof., Sivas Cumhuriyet University, Türkiye	<b>Houcine SENOUSI, Ph.D.</b> Prof., CY Tech, France
<b>Mehmet DEMİRBAĞ, Ph.D.</b> Prof., University of Essex, UK	<b>Ekrem TATOĞLU, Ph.D.</b> Prof., Gulf University for Science and Technology, Kuwait
<b>Murat ERTUĞRUL, Ph.D.</b> Prof., Anadolu University, Türkiye	<b>James THEWISSEN, Ph.D.</b> Prof., Université catholique de Louvain, Belgium
<b>Lokman GÜNDÜZ, Ph.D.</b> Prof., Fatih Sultan Mehmet Vakıf University, Türkiye	<b>Nilgün ÇAĞLARIRMAK USLU, Ph.D.</b> Prof., Anadolu University, Türkiye
<b>Bülent GÜLOĞLU, Ph.D.</b> Prof., Istanbul Technical University, Türkiye	<b>Asad ZAMAN, Ph.D.</b> Prof., Al-Nafi Online Educational Platform, Pakistan
<b>Christian HAFNER, Ph.D.</b> Prof., Université catholique de Louvain, Belgium	<b>Adam P. BALCERZAK, Ph.D.</b> Assoc. Prof., University of Warmia and Mazury, Poland
<b>İhsan IŞIK, Ph.D.</b> Prof., Rowan University, USA	<b>Mustafa KIRCA, Ph.D.</b> Assoc. Prof., Ordu University, Türkiye
<b>Muhsin KAR, Ph.D.</b> Prof., Central Bank of the Republic of Türkiye, Türkiye	<b>Fatma Özgü SERTTAŞ, Ph.D.</b> Assoc. Prof., Ankara Yıldırım Beyazıt University, Türkiye
<b>Mehmet Baha KARAN, Ph.D.</b> Prof., Hacettepe University, Türkiye	<b>Önder ÖZGÜR, Ph.D.</b> Assoc. Prof., Ankara Yıldırım Beyazıt University, Türkiye
<b>Turalay KENC, Ph.D.</b> Prof., The INCEIF University, Malaysia	<b>Saud Ahmed KHAN, Ph.D.</b> Asst. Prof., Pakistan Institute of Development Economics, Pakistan
<b>Yılmaz KILIÇARSLAN, Ph.D.</b> Prof., Anadolu University, Türkiye	<b>Gazi I. KARA, Ph.D.</b> Board of Governors of the Federal Reserve System, USA
<b>Arzdar KIRACI, Ph.D.</b> Prof., Siirt University, Türkiye	<b>Mehmet Fatih ÖZTEK, Ph.D.</b> Ankara Yıldırım Beyazıt University, Türkiye

---

### Conference Secretariat

---

**Bilge TIRYAKIOĞLU**

Econometric Research Association (ERA)

**Muhammed ORUÇ**

Res. Asst., Ankara Yıldırım Beyazıt University,  
ULİSA-IIRSR

---

**Can ALTAY**

Econometric Research Association (ERA)

**Ömer Faruk ACAR**

Graduate Student, Ankara Yıldırım Beyazıt  
University

---

**Elmas Bener OTACI**

Res. Asst., Ankara Yıldırım Beyazıt University,  
ULİSA-IIRSR

**Emre AYIKLAR**

Student, Ankara Yıldırım Beyazıt University

---

### Supporting Universities

- Fatih Sultan Mehmet Vakıf University, Türkiye
- Necmettin Erbakan University, Türkiye
- İstanbul Kültür University, Türkiye
- Sivas Cumhuriyet University, Türkiye

### Supporting Institutions

- INFO Yatırım
- Central Bank of the Republic of Türkiye
- Turkish Airlines
- Tübitak BİLGEM
- Tübitak ULAKBİM
- ODTÜ Mezunlar Birliği Vakfı
- Ankara Düşünce ve Araştırma Merkezi
- Institute of Economic Development and Social Research
- Management and Economics Club, Ankara Yıldırım Beyazıt University, Türkiye
- Artificial Intelligence and Technology Association (Official Representative of US Based Association for the Advancement of Artificial Intelligence Community)

## PROGRAM

Oturum 1 | Session 1- Pazartesi, 11 Mayıs 2026 | Monday, May 11, 2026

### AI, DATA AND MACHINE LEARNING APPLICATIONS

#### Simulation, Optimization, and AI-Based Decision Systems

Yeliz YALÇIN-Hacı Bayram Veli University

M. Kenan TERZİOĞLU-Trakya University

Ayşegül İŞCANOĞLU ÇEKİÇ-Trakya University

#### Moment Inequality Estimators in Competition Analysis: A Practitioner's Guide with Synthetic Data Applications

Fatih Cemil ÖZBUĞDAY-Ankara Yıldırım Beyazıt University

#### Reinforcement Learning in Dynamic Economic Analysis

Erdem BAŞÇI-TED University

#### Intragroup Social Network Analysis Using Sociogram Techniques

Emre AYIKLAR-Econometric Research Association

Sıdika BAŞÇI-Ankara Yıldırım Beyazıt University

#### Deep Unsupervised Anomaly Detection in ODS Trade Data: A Variational Autoencoder Approach

Bige KÜÇÜKEFE-Tekirdağ Namık Kemal University

Oturum 2 | Session 2-Pazartesi, 11 Mayıs 2026 | Monday, May 11, 2026

### AI IN ECONOMICS AND MACROECONOMIC ANALYSIS

#### Demand Deficiency and Inflation in G20 Countries

Aybüke MİNTEMÜR-Ankara Yıldırım Beyazıt University

Sıdika BAŞÇI-Ankara Yıldırım Beyazıt University

#### Lighting Up Development: Do Human Development Indicators Drive Nighttime Light Intensity Across Indian States

Veli Emre SAVAŞ-TED University

Feyza ÜNAL-TED University

Hakan EMEKÇİ-TED University

#### Do the Central Bank Independence and Democracy Have Impact on the Level of Inflation for G20 Countries?

Mehmet Orkun APAYDIN-TED University

Hakan EMEKÇİ-TED University

#### AI and Emergency Data Governance in the Age of Polycrisis: A Framework from a Development Economics Perspective

Murad TIRYAKIOĞLU-Afyon Kocatepe University

#### Artificial Intelligence Shocks in a New Keynesian Framework: The Displacement, Productivity, And Reinstatement Channels

Cumhur ÇİÇEKÇİ-Türkiye Ministry of Treasury and Finance

Yusuf Ömür YILMAZ-Mardin Artuklu University

Oturum 3 | Session 3-Salı, 12 Mayıs 2026 | Tuesday, May 12, 2026

## **FINANCE, BANKING AND FINANCIAL MARKETS**

### **How Blockchain Is Transforming Digital Finance: A Comparative Analysis Between Türkiye and Germany**

Muhammed RAHMETULLAH-Ankara Yıldırım Beyazıt University

### **The Role of Banks' Lending Standards in Determining Creditworthiness of Firms: Evidence from Turkish Banks**

Selman DAL-Central Bank of The Republic of Türkiye

Seyid Fahri MAHMUD-Social Sciences University of Ankara

### **Oil Rents, Institutional Quality, and Economic Performance in Algeria: A Machine Learning Investigation of the Resource Curse Hypothesis**

Abderrahim CHIBI-University Center of Maghnia

Sidi Mohammed CHEKOURI-University Center of Maghnia

Rabia Meriem BENBOUZIANE-İstanbul Technical University

### **Forecasting Equity Market Returns with Text-Based Cryptocurrency News Sentiment Using Large Language Models and Deep Learning Time Series Models**

Mahat Maalim IBRAHİM-Ibn Haldun University

Salim SAİDY-Ibn Haldun University

Arab Dahir HASSAN-Ibn Haldun University

Asad Ul Islam KHAN-Ibn Haldun University

### **When Deep Learning Meets Small Data: Revisiting Predictive Superiority in Oil Price Volatility Forecasting**

Abdelhadi BENGHALEM-ORAN Graduate School of Economics

Mohamed BENBOUZIANE-University of Tlemcen

Rabia Meriem BENBOUZIANE-İstanbul Technical University

Oturum 4 | Session 4-Salı, 12 Mayıs 2026 | Tuesday, May 12, 2026

## **SUSTAINABILITY, ENERGY AND GREEN ECONOMY**

### **Can Artificial Intelligence Improve Energy Market Forecasting in Times of Conflict? Evidence from Machine Learning Models**

Hadjer BOULILA-University of Tlemcen

Rabia Meriem BENBOUZIANE-İstanbul Technical University

Seyfeddine BENBEKHTI-University of Tlemcen

Mohamed BENBOUZIANE-University of Tlemcen

### **A Hybrid Machine Learning-Econometric Approach to Modelling Food and Energy Inflation Dynamics in Emerging Markets**

Erol Can İLDES-Ankara Social Sciences University

Seyid Fahri MAHMUD-Ankara Social Sciences University

### **AI, Sustainable Growth, and Long-Term Value Creation**

Erkan ERDİL-Middle East Technical University

Gizem ÖĞÜTÇÜ ULAŞ-Başkent University

**Forecasting Green Hydrogen Production Potential in Algeria: A Machine Learning Approach**

Mohamed BENBOUZIANE-University of Tlemcen  
Abderrezzak BENHABIB-University of Tlemcen  
Benabbou SENOUCI-Graduate School of Economics

Oturum 5 | Session 5- Salı, 12 Mayıs 2026 | Tuesday, May 12, 2026

**DIGITAL TRANSFORMATION, INDUSTRY AND INNOVATION**

**AI-Driven Carbon Pricing and Digital Transformation: Evolutionary Game Theory Evidence on Economic Efficiency in Turkey's Manufacturing Sector**

Amna ABDULLAH-Ibn Haldun University

**AI in Software Development and Digital Industries: Economic Efficiency, Vibe Coding Pitfalls, and the Industrial Revolution Analog**

Fatih Çağatay AKYÖN-Middle East Technical University

**A Fuzzy Panel Analysis of Over-innovation in Sub-Saharan Africa**

Ayuba NAPARI-University of Environment and Sustainable Development

**AI-Driven E-HRM Systems and Organizational Efficiency in Algeria: Adoption Barriers, Institutional Challenges, and Value Generation Prospects**

Mustapha DJENNAS-University of Tlemcen  
Sidi Mohammed AYAD  
Sarah BOURI

**Does the Digital Competence Gap Hurt Workers? Multilevel and Causal Machine Learning Evidence from Europe**

Asad Ul Islam KHAN-Ibn Haldun University

Oturum 6 | Session 6- Salı, 12 Mayıs 2026 | Tuesday, May 12, 2026

**AI IN ECONOMICS AND MACROECONOMIC ANALYSIS**

**E-Ticaret Yükselen Trendinin Belirleyicisi Pandemi mi yoksa Makroekonomik Değişkenler mi?**

Bilgehan ÖZBAY-Ankara Yıldırım Beyazıt University  
Sıdıka BAŞÇI-Ankara Yıldırım Beyazıt University  
Koray GÖKSAL-Ankara Yıldırım Beyazıt University

**9-sonlu Fiyatların Tüketim Kararlarına Etkileri**

Ömer Faruk ACAR-Ankara Yıldırım Beyazıt University  
Sıdıka BAŞÇI-Ankara Yıldırım Beyazıt University  
Mert AKYÜZ-Ankara Yıldırım Beyazıt University

**2008 Küresel Ekonomik Krizi ve Covid-19 Krizinin Makroekonomik Etkilerinin Karşılaştırmalı Analizi: Panel Veri Yaklaşımı**

Aleyna YAŞAR-Ankara Yıldırım Beyazıt University

**Vergiye Gönüllü Uyumunu Sağlamada Hibrit Bir Model Önerisi: Veri Temelli Toplu Taşınmaz Değerleme**

Yiğit YILDIZ-Presidency of the Tax Inspection Board  
Mustafa Göktuğ KAYA-Presidency of the Tax Inspection Board  
Perihan HAZEL KAYA-Selçuk University

**Türkiye'de Tamamlayıcı Sağlık Sigortası Talebini Etkileyen Faktörlerin Makine Öğrenmesi Teknikleri ile Analizi**

Deniz GÖKTAŞ-Bilecik Seyh Edebali University  
Merve ÇELİK-Kilis 7 Aralık University  
Reyhan BOZKURT-Necmettin Erbakan University

**Oturum 7 | Session 7-Salı, 12 Mayıs 2026 | Tuesday, May 12, 2026**

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND VARIOUS TOPICS**

**Socioeconomic Determinants of Diabetes in Türkiye: A Machine Learning Approach**

Gülhur ACAR-Anadolu University  
Deniz GÖKTAŞ-Bilecik Seyh Edebali University  
Ethical, Legal, and Regulatory Dimensions of AI  
Selman DAL-Central Bank of The Republic of Türkiye

**Informality as a Structural Trap in The Gambia: Explainable Machine Learning Evidence on Gender, Livelihood Strategies, and Spatial Inequality**

Salim SAIDY-Ibn Haldun University  
Mahat Maalim İBRAHİM-Ibn Haldun University

**Measuring Economic Efficiency and Value Creation in the Age of AI: Metrics, AI Proxies, and Multi-Level Perspectives**

Büşra AĞAN ÇELİK-OSTİM Technical University  
Murat YÜLEK-OSTİM Technical University,  
Serdar ÇELİK-OSTİM Technical University

**AI-Based Early Warning Systems for Macroeconomic and Financial Crises: Evidence from Emerging Economies**

Onur AKKAYA-Kilis 7 Aralık University

**Çevrimiçi Oturum 1 | Online Session 1-13 Mayıs Çarşamba | Wednesday, May 13**

**APPLIED AI AND INDUSTRIAL SYSTEMS**

**A Dual-Model System for Vehicle Service Retention: Predictinchurn Prediction, Customer Retention, Demand Forecasting, Predictive Modeling, Lightgbm, Vehicle Service Centers Service Timing and Churn Probability**

Selçuk BAYRAÇI-Borusan Otomotiv R&D Center  
Garen BOZOĞLANOĞLU-Borusan Otomotiv Data Analytics & AI Unit

**Development of a Data-Driven Digital Twin for State of Health Estimation of Li-Ion Batteries**

Hava TEMEL-Ankara Yıldırım Beyazıt University  
Furkan SOYSAL-Ankara Yıldırım Beyazıt University

**Econometric Approaches to Assessing AI-Driven Efficiency**

Saliha Ergün TANRIVERDİ-Bahçeşehir University

**Predictive Triage of Warranty Claim Settlement Outcomes: A Machine Learning Pipeline for Automotive Goodwill Claim Management**

Selçuk BAYRACI-Borusan Otomotiv R&D Center

Oğulcan ÇIÇEK-Borusan Otomotiv Data Analytics & AI Unit

**Insights of Agriculture 5.0: State of Play and Future Prospects**

Elif UÇKAN DAĞDEMİR-Anadolu University

Çevrimiçi Oturum 2 | Online Session 2-13 Mayıs Çarşamba | Wednesday, May 13

**AI AND ECONOMIC TRANSFORMATION**

**From Productivity Dip to Well-Being Dividend: Empirical Evidence of AI Integration in Higher Education (2020-2025)**

Hasibe AYSAN-Ostim Technical University

Mehmet Necati AYSAN-Radio and Television Supreme Council of Türkiye

**Uncovering Turkish Audit Firms' Transparency Report Textual Attributes Through Computer Based Approaches and Linking Them to Audit Quality**

Sibel Dinç AYDEMİR-Fatih Sultan Mehmet Vakıf University

Yusuf Sinan AKGÜL-Gebze Technical University

Barış ÖZCAN- ForInvest Software and Technology Services Inc.

Mine AKSU-Sabancı University

**The Future of AI-Driven Economies**

Turalay KENÇ-The Inceif University

**Mapping Circular Economy Performance in the European Union: A Multidimensional Scaling Approach**

Elif Korkmaz TÜMER-Ege University

Erol Türker TÜMER-Dokuz Eylül University

**Yapay Zeka ve Ekolojik Üretkenlik Paradoksu: OECD Ekonomilerinde Jevons Geri Tepme Etkisi ve Verimlilik Eşiği (2010-2022)**

Mustafa Göktuğ KAYA-Karatay University

Mehmet Gökhan ÖZDEMİR-Kırıkkale University

Çevrimiçi Oturum 3 | Online Session 3-13 Mayıs Çarşamba | Wednesday, May 13

**FINANCE, FINTECH AND ECONOMETRICS**

**Portfolio Choice among Alternative Portfolio Selection Criteria using Multi-Criteria TOPSIS**

Mihir DASH-Alliance University

Rita S.

**AI in Finance and FinTech**

İbrahim Musa ÜNAL-Qatar Financial Markets Authority

Ahmet Faruk AYSAN-Hamad bin Khalifah University

Fatma Nur AYSAN-Istanbul University

**ESG Disclosure Tone and Stock Market Reactions: Evidence from STOXX Europe 600**

Zeynep YUMUŞAK-TED University

**A Memory-Augmented Deep Learning Framework: Integrating Fractional Differentiation with LSTM Networks for DJIMTR Index Analysis**

Merve Mert SARITAŞ-Çanakkale Onsekiz Mart University

**The Effect of CBRT Monetary Policy Communication Tone on Foreign Government Bond Investor Flows**

Damla SAĞIROĞLU-TED University

Halay KOCATÜRK-TED University

Alp ORHON-TED University

**Modeling Stable Errors in Economics and Finance: Recent Developments and AI Techniques**

Fatma Özgü SERTTAŞ-Ankara Yıldırım Beyazıt University

**Çevrimiçi Oturum 4 | Online Session 4-13 Mayıs Çarşamba | Wednesday, May 13  
SUSTAINABILITY, ENERGY AND DEVELOPMENT**

**AI in Healthcare: Efficiency, Quality, and Value Creation**

Büşra Ergün ŞAHİN-University of Bedfordshire

**Digital Transformation and Nonlinear Current Account Adjustment: Evidence from Post-Soviet Economies**

Nermin YAŞAR BAŞKARAAĞAÇ-Çankaya University

**The Impact of Regulatory Quality and Globalization on Economic Growth: A Comparative Analysis Across Dynamic Panel Estimation Approaches in European Countries**

Mehdi GASİMLİ-Azerbaijan State University of Economics

**Artificial Intelligence and The Transformation of Economic Systems**

Jorge Tavares BORGES-Ostim Technical University

Murat YÜLEK-Ostim Technical University

K. Ali AKKEMİK-Fukuoka University

Yeliz YALÇIN

Ph.D.; Prof.; Ankara Hacı Bayram Veli University, Ankara, Türkiye  
yeliz.yalcin@hbv.edu.tr; ORCID: 0000-0002-7141-3086.

M. Kenan TERZİOĞLU

Ph.D.; Prof.; Trakya University, Edirne, Türkiye  
kenanterzioglu@trakya.edu.tr; ORCID: 0000-0002-6053-830X.

Ayşegül İŞCANOĞLU ÇEKİÇ

Ph.D.; Assoc. Prof.; Trakya University, Edirne, Türkiye  
aysegulcekic@trakya.edu.tr; ORCID: 0000-0003-0692-7870.

---

### **Simulation, Optimization, and AI-Based Decision Systems**

This study develops a rigorous computational framework that integrates simulation, optimization, and AI-based decision systems to analyze decision-making processes within complex, non-linear environments. Traditional equilibrium-oriented analytical models frequently fail to capture heterogeneous agent behaviors, adaptive learning, and feedback-driven dynamics. To address these limitations, the proposed framework utilizes Agent-Based Modeling (ABM) as its simulation backbone, enabling the explicit representation of micro-level interactions and emergent macro-level outcomes under stochastic and non-equilibrium conditions. Agents are modeled as autonomous decision units solving constrained dynamic optimization problems under the premise of bounded rationality. Strategy adaptation is facilitated through reinforcement learning, evolutionary algorithms, and genetic optimization, allowing agents to update their decision rules in response to endogenous performance feedback. At the systemic level, distributed optimization outcomes are benchmarked against centralized social objective functions to evaluate coordination efficiency and welfare impacts. The simulation-optimization architecture is embedded within an AI-based decision support system, where data-driven learning mechanisms enable real-time policy experimentation and adaptive control. Performance is assessed across multiple dimensions—including efficiency, stability, and resilience—by maintaining a clear distinction between micro-level behavioral performance and macro-level systemic outcomes. The quantitative evaluation process relies on error-based metrics alongside frontier-based techniques such as Data Envelopment Analysis (DEA) and Stochastic Frontier Analysis (SFA). By formally linking adaptive agent behaviors with system-wide performance, this framework provides a scalable and extensible methodological foundation for the analysis of complex systems characterized by non-linearity, uncertainty, and emergent dynamics.

Keywords: Agent-Based Modeling, Simulation-Based Analysis, Optimization Algorithms, AI-Based Decision Systems, Intelligent Decision Support Systems.

JEL Codes: C63, C61, C88, C73, C45.

## Simülasyon, Optimizasyon ve Yapay Zekâ Tabanlı Karar Sistemleri

Bu çalışma karmaşık ve doğrusal olmayan ortamlarda karar verme süreçlerini analiz etmek amacıyla simülasyon, optimizasyon ve yapay zekâ tabanlı karar sistemlerini entegre eden titiz bir hesaplamalı çerçeve geliştirmektedir. Geleneksel denge odaklı analitik modeller; heterojen ajan davranışlarını, adaptif öğrenmeyi ve geri besleme güdümlü dinamikleri yakalamakta sıklıkla yetersiz kalmaktadır. Bu kısıtlılıkları gidermek adına önerilen çerçeve, stokastik ve denge dışı koşullar altında mikro düzeydeki etkileşimlerin ve belirginleşen makro düzeydeki sonuçların açıkça temsil edilmesine olanak tanıyan 'Ajan Tabanlı Modellemeyi simülasyon omurgası olarak kullanmaktadır. Ajanlar, kısıtlı rasyonellik altında kısıtlı dinamik optimizasyon problemlerini çözen özerk karar birimleri olarak modellenmiştir. Strateji adaptasyonu; takviyeli öğrenme, evrimsel algoritmalar ve genetik optimizasyon aracılığıyla sağlanmakta; böylece ajanların endojen performans geri bildirimlerine yanıt olarak karar kurallarını güncellemelerine imkân tanınmaktadır. Sistem düzeyinde ise, koordinasyon etkinliğini ve refah etkilerini değerlendirmek amacıyla dağıtık optimizasyon sonuçları, merkezi sosyal amaç fonksiyonları ile kıyaslanmaktadır. Simülasyon-optimizasyon mimarisi, veri güdümlü öğrenme mekanizmalarının gerçek zamanlı politika denemelerine ve adaptif kontrole olanak sağladığı yapay zekâ tabanlı bir karar destek sistemi içerisine yerleştirilmiştir. Performans; mikro düzeydeki davranışsal performans ile makro düzeydeki sistem sonuçları arasında net bir ayrım yapılarak verimlilik, istikrar ve dayanıklılık gibi çok sayıda boyut üzerinden değerlendirilmektedir. Nicel değerlendirme süreci; hata bazlı metriklerin yanı sıra Veri Zarfı Analizi ve Stokastik Sınır Analizi gibi sınır tabanlı tekniklere dayanmaktadır. Bu çerçeve, adaptif ajan davranışlarını sistem geneli performansıyla formel olarak ilişkilendirerek; doğrusal olmayan yapılar, belirsizlik ve belirgin dinamiklerle karakterize edilen karmaşık sistemlerin analizi için ölçeklenebilir ve genişletilebilir bir metodolojik temel sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ajan Tabanlı Modelleme, Simülasyon Tabanlı Analiz, Optimizasyon Algoritmaları, Yapay Zekâ Tabanlı Karar Sistemleri, Akıllı Karar Destek Sistemleri.

JEL Kodları: C63, C61, C88, C73, C45.

Fatih Cemil ÖZBUĞDAY

Ph.D.; Prof.; Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara Türkiye  
fcozbugday@aybu.edu.tr; ORCID: 0000-0001-5841-4343.

---

## **Moment Inequality Estimators in Competition Analysis: A Practitioner's Guide with Synthetic Data Applications**

Moment inequality estimators have become a central tool in empirical industrial organization yet remain largely inaccessible to competition policy practitioners. This paper provides a self-contained tutorial on moment inequality methods for antitrust economists, competition authorities, and economic consultancies. I explain the conceptual shift from point identification to set identification, present the mathematical foundations in competition-relevant terms, and provide an implementation template adapted from Canay, Illanes, and Velez (2023). Two synthetic data applications illustrate the methods in core antitrust settings: (i) a two-player entry game with multiple equilibria, following Ciliberto and Tamer (2009), where the identified set for competitive-effect parameters is constructed via proper probability bounds over the multiplicity region; and (ii) a stylized logit demand example with an unknown outside-good share, where valid unconditional moments bound the price coefficient and the resulting confidence set is projected into post-merger price effects. Both applications are implemented in Python with valid critical-value computations. I discuss extensions to collusion screening, market definition, and dynamic entry, and address when moment inequality methods outperform standard techniques and how to communicate set-identified results in enforcement proceedings.

Keywords: Moment Inequalities, Partial Identification, Competition Policy.

JEL Codes: C12, C13, C51, L13, L40, L41.

## Rekabet Analizinde Moment Eşitsizliği Tahmincileri: Sentetik Veri Uygulamalı Uygulamacı Kılavuzu

Beklem eşitsizliği tahmincileri, ampirik endüstriyel organizasyon alanında temel bir araç haline gelmiş olsa da rekabet politikası uygulayıcıları için büyük ölçüde erişilemez durumdadır. Bu makale; antitröst ekonomistleri, rekabet otoriteleri ve ekonomik danışmanlık firmaları için beklem eşitsizliği yöntemleri üzerine kendi içinde bütünlüğe sahip kapsamlı bir kılavuz sunmaktadır. Çalışmada, nokta özdeşlemesinden (point identification) küme özdeşlemesine (set identification) yönelik kavramsal geçiş açıklanmakta, matematiksel temeller rekabet bağlamına uygun terimlerle verilmekte ve Canay, Illanes ve Velez'den (2023) uyarlanan bir uygulama şablonu sunulmaktadır. Söz konusu yöntemler, temel antitröst senaryolarında iki sentetik veri uygulaması aracılığıyla örneklendirilmektedir. (i) İki oyunculu bir pazara giriş oyunu: Ciliberto ve Tamer (2009) izlenerek kurgulanan ve birden fazla dengenin (çoklu denge) oluşabileceği bir modeldir. Bu modelde rekabetçi etki parametreleri, çokluluk bölgesi (multiplicity region) üzerinde uygun olasılık sınırları kurularak tanımlanır. (ii) Stilize edilmiş bir logit talep örneği: Dışsal mal payının (outside-good share) bilinmediği bir modeldir. Bu örnekte, geçerli koşulsuz beklemler fiyat katsayısına bir sınır çizer; ardından elde edilen bu güven kümesi kullanılarak birleşme sonrası fiyat etkileri tahmin edilir. Her iki uygulama da geçerli kritik değer hesaplamaları ile birlikte Python'da hayata geçirilmiştir. Son olarak, yöntemlerin gizli anlaşma taraması, pazar tanımı ve dinamik pazara giriş konularındaki uzantıları tartışılmakta; beklem eşitsizliği yöntemlerinin hangi durumlarda standart tekniklerden daha iyi performans gösterdiği ve kümesel olarak tanımlanmış sonuçların hukuki yaptırım süreçlerinde nasıl aktarılacağı ele alınmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Moment Eşitsizlikleri, Kısmi Tanımlama, Rekabet Politikası.

JEL Kodları: C12, C13, C51, L13, L40, L41.

Erdem BAŞÇI

Ph.D.; Prof.; TED University, Ankara, Türkiye

erdem.basci@tedu.edu.tr; ORCID: 0000-0003-4246-6207.

## Reinforcement Learning in Dynamic Economic Analysis

This paper focuses on applications of reinforcement learning methods in dynamic economic analysis. Since Thomas Sargent's seminal book (Sargent, 1994) titled "Bounded Rationality in Macroeconomics", the computational techniques for reinforcement learning have developed substantially. Yet the applications of these techniques to dynamic economic analysis have been surprisingly limited. We first conduct a survey of the literature on reinforcement learning methods that are suitable for modelling the behavior of economic agents in dynamic settings. Secondly, we review the literature on applications of reinforcement learning (especially Q-learning theory) in monetary equilibrium selection and propose further research in this area. Thirdly, we review the literature on price competition in dynamic oligopoly settings. Finally, we suggest avenues for further research, to use this analytical approach in topics of macroeconomic theory, such as the determination of the optimal inflation target.

Keywords: Dynamic Programming, Q-Learning, Reinforcement Learning, Dynamic Economic Analysis.

JEL Codes: C73, D83, E31, E32, E37, E47, L13.

## Dinamik Ekonomik Analizde Takviyeli Öğrenme

Bu makale, dinamik ekonomik analizde takviyeli öğrenme yöntemlerinin uygulamalarına odaklanmaktadır. Thomas Sargent'in "Makroekonomide Sınırlı Rasyonellik" başlıklı çığır açan kitabından (Sargent, 1994) bu yana, takviyeli öğrenme için hesaplama teknikleri önemli ölçüde gelişmiştir. Bununla birlikte, bu tekniklerin dinamik ekonomik analize uygulanması şaşkıncı derecede sınırlı kalmıştır. Bu çalışmada ilk olarak, dinamik ortamlarda ekonomik aktörlerin davranışlarını modellemek için uygun olan takviyeli öğrenme yöntemleri üzerine literatür taraması yapıyoruz. İkinci olarak, parasal denge seçimi alanında takviyeli öğrenmenin (özellikle Q-öğrenme teorisi) uygulamaları üzerine literatürü inceliyor ve bu alanda daha fazla araştırma öneriyoruz. Üçüncü olarak, dinamik oligopol ortamlarında fiyat rekabeti üzerine literatürü inceliyoruz. Son olarak, bu analitik yaklaşımı makroekonomik teori konularında, örneğin optimal enflasyon hedefinin belirlenmesinde, kullanmak için önerilerde bulunuyoruz.

Anahtar Kelimeler: Dinamik Programlama, Q-Öğrenmesi, Takviyeli Öğrenme, Dinamik Ekonomik Analiz.

JEL Kodları: C73, D83, E31, E32, E37, E47, L13.

Emre AYIKLAR

Econometric Research Association, Ankara, Türkiye  
emre.ayiklar39@gmail.com; ORCID: 0009-0004-6113-2952.

Sıdıka BAŞÇI

Ph.D.; Assoc. Prof.; Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye  
sidika.basci@aybu.edu.tr; ORCID: 0000-0002-6749-9809.

---

### Intragroup Social Network Analysis Using Sociogram Techniques

This article uses the sociogram technique to examine the relationship structure among a group of individuals. Sociograms allow for the analysis of interaction networks by visualizing the preferences individuals have for each other. Participants were asked to indicate their preferred (favorite) and neutral individuals based on specific criteria. A relationship matrix was created using the resulting data. This matrix was then used to position individuals within the group. The data showed that some participants were highly preferred, occupying a central role within the group. Others, having less interaction with their environment, were in a more peripheral position. Additionally, the data indicates strong social ties and subgroup formations. Conversely, participants who were less preferred or not preferred at all were in a socially isolated position. In conclusion, the sociogram technique makes a significant contribution to understanding the relationships within a group.

Keywords: Relationship Matrix, Sociogram, Group Dynamics.

JEL Codes: D85.

### Sosyogram Teknikleri Kullanılarak Grup İçi Sosyal Ağ Analizi

Bu makale, bir grup birey arasındaki ilişki yapısını incelemek adına sosyogram tekniğini kullanmaktadır. Sosyogram, bireylerin aralarındaki tercihlerini görselleştirerek aralarındaki etkileşim ağını analiz etmeye olanak tanır. Makale, katılımcılardan belirli ölçütlere göre tercih ettikleri (favori) ve nötr olarak tanımladıkları bireyleri belirtmeleri talep edilmiştir. Çalışma sonucunda çıkan verilerden yararlanılarak ilişki matrisi oluşturulmuştur. Bu yapı kullanılarak, bireyler grup içinde konumlandırılmıştır. Veriler, bazı katılımcıların yüksek oranda tercih edilerek grup içerisinde merkezi bir rol aldığını göstermiştir. Bazı katılımcılar ise, çevresiyle daha az etkileşim içerisinde bulunduğundan dolayı daha çevresel bir konumda yer almışlardır. Ek olarak, karşılıklı olarak elde edilen veriler sayesinde, güçlü sosyal bağların ve alt grup oluşumlarını işaret etmektedir. Buna karşılık, daha az sayıda tercih edilen ya da hiç kimse tarafından tercih edilmeyen katılımcılar sosyal olarak izole bir konumdadırlar. Sonuç olarak, sosyogram tekniği bir grup içerisinde yer alan ilişkileri anlamlandırma konusunda önemli bir katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: İlişki Matrisi, Sosyogram, Grup Dinamikleri

JEL Kodları: D85

Bige KÜÇÜKEFE

Ph.D.; Assoc. Prof.; Tekirdağ Namık Kemal University, Tekirdağ, Türkiye  
bkucukefe@nku.edu.tr; ORCID: 0000-0003-1945-3037.

---

## **Deep Unsupervised Anomaly Detection in ODS Trade Data: A Variational Autoencoder Approach**

The enforcement of international environmental agreements increasingly depends on the ability to monitor large-scale trade data in real time. Ozone-depleting substances (ODS), regulated under the Montreal Protocol, may be concealed within legitimate global trade flows through misclassification, ambiguous product descriptions, and anomalous pricing patterns. Traditional rule-based or threshold-based detection systems are limited in identifying complex, multi-dimensional irregularities in high-volume customs datasets. This study proposes a deep unsupervised anomaly detection framework based on a Variational Autoencoder (VAE) to identify high-risk ODS-related trade transactions without requiring labeled illicit data. Using large-scale trade records derived from international customs statistics, we construct a feature space integrating shipment value, net weight, price-per-kilogram indicators, HS classification codes, country-pair information, and textual commodity descriptions. The VAE learns latent representations of normal trade behavior and assigns anomaly scores based on reconstruction error and probabilistic divergence. High-risk transactions are identified through percentile-based thresholding and compared against traditional unsupervised baselines, including Isolation Forest and price-based outlier detection. The results indicate that the VAE framework captures non-linear and multi-feature irregularities that are not fully detected by classical methods. High anomaly scores cluster around specific trade corridors and product categories, particularly where high-value-low-weight combinations and vague descriptions co-occur. Simulation of inspection allocation suggests that anomaly-based prioritization substantially improves the efficiency of enforcement screening relative to random selection. By demonstrating how deep unsupervised learning can transform raw trade data into actionable risk signals, this study contributes to the growing literature on AI-driven regulatory monitoring and the economic efficiency of public enforcement systems.

Keywords: Autoencoder, Anomaly Detection, Unsupervised Learning.  
JEL Codes: C45, F18, Q56.

## OTİM Ticaret Verilerinde Derin Denetimsiz Anomali Tespiti: Varyasyonel Oto-kodlayıcı Yaklaşımı

Uluslararası çevre anlaşmalarının uygulanması, giderek artan bir şekilde büyük ölçekli ticaret verilerini gerçek zamanlı olarak izleme yeteneğine bağlı hale gelmektedir. Montreal Protokolü kapsamında düzenlenen Ozon Tabakasını İncelten Maddeler (OTİM); yanlış sınıflandırma, belirsiz ürün tanımları ve anomali içeren fiyatlandırma modelleri yoluyla yasal küresel ticaret akışları içerisine gizlenebilmektedir. Geleneksel kural tabanlı veya eşik tabanlı tespit sistemleri, yüksek hacimli gümrük veri setlerindeki karmaşık ve çok boyutlu düzensizlikleri belirlemede sınırlı kalmaktadır. Bu çalışma, etiketlenmiş yasa dışı veriye ihtiyaç duymadan, yüksek riskli OTİM kaynaklı ticaret işlemlerini belirlemek amacıyla Varyasyonel Otokodlayıcıya (VAE) dayalı derin bir gözetimsiz anomali tespit çerçevesi önermektedir. Uluslararası gümrük istatistiklerinden elde edilen büyük ölçekli ticaret kayıtları kullanılarak; sevkiyat değeri, net ağırlık, kilogram başına fiyat göstergeleri, HS (Harmonize Sistem) sınıflandırma kodları, ülke çifti bilgileri ve metinsel mal tanımlarını entegre eden bir özellikli uzayı oluşturulmuştur. VAE, normal ticaret davranışının gizli temsillerini öğrenmekte ve yeniden yapılandırma hatası ile olasılıksal sapmaya dayalı olarak anomali puanları atamaktadır. Yüksek riskli işlemler, yüzdelik tabanlı eşikleme yoluyla belirlenmiş ve İzolasyon Ormanı (Isolation Forest) ile fiyat tabanlı aykırı değer tespiti dahil olmak üzere geleneksel gözetimsiz temel yöntemlerle karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, VAE çerçevesinin klasik yöntemlerle tam olarak tespit edilemeyen doğrusal olmayan ve çok özellikli düzensizlikleri yakaladığını göstermektedir. Yüksek anomali puanları, özellikle yüksek değer-düşük ağırlık kombinasyonlarının ve belirsiz tanımlamaların bir arada bulunduğu belirli ticaret koridorları ve ürün kategorileri etrafında kümelenmektedir. Denetim tahsisine ilişkin simülasyon, anomaliye dayalı önceliklendirmenin, rastgele seçime kıyasla denetim taramasının verimliliğini önemli ölçüde artırdığını ortaya koymaktadır. Derin gözetimsiz öğrenmenin ham ticaret verilerini nasıl eyleme geçirilebilir risk sinyallerine dönüştürebileceğini gösteren bu çalışma, yapay zekâ destekli düzenleyici izleme ve kamu uygulama sistemlerinin ekonomik verimliliği üzerine büyüyen literatüre katkıda bulunmaktadır.

Keywords: Oto-Kodlayıcı, Anomali Tespiti, Denetimsiz Öğrenme.

JEL Kodları: C45, F18, Q56.

## Aybüke MİNTEMÜR

M.S.; Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye  
aybuke.mntmr@gmail.com; ORCID: 5188-9630-0405-1654.

## Sıdika BAŞÇI

Ph.D.; Assoc. Prof.; Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye  
sidika.basci@aybu.edu.tr; ORCID: 0000-0002-6749-9809.

---

### **Demand Deficiency and Inflation In G20 Countries**

In the literature, numerous studies examine the link between inflation and real GDP growth. In this study, however, we use the nominal GDP growth rate as a proxy for inflation, given their close relation. We analyze this connection across G20 countries over the period from 1990 to 2023. Başççı and Başççı (2007) investigated a similar question for G7 countries and found that nominal and real GDP growth moves from positive to flat over time. In contrast, the preliminary visual inspection of the data for G20 countries suggest different patterns. To formally test for the presence of two-regime nonlinearity, we employ the Sup F test proposed by Andrews (1993). This test assumes homoskedasticity for unknown structural breaks. To relax this assumption, we utilize the Sup MZ test developed by Ahmed et al. (2017), which allows heteroskedastic conditions. The findings of this study may have important implications for ongoing policy debates on nominal GDP targeting.

Keywords: Inflation, Nominal and Real Growth Rates, Unknown Structural Break Tests  
JEL Codes: E31, C52.

### **G20 Ülkelerinde Talep Yetersizliği ve Enflasyon**

Literatürde, enflasyon ile reel GSYH büyüme arasındaki bağlantıyı inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada ise, aralarındaki yakın ilişki nedeniyle enflasyon yerine farklı bir değişken olarak nominal GSYH büyüme oranı kullanılmaktadır. Bu ilişki, 1990–2023 yılları arasında G20 ülkeleri için analiz edilmektedir. Başççı ve Başççı (2007), aynı ilişkiyi G7 ülkeleri için incelemiş ve nominal GSYH büyüme ile reel GSYH büyüme arasında pozitiften yataya doğru bir evrilme olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşılık, G20 ülkelerine ait verilerin görsel incelemesi bazı farklılıklara işaret etmektedir. İki rejimli doğrusal olmayan yapının varlığını test etmek amacıyla Andrews (1993) tarafından önerilen Sup F testi kullanılmaktadır. Bu test, bilinmeyen yapısal kırılmalar için homoskedastisite varsayımına dayanmaktadır. Bu varsayımı ortadan kaldırmak amacıyla, heteroskedastisiteye izin veren ve bilinmeyen kırılma noktalarını dikkate alan Ahmed vd. (2017) tarafından geliştirilen Sup MZ testi de kullanılmaktadır. Elde edilen bulgular, nominal GSYH hedeflemesine ilişkin süregelen politika tartışmaları açısından önemli çıkarımlar sunabilir.

Anahtar Kelimeler: Enflasyon, Nominal ve Reel Büyüme Oranları, Bilinmeyen Yapısal Kırılma Testleri  
JEL Kodları: E31, C52.

Feyza ÜNAL

M.Sc. Student; TED University, Ankara, Türkiye  
feyza.unal@tedu.edu.tr; ORCID: 0009-0005-0505-8396.

Veli Emre SAVAŞ

M.Sc. Student; TED University, Ankara, Türkiye  
vemre.savas@tedu.edu.tr; ORCID: 0009-0003-5677-4507.

Hakan EMEKÇİ

Ph.D.; Assoc. Prof.; TED University, Ankara, Türkiye  
hakan.emekci@tedu.edu.tr; ORCID: 0000-0002-4074-5600.

---

### **Lighting Up Development: Do Human Development Indicators Drive Nighttime Light Intensity Across Indian States**

This empirical study examines the determinants of nighttime light intensity as a proxy for economic activity across twenty-nine Indian states over the period 2000–2022, constituting one of the largest subnational panel datasets employed in this literature. The explanatory variables include mean years of schooling, life expectancy, population density, lagged nighttime light intensity, urbanization rate, gross state domestic product, and an interaction term between urbanization and mean years of schooling. Ladakh and Jammu & Kashmir are treated as a single administrative unit following the 2019 reorganization. Estimation proceeds via a dynamic two-way fixed effects panel specification with state and time fixed effects, using a mixed log-level OLS; logarithmic transformations are applied to nighttime light intensity, its lag, gross state domestic product, and population density to improve distributional normality and facilitate coefficient interpretation. Nighttime lights are taken from the LRCC-DVNL dataset, gross state domestic product and urbanization figures from the Reserve Bank of India, mean years of schooling and life expectancy from Global Data Lab, and population density from gridded World Population data aggregated to state boundaries. This study utilizes continuous light data between the given years with a new light dataset for to jointly examine the effects of human capital, demographics, urbanization, and gross state domestic product on the nighttime light intensity at the state level in India employing large, unbalanced panel dataset not found in the existing literature. The results are expected to illustrate that these factors contribute to uneven development among Indian states.

Keywords: Nighttime Lights, Unbalanced Panel Data, Two-Way Fixed Effect, Semi-Log Model, India

JEL Codes: C33, O11, O47, R11.

## Kalkınmayı Aydınlatmak: İnsani Gelişme Göstergeleri Hindistan'ın Eyaletlerinde Gece Işığı Yoğunluğunu Etkiliyor mu?

Bu ampirik çalışma, yirmi dokuz Hindistan eyaleti genelinde 2000–2022 dönemini kapsayan ve bu literatürde kullanılan en büyük alt-ulusal panel veri setlerinden birini teşkil eden, ekonomik faaliyetin bir göstergesi (proxy) olarak gece ışığı yoğunluğunun belirleyicilerini incelemektedir. Açıklayıcı değişkenler; ortalama okulda kalma süresi, yaşam beklentisi, nüfus yoğunluğu, gecikmeli gece ışığı yoğunluğu, kentleşme oranı, brüt eyalet içi hasıla ve kentleşme ile ortalama okulda kalma süresi arasındaki bir etkileşim terimini içermektedir. Ladakh ile Jammu & Keşmir, 2019 reorganizasyonu (yeniden yapılandırma) sonrasında tek bir idari birim olarak ele alınmıştır. Tahminleme işlemi; eyalet ve zaman sabit etkilerine sahip, karma bir log-düzey OLS (En Küçük Kareler) kullanan dinamik bir iki yönlü sabit etkili panel spesifikasyonu aracılığıyla ilerlemektedir; dağılımsal normalliği iyileştirmek ve katsayı yorumlamasını kolaylaştırmak için gece ışığı yoğunluğuna, onun gecikmeli değerine, brüt eyalet içi hasılaya ve nüfus yoğunluğuna logaritmik dönüşümler uygulanmıştır. Gece ışıkları LRCC-DVNL veri setinden, brüt eyalet içi hasıla ve kentleşme rakamları Hindistan Rezerv Bankası'ndan (Reserve Bank of India), ortalama okulda kalma süresi ve yaşam beklentisi Global Data Lab'den ve nüfus yoğunluğu eyalet sınırlarına göre kümelenmiş ızgaralı (gridded) Dünya Nüfus verilerinden alınmıştır. Bu çalışma, Hindistan'daki eyalet düzeyinde beşerî sermaye, demografi, kentleşme ve brüt eyalet içi hasılanın gece ışığı yoğunluğu üzerindeki etkilerini birlikte incelemek için söz konusu yıllar arasındaki sürekli ışık verilerini, mevcut literatürde bulunmayan geniş ve dengesiz bir panel veri seti kullanarak kullanmaktadır. Sonuçların, bu faktörlerin Hindistan eyaletleri arasındaki dengesiz kalkınmaya katkıda bulunduğunu göstermesi beklenmektedir.

Keywords: Gece Işıkları, Dengesiz Panel Veri, İki Yönlü Sabit Etki, Yarı-Logaritmik Model, Hindistan.

JEL Kodları: C33, O11, O47, R11.

Mehmet Orkun APAYDIN

M.S.; TED University, Ankara, Türkiye

morkun.apaydin@tedu.edu.tr; ORCID: 0009-0005-2780-1152.

Hakan EMEKÇİ

Ph.D.; Assoc. Prof.; TED University, Ankara, Türkiye

hakan.emekci@tedu.edu.tr; ORCID: 0000-0002-4074-5600.

## **Do the Central Bank Independence and Democracy Have Impact on the Level of Inflation for G20 Countries?**

This paper investigates the joint impact of central bank independence and democracy on inflation across G20 countries. While existing studies typically examine monetary or political factors in isolation, we provide a unified framework that captures their combined effects. Using panel data from 1991 to 2023, we estimate a dynamic model incorporating central bank independence, democracy, broad money (M3), and real GDP. Our findings reveal that central bank independence plays a robust and stabilizing role in reducing inflation across all specifications, whereas the effect of democracy is heterogeneous and context dependent. Moreover, monetary expansion significantly fuels inflation, while real GDP growth mitigates inflationary pressures. To strengthen the empirical validity, we complement our econometric analysis with machine learning techniques, including Lasso, Ridge, and Elastic Net, which confirm the robustness of our results. By jointly modeling political institutions and monetary dynamics, this study offers novel and comprehensive evidence on the structural determinants of inflation in major global economies.

Keywords: Inflation, Central Bank Independence, Democracy.

JEL Codes: E58, E31, P16, E52, C52, O57

## **Merkez Bankası Bağımsızlığı ve Demokrasinin G20 Ülkelerinde Enflasyon Düzeyi Üzerinde Etkisi Var mı?**

Bu çalışma, merkez bankası bağımsızlığı ve demokrasinin G20 ülkelerindeki enflasyon üzerindeki ortak etkisini araştırmaktadır. Mevcut çalışmalar genellikle parasal veya siyasi faktörleri birbirinden bağımsız olarak incelerken, biz bu faktörlerin birleşik etkilerini kapsayan bütünleşik bir çerçeve sunmaktayız. 1991'den 2023'e kadar olan panel verilerini kullanarak; merkez bankası bağımsızlığı, demokrasi, geniş para arzı (M3) ve reel GSYH'yi içeren dinamik bir model tahmin ediyoruz. Bulgularımız, merkez bankası bağımsızlığının tüm modellerde enflasyonu düşürmede güçlü ve istikrar sağlayıcı bir rol oynadığını, buna karşın demokrasinin etkisinin heterojen ve bağlama bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, parasal genişleme enflasyonu önemli ölçüde körüklerken, reel GSYH büyümesi enflasyonist baskıları hafifletmektedir. Ampirik geçerliliği güçlendirmek amacıyla ekonometrik analizimizi, sonuçlarımızın sağlamlığını teyit eden Lasso, Ridge ve Elastic Net gibi makine öğrenmesi teknikleriyle destekliyoruz. Siyasi kurumları ve parasal dinamikleri birlikte modelleyen bu çalışma, dünyanın başlıca ekonomilerinde enflasyonun yapısal belirleyicilerine dair yeni ve kapsamlı kanıtlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enflasyon, Merkez Bankası Bağımsızlığı, Demokrasi.

JEL Kodları: E58, E31, P16, E52, C52, O57

Murad TİRYAKİOĞLU

Ph.D.; Assoc. Prof.; Afyon Kocatepe University, Afyon, Türkiye  
tiryakioglum@aku.edu.tr; ORCID: 0000-0002-1874-0678.

---

## **AI and Emergency Data Governance in the Age of Polycrisis: A Framework from a Development Economics Perspective**

In the age of polycrisis, climate change, extreme weather events, and forced migration generate mutually reinforcing structural shocks that erode development gains, particularly in developing countries. This study examines the growing use of artificial intelligence (AI) in emergency management—such as early warning systems, post-disaster aid allocation, and the modeling of migration flows—from a development economics perspective and proposes a conceptual and operational framework for “emergency data governance.” This framework encompasses institutional mechanisms that regulate data collection, processing, and use across public, private, and civil society actors. While current policy discourse often presents AI as an effective and neutral solution, it fails to sufficiently address three critical risks. First, inequalities in access to data infrastructure and specialized human capital increase external dependence in developing countries, weakening data sovereignty and reinforcing vendor lock-in dynamics. Second, the retention and storage of sensitive data (e.g., location, health, and identity) collected during emergencies without adequate safeguards may enable its repurposing for surveillance and discrimination in non-emergency contexts. Third, data gaps and biases embedded in AI systems can lead to the exclusion of vulnerable groups from assistance mechanisms. This study conceptualizes AI as a tool that should be aligned with the right to development, climate justice, and human dignity, and proposes four core principles for emergency data governance: (i) transparency and accountability, including algorithmic auditing and open model documentation; (ii) time-bound data retention and deletion protocols that ensure a clear separation between emergency and non-emergency data use; (iii) technology transfer models that support local capacity building through open-source and shared infrastructures; and (iv) institutional mechanisms for representation that ensure the meaningful participation of affected communities. In conclusion, although AI offers significant opportunities, it also carries the risk of reproducing existing global inequalities. A development economics perspective highlights that AI is not a neutral technology, but a political and economic tool that requires careful and deliberate regulation.

Keywords: Development Economics, Data Justice, Emergency Data Governance, Inequality, Climate Justice.

JEL Codes: D63, O15, O20.

## Çoklu Krizler Çağında Yapay Zekâ ve Acil Durum Veri Yönetişimi: Kalkınma Ekonomisi Perspektifinden Bir Çerçeve

Çoklu krizler çağında iklim değişikliği, aşırı hava olayları ve zorunlu göç, özellikle gelişmekte olan ülkelerde kalkınma kazanımlarını aşındıran ve birbirini tetikleyen yapısal şoklar üretmektedir. Bu çalışma, acil durum yönetiminde yaygınlaşan yapay zekâ (YZ) uygulamalarını—erken uyarı sistemleri, afet sonrası yardım tahsisi ve göç akışlarının modellenmesi—kalkınma ekonomisi perspektifinden analiz etmekte ve “acil durum veri yönetişimi” için kavramsal ve operasyonel bir çerçeve önermektedir. Bu çerçeve, kamu, özel sektör ve sivil toplum aktörleri arasında veri toplama, işleme ve kullanım süreçlerini düzenleyen kurumsal mekanizmaları kapsamaktadır. Mevcut politika söylemi YZ'yi etkin ve tarafsız bir çözüm olarak sunarken üç kritik riski yeterince dikkate almamaktadır. Birincisi, veri altyapısı ve uzman insan kaynağına erişimdeki eşitsizlikler, gelişmekte olan ülkelerde dışa bağımlılığı artırarak veri egemenliğini zayıflatmakta ve “vendor lock-in” dinamiklerini güçlendirmektedir. İkincisi, acil durumlarda toplanan hassas verilerin (konum, sağlık, kimlik) yeterli güvenceler olmaksızın saklanması, bu verilerin normal dönemlerde gözetim ve ayrımcılık amacıyla yeniden kullanımına yol açabilmektedir. Üçüncüsü, YZ sistemlerindeki veri eksiklikleri ve önyargılar, kırılgan grupların yardım mekanizmaları dışında kalmasına neden olabilmektedir. Bu çalışma, YZ'yi kalkınma hakkı, iklim adaleti ve insan onurunu önceleyen bir araç olarak konumlandırmakta ve acil durum veri yönetişimi için dört ilke önermektedir: (i) algoritmik denetim ve açık model dokümantasyonunu içeren şeffaflık ve hesap verebilirlik, (ii) afet ve normal dönem veri kullanımı arasında net ayrım sağlayan zaman sınırlı veri saklama ve silme protokolleri, (iii) açık kaynak ve ortak altyapılar yoluyla yerel kapasite inşasını destekleyen teknoloji transferi, (iv) etkilenen toplulukların katılımını sağlayan kurumsal temsil mekanizmaları. Sonuç olarak, YZ önemli fırsatlar sunmakla birlikte mevcut küresel eşitsizlikleri yeniden üretme riski taşımaktadır. Kalkınma ekonomisi perspektifi, YZ'nin nötr bir teknoloji değil, dikkatle düzenlenmesi gereken bir politik-ekonomik araç olduğunu vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kalkınma Ekonomisi, Veri Adaleti, Acil Durum Veri Yönetişimi, Eşitsizlik, İklim Adaleti.

JEL Kodları: D63, O15, O20.

## Cumhur ÇİÇEKÇİ

Ph.D.; Türkiye Ministry of Treasury and Finance, Ankara, Türkiye  
ccicekci@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2184-1824.

## Yusuf Ömür YILMAZ

Ph.D.; Asst. Prof.; Mardin Artuklu University, Mardin, Türkiye  
yusufomuryilmaz@hotmail.com; ORCID: 0000-0001-9486-1618.

### **Artificial Intelligence Shocks in a New Keynesian Framework: The Displacement, Productivity, and Reinstatement Channels**

This chapter incorporates three AI-related shocks into a New Keynesian DSGE model: the displacement channel, through which AI automates existing tasks and initially reduces labor demand, wages, and employment; the productivity channel, through which AI enhances total factor productivity, raising output, incomes, and indirect labor demand; and the reinstatement channel, through which AI generates new labor-complementary tasks, restoring and potentially expanding employment and the labor share. We present impulse response functions for output, investment, hours worked, wages, unemployment, inflation, and the labor share in response to these persistent shocks. Moreover, we discuss the macroeconomic significance of each shock and their transmission mechanisms. Finally, we draw out the main policy implications of AI-driven structural change.

Keywords: New Keynesian Model, Artificial Intelligence, Displacement, Productivity, Reinstatement.

JEL Codes: C68, E32, O33, E24

### **Yeni Keynesyen Bir Çerçeve de Yapay Zekâ Şokları: İkame, Verimlilik ve Yeniden İstihdam Kanalları**

Bu makale, Yeni Keynesyen bir DSGE modeline yapay zekâyâ (YZ) ilişkin üç şok kanalını dâhil etmektedir: yerinden etme (displacement) kanalı, YZ'nin mevcut görevleri otomatikleştirerek başlangıçta emek talebini, ücretleri ve istihdamı azaltmasını; verimlilik (productivity) kanalı, YZ'nin toplam faktör verimliliğini artırarak üretimi, gelirleri ve dolaylı emek talebini yükseltmesini; ve yeniden tesis (reinstatement) kanalı, YZ'nin emekle tamamlayıcı yeni görevler yaratarak istihdamı ve emek payını yeniden artırmasını (hatta genişletmesini) ifade etmektedir. Bu kalıcı şoklara karşılık olarak üretim, yatırım, çalışılan saatler, ücretler, işsizlik, enflasyon ve emek payı için etki-tepki fonksiyonları (impulse response functions) sunulmaktadır. Ayrıca, her bir şokun makroekonomik önemi ve aktarım mekanizmaları tartışılmaktadır. Son olarak, YZ kaynaklı yapısal dönüşümün temel politika çıkarımları ortaya konulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yeni Keynesyen Model, Yapay Zekâ, İkame, Verimlilik, Yeniden İstihdam.

JEL Kodları: C68, E32, O33, E24

Muhammed RAHMETULLAH

M.S.; Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye

rahmatullahmohammed2003@gmail.com; ORCID: 0009-0005-9784-6866.

## **How Blockchain Is Transforming Digital Finance: A Comparative Analysis between Türkiye and Germany**

Blockchain technology has progressed from a novel notion in bitcoin to a widely used system in nations throughout the world, encompassing a wider range of industries, including agriculture. The decentralized nature of blockchain allows for increased transparency, cheaper transaction costs, and greater financial inclusion. This study reveals a comparative analysis of the applications of tokenized stocks, blockchain adoption, and fintech ecosystem between two countries, an emerging one, Türkiye, and a developed country, Germany, based on studies conducted between 2019 and 2025, to see how they differed in their approaches to implementation as Germany taking the lead in government adoption and Türkiye being the lead in fast adoption of innovations, as well as how each of the countries can learn from the other by presenting similarities and differences that will guide this research paper.

Keywords: Blockchain, Digitalization, Defi, Germany, Türkiye, Digital Finance, Regulation, Tokenized Stocks, Fintech.

JEL Codes: G21, O33, F36.

## **Blokszincir Dijital Finansı Nasıl Dönüştürüyor: Türkiye ve Almanya Arasında Karşılaştırmalı Bir Analiz**

Blokszincir teknolojisi, Bitcoin ile ortaya çıkan yeni bir kavram olmaktan çıkıp, tarım da dahil olmak üzere çok daha geniş bir sektör yelpazesini kapsayarak dünya genelinde yaygın kullanılan bir sistem haline gelmiştir. Blokszincirin merkeziyetsiz yapısı; şeffaflığın artmasına, işlem maliyetlerinin düşmesine ve finansal kapsayıcılığın güçlenmesine olanak tanır. Bu çalışma, 2019-2025 yılları arasında gerçekleştirilen araştırmalara dayanarak; gelişmekte olan bir ülke olan Türkiye ile gelişmiş bir ülke olan Almanya arasındaki tokenize hisse senedi uygulamaları, blokszincir benimsenmesi ve fintek ekosistemine yönelik karşılaştırmalı bir analiz sunmaktadır. Çalışma, Almanya'nın devlet düzeyinde benimsenmesi, Türkiye'nin ise yeniliklerin hızlı adaptasyonu konularında öncü rollerini ele alarak, bu iki ülkenin uygulama yaklaşımlarındaki farklılıkları incelemekte; ayrıca sunduğu benzerlikler ve farklılıklar aracılığıyla ülkelerin birbirinden neler öğrenebileceğini ortaya koyarak araştırmaya yön vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Blokszinciri, Dijitalleşme, DeFi, Almanya, Türkiye, Dijital Finans, Düzenleme, Tokenize Hisseler, Fintech.

JEL Kodları: G21, O33, F36.

Selman DAL

Central Bank of The Republic of Türkiye  
sd3007@columbia.edu; ORCID: 0009-0008-8959-1025.

Seyid Fahri MAHMUD

Ph.D.; Assoc. Prof.; Social Sciences University of Ankara, Ankara, Türkiye  
seyidfahri.mahmud@asbu.edu.tr; ORCID: 0000-0002-0355-4514.

---

### **The Role of Banks' Lending Standards in Determining Creditworthiness of Firms: Evidence from Turkish Banks**

This study investigates the interplay between bank lending standards and credit scoring behavior of Turkish banks to SMEs. A Logistic Regression Model has been used by employing CBRT bank and firm-level micro data for the 2017Q1 – 2024Q2 period. First, one of the primary findings of the study shows that easing lending standards supported by excess liquidity conditions of banks significantly contributes to increasing probability of getting a better credit score. Second, we find that this relationship is stronger with the public banks as compared to private banks. Third, the results show that one of the important determinants of the probability of better credit score in addition to lending standards is the 'spread' between CBRT Average Funding Rate and Fed Funds Rate. A number of recent studies have shown that the presence of higher dependence on volatile capital flows in emerging markets may compromise the effectiveness of domestic monetary policy in ensuring financial stability. Third, during 2018 currency crisis, banks seem to adopt more risk-averse lending strategies. Finally, firm-level analysis suggests that banks tend to give higher scores to relatively larger firms during easing lending standards.

Keywords: Banks' Lending Standards, Credit Score, Logistic Regression.

JEL Codes: G32, C25

## Firmaların Kredi Değerliliğinin Belirlenmesinde Banka Kredi Standartlarının Rolü: Türk Bankalarından Kanıtlar

Bu çalışma, Türk bankalarının kredi standartlarındaki değişim ile KOBİ'lere yönelik kredi skorlama davranışları arasındaki etkileşimi incelemektedir. Çalışmada, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) bünyesindeki banka ve firma düzeyindeki mikro veriler kullanılarak 2017Ç1 - 2024Ç2 dönemi için bir Lojistik Regresyon Modeli uygulanmıştır. Çalışmanın temel bulguları şu şekildedir: İlk olarak, bankaların kredi standartlarındaki gevşemenin, bankanın likidite pozisyonu ile desteklendiği durumda, firmaların daha iyi bir kredi skoru alma olasılığının anlamlı ölçüde arttığı gözlemlenmiştir. İkinci olarak, bu ilişkinin kamu bankalarında özel bankalara kıyasla daha güçlü olduğu tespit edilmiştir. Üçüncü olarak sonuçlar; kredi standartlarının yanı sıra, daha iyi bir kredi skoru alma olasılığının önemli belirleyicilerinden birinin de TCMB Ortalama Fonlama Faizi ile Fed Fon Oranı arasındaki "spread" (faiz farkı) olduğunu göstermektedir. Gelişmekte olan piyasalardaki oynak sermaye akımlarına olan yüksek bağımlılığın, finansal istikrarı sağlamada yerel para politikasının etkinliğini zayıflatabileceği son dönemdeki pek çok çalışmada ortaya koyulmuştur. Dördüncü bir bulgu olarak, 2018 döviz krizi sürecinde bankaların riskten kaçınmaya dönük (risk-averse) kredi stratejileri benimsediği görülmektedir. Son olarak, firma düzeyindeki analizler, kredi standartlarının gevşediği dönemlerde bankaların nispeten daha büyük ölçekli firmalara daha yüksek skorlar verme eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kredi Standartları, Kredi Skoru, Lojistik Regresyon.

JEL Kodları: G32, C25.

Abderrahim CHIBI

Ph.D.; Prof.; University Center of Maghnia, Maghnia, Algeria  
chibirahim@yahoo.fr; ORCID: 0000-0001-7565-4656.

Sidi Mohammed CHEKOURI

Ph.D.; Prof.; University Center of Maghnia, Maghnia, Algeria  
chibirahim@yahoo.fr; ORCID: 0000-0001-7565-4656.

Rabia Meriem BENBOUZIANE

Ph.D. Candidate.; Istanbul Technical University, Istanbul, Türkiye  
chibirahim@yahoo.fr; ORCID: 0009-0007-9998-364X.

---

## **Oil Rents, Institutional Quality, and Economic Performance in Algeria: A Machine Learning Investigation of the Resource Curse Hypothesis**

The relationship between natural resource abundance and institutional quality constitutes one of the most debated questions in development economics, with oil-rich countries frequently exhibiting governance deterioration, rent-seeking behavior, and weakened state accountability – a phenomenon widely documented under the resource curse hypothesis. While conventional econometric approaches have advanced our understanding of this nexus, they remain limited in their capacity to capture nonlinear dynamics, complex interaction effects, and structural breaks inherent in the oil-institutions relationship. This paper addresses these limitations by applying a suite of machine learning algorithms – including gradient boosting, random forests, and explainable AI techniques (SHAP decomposition)– to investigate the dynamic relationship between oil rents, institutional quality, and economic performance in Algeria over the period 1990–2023. Drawing on a rich set of variables encompassing oil revenue indicators, World Governance Indicators (WGI), corruption perception indices, fiscal policy measures, and macroeconomic outcomes, the study first deploys supervised learning models to predict institutional quality trajectories as a function of oil rent intensity and price volatility. A feature importance analysis then identifies which dimensions of governance – regulatory quality, rule of law, control of corruption, or government effectiveness – are most systematically affected by oil revenue fluctuations. In a second stage, reinforcement learning simulations are used to model optimal institutional reform pathways under alternative oil price and fiscal scenarios, including the low-carbon transition environment. The empirical results shed new light on the mechanisms through which oil dependence undermines institutional development in Algeria, while identifying windows of opportunity where revenue stabilization and governance reform can be jointly pursued. The paper contributes to the broader literature on the political economy of natural resources by demonstrating that AI-powered analytics can uncover hidden patterns and policy leverage points that traditional econometric methods may overlook.

Keywords: Resource Curse, Oil Rents, Institutional Quality, Algeria, Machine Learning, Explainable AI, Governance, Economic Performance.

JEL Codes: Q32, Q33, O43, D73, C45, O55

## Cezayir'de Petrol Rantları, Kurumsal Kalite ve Ekonomik Performans: Kaynak Laneti Hipotezinin Makine Öğrenmesi ile İncelenmesi

Doğal kaynak bolluğu ile kurumsal kalite arasındaki ilişki, kalkınma ekonomisinin en tartışmalı sorularından birini oluşturmaktadır; zira petrol zengini ülkeler çoğunlukla yönetim bozulması, rant arayışı davranışı ve zayıflayan devlet hesap verebilirliği sergilemekte- bu olgu kaynak laneti hipotezi kapsamında geniş biçimde belgelenmiş bulunmaktadır. Geleneksel ekonometrik yaklaşımlar bu ilişkiye dair anlayışımızı ilerletmiş olsa da petrol-kurumlar ilişkisine içkin doğrusal olmayan dinamikleri, karmaşık etkileşim etkilerini ve yapısal kırılmaları yakalama kapasiteleri bakımından sınırlı kalmaktadır. Bu çalışma, söz konusu sınırlılıkları gidermek amacıyla, 1990-2023 dönemi boyunca Cezayir'deki petrol rantları, kurumsal kalite ve ekonomik performans arasındaki dinamik ilişkiyi araştırmak için gradyan artırma, rastgele ormanlar ve açıklanabilir yapay zekâ teknikleri (SHAP ayrıştırması) dahil olmak üzere bir dizi makine öğrenmesi algoritması uygulamaktadır. Petrol geliri göstergeleri, Dünya Yönetişim Göstergeleri (WGI), yolsuzluk algı endeksleri, maliye politikası ölçütleri ve makroekonomik sonuçları kapsayan zengin bir değişkenler setinden yararlanan çalışma, ilk aşamada petrol rantı yoğunluğu ve fiyat oynaklığının bir fonksiyonu olarak kurumsal kalite yörüngelerini tahmin etmek üzere denetimli öğrenme modelleri kullanmaktadır. Ardından gerçekleştirilen özellik önem analizi, yönetişimin hangi boyutlarının- düzenleyici kalitenin, hukukun üstünlüğünün, yolsuzlukla mücadelenin ya da hükümet etkinliğinin- petrol geliri dalgalanmalarından en sistematik biçimde etkilendiğini tespit etmektedir. İkinci aşamada ise düşük karbonlu dönüşüm ortamı da dahil olmak üzere alternatif petrol fiyatı ve mali senaryolar altında optimal kurumsal reform yollarını modellemek amacıyla pekiştirmeli öğrenme simülasyonlarına başvurulmaktadır. Ampirik bulgular, petrol bağımlılığının Cezayir'de kurumsal gelişimi hangi mekanizmalar aracılığıyla zayıflattığına ilişkin yeni ışık tutarken, gelir istikrarı ve yönetim reformunun birlikte sürdürülebileceği fırsat pencerelerini de ortaya koymaktadır. Çalışma, yapay zekâ destekli analitiğin geleneksel ekonometrik yöntemlerin gözden kaçırabileceği gizli örüntüleri ve politika kaldıraç noktalarını nasıl açığa çıkarabileceğini göstererek doğal kaynakların politik ekonomisine ilişkin daha geniş literatüre katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kaynak Laneti, Petrol Rantları, Kurumsal Kalite, Cezayir, Makine Öğrenmesi, Açıklanabilir Yapay Zekâ, Yönetişim, Ekonomik Performans.

JEL Kodları: Q32, Q33, O43, D73, C45, O55.

**Mahat Maalim IBRAHIM**

Ph.D.; Asst. Prof.; Ibn Haldun University, Istanbul, Türkiye  
mahatibrahim@ihu.edu.tr; ORCID: 0000-0001-8450-7551.

**Salim SAIDY**

Ph.D.; Ibn Haldun University, Istanbul, Türkiye  
salim.saidy@stu.ihu.edu.tr; ORCID: 0000-0003-2867-3429.

**Arab Dahir HASSAN**

Ph.D.; Ibn Haldun University, Istanbul, Türkiye  
arabhassan@ihu.edu.tr; ORCID: 0000-0003-2397-4126.

**Asad Ul Islam KHAN**

Ph.D.; Asst. Prof.; Ibn Haldun University, Istanbul, Türkiye  
mahatibrahim@ihu.edu.tr; ORCID: 0000-0002-5131-5771.

---

**Forecasting Equity Market Returns with Text-Based Cryptocurrency News Sentiment Using Large Language Models and Deep Learning Time Series Models**

The growing linkage between cryptocurrency markets and traditional assets raises the question of whether crypto news sentiment carries predictive information for equity returns. This study examines whether sentiment from Bitcoin and Ethereum news improves forecasts of daily returns of the S&P 500 ETF (SPY). The analysis uses data from April 2023 to February 2026. The equity price series consists of SPY intraday data at one-minute frequency of daily open, high, low, close, and volume (OHLCV) bars. The sentiment dataset includes about 73,000 news articles on Bitcoin and Ethereum. Each article is classified as positive, neutral, or negative using large language models (ChatGPT, Claude, Qwen) to generate numeric scores for price direction, trading activity, and volatility. News items are aligned to trading sessions by assigning within-day news to the same session and shifting all other news to the next market open. This ensures that sentiment enters as a predictor rather than reflecting contemporaneous price movements. Daily sentiment features are used as exogenous inputs alongside lagged price information. The modeling framework applies deep learning architectures for time series forecasting that support exogenous variables. Models are estimated using a walk-forward validation scheme that preserves temporal order. Forecast accuracy is evaluated across multiple horizons. The results evaluate whether LLM-based crypto news sentiment provides incremental predictive value for equity returns and clarify the role of cross-market information flows. The study contributes to the literature on alternative data in finance and offers a replicable framework for integrating text-based signals into forecasting models.

Keywords: News Sentiment, Equity Market Returns, Deep Learning, Cryptocurrencies.  
JEL Codes: C45, G12, C53.

## **Büyük Dil Modelleri ve Derin Öğrenme Zaman Serisi Modelleri Kullanarak Metin Tabanlı Kripto Para Haber Duyarlılığı ile Hisse Senedi Piyasası Getirilerinin Tahmin Edilmesi**

Kripto para piyasaları ile geleneksel varlıklar arasındaki artan bağlantı, kripto haber duyarlılığının hisse senedi getirileri için öngörü gücü taşıyıp taşımadığı sorusunu gündeme getirmektedir. Bu çalışma, Bitcoin ve Ethereum haberlerinden elde edilen duyarlılığın S&P 500 ETF (SPY) günlük getirilerinin tahminlerini iyileştirip iyileştirmediğini incelemektedir. Analiz, Nisan 2023 ile Şubat 2026 dönemine ait verileri kullanmaktadır. Hisse senedi fiyat serisi, SPY'nin bir dakikalık frekansta elde edilen gün içi verilerinden türetilen günlük açılış, en yüksek, en düşük, kapanış ve hacim (OHLCV) serilerinden oluşmaktadır. Duyarlılık veri seti, Bitcoin ve Ethereum hakkında yaklaşık 73.000 haber makalesini içermektedir. Her bir makale, büyük dil modelleri (ChatGPT, Claude, Qwen) kullanılarak pozitif, nötr veya negatif olarak sınıflandırılmakta ve fiyat yönü, işlem aktivitesi ve volatiliteye ilişkin sayısal skorlar üretilmektedir. Haberler, gün içi yayınlananların aynı işlem seansına atanması ve diğer tüm haberlerin bir sonraki piyasa açılışına kaydırılması yoluyla işlem seanslarıyla hizalanmaktadır. Bu yaklaşım, duyarlılığın eş zamanlı fiyat hareketlerini yansıtmak yerine bir öngörücü olarak modele dahil edilmesini sağlamaktadır. Günlük duyarlılık göstergeleri, gecikmeli fiyat bilgileri ile birlikte dışsal değişkenler olarak kullanılmaktadır. Modelleme çerçevesi, dışsal değişkenleri destekleyen derin öğrenme tabanlı zaman serisi tahmin yöntemlerini kullanmaktadır. Modeller, zaman sırasını koruyan ileriye dönük doğrulama yöntemi ile tahmin edilmektedir. Tahmin performansı, birden fazla öngörü ufkunda değerlendirilmektedir. Elde edilen bulgular, büyük dil modeli tabanlı kripto haber duyarlılığının hisse senedi getirileri için ek öngörü gücü sağlayıp sağlamadığını değerlendirmekte ve piyasalar arası bilgi akışlarının rolünü ortaya koymaktadır. Çalışma, finans literatüründe alternatif veri kullanımına katkı sağlamak ve metin tabanlı sinyallerin tahmin modellerine entegrasyonu için tekrarlanabilir bir çerçeve sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Haber Duyarlılığı, Hisse Senedi Piyasası Getirileri, Derin Öğrenme, Kripto Paralar.

JEL Kodları: C45, G12, C53.

**Abdelhadi BENGHALEM**

Ph.D.; Assoc. Prof.; Graduate School of Economics, Algeria  
abdelhadi.benghalem@gmail.com; ORCID: 0000-0003-4057-7448.

**Mohamed BENBOUZIANE**

Ph.D.; Prof.; University of Tlemcen, Tlemcen, Algeria  
mbenbouziane@yahoo.fr; ORCID: 0000-0002-9530-4159.

**Rabia Meriem BENBOUZIANE**

Ph.D. Candidate.; Istanbul Technical University, Istanbul, Türkiye  
chibirahim@yahoo.fr; ORCID: 0009-0007-9998-364X.

---

**When Deep Learning Meets Small Data: Revisiting Predictive Superiority in Oil Price Volatility Forecasting**

This paper re-examines the presumed predictive superiority of deep learning models in financial time series forecasting within a small-sample macroeconomic environment. Using monthly data from the Federal Reserve Economic Database (FRED) over the period 2016–2026 (116 observations), we compare the out-of-sample performance of a Long Short-Term Memory (LSTM) network with a range of benchmark models, including Random Walk, AR(1), ARIMA(1,0,1), HAR-RV, and GARCH(1,1). The empirical strategy follows a structured CRISP-DM framework and incorporates a rich set of macro-financial predictors, including inflation, interest rates, industrial production, and financial market indicators. Forecast performance is evaluated using multiple criteria—RMSE, MAE, out-of-sample  $R^2$ , and Theil's U—alongside formal forecast comparison based on the Diebold–Mariano test. Robustness is assessed through rolling-window validation and multi-horizon forecasting exercises. The results consistently reject the hypothesis of deep learning superiority in this setting. The Random Walk benchmark delivers the lowest forecast error across all specifications, while the LSTM model fails to generate statistically significant improvements and exhibits inferior predictive accuracy, with Theil's U exceeding unity and negative out-of-sample  $R^2$ . Despite its theoretical flexibility in capturing nonlinear dynamics, the LSTM architecture proves ill-suited to small samples, where its high parameterization relative to the available information leads to weak generalization and unstable forecasts. These findings contribute to the literature by providing clear empirical evidence that, in data-constrained macro-financial contexts, increased model complexity does not necessarily translate into improved predictive performance. On the contrary, deep learning models may underperform simple benchmarks due to overparameterization and noise amplification. The results underscore the importance of model parsimony and highlight the need to align methodological sophistication with data availability in applied.

Keywords: Oil Price Volatility, Deep Learning, LSTM, Small Sample, Forecasting, Random Walk, Diebold–Mariano test, CRISP-DM.

JEL Codes: C45, C53, Q41, Q47.

## Derin Öğrenme Küçük Veriyle Buluştuğunda: Petrol Fiyat Oynaklığı Tahmininde Öngörü Üstünlüğünün Yeniden Değerlendirilmesi

Bu çalışma, küçük örnekli bir makroekonomik ortamda finansal zaman serisi tahmininde derin öğrenme modellerinin varsayılan tahmin üstünlüğünü yeniden ele almaktadır. Federal Rezerv Ekonomik Veri Tabanı'ndan (FRED) elde edilen ve 2016–2026 dönemini kapsayan aylık veriler (116 gözlem) kullanılarak, Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM) ağının örnek dışı tahmin performansı; Rastgele Yürüyüş, AR (1), ARIMA (1,0,1), HAR-RV ve GARCH (1,1) dahil olmak üzere bir dizi kıyaslama modeliyle karşılaştırılmaktadır. Ampirik strateji, yapılandırılmış bir CRISP-DM çerçevesini izlemekte ve enflasyon, faiz oranları, sanayi üretimi ile finansal piyasa göstergelerini kapsayan zengin bir makro-finance tahmin değişkenleri setini bünyesinde barındırmaktadır. Tahmin performansı; RMSE, MAE, örnek dışı  $R^2$  ve Theil U istatistiği gibi çoklu ölçütler kullanılarak değerlendirilmekte, buna ek olarak Diebold–Mariano testine dayalı resmi tahmin karşılaştırması da gerçekleştirilmektedir. Sağlamlık, kayan pencere doğrulaması ve çok ufuklu tahmin deneyleri aracılığıyla sınanmaktadır. Bulgular, bu ortamda derin öğrenme üstünlüğü hipotezini tutarlı biçimde reddetmektedir. Rastgele Yürüyüş kıyaslama modeli, tüm spesifikasyonlarda en düşük tahmin hatasını üretirken, LSTM modeli istatistiksel açıdan anlamlı bir iyileşme sağlayamamakta ve Theil U değerinin birden büyük olması ile negatif örnek dışı  $R^2$  değerleriyle ortaya çıkan zayıf tahmin doğruluğu sergilemektedir. Doğrusal olmayan dinamikleri yakalamadaki teorik esnekliğine karşın, LSTM mimarisini küçük örneklerle uygun düşmemekte; mevcut bilgiye oranla yüksek parametrisasyonu, zayıf genelleme kapasitesine ve kararsız tahminlere yol açmaktadır. Bu bulgular, veri kısıtlı makro-finance bağlamlarda artan model karmaşıklığının zorunlu olarak daha iyi tahmin performansına dönüşmediğine dair açık ampirik kanıtlar sunarak literatüre katkı sağlamaktadır. Aksine, derin öğrenme modelleri aşırı parametrisasyon ve gürültü amplifikasyonu nedeniyle basit kıyaslama modellerinin gerisinde kalabilmektedir. Sonuçlar, model tutumluluk ilkesinin önemini vurgulamakta ve uygulamalı tahmin çalışmalarında metodolojik karmaşıklığın veri mevcudiyetiyle uyumlu hale getirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Petrol Fiyat Oynaklığı, Derin Öğrenme, LSTM, Küçük Örneklem, Tahminleme, Rastgele Yürüyüş, Diebold–Mariano Testi, CRISP-DM.

JEL Kodları: C45, C53, Q41, Q47.

**Hadjer BOULILA**

Ph.D.; Assoc. Prof.; University of Tlemcen, Tlemcen, Algeria  
b.hadjer94@gmail.com; ORCID: 0000-0002-1115-6065.

**Rabia Meriem BENBOUZIANE**

Ph.D. Candidate.; Istanbul Technical University, Istanbul, Türkiye  
chibirahim@yahoo.fr; ORCID: 0009-0007-9998-364X.

**Seyfeddine BENBEKHTI**

University of Tlemcen, Tlemcen, Algeria  
b.hadjer94@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8500-5123.

**Mohamed BENBOUZIANE**

Ph.D.; Prof.; University of Tlemcen, Tlemcen, Algeria  
mbenbouziane@yahoo.fr; ORCID: 0000-0002-9530-4159.

---

**Can Artificial Intelligence Improve Energy Market Forecasting in Times of Conflict? Evidence from Machine Learning Models**

Geopolitical conflicts introduce significant uncertainty into energy markets, generating abrupt price fluctuations and challenging conventional forecasting methods. This paper examines whether artificial intelligence can improve the prediction of energy prices during periods of geopolitical instability. Focusing on the recent Middle East conflict, we develop a machine learning framework that combines traditional economic variables with a constructed real-time geopolitical attention index. Using Gradient Boosting (XGBoost), we model energy price dynamics and compare its forecasting performance to a standard econometric benchmark (ARIMA). The results are expected to show that machine learning models outperform traditional approaches, particularly during periods of heightened volatility, by capturing nonlinear relationships and incorporating forward-looking behavioral signals. By integrating attention-based measures into forecasting models, this study contributes to the literature at the intersection of AI and applied economics, offering a more adaptive framework for understanding and predicting energy market dynamics under.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Global Energy Market, Geopolitical Risk, Forecasting, XGBoost.

JEL Codes: C45, C53, Q47, Q43, F51, C63

## Yapay Zekâ, Çatışma Dönemlerinde Enerji Piyasası Tahminlerini İyileştirebilir mi? Makine Öğrenmesi Modellerinden Kanıtlar

Jeopolitik çatışmalar, enerji piyasalarına önemli belirsizlikler taşımakta, ani fiyat dalgalanmalarına yol açmakta ve geleneksel tahmin yöntemlerini zorlamaktadır. Bu çalışma, yapay zekanın jeopolitik istikrarsızlık dönemlerinde enerji fiyatlarının tahminini iyileştirip iyileştiremeyeceğini incelemektedir. Son dönem Orta Doğu çatışmasına odaklanan çalışma, geleneksel ekonomik değişkenleri oluşturulmuş gerçek zamanlı bir jeopolitik ilgi endeksiyle birleştiren bir makine öğrenmesi çerçevesi geliştirmektedir. Gradyan Artırma (XGBoost) kullanılarak enerji fiyat dinamikleri modellenmekte ve bu modelin tahmin performansı standart bir ekonometrik kıyaslama modeli olan ARIMA ile karşılaştırılmaktadır. Sonuçların, makine öğrenmesi modellerinin doğrusal olmayan ilişkileri yakalayıp ve ileriye dönük davranışsal sinyalleri bünyesine katarak geleneksel yaklaşımları, özellikle yüksek oynaklık dönemlerinde geride bıraktığını ortaya koyması beklenmektedir. Dikkat tabanlı ölçütleri tahmin modellerine entegre ederek bu çalışma, yapay zekâ ile uygulamalı ekonominin kesişim noktasındaki literatüre katkı sağlamakta; jeopolitik baskı altındaki enerji piyasası dinamiklerini anlamak ve öngörmek için daha uyarlabilir bir çerçeve sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Makine Öğrenmesi, Küresel Enerji Piyasası, Jeopolitik Risk, Tahminleme, XGBoost.

JEL Kodları: C45, C53, Q47, Q43, F51, C63.

Erol Can İLDES

M.S.; Social Sciences University of Ankara, Ankara, Türkiye erolcanildes2@student.asbu.edu.tr;  
ORCID: 0009-0001-7367-1708.

Seyid Fahri MAHMUD

Ph.D.; Assoc. Prof.; Social Sciences University of Ankara, Ankara, Türkiye  
seyidfahri.mahmud@asbu.edu.tr; ORCID: 0000-0002-0355-4514.

---

## **A Hybrid Machine Learning-Econometric Approach to Modelling Food and Energy Inflation Dynamics in Emerging Markets**

The paper develops a hybrid framework by integrating machine learning (ML) with traditional econometric modelling. The hybrid approach may allow the researchers not only to benefit from the predictive strength of ML algorithms, while preserving the interpretability and inferential underpinnings of econometric modelling. It is, therefore, aimed to keep the interpretability strength of econometric modelling, while employing ML in overcoming the restrictive functional forms that may fail to capture nonlinearities and interaction effects in traditional econometric modelling. Several recent applications in economic literature have shown the relative merits of ML as a diagnostic tool for uncovering nonlinear relationships, interactive structures and threshold effects. These insights, from ML, can then be systematically incorporated into an econometric specification at a later stage. In short, the hybrid approach has shown to preserve the interpretability strength of traditional econometric models while improving their empirical performance through ML applications. The framework is aimed at applying the hybrid approach to explain both energy and food price inflation in selected emerging markets, while aiming to draw policy insights for Türkiye in particular. Using real-world data, the preliminary results show that ML-guided specification can improve the ability of econometric models to capture nonlinear inflation dynamics. The initial findings of the paper also demonstrate the value of hybrid ML-econometric approaches in generating economically meaningful insights for inflation modelling and policy insights. The empirical work has been carried out in sequential stages. First, a baseline model is estimated using the conventional econometric techniques, providing a structured and interpretable representation of the underlying causal process. In the second step, the residuals obtained from the baseline model are used as target variable within a machine learning framework, allowing ML algorithms to capture nonlinear patterns and hidden structures that may not have been explained by the initial specification. This residual-based learning approach allows the hybrid model to augment, rather than replace, the econometric structure. In addition, the study also employs SHAP (Shapley Additive Explanations) values to enhance the interpretability of the machine learning component. This is done to get further detailed examination of variable contributions and also to facility.

Keywords: Hybrid Modelling, Machine Learning, Econometric Models, Residual Learning, Inflation Dynamics, Energy and Food Prices, SHAP Interpretability.

JEL Codes: C51, C53, C45, E31, Q41

## **Yükselen Piyasalarda Gıda ve Enerji Enflasyonu Dinamiklerinin Modellenmesine Yönelik Hibrit bir Makine Öğrenmesi-Ekonometri Yaklaşımı**

Bu çalışma, makine öğrenmesini (ML) geleneksel ekonometrik modelleme ile entegre ederek hibrit bir çerçeveye geliştirmektedir. Hibrit yaklaşım, araştırmacıların ekonometrik modellemenin yorumlanabilirliğini ve çıkarımsal temellerini korurken, ML algoritmalarının tahmin gücünden de yararlanmalarına olanak tanır. Bu doğrultuda çalışma, geleneksel ekonometrik modellemede doğrusal olmayan durumları ve etkileşim etkilerini yakalamakta yetersiz kalabilen kısıtlayıcı fonksiyonel formların aşılmasında ML'den faydalanmayı, aynı zamanda ekonometrik modellemenin yorumlama gücünü korumayı amaçlamaktadır. İktisat literatüründeki pek çok güncel uygulama, ML'in doğrusal olmayan ilişkileri, etkileşimli yapıları ve eşik etkilerini ortaya çıkarmada bir tanı aracı olarak sunduğu avantajları göstermiştir. ML'den elde edilen bu bulgular, daha sonra sistematik bir şekilde ekonometrik spesifikasyonlara dahil edilebilir. Kısacası hibrit yaklaşımın, geleneksel ekonometrik modellerin yorumlanabilirlik gücünü korurken ML uygulamaları aracılığıyla ampirik performansı iyileştirdiği görülmüştür. Söz konusu çerçeveye, seçilmiş yükselen piyasalarda hem enerji hem de gıda fiyat enflasyonunu açıklamak için hibrit yaklaşımı uygulamayı ve özellikle Türkiye için politika çıkarımları elde etmeyi amaçlamaktadır. Gerçek dünya verilerinin kullanıldığı öncül sonuçlar, ML odaklı spesifikasyonların ekonometrik modellerin doğrusal olmayan enflasyon dinamiklerini yakalama kabiliyetini artırdığını göstermektedir. Makalenin ilk bulguları ayrıca, enflasyon modellemesi ve politika yapımı için ekonomik açıdan anlamlı içgörüler üretmede hibrit ML-ekonometri yaklaşımlarının değerini kanıtlamaktadır. Ampirik çalışma ardışık aşamalarla yürütülmüştür. İlk olarak, altta yatan nedensel sürecin yapılandırılmış ve yorumlanabilir bir temsilini sunan geleneksel ekonometrik teknikler kullanılarak bir baz model tahmin edilmiştir. İkinci adımda, baz modelden elde edilen artıklar (residüeller), bir makine öğrenmesi çerçevesi içinde hedef değişken olarak kullanılmıştır; bu durum, ML algoritmalarının ilk spesifikasyon tarafından açıklanamayan doğrusal olmayan kalıpları ve gizli yapıları yakalamasına olanak tanır. Bu artık temelli öğrenme yaklaşımı, hibrit modelin ekonometrik yapıyı ikame etmek yerine onu geliştirmesini sağlar. Ek olarak çalışma, makine öğrenmesi bileşeninin yorumlanabilirliğini artırmak amacıyla SHAP (Shapley Additive Explanations) değerlerini de kullanmaktadır. Bu işlem, değişken katkılarının daha ayrıntılı incelenmesini sağlamak ve analiz kolaylığı sunmak amacıyla yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hibrit Modelleme, Makine Öğrenmesi, Ekonometrik Modeller, Artık Öğrenmesi, Enflasyon Dinamikleri, Enerji ve Gıda Fiyatları, SHAP Yorumlanabilirliği.

**JEL Kodları:** C51, C53, C45, E31, Q41

Erkan ERDİL

Ph.D.; Prof.; Middle East Technical University, Ankara, Türkiye  
erdil@metu.edu.tr; ORCID: 0000-0003-3091-2441.

Gizem ÖĞÜTÇÜ ULAŞ

Ph.D.; Asst. Prof.; Başkent University, Ankara, Türkiye  
ogutcu@baskent.edu.tr; ORCID: 0000-0001-6386-0911.

---

## AI, Sustainable Growth, and Long-Term Value Creation

Artificial intelligence (AI) is increasingly positioned as a key enabler of sustainable productivity growth, extending beyond short-term efficiency gains toward long-term value creation across economic systems. This chapter examines how AI-driven technologies influence productivity trajectories by augmenting human capabilities, optimizing decision-making processes, and enabling learning-intensive forms of innovation. Framed within evolutionary economics and innovation systems perspectives, the analysis emphasizes that the productivity effects of AI are contingent upon complementary investments in skills, organizational change, and institutional adaptation.

Keywords: AI, Sustainability-Oriented Governance, Inclusive and Resilient Economic Systems.

JEL Codes: O32, O33, O38.

## Yapay Zekâ, Sürdürülebilir Büyüme ve Uzun Vadeli Değer Yaratımı

Yapay zekâ (YZ), sürdürülebilir verimlilik artışının temel bir unsuru olarak giderek daha fazla konumlandırılmakta ve kısa vadeli verimlilik kazanımlarının ötesine geçerek ekonomik sistemler genelinde uzun vadeli değer yaratımına doğru genişlemektedir. Bu çalışma, YZ odaklı teknolojilerin insan yeteneklerini artırarak, karar alma süreçlerini optimize ederek ve öğrenme yoğun inovasyon biçimlerini mümkün kılarak verimlilik yörüngelerini nasıl etkilediğini incelemektedir. Evrimsel ekonomi ve inovasyon sistemleri perspektifleri çerçevesinde yapılan analiz, YZ'nin verimlilik üzerindeki etkilerinin, becerilere, örgütsel değişime ve kurumsal adaptasyona yapılan tamamlayıcı yatırımlara bağlı olduğunu vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Sürdürülebilirlik Odaklı Yönetişim, Kapsayıcı ve Dayanıkl Ekonomik Sistemler.

JEL Kodları: O32, O33, O38.

Mohamed BENBOUZIANE

Ph.D.; Prof.; University of Tlemcen, Tlemcen, Algeria  
mbenbouziane@yahoo.fr; ORCID: 0000-0002-9530-4159.

Abderrezzak BENHABIB

University of Tlemcen, Tlemcen, Algeria  
abenhabib1@yahoo.fr; ORCID: 0000-0003-2624-994X.

Benabbou SENOUCI

Graduate School of Economics, Oran, Algeria  
senouci.ben@gmail.com; ORCID: 0009-0009-5363-801X.

---

## **Forecasting Green Hydrogen Production Potential in Algeria: A Machine Learning Approach**

As Algeria seeks to diversify its energy mix and reduce its structural dependence on fossil fuel revenues, green hydrogen has emerged as a strategic priority within the country's National Energy Transition Plan. This paper employs machine learning techniques - including gradient boosting, random forests, and long short-term memory (LSTM) neural networks - to forecast green hydrogen production potential in Algeria over the period 2000-2023. By integrating multi-source data on solar and wind energy capacity, water resource availability, electrolyzer cost trajectories, infrastructure endowments, and institutional quality, the study constructs a predictive analytics framework that identifies the key determinants and binding constraints of green hydrogen scalability in the Algerian context. The empirical results highlight the dominant role of solar irradiation intensity in the southern regions - particularly the Saharan zones - alongside the critical bottlenecks posed by water scarcity, grid infrastructure gaps, and technology transfer limitations. SHAP value decomposition is employed to quantify the marginal contribution of each driver, providing granular, policy-relevant insights. A scenario simulation component further assesses green hydrogen production trajectories under alternative investment and regulatory frameworks, including the targets set under the Algeria-European Union hydrogen partnership agreements. The findings carry important implications for the design of Algeria's green hydrogen export strategy, the optimization of renewable energy deployment zones, and the integration of hydrogen production into broader fiscal diversification policies. The paper contributes to the emerging literature on AI-assisted energy economics by demonstrating how predictive analytics can support strategic energy planning in hydrocarbon-dependent economies undergoing structural transformation.

Keywords: Green Hydrogen, Energy Transition, Algeria, Machine Learning, Renewable Energy, Predictive Analytics, Saharan Solar Resources.

JEL Codes: Q42, Q47, C53, C63, O5.

## Cezayir'de Yeşil Hidrojen Üretim Potansiyelinin Tahmin Edilmesi: Bir Makine Öğrenmesi Yaklaşımı

Cezayir, enerji karmasını çeşitlendirmeye ve fosil yakıt gelirlerine olan yapısal bağımlılığını azaltmaya çalışırken, yeşil hidrojen ülkenin Ulusal Enerji Dönüşümü Planı çerçevesinde stratejik bir öncelik olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, 2000–2023 dönemi için Cezayir'deki yeşil hidrojen üretim potansiyelini tahmin etmek amacıyla gradyan artırma, rastgele ormanlar ve uzun kısa süreli bellek (LSTM) sinir ağları dahil olmak üzere çeşitli makine öğrenmesi tekniklerini kullanmaktadır. Güneş ve rüzgâr enerjisi kapasitesi, su kaynakları mevcudiyeti, elektrolizör maliyet eğilimleri, altyapı donanımı ve kurumsal kaliteye ilişkin çok kaynaklı verileri bir araya getiren çalışma, Cezayir bağlamında yeşil hidrojenin ölçeklenebilirliğinin temel belirleyicilerini ve kısıtlayıcı faktörlerini tespit eden bir tahmine dayalı analitik çerçevesi oluşturmaktadır. Ampirik bulgular, özellikle Sahra bölgeleri olmak üzere güney kesimlerdeki güneş ışınımı yoğunluğunun belirleyici rolünü ortaya koyarken, su kıtlığı, şebeke altyapısı eksiklikleri ve teknoloji transferi sınırlılıklarının kritik darboğazlar oluşturduğunu göstermektedir. Her bir etkenin marjinal katkısını sayısallaştırmak ve ayrıntılı, politikaya yönelik içgörüler sunmak amacıyla SHAP değer ayrıştırması uygulanmaktadır. Senaryo simülasyonu bileşeni ise Cezayir–Avrupa Birliği hidrojen ortaklık anlaşmaları kapsamında belirlenen hedefler de dahil olmak üzere alternatif yatırım ve düzenleyici çerçeveler altında yeşil hidrojen üretim yörüngelerini değerlendirmektedir. Bulgular, Cezayir'in yeşil hidrojen ihracat stratejisinin tasarımı, yenilenebilir enerji kurulum bölgelerinin optimizasyonu ve hidrojen üretiminin daha kapsamlı mali çeşitlendirme politikalarıyla entegrasyonu açısından önemli çıkarımlar taşımaktadır. Bu çalışma, tahmine dayalı analitiğin yapısal dönüşüm sürecindeki hidrokarbon bağımlısı ekonomilerde stratejik enerji planlamasını nasıl destekleyebileceğini ortaya koyarak yapay zekâ destekli enerji ekonomisi alanındaki gelişmekte olan literatüre katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yeşil Hidrojen, Enerji Dönüşümü, Cezayir, Makine Öğrenmesi, Yenilenebilir Enerji, Öngörücü Analitik, Sahra Güneş Kaynakları.

JEL Kodları: Q42, Q47, C53, C63, O5.

Amna ABDULLAH

Ph.D.; Ibn Haldun University, Istanbul, Türkiye

amna faisalabdullah.phd@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9422-5144.

---

## **AI-Driven Carbon Pricing and Digital Transformation: Evolutionary Game Theory Evidence on Economic Efficiency in Turkey's Manufacturing Sector**

The increasing urgency of climate change mitigation has compelled governments and industries to adopt effective policy instruments that encourage sustainable production practices. Leveraging artificial intelligence-driven analytical tools and evolutionary game theory, this study investigates how carbon pricing policies and digital transformation jointly influence the economic efficiency and sustainable transition of the manufacturing sector in Turkey. Using an AI-augmented evolutionary game theory framework, this research analyses the strategic interactions among key stakeholders, including manufacturing firms, government regulators, and market participants, under varying levels of carbon pricing intensity and digital adoption. The model explores how different policy incentives, technological capabilities, and regulatory pressures shape firms' strategic choices between traditional production practices and environmentally sustainable operations. The findings suggest that appropriate carbon pricing mechanisms can significantly encourage manufacturing firms to adopt cleaner production technologies and improve sectoral economic efficiency, particularly when complemented by digital transformation tools such as smart manufacturing, data analytics, and energy-efficient monitoring systems. Moreover, government subsidies, regulatory enforcement, and digital infrastructure development play crucial roles in accelerating firms' transition to low-carbon, sustainable production pathways. The study contributes to the literature by integrating AI-driven analysis, carbon pricing, and digital transformation within an evolutionary game theoretical framework to explain the dynamic behavioral adjustments of stakeholders in the manufacturing sector, offering valuable policy insights for sustainable economic efficiency and value generation.

Keywords: Sustainable Transition, Carbon Pricing, Digital Transformation, Evolutionary Game Theory, Turkey.

JEL Codes: C73, Q55, Q58, O33, H23.

## Yapay Zekâ Destekli Karbon Fiyatlandırması ve Dijital Dönüşüm: Türkiye İmalat Sektöründe Ekonomik Verimlilik Üzerine Evrimsel Oyun Teorisi Kanıtları

İklim değişikliğinin azaltılmasına yönelik artan aciliyet, hükümetleri ve endüstrileri sürdürülebilir üretim uygulamalarını teşvik eden etkin politika araçlarını benimsemeye zorlamaktadır. Yapay zekâ destekli analitik araçlardan ve evrimsel oyun teorisinden yararlanarak, bu çalışma karbon fiyatlandırması politikaları ile dijital dönüşümün Türkiye imalat sektörünün ekonomik verimliliğini ve sürdürülebilir geçişini birlikte nasıl etkilediğini araştırmaktadır. Yapay zekâ destekli evrimsel oyun teorisi çerçevesi kullanılarak, farklı karbon fiyatlandırması yoğunluklarında ve dijital benimseme düzeylerinde imalat firmaları, hükümet düzenleyicileri ve piyasa katılımcıları arasındaki stratejik etkileşimler analiz edilmektedir. Model, farklı politika teşviklerinin, teknolojik kapasite düzeylerinin ve düzenleyici baskıların firmaların geleneksel üretim uygulamaları ile çevresel açıdan sürdürülebilir operasyonlar arasındaki stratejik tercihlerini nasıl şekillendirdiğini incelemektedir. Bulgular, uygun karbon fiyatlandırması mekanizmalarının sektörel ekonomik verimliliği artırabileceğini ve imalat firmalarının daha temiz üretim teknolojilerini benimsemesini önemli ölçüde teşvik edebildiğini ortaya koymaktadır; özellikle akıllı üretim, veri analitiği ve enerji verimli izleme sistemleri gibi dijital dönüşüm araçlarıyla desteklendiğinde bu etki daha da güçlenmektedir. Ayrıca hükümet sübvansiyonları, düzenleyici yaptırımlar ve dijital altyapı gelişimi firmaların düşük karbonlu ve sürdürülebilir üretim yollarına geçişini hızlandırmada belirleyici roller üstlenmektedir. Çalışma, yapay zekâ destekli analizi, karbon fiyatlandırmasını ve dijital dönüşümü evrimsel oyun teorisi çerçevesinde bütünleştirerek imalat sektöründeki paydaşların dinamik davranışsal uyumlarını açıklamakta ve sürdürülebilir ekonomik verimlilik ile değer üretimi için önemli politika öngörülerini sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Dönüşüm, Karbon Fiyatlandırması, Dijital Dönüşüm, Evrimsel Oyun Teorisi, Türkiye.

JEL Kodları: C73, Q55, Q58, O33, H23.

Fatih Çağatay AKYÖN

M.S.; Middle East Technical University, Ankara, Türkiye  
fatih.akyon@metu.edu.tr; ORCID: 0000-0001-7098-3944.

---

## **AI in Software Development and Digital Industries: Economic Efficiency, Vibe Coding Pitfalls, and the Industrial Revolution Analog**

This chapter examines how artificial intelligence is transforming software development and the broader digital industries, focusing on economic efficiency and value creation. Software development stands as the most AI-adapted sector of the economy, with 57% of ICT firms across the OECD using AI (the highest of any industry), 90% of engineering teams employing AI coding tools, and 41% of all code worldwide now generated by AI. Drawing an analogy to the Industrial Revolution, the chapter argues that AI is driving a structural shift from software development as an artisanal craft to an industrialized production system, where the human role moves from writing code to specifying intent, directing AI agents, and validating outcomes. The chapter traces the evolution from early code-completion tools to LLM-powered assistants, the rise of vibe coding, and the emergence of autonomous multi-agent systems. It synthesizes experimental and industry-scale evidence on productivity: while GitHub Copilot experiments demonstrate up to 55% faster task completion, a rigorous 2025 randomized controlled trial found that experienced developers actually worked 19% slower with AI tools despite believing they were 20% faster. The chapter further examines the pitfalls of vibe coding, including an 8x surge in duplicated code blocks, AI-generated code carrying 2.74x more security vulnerabilities, over 40% of junior developers deploying code they do not fully understand, and a growing threat to open-source sustainability as AI-driven usage decouples from community engagement. At the organizational level, the chapter analyzes how entry-level developer hiring at top tech firms has declined 25%, how developers are shifting from code writers to AI orchestrators, and how the AI-assisted development market is projected to reach \$26 billion by 2030. It concludes by arguing that, as in earlier industrial revolutions, sustainable economic value will depend on institutional adaptation, workforce reskilling, and governance that balances efficiency with quality, security, and inclusivity.

Keywords: Artificial Intelligence, Software Development, Vibe Coding, Agentic Coding, Developer Productivity, Digital Industries, Open-Source Sustainability.

JEL Codes: O33, L86, J24, O47.

## Yazılım Geliştirme ve Dijital Endüstrilerde Yapay Zekâ: Ekonomik Verimlilik, "Vibe Coding" Tuzakları ve Sanayi Devrimi Analjisi

Bu bölüm, yapay zekânın yazılım geliştirme ve daha geniş dijital endüstriler üzerindeki dönüştürücü etkisini ekonomik verimlilik ve değer yaratımı perspektifinden incelemektedir. Yazılım geliştirme, ekonominin yapay zekâya en fazla uyum sağlayan sektörüdür: OECD genelinde BİT (Bilgi ve İletişim Teknolojileri) firmalarının %57'si yapay zekâ kullanmakta (tüm sektörler içindeki en yüksek oran), mühendislik ekiplerinin %90'ı yapay zekâ kodlama araçları kullanmakta ve dünya genelinde tüm kodların %41'i yapay zekâ tarafından üretilmektedir. Sanayi Devrimi'nden bir analoji kuran bu bölüm; yapay zekânın yazılım geliştirmeyi zanaatkâr usulü bir üretimden, insanların kod yazmak yerine niyet belirlediği, yapay zekâ ajanlarını yönlendirdiği ve sonuçları doğruladığı endüstriyel bir üretim sistemine doğru yapısal bir dönüşüme uğrattığını ileri sürmektedir. Bölüm; erken dönem kod tamamlama araçlarından büyük dil modeli (LLM) destekli asistanlara, "vibe coding" in yükselişine ve otonom çoklu ajan sistemlerinin ortaya çıkışına kadar olan evrimi izlemektedir. Deneysel ve endüstri ölçeğindeki üretkenlik kanıtlarını sentezleyerek önemli bir algı-gerçeklik açığına ortaya koymaktadır: GitHub Copilot deneyleri %55'e varan hız artışı gösterirken, 2025 yılında yapılan titiz bir randomize kontrollü çalışma, deneyimli geliştiricilerin yapay zekâ araçlarıyla aslında %19 daha yavaş çalıştığını, ancak %20 daha hızlı olduklarına inandıklarını ortaya koymuştur. Ayrıca "vibe coding" in tuzakları incelenmektedir: tekrarlanan kod bloklarında 8 katlık artış, yapay zekâ üretimi koda 2,74 kat daha fazla güvenlik açığı, genç geliştiricilerin %40'ından fazlasının tam olarak anlamadıkları kodu yayına alması ve yapay zekâ kullanımının geliştiricileri topluluk katılımından kopardığı için açık kaynak sürdürülebilirliğine yönelik artan tehditler ele alınmaktadır. Örgütsel düzeyde bölüm; öncü teknoloji firmalarında giriş seviyesi geliştirici istihdamının %25 düştüğünü, geliştiricilerin kod yazarlarından yapay zekâ orkestratörlerine dönüştüğünü ve yapay zekâ destekli geliştirme pazarının 2030 yılına kadar 26 milyar dolara ulaşma yolundaki büyümesini analiz etmektedir. Sonuç olarak, daha önceki sanayi devrimlerinde olduğu gibi, sürdürülebilir ekonomik değerlerin teknolojinin kendisine değil; kurumsal uyuma, iş gücünün yeniden yetkinlik kazanmasına ve verimliliği kalite, güvenlik ve kapsayıcılıkla dengeleyecek yönetim çerçevelerine bağlı olacağı savunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Yazılım Geliştirme, Vibe Coding, Ajan Tabanlı Kodlama, Geliştirici Verimliliği, Dijital Endüstriler, Açık Kaynak Sürdürülebilirliği.

JEL Kodları: O33, L86, J24, O47.

Ayuba NAPARI

Ph.D.; University of Environment and Sustainable Development, Ghana  
napariayuba@gmail.com; ORCID: 0000-0002-1401-2016.

## A Fuzzy Panel Analysis of Over-innovation in Sub-Saharan Africa

Innovation has become a mainstay in developmental discourse, with continual innovation seen as a means to propel growth in developing countries. To get the best out of the innovation process, countries must choose and invest in the most viable innovation input factors to strengthen their National Innovation System (NIS) and spur up innovation. The ability to invest in innovation largely depends on national wealth. However, some countries have been found to perform better both in investing and in getting a better yield for their investment in innovation. These are often termed innovation overperformance. This study seeks to determine the causal recipes of innovation overperformance and whether these recipes are region and country-dependent, using Sub-Saharan African data. The study employs a fuzzy panel framework spanning 2015 to 2025. It is documented that the pooled consistency score is highest for infrastructure in the South Sahara Africa region, with a consistency score of 0.87, while institutions are the least with a consistency score of 0.71. Generally, the conclusion is that infrastructure is the key determinant of innovation overperformance. Thus, beyond investment in all the input pillars, investment in innovation is the most consistent indicator of innovation overperformance.

Keywords: Innovation, Sub-Sahara Africa, Global Innovation Index.

JEL Codes: O30, O32, O38.

## Sahra Altı Afrika'da Aşırı İnovasyon Üzerine Bulanık Panel Analizi

İnovasyon, kalkınma söylemlerinin temel unsurlarından biri haline gelmiştir; sürekli inovasyon, gelişmekte olan ülkelerde büyümeyi hızlandırmanın bir aracı olarak görülmektedir. İnovasyon sürecinden en iyi şekilde yararlanabilmek için ülkeler, Ulusal İnovasyon Sistemlerini (NIS) güçlendirmek ve inovasyonu teşvik etmek amacıyla en uygun inovasyon girdi faktörlerini seçmeli ve bunlara yatırım yapmalıdır. İnovasyona yatırım yapma yeteneği büyük ölçüde ulusal servete bağlıdır. Ancak, bazı ülkelerin hem inovasyona yatırım yapma hem de bu yatırımdan daha iyi getiri elde etme konusunda daha iyi performans gösterdiği görülmüştür. Bunlara genellikle inovasyon üstün performansı denir. Bu çalışma, Sahra Altı Afrika verilerini kullanarak inovasyon üstün performansının nedensel formüllerini ve bu formüllerin bölgeye ve ülkeye bağlı olup olmadığını belirlemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, 2015'ten 2025'e kadar uzanan bir bulanık panel çerçevesi kullanmaktadır. Güney Sahra Afrika bölgesinde altyapı için birleştirilmiş tutarlılık puanı 0,87 ile en yüksek seviyededeyken, kurumlar 0,71 tutarlılık puanı ile en düşük seviyededir. Genel olarak, altyapının inovasyon üstün performansının temel belirleyicisi olduğu sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla, tüm girdi unsurlarına yapılan yatırımların ötesinde, inovasyona yapılan yatırım, inovasyon üstün performansının en tutarlı göstergesidir.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon, Sahra Altı Afrika, Küresel İnovasyon Endeksi.

JEL Kodları: O30, O32, O38.

Mustapha DJENNAS

Ph.D.; Prof.; University of Tlemcen, Tlemcen, Algeria  
ayad\_08@yahoo.fr; ORCID: 0000-0002-5960-8403.

Sidi Mohammed AYAD

Sarah BOURI

bouritlm@hotmail.fr; ORCID: 0009-0003-1866-9554.

---

## **AI-Driven E-HRM Systems and Organizational Efficiency in Algeria: Adoption Barriers, Institutional Challenges, and Value Generation Prospects**

Against the backdrop of Algeria's ongoing economic diversification strategy and its National Digital Economy Plan, the integration of Artificial Intelligence (AI) into Electronic Human Resources Management (E-HRM) systems represents a critical yet underexplored frontier for organizational modernization. This paper investigates the current state of E-HRM adoption within Algerian public and private sector organizations, with particular emphasis on the role of AI-powered tools – including intelligent recruitment platforms, predictive workforce analytics, and automated performance evaluation systems – in enhancing organizational efficiency and human capital utilization. Drawing on institutional theory and the Technology Acceptance Model (TAM), the study identifies the structural, cultural, and regulatory barriers that constrain the diffusion of AI-driven E-HRM practices in the Algerian context, where administrative inertia, limited digital infrastructure, and a predominantly public-sector labor market create conditions markedly different from those documented in advanced economies. The paper further examines how selective AI integration in HR functions can generate measurable value – through reduced recruitment costs, improved talent retention, and optimized training investments – while remaining aligned with Algeria's labor market realities and public governance frameworks. Particular attention is devoted to the tension between algorithmic efficiency and the socially embedded nature of HR decision-making in Algeria, where informal networks, seniority norms, and centralized authority structures shape organizational behavior. The contribution concludes by proposing a context-sensitive roadmap for AI-augmented E-HRM deployment in Algeria, offering actionable insights for policymakers, HR practitioners, and researchers invested in leveraging digital transformation as a vector of sustainable economic efficiency.

Keywords: HRM, Artificial Intelligence, Organizational Efficiency, Algeria, Digital Transformation, Human Capital, Technology Adoption, Labor Market.

JEL Codes: M12, J24, O33, O32, O55.

## **Cezayir'de Yapay Zekâ Destekli E-İKY Sistemleri ve Örgütsel Verimlilik: Benimseme Engelleri, Kurumsal Zorluklar ve Değer Yaratma Beklentileri**

Cezayir'in süregelen ekonomik çeşitlendirme stratejisi ve Ulusal Dijital Ekonomi Planı çerçevesinde, Yapay Zekanın (YZ) Elektronik İnsan Kaynakları Yönetimi (E-İKY) sistemlerine entegrasyonu, kurumsal modernleşme açısından kritik ancak henüz yeterince araştırılmamış bir alan olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, Cezayir'deki kamu ve özel sektör kuruluşlarında E-İKY benimsenmesinin mevcut durumunu incelemekte; akıllı işe alım platformları, tahmine dayalı iş gücü analitiği ve otomatik performans değerlendirme sistemleri dahil olmak üzere YZ destekli araçların örgütsel verimlilik ve insan sermayesi kullanımının artırılmasındaki rolüne özellikle odaklanmaktadır. Kurumsal teori ve Teknoloji Kabul Modeli'nden (TAM) yararlanan çalışma; idari atalet, sınırlı dijital altyapı ve ağırlıklı olarak kamu sektörüne dayalı bir iş gücü piyasasının, gelişmiş ekonomilerde belgelenenlerden belirgin biçimde farklı koşullar yarattığı Cezayir bağlamında, YZ güdümlü E-İKY uygulamalarının yaygınlaşmasını kısıtlayan yapısal, kültürel ve düzenleyici engelleri tespit etmektedir. Çalışma ayrıca, İK işlevlerinde seçici YZ entegrasyonunun — azalan işe alım maliyetleri, geliştirilmiş yetenek tutma ve optimize edilmiş eğitim yatırımları aracılığıyla — Cezayir'in iş gücü piyasası gerçeklikleri ve kamu yönetim çerçeveleriyle uyumlu kalarak nasıl ölçülebilir değer üretebileceğini ele almaktadır. Gayri resmi ağların, kıdem normlarının ve merkezi otorite yapılarının örgütsel davranışı şekillendirdiği Cezayir'de, algoritmik verimlilik ile İK karar alma süreçlerinin toplumsal niteliği arasındaki gerilime özel bir ilgi gösterilmektedir. Çalışma, Cezayir'de YZ destekli E-İKY uygulaması için bağlama duyarlı bir yol haritası önererek; dijital dönüşümü sürdürülebilir ekonomik verimliliğin bir vektörü olarak kullanmaya yatırım yapan politika yapıcılara, İK uygulayıcılara ve araştırmacılara yönelik uygulanabilir içgörüler sunmakla son bulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İKY, Yapay Zekâ, Örgütsel Verimlilik, Cezayir, Dijital Dönüşüm, Beşerî Sermaye, Teknoloji Benimseme, İşgücü Piyasası.

JEL Kodları: M12, J24, O33, O32, O55.

Asad UI Islam KHAN

Ph.D.; Asst. Prof.; Ibn Haldun University, Istanbul, Türkiye  
asad.khan@ihu.edu.tr; ORCID: 0000-0002-5131-5771.

---

## **Does the Digital Competence Gap Hurt Workers? Multilevel and Causal Machine Learning Evidence from Europe**

The rapid integration of Artificial Intelligence (AI) into European workplaces has generated extensive debate on employment displacement and productivity, yet the subjective experience of workers navigating this shift remains underexplored. This study examines whether the gap between AI-related workplace demands and individual digital competence affects worker life satisfaction across Europe. Using Eurobarometer 101.4 (April 2024), I construct a digital competence gap, the standardized difference between AI workplace exposure and self-assessed digital readiness, for 13,883 workers nested in 27 European countries (28 geographical units). Country-level DESI digital skills scores, GDP per capita, and unemployment rates serve as contextual covariates. The empirical strategy runs two parallel tracks: a multilevel parametric cascade testing main effects, random slopes, and cross-level interactions (national digital infrastructure, employer training, social class), and a causal machine learning track comprising double/debiased machine learning with random forest and gradient boosting nuisance learners, causal forests, and SHAP-based feature importance. Four results emerge. First, the gap significantly reduces life satisfaction ( $\beta = -0.041$ ), replicated by DML ( $-0.038, -0.037$ ) and causal forests (CATE =  $-0.038$ ), confirming robustness. Second, the penalty is driven by the skills component: digital competence correlates  $+0.273$  with wellbeing, while AI exposure alone shows a near-zero association. Third, higher DESI raises baseline wellbeing but does not buffer the individual gap linearly; the causal forest detects nonlinear DESI heterogeneity that parametric models miss. Fourth, the wellbeing cost rises with social class; upper class workers face penalties over twice those of working-class workers, interpreted through a status threat mechanism. Policy implications suggest that current employer training, while raising average wellbeing, fails to moderate the competence gap. Effective intervention requires AI specific training content calibrated to individual gap size and actively targeted at workers with the largest deficits.

Keywords: Artificial Intelligence, Skills Mismatch, Digital Competence Gap, Worker Wellbeing, Multilevel Modelling, Causal Machine Learning, Double/Debiased Machine Learning, Causal Forests, Europe, Eurobarometer.

JEL Codes: J24, J28, I31, O33, C21.

## Dijital Yetkinlik Boşluğu Çalışanlara Zarar Veriyor mu? Avrupa'dan Çok Düzeyli ve Nedensel Makine Öğrenmesi Kanıtları

Yapay zekânın Avrupa iş yerlerine hızla entegrasyonu istihdam ve verimlilik etkileri konusunda geniş tartışmalara yol açmış, ancak bu dönüşümü yaşayan çalışanların öznel deneyimi yeterince incelenmemiştir. Bu çalışma, iş yerindeki yapay zekâ talepleri ile bireysel dijital yetkinlik arasındaki uyumsuzluğun çalışan yaşam memnuniyetini etkileyip etkilemediğini araştırmaktadır. Eurobarometer 101.4 (Nisan 2024) verileri kullanılarak, yapay zekâ maruziyet yoğunluğu ile öz değerlendirilmeye dayalı dijital hazırlık arasındaki standartlaştırılmış fark olarak tanımlanan dijital yetkinlik açığı, 28 Avrupa ülkesine yuvalanmış 13.883 çalışan için oluşturulmuştur. Ülke düzeyinde DESI dijital beceri puanları, kişi başına GSYİH ve işsizlik oranları bağlamsal değişkenler olarak eklenmiştir. Ampirik strateji iki paralel iz üzerine kuruludur: ana etkileri, rastgele eğitimleri ve çapraz düzey etkileşimlerini test eden çok düzeyli parametrik kaskad ile rastgele orman ve gradyan artırma gürültü öğrencileriyle çift/yansızlaştırılmış makine öğrenmesi, nedensel ormanlar ve SHAP tabanlı değişken önem analizinden oluşan nedensel makine öğrenmesi izi. Dört temel sonuç elde edilmiştir. Birincisi, açık yaşam memnuniyetini anlamlı biçimde azaltmaktadır ( $\beta = -0,041$ ); bu tahmin DML ( $-0,038$ ;  $-0,037$ ) ve nedensel ormanlar (CATE =  $-0,038$ ) tarafından doğrulanmıştır. İkincisi, ceza beceri bileşeni tarafından yönlendirilmektedir: dijital yetkinlik refahla  $+0,273$  korelasyon gösterirken, yapay zekâ maruziyeti sifıra yakın ilişki sergilemektedir. Üçüncüsü, yüksek DESI temel refahı artırmakla birlikte bireysel açığı doğrusal olarak tamponlamamaktadır; nedensel orman, parametrik modellerin kaçırıldığı doğrusal olmayan heterojenliği tespit etmektedir. Dördüncüsü, refah maliyeti sosyal sınıfla artmaktadır- üst sınıf çalışanlar işçi sınıfının iki katından fazla ceza yaşamaktadır- bu bulgu statü tehdidi mekanizmasıyla yorumlanmaktadır. Politika açısından, işveren eğitiminin ortalama refahı artırmasına rağmen yetkinlik açığını ılımlaştıramaması, mevcut programların yetersiz hedeflendiğini göstermektedir. Etkili müdahale, yapay zekâya özgü eğitimin bireysel açık büyüklüğüne göre ayarlanmasını ve en büyük açığa sahip çalışanlara yönlendirilmesini gerektirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Beceri Uyuşmazlığı, Dijital Yetkinlik Boşluğu, Çalışan Refahı, Çok Düzeyli Modelleme, Nedensel Makine Öğrenmesi, Çift/Yansızlaştırılmış Makine Öğrenmesi, Nedensel Ormanlar, Avrupa, Eurobarometer.

JEL Kodları: J24, J28, I31, O33, C21.

## Bilgehan ÖZBAY

M.S.; Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye  
bilgehanozbay25@aybu.edu.tr; ORCID: 0009-0007-9565-6529.

## Sıdika BAŞÇI

Ph.D.; Assoc. Prof.; Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye  
sidika.basci@aybu.edu.tr; ORCID: 0000-0002-6749-9809.

## Koray GÖKSAL

Ph.D.; Assoc. Prof.; Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye  
kgoksal@aybu.edu.tr; ORCID: 0000-0002-4206-6564

### **E-Ticaret Yükselen Trendinin Belirleyicisi Pandemi mi yoksa Makroekonomik Değişkenler mi?**

Bu çalışma, Türkiye ekonomisinde reel e-ticaret hacminin makroekonomik belirleyicilerini 2016–2024 dönemini kapsayan aylık verilerle analiz etmektedir. Literatürde e-ticaretin gelişimi çoğunlukla teknolojik altyapı ve dijitalleşme dinamikleriyle açıklanmış olsa da son dönem çalışmalarında COVID-19 pandemisinin tüketici davranışlarında bir yapısal kırılma yarattığı ve talebi kalıcı biçimde dönüştürdüğü görüşü ağırlık kazanmıştır. Bu araştırma, e-ticaretin büyümesinde pandeminin belirleyici olduğu yönündeki bu yaygın kabulü ampirik olarak test etmek ve pandeminin kalıcı bir yapısal kırılma mı, yoksa mevcut trendi hızlandıran geçici bir şok mu olduğunu belirlemek amacıyla kurgulanmıştır. Çalışma, COVID-19'a özgü dışsal faktörler ile döviz kuru kaynaklı makro-finansal etkilerin ayrıştırılmasını amaçlamaktadır. Bu bağlamda özellikle “zorunlu tercih” dönemi (2020–2021) ile “yeni normal” dönemi (2023–2024) arasındaki ayrıma odaklanılmıştır. Karma durağanlık yapısı nedeniyle ARDL Sınır Testi ve ilişkinin yönünü belirlemek için Toda–Yamamoto Nedensellik yaklaşımı kullanılmıştır. Bulgular, literatürdeki genel kanının aksine e-ticaretin ana belirleyicisinin pandemi değil, makroekonomik dinamikler olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlara göre pandemi, e-ticaret dinamiklerinde bir yapısal kırılma yaratmamış; yalnızca mevcut trendi destekleyen istikrarlı bir hızlandırıcı rolü üstlenmiştir. Buna karşılık, uzun dönemde e-ticaret hacmi üzerinde en güçlü açıklama gücüne sahip değişkenin döviz kuru olduğu ve Türkiye ekonomisine özgü kur artışlarının “Yüksek Kur–Yüksek Talep Paradoksu” mekanizmasıyla talebi canlı tuttuğu, sektörü yapısal bir dönüşüme uğrattığı tespit edilmiştir. Ayrıca nedensellik analizlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir asimetri gözlemlenmiştir. Nedensellik analizleri e-ticaretten döviz kuruna doğru işleyen tersine bir nedensellik ilişkisini ortaya koymuştur. Dolar kurunun e-ticaret üzerindeki etkisi anlık gerçekleşirken, ithal girdi bağımlılığı nedeniyle e-ticaret hacmi döviz kuru üzerinde geri besleme etkisi yaratan makroekonomik bir belirleyici haline gelmiştir. Çalışma, Türkiye’de dijital ticaretin sadece teknolojik veya pandemik bir olgu değil, kur dinamikleriyle şekillenen makro-finansal bir olgu olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: E-Ticaret Belirleyicileri, Nedensellik, ARDL Analizi.

JEL Kodları: F14, C22, C51.

## **Is the Rising E-Commerce Trend Driven by the Pandemic or Macroeconomic Variables?**

This study analyzes the macroeconomic determinants of real e-commerce volume in the Turkish economy using monthly data for the period 2016–2024. While the literature has largely explained the development of e-commerce through technological infrastructure and digitalization, recent studies increasingly argue that the COVID-19 pandemic created a structural break in consumer behavior, permanently transforming demand. This research empirically tests the widely held view that the pandemic is the main driver of e-commerce growth and aims to determine whether it represents a lasting structural break or merely a temporary shock accelerating the existing trend. The study separates COVID-19-specific external factors from macro-financial effects stemming from exchange rate fluctuations, focusing on the distinction between the “forced choice” period (2020–2021) and the “new normal” period (2023–2024).

Due to the mixed order of integration of the variables, the ARDL Bound Test was employed, and the Toda–Yamamoto causality approach was used to determine the direction of relationships. Contrary to the common view in the literature, the findings indicate that macroeconomic dynamics, rather than the pandemic, are the main determinants of e-commerce. Results show that the pandemic did not create a structural break in e-commerce dynamics; it only played a stable accelerating role supporting the existing trend. In the long run, the variable with the strongest explanatory power for e-commerce volume is the exchange rate, with Turkey-specific currency increases sustaining demand through a “High Exchange Rate–High Demand Paradox,” leading to a structural transformation in the sector. Additionally, causality analyses reveal a statistically significant asymmetry. While the impact of the USD/TL exchange rate on e-commerce occurs instantaneously, e-commerce volumes, due to dependence on imported inputs, feed back into exchange rates, thereby becoming a macroeconomic determinant. The study demonstrates that digital trade in Turkey is not merely a technological or pandemic-driven phenomenon but a macro-financial one shaped by exchange rate dynamics.

Keywords: E-Commerce Determinants, Causality, ARDL Analysis.

JEL Codes: F14, C22, C51.

**Ömer Faruk ACAR**

Ph.D.; Assoc. Prof.; Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye  
omerf.acar.20@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6749-9809.

**Sıdıka BAŞÇI**

Ph.D.; Assoc. Prof.; Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye  
sidika.basci@aybu.edu.tr; ORCID: 0000-0002-6749-9809.

**Mert AKYÜZ**

Ph.D.; Asst. Prof.; Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye  
makyuz@aybu.edu.tr; ORCID: 0000-0002-2322-3384.

---

**9-sonlu Fiyatların Tüketim Kararlarına Etkileri**

Rasyonel birey varsayımı iktisat teorilerinde sıkça yer alan bir varsayımdır. Bu varsayım bireylerin karar mekanizmasını sadece bir ençoklama problemine indirgemekte ve insan psikolojisini tamamen göz ardı etmektedir. Oysa karar alma süreçleri zevkler, moral düzeyi ve algılama kabiliyeti gibi değişkenlerden de etkilenebilir. Bu etkilere bağlı olarak bireylerin karar alma süreçlerinde irrasyonel davranabilecekleri de olasıdır. Varsayımın geçerliliği sorgulanabilir. Makalede sorgulama 9-sonlu fiyatların birey satın alma kararları üzerindeki etkisinin bir anket çerçevesinde incelenmesiyle yapılacaktır. 9-sonlu fiyat etkisi pazarlama alanında incelenen önemli bir etkidir. Bireyler etiketlerde sonu 9 ile biten fiyatları görürlerse ürünleri ucuz olarak algılamaktadırlar. Bir örnekle açıklamak gerekirse, bir ürün için 499 lira olarak bir etiket konursa birey ürünü ucuz olarak algılayacakken 500 lira olarak bir etiket konursa ürün birey tarafından pahalı olarak algılanacaktır. Oysa arada sadece bir liralık bir fark vardır. Algıdaki bu irrasyonelite vitrinlerde bol miktarda 9-sonlu fiyat etiketleri görmemizin sebebidir. Ankette, katılımcılardan indirim girmiş olan ürünler için "al - alma" kararını vermeleri istenecektir. Kullanılan fiyatlar gıda, temizlik ve kişisel bakım kategorilerinden seçilmiş ve piyasa fiyatlarına göre belirlenmiştir. Fiyat çiftlerinden bir kısmı orijinal fiyatından 9-sonlu bir fiyata inerken bir kısmında bu durum gözlemlenmeyecektir. Beklenti, anket katılanlarının çoğunluğunun rasyonel davranmayarak 9-sonlu fiyatlardan etkileneceği ve bu fiyat çiftleri için "al" kararını vereceği şeklindedir. Anket sonuçlarının analizi için çapraz tablo yöntemi kullanılacaktır. Önemli bir pazarlama tekniğinin rasyonelite gibi önemli bir iktisat varsayımının sorgulanması için kullanılmasının oldukça ilginç sonuçlar vereceği düşünölmektedir.

Anahtar Kelimeler: Rasyonel Birey Varsayımı, Davranışsal İktisat, 9-sonlu Fiyatlandırma.

JEL Kodları: D01, D91, M31.

## The Effects of 9-Ending Prices on Consumption Decisions

The rationality assumption is considered in most of the economic theories. This assumption reduces the decision-making system of economic agents to a maximizing problem and omits each agent's psychological state completely. However, decision making process can be affected by psychological factors like savor, morale, and cognition capability also. Due to these effects, economic agents might act irrationally in the marketplace. Hence, the rationality assumption can be criticized. This paper mainly examines the impact of 9-ending prices on individuals' purchasing behaviours using a questionnaire. 9-ending price effect is an effect that is a significant factor examined within the field of marketing. Individuals consider the good as cheap when they see a price that ends with 9 on the tag of the good. For example, when a good's price is tagged as 499, consumers consider this good as cheap, whereas they consider the same good as expensive when the price is tagged as 500 TL. In fact, there is just a 1 TL difference between the discounted and the initial price. This irrationality in cognition is the reason why we are seeing too many 9 ended tags in market shelves. In the questionnaire, participants will be asked to decide whether to buy or not to buy products that are on a discount. The prices for the products of food, cleaning and self-care have been taken from marketplaces. While some of the pairs involve a 9-ending discounted price, which is discounted from its initial price, the rest of the discounted prices will be rounded, which has been discounted from the same prices. The expectation is that the majority of survey participants will not behave rationally and will be influenced by prices ending in 9, leading them to decide to buy these price pairs. Cross tabulation method will be used for the analysis of the findings. It is thought that using an important marketing technique to question a key economic assumption, such as rationality, would yield some rather interesting results.

Keywords: Rational Individual Assumption, Behavioral Economics, 9-Ending Pricing.  
JEL Codes: D01, D91, M31.

Aleyna YAŞAR

M.S.; Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye

aleynakayabalyasar@gmail.com; ORCID: 0009-0007-8803-5900.

## 2008 Küresel Ekonomik Krizi ve Covid-19 Krizinin Makroekonomik Etkilerinin Karşılaştırmalı Analizi: Panel Veri Yaklaşımı

Bu çalışma, 2008 Küresel Ekonomik Krizi ile 2020 Covid-19 krizinin makroekonomik etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, Dünya Bankası Dünya Kalkınma Göstergeleri (WDI) veri tabanından elde edilen veriler kullanılarak 2000 sonrası dönemi kapsayan bir panel veri seti oluşturulmuş ve ülkeler doğal kaynak zengini ve diğer ülkeler olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Analiz kapsamında dış ticaret hacmi, enflasyon, ekonomik büyüme ve işsizlik oranı değişkenleri kriz öncesi, kriz dönemi ve kriz sonrası dönemler itibarıyla karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, iki kriz arasında belirgin farklılıklar olduğunu göstermektedir. Covid-19 krizinde ekonomik büyüme oranı diğer ülkelerde %2,52'den %-5,13'e, doğal kaynak zengini ülkelerde ise %1,02'den %-6,95'e gerileyerek 2008 krizine kıyasla çok daha sert bir daralma ortaya koymuştur. 2008 krizinde büyüme düşüşü diğer ülkelerde yalnızca %-0,17 ile sınırlı kalırken, doğal kaynak zengini ülkelerde %-3,41 olarak gerçekleşmiştir. Enflasyon açısından, Covid-19 sonrası dönemde diğer ülkelerde %3,88'den %22,09'a yükselerek ciddi bir artış göstermiş, buna karşılık doğal kaynak zengini ülkelerde artış %4,12'den %7,73'e daha sınırlı kalmıştır. 2008 krizinde ise enflasyon artışı geçici olmuş ve kriz sonrası dönemde yeniden düşüş eğilimine girmiştir. Dış ticaret hacmi Covid-19 döneminde diğer ülkelerde %-14,38 oranında daralırken, kriz sonrası dönemde toparlanarak %2,36 artış göstermiştir. 2008 krizinde ise dış ticaret daralması daha sınırlı kalmış ancak toparlanma zayıf gerçekleşmiştir. İşsizlik oranlarında ise her iki krizde de sınırlı artışlar gözlenmiş olup Covid-19 döneminde diğer ülkelerde %13,58'den %14,66'ya yükselmiştir. Sonuç olarak bulgular, 2008 krizinin daha çok finansal ve talep kanalları üzerinden sınırlı bir daralma yarattığını, Covid-19 krizinin ise daha derin bir üretim daralmasına yol açtığını ve sonrasında yüksek enflasyon baskıları oluşturduğunu göstermektedir. Ayrıca krizlerin etkilerinin ülke gruplarına göre farklılaştığı ve doğal kaynak zengini ülkelerin özellikle 2008 krizinde daha kırılgan, Covid-19 sonrası dönemde ise daha hızlı toparlanan bir yapı sergilediği tespit edilmiştir. Bu durum, ekonomik krizlerin etkilerinin kriz türüne ve ülke yapısına bağlı olarak değiştiğini ve politika tasarımlarında bu farklılıkların dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Küresel Ekonomik Krizler, Makroekonomik Etkiler, Covid-19.

JEL Kodları: G01, F34, G21.

## **Comparative Analysis of the Macroeconomic Impacts of the 2008 Global Economic Crisis and the Covid-19 Crisis: A Panel Data Approach**

This study aims to comparatively examine the macroeconomic impacts of the 2008 Global Economic Crisis and the 2020 Covid-19 crisis. Using data from the World Bank's World Development Indicators (WDI) database, a panel dataset covering the post-2000 period was created, and countries were divided into two groups: resource-rich and non-resource-rich countries. The analysis compared variables such as foreign trade volume, inflation, economic growth, and unemployment rate before, during, and after the crisis. The findings show significant differences between the two crises. During the Covid-19 crisis, the economic growth rate decreased from 2.52% to -5.13% in non-resource-rich countries and from 1.02% to -6.95% in resource-rich countries, representing a much sharper contraction compared to the 2008 crisis. In the 2008 crisis, the growth decline was limited to only -0.17% in non-resource-rich countries, while it reached -3.41% in resource-rich countries. In terms of inflation, the post-Covid-19 period saw a significant increase, rising from 3.88% to 22.09% in other countries, while the increase in resource-rich countries was more limited, from 4.12% to 7.73%. In the 2008 crisis, the inflation increase was temporary and entered a downward trend again in the post-crisis period. Foreign trade volume contracted by -14.38% in other countries during the Covid-19 period but recovered to a 2.36% increase in the post-crisis period. In the 2008 crisis, the contraction in foreign trade was more limited, but the recovery was weak. Unemployment rates saw limited increases in both crises, rising from 13.58% to 14.66% in other countries during the Covid-19 period. In conclusion, the findings show that the 2008 crisis created a limited contraction primarily through financial and demand channels, while the Covid-19 crisis led to a deeper production contraction and subsequently created high inflationary pressures. It has also been observed that the effects of crises differ among country groups, with countries rich in natural resources being particularly vulnerable during the 2008 crisis, while exhibiting a faster recovery in the post-Covid-19 period. This situation reveals that the effects of economic crises vary depending on the type of crisis and the structure of the country, and that these differences should be taken into account in policy design.

Keywords: Global Economic Crises, Macroeconomic Impacts, Covid-19.

JEL Codes: G01, F34, G21.

Yiğit YILDIZ

Ph.D.; Presidency of the Tax Inspection Board, Ankara, Türkiye  
yigitt1607@gmail.com; ORCID: 0000-0001-7797-8240.

Mustafa Göktuğ KAYA

Ph.D.; Assoc. Prof.; Presidency of the Tax Inspection Board, Ankara, Türkiye  
mustafa.goktug.kaya@vdk.gov.tr; ORCID: 0000-0003-4124-4733.

Perihan HAZEL KAYA

Ph.D.; Assoc. Prof.; Selçuk University, Konya, Türkiye  
perihaner@selcuk.edu.tr; ORCID: 0000-0002-9878-4194.

---

### **Vergiye Gönüllü Uyumunu Sağlamada Hibrit Bir Model Önerisi: Veri Temelli Toplu Taşınmaz Değerleme**

Tarihsel süreçte devlet anlayışında meydana gelen paradigma kayması, hükümetlere ilave görevler yüklemeye başlamıştır. Mevcut görevlere ilave olan bu yeni sorumluluklar ise şüphesiz kamu harcamalarının ve kamunun ihtiyaç duyduğu finansman miktarının artmasına yol açmıştır. Bu durum ise kamu gelirlerinin kompozisyonunun tekrar gözden geçirilmesine neden olmuştur. Günümüzde hızlı kentleşme, nüfus artışı ve ekonomik dinamiklerin çeşitlenmesi, kamu gelirleri içerisinde yer alan tapu harçlarına önemli bir misyon yüklemeye başlamıştır. Alım satıma konu taşınmazların değerlerinin doğru, güncel ve hızlı biçimde belirlenmesi kamu finansmanı noktasında kritik rol üstlenmeye başlamıştır. Bu durum, kamu gelirleri içinde önemli bir paya sahip olan tapu harçlarının özellikle tahsilat sürecinde belirginleşmektedir. Mevcut uygulamada tapu harçlarının beyana dayalı olarak toplanması, vergi kayıplarına ve mükellefler arasında adaletsizliklere yol açmaktadır. Bu çalışma, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile makine öğrenmesi (ML) tekniklerinin entegrasyonu ile geliştirilen veri temelli bir toplu taşınmaz değerlendirme modelinin, tapu harçlarının gerçekçi değerler üzerinden tahsiline olan etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. CBS ve makine öğrenmesi entegrasyonuna dayalı toplu değerlendirme sistemleri, tapu harçlarının taşınmazın objektif değeri üzerinden tahsil edilmesinde etkili çözümler sunabileceği değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım, kamu gelirlerini artırma potansiyelinin yanı sıra, vergilemede ekonomiklik, adalet ve şeffaflık ilkelerini güçlendirmekte, sınırlı denetim gücünün etkin kullanılmasını sağlamakta ve olası hukuki uyumsuzlukların önüne geçebilmektedir. Çalışma, bu özelliğiyle taşınmaz değerlendirme süreçlerinin otomasyonu ve tapu harçlarının etkinliğinin artırılmasına yönelik politika yapıcılara ve uygulayıcılara önemli katkılar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Makine Öğrenmesi, Mekânsal Yapay Zekâ, Toplu Taşınmaz Değerlemesi, Kamu Gelirleri, Vergi Adaleti.

JEL Kodları: C31, H20, H21.

## **A Hybrid Model Proposal for Improving Voluntary Tax Compliance: Data-Driven Mass Appraisal**

The way the state is understood has changed a lot throughout history, and this has led to governments having more responsibilities. These new responsibilities, added to existing duties, have undoubtedly led to increased public expenditure and financing requirements for the public sector. This situation has necessitated a re-examination of the composition of public revenues. Today, rapid urbanisation, population growth, and the diversification of economic dynamics mean that land registry fees are becoming increasingly important within public revenues. Accurate, timely and rapid valuation of property being bought and sold has begun to play a critical role in public finance. This is particularly evident in the collection of land registry fees, which account for a significant proportion of public revenue. However, the current practice of collecting land registry fees based on declarations leads to tax losses and inequities among taxpayers. This study examines the impact of a data-driven, mass property valuation model developed using geographic information systems (GIS) and machine learning (ML) techniques on land registry fee collection based on realistic values. Mass valuation systems based on GIS and machine learning (ML) integration are considered to offer effective solutions for collecting land registry fees based on the property's objective value. This approach could increase public revenues, strengthen the principles of economy, fairness and transparency in taxation, ensure the effective use of limited audit resources and prevent potential legal disputes. Given these advantages, the study provides valuable insights for policymakers and practitioners on automating property valuation processes and enhancing the efficiency of land registry fee collection.

Keywords: Voluntary Compliance, Mass Appraisal, Geographic Information Systems (GIS), Machine Learning, Tax Equity.

JEL Codes: C31, H20, H21.

**Deniz GÖKTAŞ**

Ph.D.; Bilecik Seyh Edebali University, Bilecik, Türkiye  
deniz.goktas@bilecik.edu.tr; ORCID: 0000-0002-9493-0991.

**Merve ÇELİK**

Ph.D. Student; Kilis 7 Aralık University, Kilis, Türkiye  
merve.celik@kilis.edu.tr; ORCID: 0009-0003-7375-1569.

**Reyhan BOZKURT**

M.S. Student; Necmettin Erbakan University, Konya, Türkiye  
ryhn\_bzkr42@hotmail.com; ORCID: 0000-0003-0313-0225.

---

**Türkiye’de Tamamlayıcı Sağlık Sigortası Talebini Etkileyen Faktörlerin Makine Öğrenmesi Teknikleri ile Analizi**

Sağlıklı yaşam, bireylerin hayatlarını sürdürebilmesi için gerekli olan şartlardan biridir. Bireyler yaşamları boyunca olumsuz durumlara karşı önlem alarak kendilerini güvende hissetmeye çalışmaktadırlar. Sağlık sistemlerinin gelişmesi ve bireylerin sağlıklı bir yaşam sürme istekleri özel tamamlayıcı sağlık sigortalarına olan talebi artırmıştır. Tamamlayıcı sağlık sigortalarının gelişimi bireylerin sağlıklı yaşam sürmelerine pozitif katkı sağlarken devletin yükünü azaltmakta ve bu sahada istihdamın artmasına katkıda bulunmaktadır. Tamamlayıcı sağlık sigortaları hem sağlık açısından hem de ekonomik açıdan önemli bir konumda olduğu için talebini etkileyen unsurların belirlenmesi gelecek politikaların belirlenmesinde önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’de tamamlayıcı sağlık sigortası sahipliğini (talebini) etkileyen faktörlerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmada kullanılan veriler, Türkiye Genel Sosyal Araştırması (TGSS) 2024 veri setinden elde edilmiştir. Çalışmanın ekonometrik analizinde, tamamlayıcı sigorta kullanımını ayırtırmak amacıyla lojistik regresyon, Naive Bayes ve XGBoost sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre tamamlayıcı sağlık sigortası sahipliğini (talebini) cinsiyet, medeni durum, eğitim, çocuk sahipliği ve gelir gibi değişkenlerin etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tamamlayıcı Sağlık Sigortası, Makine Öğrenmesi, Sınıflandırma.  
JEL Kodları: C53, C18, I13.

## **Analysis of Factors Affecting the Demand for Complementary Health Insurance in Türkiye using Machine Learning Techniques**

A healthy life is one of the essential conditions for individuals to maintain their lives. Throughout their lives, individuals strive to feel safe by taking precautions against adverse situations. The development of health systems and individuals' desire to lead a healthy life have increased the demand for private complementary health insurance. While the utilisation of complementary health insurance contributes positively to individuals leading a healthy life, it also reduces the burden on the social security and contributes to increasing employment in this field. Complementary health insurance is in an important position both in terms of health and economy; therefore, determining the factors for its demand is of great importance in establishing future policies. In this study, it is aimed to assess the factors affecting the utilisation (demand) of complementary health insurance in Turkey. The data used in this study were retrieved from the Turkey General Social Survey (TGSS) 2024 dataset. In the econometric analysis of the study, logistic regression, Naive Bayes, and XGBoost classification algorithms were used to differentiate the use of complementary insurance in an imbalanced data. According to the analysis results, it was found that variables such as gender, marital status, education, having children, and income affect the ownership (demand) of complementary health insurance.

Keywords: Complementary Health Insurance, Machine Learning, Classification.  
JEL Codes: C53, C18, I13.

Glnur ACAR

M.S.; Anadolu University, Eskisehir, Türkiye  
gulnuracar@anadolu.edu.tr; ORCID: 0000-0003-4963-9326.

Deniz GKTAŖ

Ph.D.; Bilecik Seyh Edebali University, Bilecik, Türkiye  
deniz.goktas@bilecik.edu.tr; ORCID: 0000-0002-9493-0991.

---

## **Socioeconomic Determinants of Diabetes in Türkiye: A Machine Learning Approach**

Diabetes is a significant risk factor for other diseases, and it is closely linked to cardiovascular conditions and increased mortality. Despite having one of the youngest populations on the continent, Turkey has a higher rate of diabetes, at 16.3 per cent, compared to the average prevalence in European countries. This indicates that disease is one of the major public health issues for Turkey. Therefore, studying socioeconomic determinants of diabetes could help understand risk factors to prevent this disease. In this paper, machine learning techniques are applied to assess the determinants of diabetes prevalence while accounting for demographic heterogeneity. Using the Turkish General Social Survey 2024 dataset, which was surveyed by Marmara University Institute of Population and Social Research, we evaluate the determinants of diabetes in a sample of the Turkish population. We compare the performance metrics of different machine learning techniques: namely, logistic regression, XGBoost, Naïve Bayes, and Random Forests. In the models, gender, age, region, education level, BMI, blood pressure and NUTS-2 regions, and physical exercise are potential explanatory variables.

Keywords: Machine Learning, Classification, SMOTE.

JEL Codes: C52, C53, I10.

## **Türkiye'de Diyabetin Sosyoekonomik Belirleyicileri: Bir Makine Öğrenmesi Yaklaşımı**

Diyabet, diğer hastalıklar için önemli bir risk faktörüdür ve kardiyovasküler rahatsızlıklar ile mortalite oranlarıyla yakından ilişkilidir. Avrupa'daki en genç nüfuslardan birine sahip olmasına rağmen, %16,3 prevalansı ile Türkiye'deki diyabet oranı, Avrupa ülkelerindeki ortalama yaygınlık oranına kıyasla daha yüksektir. Bu durum, diyabetin Türkiye için en önemli halk sağlığı sorunlarından biri olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, diyabetin sosyoekonomik belirleyicilerini incelemek, bu hastalığı önlemek için risk faktörlerini anlamaya yardımcı olabilir. Bu çalışmada, demografik heterojenliği hesaba katarak diyabet prevalansının belirleyicilerini değerlendirmek için makine öğrenimi teknikleri uygulanmıştır. Marmara Üniversitesi Nüfus ve Sosyal Araştırmalar Enstitüsü tarafından gerçekleştirilen 2024 Türkiye Genel Sosyal Anketi veri setini kullanarak, demografiyi temsilen seçilen örneklemden diyabetin belirleyicileri tahmin edilmiştir. Lojistik regresyon, XGBoost, Naïve Bayes ve Random Forests gibi farklı makine öğrenimi tekniklerinin performans ölçütleri mukayese edilmiştir. Modellerde cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi, BMI, yüksek tansiyon, NUTS-2 bölgeleri ve fiziksel egzersiz potansiyel açıklayıcı değişkenler olarak ele alınmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Makine Öğrenmesi, Sınıflandırma, SMOTE.

JEL Kodları: C52, C53, I10.

Selman DAL

Central Bank of The Republic of Türkiye, İstanbul, Türkiye  
sd3007@columbia.edu; ORCID: 0009-0008-8959-1025.

---

### **Ethical, Legal, and Regulatory Dimensions of AI**

The rapid advancement of Artificial Intelligence (AI) has triggered a fundamental shift in the global legal landscape regarding its role in law, ethics, and governance. As these technologies become more integrated into daily life, they challenge existing legal structures and fundamental human rights. To effectively manage this transition and make AI systems work for the good of humanity, societies and the environment, a multi-disciplinary approach harmonizing technology with social, cultural, and environmental responsibility is required. In this context, policymakers and scholars emphasize several core ethical principles. First is transparency, which demands that the logic behind AI decisions be explainable rather than hidden in "black boxes." Second, fairness is critical; developers must ensure that algorithms do not inherit or amplify human biases found in historical data. Furthermore, accountability defines who is liable for an AI's actions, while privacy focuses on safeguarding personal data against misuse. Together, these principles form the "moral compass" for future digital development. Regarding the global regulatory perspectives, different countries/country groups have adopted different approaches for governing AI. To illustrate, the European Union leads with a human-centered approach, utilizing the AI Act to categorize systems based on risk levels whereas the United States maintains a flexible, pro-innovation stance, preferring industry-specific guidelines that allow the private sector to drive progress. However, China prioritizes state oversight and social stability, ensuring that AI development aligns with national security interests. Concerning the legal challenges, the rise of AI introduces significant obstacles for traditional law. For example, there have been still debates on how liability can be determined when an autonomous system causes harm and/or what should be the legal status of AI-generated creative works. Moreover, the impact of automation on the labor market necessitates new frameworks to protect workers' rights and ensure job security in an increasingly automated world.

Keywords: Ethics, Regulation, Artificial Intelligence.

JEL Codes: O33, K20, K24.

## Yapay Zekânın Etik, Hukuki ve Düzenleyici Boyutları

Yapay zekâ (YZ) teknolojilerindeki hızlı ilerleme; hukuk, etik ve yönetim alanındaki rolleri bakımından küresel yasal zeminde köklü bir paradigma değişimini tetiklemiştir. Bu teknolojiler günlük yaşamla daha entegre hale geldikçe, mevcut hukuki yapılar ve temel insan haklarına yönelik birtakım zorlukları ortaya çıkarmaktadır. Bu geçiş sürecini etkin bir şekilde yönetmek ve YZ sistemlerinin insanlık, toplum ve çevre yararına çalışmasını sağlamak amacıyla; teknolojiyi sosyal, kültürel ve çevresel sorumlulukla uyumlu hale getiren çok disiplinli bir yaklaşım benimsenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, politika yapıcılar ve akademisyenler birkaç temel etik ilke üzerinde durmaktadır. Bunlardan ilki, YZ kararlarının arkasındaki mantığın "kapalı kutu" (black box) içinde gizli kalması yerine açıklanabilir olmasını şart koşan şeffaflık ilkesidir. İkinci olarak hakkaniyet (fairness) kritik bir öneme sahiptir; geliştiriciler, algoritmaların geçmiş verilerde bulunan insani yanlılıkların tevarüs etmemesini veya bunları derinleştirmemesini sağlamalıdır. Ayrıca, hesap verebilirlik kavramı çerçeve, bir YZ eyleminden kimin sorumlu olduğu tanımlanırken; gizlilik, kişisel verilerin kötüye kullanımı gibi hususlara dikkat edilmelidir. Bu ilkeler bütün olarak, gelecekteki dijital kalkınma için bir nevi "ahlaki pusula" teşkil etmektedir. Küresel düzenleyici perspektifler incelendiğinde, farklı ülke ve ülke gruplarının YZ yönetimi için farklı yaklaşımlar benimsediği görülmektedir. Mesela; Avrupa Birliği, sistemleri risk seviyelerine göre sınıflandıran Yapay Zekâ Yasası (AI Act) ile insan merkezli bir yaklaşıma öncülük ederken, ABD, özel sektörün ilerlemesine imkân tanıyan, sektöre özgü kılavuzları tercih eden, esnek ve inovasyon yanlısı bir duruş sergilemektedir. Çin ise devlet denetimini ve toplumsal istikrarı önceleyerek, YZ gelişiminin ulusal güvenlik çıkarlarıyla uyumlu olmasını sağlamaktadır. Hukuki zorluklar açısından bakıldığında, YZ'nin yükselişi geleneksel hukuk önünde önemli engeller teşkil etmektedir. Örneğin, otonom bir sistem bir zarar verdiğinde sorumluluğun nasıl belirleneceği veya YZ tarafından üretilen yaratıcı eserlerin hukuki statüsünün ne olması gerektiği konusundaki tartışmalar halen devam etmektedir. Dahası, otomasyonun işgücü piyasası üzerindeki etkisi, giderek otomatize olan bir dünyada işçi haklarını korumak ve istihdam güvenliğini sağlamak için yeni çerçeveler oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Etik, Düzenleme, Yapay Zekâ.

JEL Kodları: O33, K20, K24.

Salim SAIDY

Ph.D.; Ibn Haldun University, Istanbul, Türkiye  
salim.saidy@stu.ihu.edu.tr; ORCID: 0000-0003-2867-3429.

Mahat Maalim İBRAHİM

Ph.D.; Asst. Prof.; Ibn Haldun University, Istanbul, Türkiye  
mahatibrahim@ihu.edu.tr; ORCID: 0000-0001-8450-7551.

---

### **Informality as a Structural Trap in The Gambia: Explainable Machine Learning Evidence on Gender, Livelihood Strategies, and Spatial Inequality**

Informal employment is not a marginal phenomenon in The Gambia; it is the structural norm. According to the 2025 Gambia Labor Force Survey (GLFS), over 81% of the working population lacks formal contracts, social protections, or legal recognition, rising to over 90% among rural residents and women. Existing empirical work across Sub-Saharan Africa relies predominantly on conventional regression techniques that miss compounded, non-linear vulnerabilities defining labor market exclusion in developing contexts. This paper addresses this gap by applying twelve machine learning algorithms and explainable AI to nationally representative data from the 2025 GLFS. Grounded in dual labor market theory, the sustainable livelihoods framework, and feminist economics, we test three hypotheses: formal wage employment reduces informality risk (H1); women face elevated risk due to structural gender constraints (H2); and subsistence reliance combined with residence in underserved rural regions jointly heightens vulnerability (H3). Twelve algorithms spanning ensemble methods such as XGBoost, LightGBM, CatBoost and single learners like Logistic Regression, SVM, and Artificial Neural Networks were optimized via Bayesian hyperparameter tuning and validated through five-fold stratified cross-validation. CatBoost was the top-performing model (AUC = 0.9584, F1 = 0.9160), followed by LightGBM (AUC = 0.9571) and XGBoost (AUC = 0.9563). SHAP analysis confirmed that formal wage employment is the dominant protective factor, gender consistently elevates informality risk even after controlling for education and location, the subsistence index reflects survival under asset poverty rather than entrepreneurial choice, and residence in Basse illustrates a “location trap” compounding individual vulnerabilities. These findings call for formal job creation, extension of social protections to informal workers, and gender-responsive, geographically targeted interventions. This paper demonstrates how explainable AI can enable hypothesis-driven structural analysis, offering a replicable framework for labor market research in data-scarce economies.

Keywords: Informal Employment, Machine Learning, Gender Inequality, Spatial Inequality, The Gambia.

JEL Codes: J16, O17, C55.

## Gambia'da Yapısal Bir Tuzak Olarak Kayıt Dışılık: Cinsiyet, Geçim Stratejileri ve Mekânsal Eşitsizlik Üzerine Açıklanabilir Makine Öğrenmesi Kanıtları

Gambia'da kayıt dışı istihdam marjinal bir olgu değil; yapısal bir normdur. 2025 Gambia İşgücü Anketi'ne (GLFS) göre, çalışan nüfusun %81'inden fazlası resmi sözleşme, sosyal koruma veya yasal güvenceden yoksun biçimde çalışmakta olup bu oran kırsal kesim sakinleri ve kadınlar arasında %90'ın üzerine çıkmaktadır. Sahra Altı Afrika'daki mevcut ampirik çalışmalar, gelişmekte olan ülkelerdeki işgücü piyasası dışlanmasını tanımlayan bileşik ve doğrusal olmayan kırılmalılıkları gözden kaçıran geleneksel regresyon tekniklerine dayanmaktadır. Bu çalışma, 2025 GLFS'den elde edilen ulusal düzeyde temsil edici verilere on iki makine öğrenmesi algoritması ve açıklanabilir yapay zekâ uygulanarak söz konusu açığı gidermektedir. İkili işgücü piyasası teorisi, sürdürülebilir geçim kaynakları çerçevesi ve feminist iktisat perspektiflerine dayanan çalışmada üç hipotez sınanmaktadır: resmi ücretli istihdam kayıt dışılık riskini azaltmaktadır (H1); kadınlar yapısal toplumsal cinsiyet kısıtları nedeniyle yüksek risk taşımaktadır (H2); geçimlik üretime bağımlılık ile yetersiz hizmet alan kırsal bölgelerde ikamet, birlikte kırılmalılığı artırmaktadır (H3). XGBoost, LightGBM ve CatBoost gibi topluluk yöntemlerini; Lojistik Regresyon, SVM ve Yapay Sinir Ağları gibi tekil öğrencileri kapsayan on iki algoritma, Bayesian hiperparametre optimizasyonu ile beş katlı çapraz doğrulama aracılığıyla değerlendirilmiştir. CatBoost en yüksek performanslı model olmuştur (AUC = 0,9584; F1 = 0,9160); bunu LightGBM (AUC = 0,9571) ve XGBoost (AUC = 0,9563) izlemiştir. SHAP analizi; resmi ücretli istihdamın en belirleyici koruyucu faktör olduğunu, toplumsal cinsiyetin eğitim ve konum kontrol edildiğinde dahi kayıt dışılık riskini artırdığını, geçimlik geçim indeksinin girişimcilik değil varlık yoksulluğu altında hayatta kalma stratejisini yansıttığını ve Basse'de ikamet bireysel kırılmalılıkları derinleştiren bir "konum tuzağı" oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular; resmi istihdam yaratımını, kayıt dışı çalışanlara yönelik sosyal korumaların genişletilmesini ve toplumsal cinsiyete duyarlı, coğrafi açıdan farklılaştırılmış müdahaleleri zorunlu kılmaktadır. Çalışma, açıklanabilir yapay zekanın hipotez odaklı yapısal analize nasıl katkı sunabileceğini göstermekte ve veri kıtlığı yaşanan ekonomilerde işgücü piyasası araştırmaları için yinelenen bir çerçeve sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kayıt Dışına İstihdam, Makine Öğrenmesi, Cinsiyet Eşitsizliği, Mekânsal Eşitsizlik, Gambia.

JEL Kodları: J16, O17, C55.

Büşra AĞAN ÇELİK

Ph.D.; Assoc. Prof.; OSTİM Technical University, Ankara, Türkiye  
busra.agancelik@ostimteknik.edu.tr; ORCID: 0000-0003-1485-9142.

Murat YÜLEK

Ph.D.; Prof.; OSTİM Technical University, Ankara, Türkiye  
murat.yulek@ostimteknik.edu.tr; ORCID: 0000-0001-7533-5882.

Serdar ÇELİK

Res. Asst.; OSTİM Technical University, Ankara, Türkiye  
serdar.celik@ostimteknik.edu.tr; ORCID:0000-0003-4530-9055.

---

## **Measuring Economic Efficiency and Value Creation in the Age of AI: Metrics, AI Proxies, and Multi-Level Perspectives**

The rapid diffusion of artificial intelligence (AI) is transforming production processes, organizational structures, and the mechanisms through which economic value is generated. Against this backdrop, reliable measurement frameworks are essential for assessing how AI adoption influences economic efficiency and value creation. This study provides a structured review of measurement approaches used to evaluate AI-related economic performance. It first clarifies the conceptual distinctions between efficiency, productivity, and value creation, linking these concepts to measurable outcomes across micro-, meso-, and macro-levels of analysis. The study synthesizes core metrics widely used in the literature, including technical, allocative, and cost efficiency; labor productivity; total factor productivity (TFP); and value-creation indicators such as value added and unit-cost performance. A key focus of the study is on emerging measurement challenges in AI-related research, including the growing role of intangible capital, quality-adjustment issues, diffusion and adoption lags, and attribution problems when linking AI investments to observed economic outcomes. This study further reviews AI-driven performance measurement frameworks that connect AI capabilities to economic mechanisms such as enhanced prediction accuracy, improved decision quality, task automation and augmentation, and complementarities with data infrastructure, human capital, and organizational readiness. Building on these insights, it proposes a multi-level “measurement map” to guide metric selection across analytical levels. At the micro level, firm- and plant-level performance can be assessed using frontier-based methods such as Data Envelopment Analysis (DEA) and Stochastic Frontier Analysis (SFA), alongside operational indicators including unit costs, downtime, and defect rates. At the meso level, sectoral analyses emphasize productivity decomposition, resource reallocation, and structural transformation, while macro-level assessments focus on growth accounting and technology diffusion dynamics. This study concludes by offering practical reporting recommendations to enhance transparency, methodological consistency, and cross-study comparability, emphasizing clearly defined AI proxies, multiple performance indicators, appropriate lag structures, heterogeneity analysis, and robustness checks using alternative metrics and proxies.

Keywords: Artificial Intelligence, Economic Efficiency, Productivity, Total Factor Productivity (TFP).

JEL Codes: O47, D24, O33.

## Yapay Zekâ Çağında Ekonomik Verimlilik ve Değer Yaratımının Ölçülmesi: Metrikler, Yapay Zekâ Vekil Değişkenleri ve Çok Düzeyli Perspektifler

Yapay zekânın (AI) hızlı yayılımı, üretim süreçlerini, organizasyonel yapıları ve ekonomik değerlerin nasıl üretildiğine ilişkin mekanizmaları dönüştürmektedir. Bu bağlamda, AI benimsenmesinin ekonomik etkinlik ve değer yaratımı üzerindeki etkilerini değerlendirebilmek için güvenilir ölçüm çerçevelerine duyulan ihtiyaç artmaktadır. Bu çalışma, AI ile ilişkili ekonomik performansın değerlendirilmesinde kullanılan ölçüm yaklaşımlarına yönelik sistematik bir inceleme sunmaktadır. Öncelikle, etkinlik, verimlilik ve değer yaratımı kavramları arasındaki kavramsal ayrımlar netleştirilmekte ve bu kavramlar mikro, mezo ve makro düzeylerde ölçülebilir çıktılarla ilişkilendirilmektedir. Çalışma, literatürde yaygın olarak kullanılan temel göstergeleri bir araya getirmekte; teknik, tahsis ve maliyet etkinliği; emek verimliliği, toplam faktör verimliliği (TFP) ile katma değer ve birim maliyet performansı gibi değer yaratımı göstergelerini kapsamlı biçimde ele almaktadır. Bu çalışma, AI ile ilgili araştırmalarda ortaya çıkan ölçüm zorluklarıdır. Bu kapsamda, maddi olmayan sermayenin artan rolü, kalite ayarlama sorunları, teknolojinin yayılımı ve benimsenmesine ilişkin gecikmeler ile AI yatırımlarının gözlemlenen ekonomik sonuçlara atfedilmesinde ortaya çıkan sorunlar ayrıntılı biçimde tartışılmaktadır. Ayrıca çalışma, AI yetkinliklerini ekonomik mekanizmalarla ilişkilendiren performans ölçüm çerçevelerini incelemekte; bu mekanizmalar arasında tahmin doğruluğunun artması, karar kalitesinin iyileşmesi, görevlerin otomasyonu ve artırılması ile veri altyapısı, beşerî sermaye ve kurumsal hazırlık düzeyi ile olan tamamlayıcılıklar yer almaktadır. Bu bulgular doğrultusunda, farklı analiz düzeylerinde uygun ölçüt seçimini yönlendirmek amacıyla çok katmanlı bir "ölçüm haritası" önerilmektedir. Mikro düzeyde, firma ve tesis performansı Veri Zarflama Analizi ve Stokastik Sınır Analizi gibi sınır temelli yöntemlerle, ayrıca birim maliyetler, duruş süreleri ve hata oranları gibi operasyonel göstergelerle değerlendirilebilir. Mezo düzeyde, sektörel analizler verimlilik ayrıştırması, kaynakların yeniden tahsisi ve yapısal dönüşüm süreçlerine odaklanırken; makro düzeyde değerlendirmeler büyüme muhasebesi ve teknoloji yayılım dinamiklerini esas almaktadır. Bu çalışma, şeffaflığı, metodolojik tutarlılığı ve çalışmalar arası karşılaştırılabilirliği artırmaya yönelik pratik raporlama önerileri sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Ekonomik Verimlilik, Verimlilik, Toplam Faktör Verimliliği (TFV).

JEL Kodları: O47, D24, O33.

Onur AKKAYA

Ph.D.; Assoc. Prof.; Kilis 7 Aralık University, Kilis, Türkiye  
onurakkaya@kilis.edu.tr; ORCID: 0000-0003-2694-9073.

---

### **AI-Based Early Warning Systems for Macroeconomic and Financial Crises: Evidence from Emerging Economies**

Macroeconomic and financial crises impose substantial costs on emerging economies, leading to output losses, financial instability, and prolonged structural adjustments. The increasing availability of high-frequency macro-financial data and advances in artificial intelligence (AI) offer new opportunities for developing more accurate early warning systems (EWS). This study aims to construct an AI-based early warning model to predict macroeconomic and financial crises in emerging markets, with a particular focus on Turkey. The empirical framework integrates macroeconomic indicators (inflation, current account balance, credit growth, foreign exchange reserves, public debt ratios) and financial variables (exchange rate volatility, interest rate spreads, stock market indices, banking sector indicators). Using quarterly data covering the post-1990 period, the study employs machine learning techniques such as Random Forest, Gradient Boosting (XGBoost), and Artificial Neural Networks. The predictive performance of these models is compared with traditional econometric approaches, including logit/probit crisis models. The results are expected to demonstrate that AI-based models outperform conventional early warning frameworks in terms of predictive accuracy, especially in capturing nonlinear relationships and structural breaks. The findings contribute to macro-financial stability literature by providing a data-driven policy tool that enhances crisis monitoring and macroprudential decision-making processes. Policy implications for central banks and regulatory authorities are discussed in terms of improving financial resilience and economic efficiency.

Keywords: AI, Macroeconomic, Emerging Economies.

JEL Codes: C45, E44, G01.

## **Makroekonomik ve Finansal Krizler İçin Yapay Zekâ Tabanlı Erken Uyarı Sistemleri: Yükselen Ekonomilerden Kanıtlar**

Makroekonomik ve finansal krizler; üretim kayıpları, finansal istikrarsızlık ve uzun süreli yapısal uyum süreçlerine yol açarak gelişmekte olan ekonomiler üzerinde önemli maliyetler oluşturmaktadır. Yüksek frekanslı makro-f finansal verilerin artan mevcudiyeti ve yapay zekâdaki (YZ) ilerlemeler, daha doğru erken uyarı sistemleri (EWS) geliştirmek için yeni fırsatlar sunmaktadır. Bu çalışma, gelişmekte olan piyasalarda ve özellikle Türkiye odağında, makroekonomik ve finansal krizleri tahmin etmek amacıyla yapay zekâ tabanlı bir erken uyarı modeli oluşturmayı hedeflemektedir. Ampirik çerçeve; makroekonomik göstergeler (enflasyon, cari denge, kredi büyümesi, döviz rezervleri, kamu borç oranları) ile finansal değişkenleri (döviz kuru oynaklığı, faiz marjları, borsa endeksleri, bankacılık sektörü göstergeleri) bir araya getirmektedir. 1990 sonrası dönemi kapsayan çeyreklik verilerin kullanıldığı çalışmada; Rastgele Orman (Random Forest), Gradyan Artırma (XGBoost) ve Yapay Sinir Ağları gibi makine öğrenmesi tekniklerinden yararlanılmaktadır. Bu modellerin tahmin performansı; logit/probit kriz modelleri gibi geleneksel ekonometrik yaklaşımlarla karşılaştırılmaktadır. Sonuçların, yapay zekâ tabanlı modellerin, özellikle doğrusal olmayan ilişkileri ve yapısal kırılmaları yakalamada geleneksel erken uyarı çerçevelerinden daha yüksek tahmin doğruluğu sergilediğini kanıtlaması beklenmektedir. Bulgular, kriz izleme ve makro ihtiyati karar alma süreçlerini güçlendiren veri odaklı bir politika aracı sunarak makro-f finansal istikrar literatürüne katkıda bulunmaktadır. Merkez bankaları ve düzenleyici kurumlar için politika çıkarımları, finansal dayanıklılığın ve ekonomik verimliliğın artırılması açısından tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Makroekonomik, Yükselen Ekonomiler.

JEL Kodları: C45, E44, G01.

Selçuk BAYRACI

Ph.D.; Borusan Otomotiv R&D Center; Türkiye

selcuk.bayraci@borusanotomotiv.com; ORCID: 0000-0003-4831-4802.

Garen BOZOĞLANOĞLU

Borusan Otomotiv Data Analytics & AI Unit, Türkiye

garen.bozoglanoglu@borusanotomotiv.com, ORCID: 0009-0001-4977-6972

---

## **A Dual-Model System for Vehicle Service Retention: Predictin churn Prediction, Customer Retention, Demand Forecasting, Predictive Modeling, Lightgbm, Vehicle Service Centersg Service Timing and Churn Probability**

Vehicle service centers face significant challenges in customer retention and operational planning. We present a dual-model system that addresses both challenges simultaneously by predicting (1) the expected next service arrival time and (2) the probability of service churn. Our system employs two LightGBM models trained on historical service records, vehicle characteristics, and customer behavior data. The first model forecasts when a customer is likely to return for their next service, enabling proactive scheduling and resource allocation. The second model estimates churn probability, identifying at-risk customers who may defect to competitors or discontinue service. By combining temporal predictions with retention risk assessment, our system enables targeted, time-sensitive interventions that align operational capacity with customer retention strategies. This integrated approach bridges the gap between maintenance demand forecasting and churn prediction, two domains that have traditionally been addressed separately in the literature.

Keywords: Churn Prediction, Customer Retention, Demand Forecasting, Predictive Modeling, Lightgbm, Vehicle Service Centers.

JEL Codes: C53, M31, M11.

## Araç Servis Bağıllığı İçin İkili Model Sistemi: Servis Zamanlaması ve Kayıp (Churn) Olasılığının Tahmin Edilmesi

Araç servis merkezleri, müşteri elde tutma ve operasyonel planlama konularında önemli zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu çalışmada, (1) beklenen bir sonraki servis geliş zamanını ve (2) servisi bırakma (churn) olasılığını tahmin ederek her iki zorluğu aynı anda ele alan çift modelli bir sistem sunuyoruz. Sistemimiz; geçmiş servis kayıtları, araç özellikleri ve müşteri davranış verileri üzerinde eğitilmiş iki LightGBM modeli kullanmaktadır. İlk model, bir müşterinin bir sonraki servisi için ne zaman dönme ihtimalinin yüksek olduğunu öngörerek proaktif planlama ve kaynak tahsisine olanak tanır. İkinci model ise servisi bırakma olasılığını tahmin ederek, rakiplere geçebilecek veya hizmet almayı durdurabilecek risk altındaki müşterileri tespit eder. Sistemimiz, zamansal tahminleri elde tutma riski değerlendirmesiyle birleştirilerek, operasyonel kapasiteyi müşteri elde tutma stratejileriyle uyumlu hale getiren, hedefe yönelik ve zamana duyarlı müdahalelere olanak sağlar. Bu entegre yaklaşım, literatürde geleneksel olarak ayrı ayrı ele alınan iki alan olan bakım talebi tahmini ile müşteri kaybı (churn) tahmini arasındaki boşluğu doldurmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kayıp Tahmini, Müşteri Bağıllığı, Talep Tahmini, Öngörücü Modelleme, LightGBM, Araç Servis Merkezleri.

**JEL Kodları:** C53, M31, M11.

Hava TEMEL

Undergraduate Student; Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye;  
temelhava17@gmail.com; ORCID 0000-0002-2558-2014

Furkan SOYSAL

Ph.D.; Assoc. Prof.; Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye  
fsoysal@aybu.edu.tr; ORCID 0000-0002-2558-2014

---

### **Development of a Data-Driven Digital Twin for State of Health Estimation of Li-Ion Batteries**

The widespread adoption of electric vehicles and renewable energy systems has made the efficient and reliable management of lithium-ion batteries a critical engineering challenge. The performance and safety of these systems strongly depend on the battery State of Health (SOH). However, SOH cannot be measured directly and must be estimated indirectly. Conventional model-based approaches often fail to capture the highly non-linear and time-dependent nature of battery degradation. This study proposes a data-driven Digital Twin framework for SOH estimation of lithium-ion batteries. The proposed approach establishes continuous interaction between the physical battery system and its virtual counterpart, enabling dynamic monitoring and prediction of battery behavior. Analysis of time-series data, including voltage, current, temperature, and capacity, reveals that battery degradation exhibits non-linear characteristics and may involve complex phenomena such as temporary capacity recovery. The developed Digital Twin architecture consists of data acquisition, preprocessing, modeling, and synchronization layers. This modular structure enables real-time monitoring and predictive analysis, allowing early detection of abnormal conditions. As a result, maintenance costs can be reduced, system reliability can be improved, and battery lifecycle management can be optimized. In conclusion, the proposed data-driven approach provides a flexible and scalable solution for advanced battery management systems, with strong potential applications in energy storage, electric transportation, and smart energy infrastructures.

Keywords: Battery Management System, Digital Twin, SOH Estimation, Artificial Intelligence, Electric Vehicles.

JEL Codes: N70, O13, Q40.

## Lityum İyon Bataryaların Sağlık Durumu (SOH) Tahmini İçin Veri Güdümlü Bir Dijital İkaz Geliştirilmesi

Elektrikli araçların ve yenilenebilir enerji sistemlerinin yaygınlaşması, lityum-iyon bataryaların güvenli ve verimli kullanımını kritik bir mühendislik problemi haline getirmiştir. Bu sistemlerin performansı büyük ölçüde batarya sağlık durumuna (State of Health - SOH) bağlıdır. Ancak SOH doğrudan ölçülemediğinden dolayı olarak tahmin edilmesi gerekmektedir. Geleneksel model tabanlı yaklaşımlar, batarya yaşlanmasının doğrusal olmayan ve zamana bağlı karmaşık doğasını yeterince temsil edememektedir. Bu alışma, SOH kestirimi için veri odaklı bir Dijital İkaz yaklaşımı önermektedir. Önerilen ereve, fiziksel batarya sistemi ile sanal modeli arasında sürekli veri etkileşimi sağlayarak batarya davranışını dinamik olarak izlemeyi ve tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Gerilim, akım, sıcaklık ve kapasite gibi zaman serisi verilerinin analizi, batarya yaşlanmasının doğrusal olmayan bir karaktere sahip olduğunu ve geçici kapasite toparlanmaları gibi karmaşık davranışlar içerdiğini göstermektedir. Geliştirilen Dijital İkaz mimarisi; veri toplama, ön işleme, modelleme ve senkronizasyon katmanlarından oluşmaktadır. Bu yapı sayesinde gerçek zamanlı izleme ve öngörücü analiz mümkün hale gelmekte, anormal durumların erken tespiti sağlanmaktadır. Böylece bakım maliyetlerinin azaltılması, sistem güvenliğinin artırılması ve batarya ömrünün daha etkin yönetilmesi hedeflenmektedir. Sonuç olarak, önerilen veri odaklı yaklaşım, batarya yönetim sistemleri için esnek ve ölçeklenebilir bir çözüm sunmakta olup enerji depolama, elektrikli ulaşım ve akıllı enerji sistemlerinde uygulanabilir önemli bir potansiyel taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Batarya Yönetim Sistemi, Dijital İkaz, Sağlık Durumu (SOH) Tahmini, Yapay Zekâ, Elektrikli Araçlar.  
JEL Kodları: N70, O13, Q40.

Saliha ERGÜN TANRIVERDİ

Ph.D.; Bahçeşehir University, İstanbul, Türkiye

saliha.tanriverdi@bau.edu.tr; ORCID: 0009-0004-3643-6209.

---

### **Econometric Approaches to Assessing AI-Driven Efficiency**

This study examines the econometric methods and empirical strategies used to assess AI-driven efficiency gains at the firm, sector, and macroeconomic levels. Drawing on panel data techniques, time-series analysis, and modern causal inference approaches –including difference-in-differences, instrumental variables, and synthetic control methods– the chapter addresses the core identification challenge of distinguishing genuine productivity improvements attributable to AI adoption from spurious trends and selection effects. Special attention is given to the measurement of Total Factor Productivity (TFP) in the presence of AI-embodied capital, and the intangible nature of digitally intensive assets. The chapter further discusses structural change models that can accommodate the non-linear and structural dynamics introduced by AI adoption, and examines strategies for handling endogeneity, reverse causality and data availability constraints commonly encountered in empirical AI research. Together, these methodological foundations equip researchers with the analytical tools necessary to produce credible, policy-relevant estimates of AI's economic impact across diverse empirical settings.

Keywords: Total Factor Productivity (TFP) Measurement, Causal Inference in AI Adoption, Econometric Identification Strategies.

JEL Codes: C26, C33, O47.

## Yapay Zekâ Kaynaklı Verimliliğin Değerlendirilmesinde Ekonometrik Yaklaşımlar

Bu alışma, yapay zekâ kaynaklı verimlilik kazanımlarını firma, sektör ve makroekonomik düzeylerde değerlendirmek amacıyla kullanılan ekonometrik yöntemleri ve ampirik stratejileri incelemektedir. Panel veri teknikleri, zaman serisi analizi ve modern nedensellik çıkarımı yaklaşımlarından- farkların farkı, araç değişkenler ve sentetik kontrol yöntemleri dahil- yararlanarak bölüm, yapay zekâ benimsenmesine atfedilebilecek gerçek verimlilik iyileşmelerini sahte eğilimlerden ve seçim etkilerinden ayırt etme şeklindeki temel tanımlama sorununu ele almaktadır. Yapay zekâ ile somutlaşmış sermayenin varlığında Toplam Faktör Verimliliği'nin (TFV) ölçümüne ve dijital yoğunluklu varlıkların maddi olmayan niteliğine özel bir önem atfedilmektedir. Bölüm ayrıca yapay zekâ benimsenmesinin beraberinde getirdiği doğrusal olmayan ve yapısal dinamikleri barındırabilecek yapısal değişim modellerini ele almakta; ampirik yapay zekâ araştırmalarında sıklıkla karşılaşılan içsellik, ters nedensellik ve veri erişilebilirliği kısıtlamalarıyla başa çıkma stratejilerini de incelemektedir. Bu metodolojik temeller bir bütün olarak, araştırmacıları yapay zekanın ekonomik etkisine ilişkin güvenilir ve politika açısından anlamlı tahminler üretmek için gereken analitik araçlarla donatmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Toplam Faktör Verimliliği (TFV) Ölçümü, Yapay Zekâ Benimsemede Nedensel Çıkarım, Ekonometrik Tanımlama Stratejileri.

JEL Kodları: C26, C33, O47.

Selçuk BAYRACI

Ph.D.; Borusan Otomotiv R&D Center; Türkiye

selcuk.bayraci@borusanotomotiv.com; ORCID: 0000-0003-4831-4802.

Oğulcan ÇİÇEK

Borusan Otomotiv Data Analytics & AI Unit; Türkiye

ogulcan.cicek@borusanotomotiv.com; ORCID: 0009-0001-4977-6972.

---

## **Predictive Triage of Warranty Claim Settlement Outcomes: A Machine Learning Pipeline for Automotive Goodwill Claim Management**

Post-warranty goodwill repair claims constitute a strategically significant but analytically underexplored segment of automotive aftersales economics. This paper presents a machine learning pipeline for predicting, at claim assembly time, whether a given warranty line item will receive partial or rejected reimbursement from the manufacturer. Operating on BMW Turkey SAP warranty records, we develop a rigorously anti-leakage feature engineering framework employing expanding-window Bayesian target encoding, rarity flags, and relative-typical-value features, and evaluate a CatBoost classifier across 26 monthly temporal validation folds (February 2024–February 2026) including three months of live production data. Mean Average Precision improves from  $0.244 \pm 0.049$  in the 2024 backtest to 0.431 in production deployment, with partial-payment detection reaching 65.3% and over-payment false positive rate of 6.1%. Diagnostic error group analysis confirms that misclassification concentrates among rare and novel item–defect combinations. The system enables a structural shift from reactive reimbursement reconciliation to proactive, item-level risk stratification within the manufacturer's warranty adjudication cycle.

Keywords: Goodwill Claim Management, Predictive Risk Stratification, Automotive Aftersales Analytics.

JEL Codes: C53, L62, D81.

## Otomotiv Goodwill Talep Yönetimi İçin Bir Makine Öğrenmesi Hattı: Garanti Talep Uzlaşma Sonuçlarının Öngörücü Triyajı

Garanti sonrası iyi niyet onarım talepleri, otomotiv satış sonrası ekonomisinin stratejik açıdan mühim ancak analitik bağlamda yeterince irdelenmemiş bir alanını teşkil etmektedir. İşbu makale, spesifik bir garanti kaleminin üretici firma tarafından kısmi geri ödemeye mi tabi tutulacağını yoksa bütünüyle reddedileceğini henüz talep tanzim aşamasındayken öngörebilen bir makine öğrenimi ardışık mimarisi sunmaktadır. BMW Türkiye SAP garanti kayıtları üzerinden yürütülen bu çalışmada; veri sızıntısını mutlak surette bertaraf eden, genişleyen pencerele Bayeşçi hedef kodlama, nadirlik göstergeleri ve nispi tipik değer özniteliklerini ihtiva eden titiz bir öznitelik mühendisliği metodolojisi tasarlanmıştır. Bu çerçevede, üç aylık canlı üretim verisini de kapsayan 26 aylık zamansal doğrulama dilimleri (Şubat 2024 – Şubat 2026) kurgusu dahilinde bir CatBoost sınıflandırıcısının performansı değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, Ortalama Hassasiyet metriği 2024 yılına ait geriye dönük sınamalarda  $0.244 \pm 0.049$  bandından, canlı üretim ortamında 0.431 seviyesine ivmelenirken; kısmi ödeme tespit rasyosu %65,3'e, fazla ödemeye yol açan yanlış pozitif oranı ise %6,1 düzeyine erişmiştir. Yürütülen tanısıl hata grubu analizi, hatalı sınıflandırma vakalarının nadir ve yeni gözlemlenen kalem-kusur varyasyonlarında temerküz ettiğini teyit etmektedir. Söz konusu sistem, üreticinin garanti tahkim döngüsü bağlamında; reaktif geri ödeme mutabakatı paradigmasından, proaktif ve kalem bazında risk katmanlaştırma modeline doğru yapısal bir evrime zemin hazırlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Goodwill Talep Yönetimi, Öngörücü Risk Katmanlandırması, Otomotiv Satış Sonrası Analitiği.

JEL Kodları: C53, L62, D81.

Elif UÇKAN DAĞDEMİR

Ph.D.; Prof.; Anadolu University, Eskisehir, Türkiye  
euckan@anadolu.edu.tr; ORCID: 0000-0003-1656-0275.

---

### **Insights of Agriculture 5.0: State of Play and Future Prospects**

Insights of Agriculture 5.0: State of Play and Future Prospects Agricultural production has been experiencing a transformation driven by artificial intelligence and accompanied with new technologies. This transformation is very much related with the progress industrial sector has been exposed to, and Industry 5.0 is a strong anchor for Agriculture 5.0 in this respect. Digital transformation in agriculture sector is inevitable so as to meet the increased food demand accompanied with the dynamics of world population. What's even more concerning is the world population projections, and water supply dwindles. The world population is expected to rise from 8.2 billion in 2026 to 10.9 billion in 2100, and the largest part of this increase is anticipated in low-income countries which are mostly agriculture sector dependent. Thus, more efficiency in agricultural sector is inevitable so as to sustain food security for the humankind who is threaten with global hunger and malnutrition. Yet, water supply dwindles is another urgent call. Undoubtedly, food security is directly related with water security since agriculture sector is the largest user of water. In this respect, technology driven, water-saving irrigation has to be adopted in larger arable land within the global context. Minimizing the negative effects of the climate change is the other significant area of concern that requires digital transformation in agriculture sector. Food logistics is also demanding a technology-driven management since accomplished logistics is a compulsory component of food security. The aim of this paper is to assess the mentioned challenges that agriculture sector faces, addressing the newly evolving Agriculture 5.0. The paper evaluates the current status and future prospects of Agriculture 5.0 from the perspective of improvements in agricultural productivity and food security. Opportunities and threats of Agriculture 5.0 are examined in conjunction with the strengths and weaknesses of agriculture sector. The paper gives a comprehensive insight to the developments on Agriculture 5.0, highlights the exciting advancements within this context, and elaborate prospects for the future.

Keywords: Agriculture 5.0, Artificial Intelligence, Agriculture Sector.

JEL Codes: O33, Q16, Q18.

## Tarım 5.0 İğöröleri: Mevcut Durum ve Gelecek Perspektifleri

Tarımsal üretim yapay zekâ ile biçimlenen ve yeni teknolojilerin eşlik ettiğı bir dönüşüm süreci yaşamaktadır. Bu dönüşüm, sanayi sektörünün yaşadığı ilerleme ile yakından ilgilidir ve bu doğrultuda Sanayi 5.0, Tarım 5.0 için güçlü bir çıpa görevi görmektedir. Dünya nüfus dinamiklerine dayalı artan gıda talebinin karşılanabilmesi için tarım sektöründe dijital dönüşüm kaçınılmazdır. Geleceğe dair dünya nüfus tahminleri ve su kaynaklarındaki azalış, tarımda dijital dönüşümü daha da zorunlu kılmaktadır. 2026 yılında yaklaşık 8.2 milyar olan dünya nüfusunun 2100 yılında 10.9 milyar olacağı ve bu artışın büyük bölümünün tarım sektörüne bağımlı, düşük-gelirli ölkelerde yaşanacağı öngörülmektedir. Bu nedenle, küresel açlık ve yetersiz beslenme sorunu ile karşı karşıya olan insanoğlunun gıda güvenliğini sağlamak için tarım sektöründe etkinliğin artırılması büyük önem arz etmektedir. Şüphesiz ki gıda güvenliği, su güvenliği ile doğrudan ilgilidir. Çünkü üretimde en fazla su kullanan sektör tarım sektörüdür. Bu bağlamda, teknoloji ile yönetilen, su-tasarrufu sağlayan sulama yöntemlerinin küresel ölçekte yaygınlaştırılmasının önemi açıktır. İklim değışikliklerinin negatif etkilerini minimize etmek, tarım sektöründe dijital dönüşümü gerektiren bir diğer önemli konudur. Gıda lojistiğı de teknoloji ile biçimlenen bir yönetimi gerekli kılan bir diğer alandır. Çünkü başarılı bir gıda lojistiğı, gıda güvenliğinin zorunlu bir bileşenidir. Bu çalışma, tarım sektörünün karşı karşıya kaldığı zorlukları, yeni gelişmeye başlayan Tarım 5.0 çerçevesinde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışma, Tarım 5.0 uygulamalarının mevcut durumunu ve geleceğini, tarımsal verimlilik ve gıda güvenliği açısından ele almaktadır. Tarım 5.0'ın ortaya koyduğu fırsatlar ve tehditler, tarım sektörünün güçlü ve zayıf yönleri dikkate alınarak analiz edilmektedir. Çalışma, Tarım 5.0'daki gelişmelerle ilgili kapsamlı bir iğörü ortaya koymakta, ilerlemelerin altını çizmekte ve gelecek öngöröleri sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tarım 5.0, Yapay Zekâ, Tarım Sektörü.

JEL Kodları: O33, Q16, Q18.

Mehmet Necati AYSAN

Radio and Television Supreme Council of Türkiye, Ankara, Türkiye  
mnaysan@gmail.com; ORCID: 0000-0003-2238-0932.

Hasibe AYSAN

Ph.D.; Asst. Prof.; Ostim Technical University, Ankara, Türkiye  
hasibe.aysan@ostimteknik.edu.tr; ORCID: 0000-0001-6485-9824.

---

### **From Productivity Dip to Well-Being Dividend: Empirical Evidence of AI Integration in Higher Education (2020-2025)**

The integration of artificial intelligence in higher education has generated considerable debate regarding its immediate versus long-term productivity impacts. This study provides empirical evidence for the Productivity J-Curve phenomenon in the education sector, demonstrating that AI investments initially create measurable performance declines before yielding substantial gains. Drawing on longitudinal data from 38 OECD countries (2020-2025), we test whether AI adoption follows the predicted J-shaped trajectory identified in general purpose technology literature.

Keywords: Productivity J-Curve, Artificial Intelligence in Education, Happiness Economics, Human Capital Development, Subjective Well-Being, OECD Education Policy.

JEL Codes: I23, O33, I31.

### **Verimlilik Düşüşünden Refah Payına: Yükseköğretimde Yapay Zekâ Entegrasyonunun Ampirik Kanıtları (2020-2025)**

Yapay zekanın yükseköğretime entegrasyonu, kısa ve uzun vadeli verimlilik etkileri açısından önemli tartışmalar yaratmıştır. Bu çalışma, eğitim sektöründe Verimlilik J-Eğrisi olgusuna dair ampirik kanıtlar sunarak, yapay zekâ yatırımlarının ölçülebilir performans düşüşleri yaratmadan önce önemli kazanımlar sağladığını göstermektedir. 38 OECD ülkesinden toplanan boylamsal verilerle (2020-2025), yapay zekâ benimsenmesinin genel amaçlı teknoloji literatüründe öngörülen J-şekilli yörüngeyi takip edip etmediğini test ediyoruz.

Anahtar Kelimeler: Verimlilik J-Eğrisi, Eğitimde Yapay Zekâ, Mutluluk Ekonomisi, Beşerî Sermaye Gelişimi, Öznel Refah, OECD Eğitim Politikası.

JEL Kodları: I23, O33, I31.

**Sibel DİNÇ AYDEMİR**

Ph.D.; Assoc. Prof.; Fatih Sultan Mehmet Vakıf University, İstanbul, Türkiye  
sdaydemir@fsm.edu.tr; ORCID: 0000-0003-1897-0913.

**Yusuf Sinan AKGÜL**

Ph.D.; Prof.; Gebze Technical University, Kocaeli, Türkiye  
akgul@gtu.edu.tr; ORCID: 0000-0001-8501-4812.

**Barış ÖZCAN**

ForInvest Yazılım ve Teknoloji Hizmetleri A.Ş., Türkiye  
barisozcan963@gmail.com; 0000-0001-7555-9122.

**Mine AKSU**

Ph.D.; Asst. Prof.; Sabancı University, İstanbul, Türkiye  
mine.aksu@sabanciuniv.edu; ORCID: 0000-0003-3861-6823.

---

**Uncovering Turkish Audit Firms' Transparency Report Textual Attributes Through Computer Based Approaches and Linking Them to Audit Quality**

This paper assesses the textual attributes of transparency reports (TRs) prepared by audit firms (AFs) in Türkiye between 2013-2020. To achieve this goal, we utilize a range of computer-based techniques and expertise, including natural language processing, named entity recognition, business text processing, web scraping, data mining, and bot building. The findings reveal that TRs exhibit boilerplate tendencies, lacking full transparency. They are characterized as medium-to-hard documents with a generally positive tone and diverse EoBP at the firm level. Additionally, a customized Turkish readability scale derived from Fog index is introduced. This paper also investigates AF-based determinants of TR textual attributes. Regression model results indicate the impact of some AF characteristics (e.g., license duration, number of partners, the Big 4, female ratio, non-audit services) on most textual attributes. Finally, we explore the role of textual features, alongside AF and audit partner (AP) attributes, in influencing audit quality. To address potential endogeneity concerns, the study adopts an instrumental variables probit model. The analysis reveals that the readability of TRs by Fog index significantly influences audit quality. Factors such as AF tenure, AP busyness, CF's sales ratio, and loss contribute to audit quality, aligning with prior research.

Keywords: Audit Quality, Transparency Reports, Readability, Natural Language Processing, Business Text Processing, Named Entity Recognition, Document Similarity.  
JEL Codes: C26, C88, G18, M42.

## **Bilgisayar Tabanlı Yaklaşımlarla Türk Denetim Kuruluşlarının Şeffaflık Raporu Metin Özelliklerinin Ortaya Çıkarılması ve Denetim Kalitesiyle İlişkilendirilmesi**

Bu çalışma, Türkiye’de 2013–2020 yılları arasında denetim firmaları (DF’ler) tarafından hazırlanan şeffaflık raporlarının (ŞR’ler) metinsel özelliklerini incelemektedir. Bu amaca ulaşmak için doğal dil işleme, isimlendirilmiş varlık tanıma, iş metni işleme, web kazıma, veri madenciliği ve bot geliştirme gibi bilgisayar tabanlı çeşitli teknikler ve uzmanlıklardan yararlanılmıştır. Bulgular, ŞR’lerin tam şeffaflık göstermediğini şablon formlar olma eğilimi sergilediğini ortaya koymaktadır. Raporlar, ortadan zora bir okunabilirlik düzeyine sahip belgeler olarak ortaya çıkmakta, genel olarak olumlu bir tona sahip olmakta ve firma düzeyinde çeşitlilik gösteren bir temel prensip ve iyi uygulamalara vurgu içermektedir. Ayrıca, Fog endeksinden türetilmiş, Türkçeye uyarlanmış özgün bir okunabilirlik ölçeği geliştirilmiştir. Çalışma ayrıca, denetim firmalarına özgü belirleyicilerin şeffaflık raporlarının metinsel özellikleri üzerindeki etkilerini incelemektedir. Regresyon modeli sonuçları, lisans süresi, ortak sayısı, dört büyük denetim firmasından olma durumu, kadın ortak oranı ve denetim dışı hizmetlerin varlığı gibi bazı denetim firması özelliklerinin, metinsel özelliklerin çoğu üzerinde anlamlı etkileri olduğunu göstermektedir. Son olarak, metinsel özelliklerin, denetim firması (DF) ve denetim ortağı (DO) nitelikleriyle birlikte denetim kalitesi üzerindeki rolü araştırılmaktadır. Olası içsellik sorunlarını gidermek amacıyla çalışmada araç değişkenli probit modeli kullanılmaktadır. Analiz sonuçları, Fog endeksi ile ölçülen şeffaflık raporlarının okunabilirliğinin denetim kalitesi üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, DF’nin ardışık görev süresi, DO’nun iş yoğunluğu, müşteri firmanın satış oranı ve zarar durumunda olup olmadığı gibi faktörlerin denetim kalitesini etkilediği ve bu bulguların önceki literatürle uyumlu olduğu görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Denetim Kalitesi, Şeffaflık Raporları, Okunabilirlik, Doğal Dil İşleme, İş Metni İşleme, Varlık İsmi Tanıma, Belge Benzerliği.

**JEL Kodları:** C26, C88, G18, M42.

Turalay KENÇ

Ph.D.; Prof.; The Inceif University, Kuala Lumpur, Malaysia  
turalay.kenc@gmail.com; ORCID: 0000-0001-5051-3726.

---

### **The Future of AI-Driven Economies**

This chapter examines the transition toward AI-driven economies as a structural transformation of value creation. The automation of cognitive functions — synthesis, reasoning, and decision-making — is emerging as a scalable commodity, displacing human-mediated workflows in favour of increasingly autonomous ecosystems. Aggregate productivity gains are projected to contribute trillions of dollars to global GDP. However, the analysis identifies countervailing risks. Escalating computational demands will strain energy infrastructure. Meanwhile, the concentration of compute capacity, data, and talent among dominant firms and advanced economies gives rise to a "Next Great Divergence," with significant implications for structural inequality. The chapter further identifies a fundamental "pacing problem": the exponential trajectory of technological capability is outstripping the linear adaptive capacity of regulatory and fiscal frameworks. This mismatch erodes payroll-based tax models and widens asymmetries in national competitiveness. As routine cognitive labour approaches zero marginal cost, middle-skill occupations face systematic displacement. This necessitates a reorientation toward an "Inspiration Economy" predicated on distinctly human capacities — intuition, ethical reasoning, and the navigation of ambiguity. The chapter concludes that effective governance will require transparent and interpretable AI systems, fiscal innovation such as Universal Basic Income, and adaptive social safety nets. Ultimately, the most scarce economic assets in an age of artificial intelligence will be human judgment, institutional stewardship, and the moral imagination to direct autonomous systems toward collectively beneficial ends.

Keywords: AI-Driven Economies, Cognitive Replacement, Great Divergence.

JEL Codes: J24, O47, O33.

## Yapay Zekâ Güdümlü Ekonomilerin Geleceği

Bu bölüm, yapay zekâ odaklı ekonomilere geçişi, değer yaratım süreçlerinde yapısal bir dönüşüm olarak ele almaktadır. Bilişsel işlevlerin- sentez, akıl yürütme ve karar alma-otomasyonu, ölçeklenebilir bir meta biçiminde ortaya çıkmakta; insan aracılığına dayalı iş akışlarını giderek daha özerk ekosistemler lehine ikame etmektedir. Toplam verimlilik artışlarının küresel gayrisafi yurt içi hasılaya trilyonlarca dolarlık katkı sağlaması öngörülmektedir. Bununla birlikte, analiz karşıt riskleri de ortaya koymaktadır. Artan hesaplama talepleri enerji altyapısını zorlayacak; öte yandan, hesaplama kapasitesi, veri ve yeteneklerin hâkim şirketler ile gelişmiş ekonomilerde yoğunlaşması, yapısal eşişsizlik açısından önemli sonuçlar doğuran “Yeni Büyük Ayrışma”ya yol açmaktadır. Bölüm ayrıca temel bir “hız uyumsuzluğu sorununu” teşhis etmektedir: teknolojik kapasitenin üstel gelişim eğrisi, düzenleyici ve mali çerçevelerin doğrusal uyum sağlama kapasitesini açmaktadır. Bu uyumsuzluk, bordro temelli vergi modellerini aşındırmakta ve ulusal rekabet gücündeki asimetrileri derinleştirmektedir. Rutin bilişsel emeğin marjinal maliyeti sıfıra yaklaşırken, orta beceri düzeyindeki meslekler sistematik biçimde yerinden edilmektedir. Bu durum, sezgi, etik akıl yürütme ve belirsizlikle başa çıkma gibi insana özgü kapasiteler üzerine inşa edilen bir “İlham Ekonomisi”ne yönelimi zorunlu kılmaktadır. Sonuç olarak, etkin yönetişim; şeffaf ve yorumlanabilir yapay zekâ sistemlerini, Evrensel Temel Gelir gibi mali yenilikleri ve uyarlanabilir sosyal güvenlik ağlarını gerektirmektedir. Nihayetinde, yapay zekâ çağında en kıt ekonomik varlıklar, insan yargısı, kurumsal vesayet ve özerk sistemleri kolektif faydaya yönlendirecek ahlaki tahayyül olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ Güdümlü Ekonomiler, Bilişsel Yer değiştirme, Büyük İraksama.

JEL Kodları: J24, O47, O33.

Elif KORKMAZ TÜMER

Ph.D.; Ege University, Izmir, Türkiye  
elif.korkmaz@ege.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5182-8313.

Erol Türker TÜMER

Ph.D.; Asst. Prof.; Dokuz Eylül University, Izmir, Türkiye  
turker.tumer@deu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5180-0150.

---

## **Mapping Circular Economy Performance in the European Union: A Multidimensional Scaling Approach**

The EU's transition to a circular economy requires a system-level shift from the traditional linear model of production and consumption, and monitoring this transition requires tools capable of capturing its multidimensional nature. To this end, the European Commission has developed a circular economy monitoring framework that tracks performance across several dimensions, including production and consumption, waste management, secondary raw materials, and competitiveness and innovation. However, assessing circular economy performance through single indicators fails to reflect the complexity of this transition. Building on these indicators, this paper applies Multidimensional Scaling (MDS) to classify and visualize the performance of EU Member States. MDS enables the representation of similarities and dissimilarities across high-dimensional data in a lower-dimensional space, allowing for the analysis of relationships between countries. In particular, we focus on convergence-divergence dynamics across Member States. To do so, we employ metric (classical) MDS, which relies on Euclidean distance to capture similarities across units. By moving beyond single-indicator assessments, this approach provides a more comprehensive picture of the relative positioning of EU Member States in the circular economy transition and identifies clusters of countries with similar performance profiles.

Keywords: Circular Economy, Multidimensional Scaling, Sustainable Development, Comparative Analysis, European Union.

JEL Codes: Q01, Q56, O47.

## **Avrupa Birliği'nde Döngüsel Ekonomi Performansının Haritalandırılması: Çok Boyutlu Ölçekleme Yaklaşımı**

Avrupa Birliği'nin (AB) döngüsel ekonomiye geçişi, geleneksel doğrusal üretim ve tüketim modelinden sistem düzeyinde bir dönüşümü gerektirmektedir. Bu dönüşümün izlenmesi ise döngüsel ekonominin çok boyutlu yapısını kavrayabilecek göstergelerin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda Avrupa Komisyonu, üretim ve tüketim, atık yönetimi, ikincil hammaddeler ile rekabet gücü ve inovasyon gibi çeşitli boyutlarda performansı izleyen bir döngüsel ekonomi izleme çerçevesi geliştirmiştir. Ancak döngüsel ekonomi performansının tek boyutlu göstergeler aracılığıyla değerlendirilmesi, bu geçişin karmaşıklığını yansıtmaktan uzak kalmaktadır. Bu çalışma, söz konusu göstergelerden hareketle AB Üye Devletlerinin performansını sınıflandırmak ve görselleştirmek amacıyla Çok Boyutlu Ölçekleme (ÇBÖ) yöntemini uygulamaktadır. ÇBÖ, karmaşık verilerdeki benzerlik ve farklılıkların daha düşük boyutlu bir uzayda temsil edilmesine olanak tanıyarak ülkeler arasındaki ilişkilerin analizine imkân sağlamaktadır. Çalışmada özellikle Üye Devletler arasındaki yakınsama-ıraksama dinamikleri incelenmektedir. Bu amaçla, birimler arası benzerlikleri Öklid mesafesine dayalı olarak hesaplayan klasik ÇBÖ yöntemi kullanılmaktadır. Bu yaklaşım, AB Üye Devletlerinin döngüsel ekonomiye geçiş sürecindeki görece konumlarına ilişkin daha kapsamlı bir tablo sunmakta ve benzer performans profiline sahip ülke kümelenmelerini ortaya koymaya olanak sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel Ekonomi, Çok Boyutlu Ölçekleme, Sürdürülebilir Kalkınma, Karşılaştırmalı Analiz, Avrupa Birliği.

JEL Kodları: Q01, Q56, O47.

Mustafa Göktoğ KAYA

Ph.D.; Assoc. Prof.; KTO Karatay University, Konya, Türkiye  
mustafa.kaya@karatay.edu.tr; ORCID: 0000-0003-4124-4733

Mehmet Gökhan ÖZDEMİR

Ph.D.; Kırıkkale University, Kırıkkale, Türkiye  
mgozdemirera@kku.edu.tr; ORCID: 0000-0002-6756-7285.

## Yapay Zekâ ve Ekolojik Üretkenlik Paradoksu: OECD Ekonomilerinde Jevons Geri Tepme Etkisi ve Verimlilik Eşiği (2010-2022)

Bu çalışma, yapay zekâ (YZ) adaptasyonunun enerji talebi üzerindeki etkisini ve ekonomik verimliliğin bu ilişkideki düzenleyici rolünü "Ekolojik Üretkenlik Paradoksu" çerçevesinde incelemektedir. Jevons Paradoksu'ndan hareketle, 24 gelişmiş OECD ekonomisini kapsayan 2010-2022 dönemi panel verileri Dumitrescu-Hurlin heterojen panel nedensellik testi, Driscoll- Kraay dirençli regresyon ve Sistem GMM (Blundell-Bond, 1998) ile analiz edilmiştir. Temel YZ vekil değişkeni BİT hizmet ihracatıdır; bulgular bu nedenle geniş dijitalleşme yoğunluğunu yansıtmaktadır. BİT adaptasyonu ile enerji tüketimi arasında çift yönlü Granger öncüllük ilişkisi tespit edilmiştir: enerji tüketiminden BİT'e ( $Z = 2.757, p < 0.01$ ) ve BİT'ten enerjiye ( $Z = 5.062, p < 0.01$ ). BİT adaptasyonunun enerji üzerindeki etkisi ters-U biçimli YZ-ÇKE yapısı sergilemektedir ( $\theta_1 = 0.1046, \theta_2 = -0.0551$ ; her ikisi  $p < 0.05$ ). Ekonomik verimlilik bu ilişkiyi istatistiksel olarak anlamlı biçimde hafifletmektedir ( $\beta_{int} = -0.2709, p < 0.01$ ); ekolojik üretkenlik eşiği 31,725 USD GSYH/kişi (statik) ve yaklaşık 51,768 USD (dinamik) olarak belirlenmiştir. Sistem GMM bulguları, enerji talebindeki yüksek yol bağımlılığını ( $0.871, p < 0.01$ ) ve verimlilik eşiği hipotezinin dinamik çerçevede doğrulandığını kanıtlamaktadır; sonuçlar Brynjolfsson vd. (2021)'in Verimlilik J-Eğrisi hipoteziyle tutarlıdır. Bulgular, Jevons Paradoksu'nun belirli bir verimlilik eşiğinin ötesinde sistematik olarak zayıflayabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Enerji Tüketimi, Jevons Geri Tepme Etkisi, Ekolojik Üretkenlik Paradoksu, Panel Eşbütünleşme, OECD.

JEL Kodları: Q43, O33, C23, O44.

## AI and the Ecological Productivity Paradox: Jevons Paradox and the Efficiency Threshold in OECD Economies (2010–2022)

This study examines the impact of AI adoption on energy demand and the moderating role of economic productivity within the “Ecological Productivity Paradox” framework. Using a panel of 24 advanced OECD economies (2010–2022), we apply Dumitrescu-Hurlin heterogeneous panel tests, Driscoll-Kraay robust estimation, and Blundell-Bond (1998) System GMM. The primary AI proxy is ICT service exports, so findings reflect broad digitalisation intensity rather than direct AI-specific adoption. Bidirectional Granger predictability is confirmed between ICT adoption and energy consumption — from energy to ICT ( $Z = 2.757, p < 0.01$ ) and from ICT to energy ( $Z = 5.062, p < 0.01$ ). An inverted-U AI-EKC structure is established ( $\theta_1 = 0.1046, \theta_2 = -0.0551$ , both  $p < 0.05$ ). Economic productivity significantly moderates the AI-energy nexus ( $\beta_{int} = -0.2709, p < 0.01$ ), with the ecological productivity threshold identified at 31,725 USD (static) and approximately 51,768 USD (dynamic). System GMM results confirm strong energy persistence (0.871,  $p < 0.01$ ) and validate the productivity threshold hypothesis in a dynamic framework, consistent with the Productivity J-Curve hypothesis. Findings suggest the Jevons Paradox weakens systematically once a critical productivity threshold is surpassed.

Keywords: Artificial Intelligence, Energy Consumption, Jevons Paradox, Ecological Productivity Paradox, Panel Cointegration, OECD.

JEL Codes: Q43, O33, C23, O44.

Mihir DASH

Ph.D.; Prof.; Alliance University, Bangalore, India  
mihirda@rediffmail.com; ORCID: 0000-0002-9790-1117.

Rita SAMIKANNU

Ph.D.; Associate Prof.; Periyar University, Salem-Tamil Nadu, India  
sritastat@periyaruniversity.ac.in

---

### **Portfolio Choice among Alternative Portfolio Selection Criteria using Multi-Criteria TOPSIS**

The prevalent framework for portfolio construction is the Mean-Variance model (Markowitz, 1952), which aims to maximise the expected return for a given level of variance or to minimise variance for a given level of expected return. However, this approach has certain limitations, including sensitivity to input parameters, sensitivity to non-normally distributed returns, and highly concentrated portfolios within a small set of assets. Subsequently, several alternative portfolio construction models have been proposed to address these shortcomings, e.g. the Mean Absolute Deviation model (Konno, 1988). This study proposes a mechanism for choosing between several different portfolio selection criteria using Multi-Criteria TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution). The portfolio selection criteria considered for the study include those minimising downside risk (the Maxi-Min model and the Value-at-Risk model), minimising risk (the Minimum Variance model, the Minimum Semi-Variance model, and the Minimum Range model), maximising average returns (Maximum Mean and Median models), and maximising the risk-adjusted returns (the Maximum Sharpe ratio, Sortino ratio, and Omega ratio models). The study considers these models for IT stocks in the Indian stock market, the National Stock Exchange. The analysis was performed for a sample of twenty IT sector stocks listed on the National Stock Exchange of India. The study period considered was Apr. 1, 2023 - Mar. 31, 2024.

Keywords: Technique For Order Preference by Similarity to Ideal Solution, Portfolio Selection Criteria, Mean-Variance Model, Maxi-Min Model, Value-At-Risk Model, Minimum Semi-Variance Model, The Minimum Range Model, Maximum Mean and Median Models, Maximum Sharpe Ratio, Sortino Ratio, Omega Ratio Models.

JEL Codes: C44, C61, G11.

## Çok Kriterli TOPSIS Kullanarak Alternatif Portföy Seçim Kriterleri Arasında Portföy Tercihi

Portföy oluşturma için yaygın olarak kullanılan çerçeve, belirli bir varyans seviyesi için beklenen getiriyi maksimize etmeyi veya belirli bir beklenen getiri seviyesi için varyansı minimize etmeyi amaçlayan Ortalama-Varyans modelidir (Markowitz, 1952). Ancak bu yaklaşımın, girdi parametrelerine duyarlılık, normal dağılıma uymayan getirilere duyarlılık ve küçük bir varlık kümesi içinde yüksek oranda yoğunlaşmış portföyler gibi bazı sınırlamaları vardır. Daha sonra, bu eksiklikleri gidermek için çeşitli alternatif portföy oluşturma modelleri önerilmiştir, örneğin Ortalama Mutlak Sapma modeli (Konno, 1988). Bu çalışma, Çok Kriterli TOPSIS (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Tercihi Tekniği) kullanarak çeşitli farklı portföy seçim kriterleri arasında seçim yapmaya yönelik bir mekanizma önermektedir. Çalışmada ele alınan portföy seçim kriterleri arasında aşağı yönlü riski minimize edenler (Maxi-Min modeli ve Risk Değeri modeli), riski minimize edenler (Minimum Varyans modeli, Minimum Yarı Varyans modeli ve Minimum Aralık modeli), ortalama getirileri maksimize edenler (Maksimum Ortalama ve Medyan modelleri) ve riske göre ayarlanmış getirileri maksimize edenler (Maksimum Sharpe oranı, Sortino oranı ve Omega oranı modelleri) yer almaktadır. Çalışma, bu modelleri Hindistan borsasındaki (Ulusal Menkul Kıymetler Borsası) bilişim teknolojileri (BT) hisse senetleri için ele almaktadır. Analiz, Hindistan Ulusal Menkul Kıymetler Borsası'nda işlem gören yirmi BT sektörü hisse senedinden oluşan bir örneklem üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma dönemi 1 Nisan 2023-31 Mart 2024 tarihleri arasındadır.

Anahtar Kelimeler: İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Tercih Sıralama Tekniği (TOPSIS), Portföy Seçim Kriterleri, Ortalama-Varyans Modeli, Maxi-Min Modeli, Riske Maruz Değer (VaR) Modeli, Minimum Yarı-Varyans Modeli, Minimum Aralık Modeli, Maksimum Ortalama ve Medyan Modelleri, Maksimum Sharpe Oranı, Sortino Oranı, Omega Oranı Modelleri.

JEL Kodları: C44, C61, G11.

**İbrahim Musa ÜNAL**

Ph.D.; Qatar Financial Markets Authority, Doha, Qatar  
unal3451@gmail.com; ORCID: 0000-0001-6802-8446.

**Ahmet Faruk AYSAN**

Ph.D.; Prof.; Hamad bin Khalifah University, Doha, Qatar  
aaysan@hbku.edu.qa; ORCID: 0009-0008-6267-0495.

**Fatma Nur AYSAN**

Ph.D. Candidate; Istanbul University, Istanbul, Türkiye  
fatimanur@gmail.com; ORCID: 0000-0001-7363-0116.

---

**AI in Finance and FinTech**

This chapter intends to examine the growing role of artificial intelligence (AI) in finance and the FinTech ecosystem, with particular attention to its applications in risk management, financial forecasting, and credit scoring. It explores how machine learning techniques and data-driven models are transforming the way financial institutions evaluate risk, predict market dynamics, and assess borrower creditworthiness. The chapter also analyzes the rise of AI-enabled algorithmic trading and its implications for market efficiency, liquidity, and price discovery. At the same time, it discusses the regulatory challenges and systemic risk considerations that emerge from the widespread adoption of AI in financial markets, including issues related to model transparency, data bias, operational resilience, and market stability. By evaluating both the opportunities and the potential risks associated with AI-driven financial innovation, the chapter aims to provide a balanced perspective on the evolving intersection between artificial intelligence, financial markets, and regulatory governance.

Keywords: AI, Fintech, Risk Management.

JEL Codes: C45, G21, C32.

**Finans ve FinTech'te Yapay Zekâ**

Bu bölüm, yapay zekânın (AI) finans ve FinTek ekosistemindeki giderek artan rolünü incelemeyi amaçlamakta; özellikle risk yönetimi, finansal tahminleme ve kredi skorlama alanlarındaki uygulamalarına odaklanmaktadır. Makine öğrenmesi teknikleri ve veri odaklı modellerin, finansal kurumların riski değerlendirme, piyasa dinamiklerini öngörme ve borçluların kredi değerliliğini analiz etme biçimlerini nasıl dönüştürdüğünü ele almaktadır. Bölüm ayrıca, yapay zekâ destekli algoritmik işlemlerin yükselişini ve bunun piyasa etkinliği, likidite ve fiyat keşfi üzerindeki etkilerini analiz etmektedir. Bununla birlikte, finansal piyasalarda yapay zekânın yaygın kullanımından doğan düzenleyici zorluklar ve sistemik risk unsurları da tartışılmaktadır. Bu kapsamda, model şeffaflığı, veri yanlılığı, operasyonel dayanıklılık ve piyasa istikrarı gibi konulara dikkat çekilmektedir. Yapay zekâ temelli finansal inovasyonun sunduğu fırsatlar ile potansiyel riskleri birlikte değerlendiren bu bölüm, yapay zekâ, finansal piyasalar ve düzenleyici yönetim arasındaki gelişen etkileşime dengeli bir bakış açısı sunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Fintek, Risk Yönetimi.

JEL Kodları: C45, G21, C32.

Zeynep YUMUŞAK

TED University, Ankara, Türkiye

zeynep.yumusak@tedu.edu.tr; ORCID: 0009-0004-7182-9841.

---

## **ESG Disclosure Tone and Stock Market Reactions: Evidence from STOXX Europe 600**

The value relevance of ESG disclosure tone has been well-established in the U.S. context using dictionary-based textual analysis of annual reports (Ignatov, 2023); yet whether this relationship holds under a mandatory, harmonized regulatory regime - and whether it is detectable using domain-adaptive language models rather than static lexicons - remains unexplored. This study extends the framework of Ignatov (2023) to the European capital market context by investigating whether ESG disclosure tone conveys value-relevant information to investors, and whether its informational content changes under the initial phase of mandatory standardization introduced by the Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD). Using a sample of firms within the STOXX Europe 600 index over the 2023-2024 reporting period, ESG tone is measured via ClimateBERT (Webersinke et al., 2022), a DistilRoBERTa-based language model pretrained on over two million climate-related paragraphs, offering contextual sensitivity absent in static word-count approaches. Robustness is ensured by benchmarking against an idf-weighted disclosure score following Loughran and McDonald (2011). Cumulative abnormal returns (CARs) are estimated over a four-day window around report publication dates using event study methodology, and OLS regressions with firm-level controls, time and sector fixed effects are employed to assess the ESG tone-return relationship. The 2024 reporting cohort is treated as a quasi-natural experiment to identify whether regulatory standardization reduces information asymmetry or compresses the price-relevant signal content of disclosure tone. Informed by Ignatov's (2023) finding that environmental disclosure is largely discounted in the U.S. context, this study hypothesizes that European investors - operating under the explicit environmental emphasis of CSRD and the EU Taxonomy Regulation - assign greater informational weight to the environmental pillar. The findings are expected to inform asset managers and regulatory bodies assessing the market impact of mandatory sustainability reporting standards.

Keywords: ESG Disclosure Tone, Climatebert, CSRD, STOXX Europe 600, Cumulative Abnormal Returns, Domain-Adaptive Language Model, Mandatory Sustainability Reporting.

JEL Codes: G14, M41, G15, C55.

## ESG Açıklama Tonu ve Hisse Senedi Piyasası Tepkileri: STOXX Europe 600 Endeksinden Kanıtlar

Çevresel, sosyal ve yönetim (ESG) açıklama tonunun değer ilişkisi, yıllık raporların sözlük tabanlı metin analizi kullanılarak ABD bağlamında kapsamlı biçimde ortaya konmuştur (Ignatov, 2023); ancak bu ilişkinin zorunlu ve uyumlaştırılmış bir düzenleyici rejim altında geçerliliğini koruyup korumadığı ve statik sözcük listelerine kıyasla alana özgü uyarlanmış dil modelleri aracılığıyla tespit edilip edilemeyeceği henüz araştırılmamıştır. Bu çalışma, Ignatov'un (2023) çerçevesini Avrupa sermaye piyasaları bağlamına taşıyarak sürdürülebilirlik ve yıllık raporların ESG açıklama tonunun yatırımcılara değer ilişkili bilgi iletilmediğini ve Kurumsal Sürdürülebilirlik Raporlama Direktifi (CSRD) kapsamında zorunlu standartlaşmanın ilk aşamasında bu bilgi içeriğinin değişip değişmediğini incelemektedir. 2023–2024 döneminde STOXX Europe 600 endeksindeki firmalar örnekleme alınmış; ESG tonu, iki milyonun üzerinde iklimle ilgili paragraf üzerinde ön eğitim görmüş DistilRoBERTa tabanlı bir dil modeli olan ClimateBERT (Webersinke ve diğerleri, 2022) aracılığıyla ölçülmüştür. Sağlık testi için tahminler, Loughran ve McDonald'ın (2011) ters belge frekansı (idf) ağırlıklı açıklama skoruyla karşılaştırılmıştır. Rapor yayımlanma tarihleri etrafında dört günlük pencere üzerinden kümülatif anormal getiriler (CAR) olay çalışması yöntemiyle tahmin edilmiş; firma düzeyinde kontrol değişkenleri, zaman ve sektör sabit etkileri içeren EKK regresyonları uygulanmıştır. Zorunlu CSRD uyumunun ilk dalgasını oluşturan 2024 raporlama kohortu, düzenleyici standartlaşmanın bilgi asimetrisini azaltıp azaltmadığını ya da açıklama tonunun fiyat ilişkili sinyal içeriğini sıkıştırıp sıkıştırmadığını belirlemek üzere yarı doğal bir deney olarak ele alınmıştır. Ignatov'un (2023) çevresel açıklamanın ABD'de yatırımcılar tarafından büyük ölçüde göz ardı edildiğine ilişkin bulgusundan hareketle, CSRD ve AB Taksonomi Tüzüğü'nün çevresel vurgusu altında faaliyet gösteren Avrupalı yatırımcıların çevresel pilara daha yüksek bilgi ağırlığı atfettiği hipotezi öne sürülmektedir. Bulgular, varlık yönetimi sektörüne ve zorunlu sürdürülebilirlik raporlamasının piyasa etkisini değerlendiren düzenleyici kurumlara katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: ESG Açıklama Tonu, ClimateBERT, CSRD, STOXX Europe 600, Kümülatif Anormal Getiriler, Alana Özgü Uyarlanmış Dil Modeli, Zorunlu Sürdürülebilirlik Raporlaması.

JEL Kodları: G14, M41, G15, C55.

Merve Mert SARITAŞ

Ph.D.; Asst. Prof.; Canakkale Onsekiz Mart University, Canakkale, Türkiye  
merve.mertsaritas@comu.edu.tr; ORCID: 0009-0009-4549-1679.

---

## **A Memory-Augmented Deep Learning Framework: Integrating Fractional Differentiation with LSTM Networks for DJIMTR Index Analysis**

This study aims to forecast the daily closing prices of the Dow Jones Islamic Market Turkey Index (DJIMTR), a pivotal benchmark for Islamic financial markets, by synthesizing modern financial machine learning and deep learning techniques. The research utilizes a comprehensive dataset consisting of 3,156 (three thousand one hundred fifty-six) daily observations spanning from 02.01.2014 to 31.03.2026. Methodologically, the study addresses the critical "memory loss" dilemma inherent in traditional stationarity transformations by employing Fractional Differentiation (FracDiff) with a coefficient of  $d=0.50$ . While the original series was confirmed to be non-stationary through the Augmented Dickey-Fuller (ADF) test ( $p=0.9977$ ), the application of the FracDiff technique successfully achieved stationarity ( $p=0.0363$ ) while simultaneously preserving the long-term memory of the series. This memory-augmented data was then fed into a Long Short-Term Memory (LSTM) neural network architecture utilizing a sixty-day sliding window approach. The experimental results indicate a significant improvement in model convergence, with the Mean Squared Error (MSE) decreasing by 83.01% during the training phase. On the test set, the model achieved a remarkably high R-Squared ( $R^2$ ) score of 96.87%, demonstrating exceptional explanatory power. Furthermore, to filter market noise and enhance signal reliability, a forecasting threshold of 1.5% was implemented, ensuring the model generates only high-conviction trading signals. The empirical findings suggest that the integration of fractional differentiation significantly enhances the predictive accuracy and economic meaningfulness of LSTM-based financial models.

Keywords: LSTM, Fractional Differentiation, Deep Learning, Islamic Finance, Time Series Forecasting.

JEL Codes: C45, C58, G17.

## Hafıza Artırımlı Bir Derin Öğrenme Çerçevesi: DJIMTR Endeksi Analizi İçin Kesirli Diferansiyel ile LSTM Ağlarının Entegrasyonu

Bu çalışma, İslami finans piyasaları için kritik bir gösterge niteliğinde olan Dow Jones Islamic Market Turkey Index (DJIMTR) endeksinin günlük kapanış fiyatlarını, modern finansal makine öğrenmesi ve derin öğrenme tekniklerini sentezleyerek tahminlemeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında, 02.01.2014 ile 31.03.2026 dönemini kapsayan toplam 3.156 (3.156- üç bin yüz elli altı) günlük gözlem birimi kullanılmıştır. Metodolojik olarak, finansal zaman serilerinde durağanlık sağlanırken veri hafızasının (memory loss) kaybolması sorununa çözüm olarak Kesirli Fark (Fractional Differentiation,  $d=0.50$ ) yöntemi uygulanmıştır. Orijinal serinin durağan olmadığı ( $p=0.9977$ ) tespit edilmiş; ancak uygulanan FracDiff tekniği ile serinin hafızası korunarak durağanlık ( $p=0.0363$ ) sağlanmıştır. Bu veriler, 60 günlük sliding window yaklaşımıyla bir Uzun-Kısa Süreli Bellek (LSTM) mimarisine girdi olarak sunulmuştur. Eğitim süreci sonunda modelin MSE kaybı %83.01 (%83.01) oranında iyileşmiş ve test setinde %96.87 gibi oldukça yüksek bir R-Kare açıklayıcılık oranına ulaşılmıştır. Ayrıca piyasa gürültüsünü filtrelemek adına %1.5 oranında bir tahmin eşiği (forecasting threshold) uygulanarak, modelin sadece yüksek güvenli sinyaller üretmesi sağlanmıştır. Elde edilen bulgular, kesirli fark yönteminin LSTM modellerinin tahmin başarısını ve ekonomik anlamlılığını anlamlı derecede artırdığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: LSTM, Kesirli Diferansiyel (Fractional Differentiation), Derin Öğrenme, İslami Finans, Zaman Serisi Tahmini.  
JEL Kodları: C45, C58, G17.

Damla SAĞIROĞLU

M.S.; TED University, Ankara, Türkiye  
damla.sagiroglu@tedu.edu.tr; ORCID: 0009-0000-2412-7362.

Halay KOCATÖRK

M.S.; TED University, Ankara, Türkiye  
halay.kocaturk@tedu.edu.tr; ORCID: 0009-0002-2018-3417.

Alp ORHON

M.S.; TED University, Ankara, Türkiye  
alp.orhon@tedu.edu.tr; ORCID: 0009-0001-7570-485X.

---

## **The Effect of CBRT Monetary Policy Communication Tone on Foreign Government Bond Investor Flows**

Central bank communication has become an increasingly important policy tool, yet its effects on foreign investor behavior in emerging markets remain largely unexplored. This study investigates whether the tone of Central Bank of the Republic of Turkey (CBRT) Monetary Policy Committee press releases influences foreign investor flows into Turkish government bonds. We construct a novel sentiment measure using Financial RoBERTa applied at the sentence level to approximately 130 English-language CBRT press releases between 2014 and 2026. Using an event-study OLS framework with Newey-West standard errors, we examine the impact of communication tone on weekly net foreign bond purchases, controlling for exchange rate movements and global risk conditions. As a secondary analysis, we test the effect of communication tone on Turkish government bond yields across different maturities, with a particular focus on short-term yields. All results are validated using the Loughran-McDonald dictionary as a robustness check. This paper provides the first empirical evidence linking CBRT communication tone to foreign investor behavior, contributing to both the central bank communication literature and emerging market finance.

Keywords: Central Bank Communication, Sentiment Analysis, Foreign Investor Flows, Bond Yields, NLP.

JEL Codes: E52, G12, F36, C55.

## TCMB Para Politikası İletişim Tonunun Yabancı Devlet Tahvili Yatırımcı Akımları Üzerindeki Etkisi

Merkez bankası iletişimi, para politikasının önemli araçlarından biri haline gelmiş olmasına rağmen, gelişmekte olan ülkelerde yabancı yatırımcı davranışı üzerindeki etkileri yeterince incelenmemiştir. Bu çalışma, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) Para Politikası Kurulu basın duyurularının tonunun, Türkiye devlet tahvillerine yönelik yabancı yatırımcı akımlarını etkileyip etkilemediğini araştırmaktadır. Bu kapsamda, 2014–2026 dönemine ait yaklaşık 130 İngilizce TCMB basın duyurusu, cümle düzeyinde Financial RoBERTa modeli kullanılarak analiz edilmekte ve her duyuru için bir duygu skoru elde edilmektedir. Newey–West standart hataları ile tahmin edilen olay çalışması (event-study) OLS modeli kullanılarak, iletişim tonunun haftalık net yabancı tahvil alımları üzerindeki etkisi, döviz kuru hareketleri ve küresel risk göstergeleri kontrol edilerek incelenmektedir. İkincil analiz olarak, iletişim tonunun farklı vadelerdeki devlet tahvili faizleri üzerindeki etkisi test edilmekte, özellikle kısa vadeli faizlere odaklanılmaktadır. Bulgular, Loughran–McDonald sözlüğü kullanılarak sağlık testine tabi tutulmaktadır. Bu çalışma, TCMB iletişim tonunu yabancı yatırımcı davranışı ile ilişkilendiren ilk ampirik çalışma olarak literatüre katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Merkez Bankası İletişimi, Duygu Analizi, Yabancı Yatırımcı Akımları, Tahvil Getirileri, Doğal Dil İşleme (NLP).

JEL Kodları: E52, G12, F36, C55.

Fatma Özgü SERTTAŞ

Ph.D.; Assoc. Prof.; Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye  
foserttas@aybu.edu.tr; ORCID: 0000-0003-0746-3991.

---

## **Modeling Stable Errors in Economics and Finance: Recent Developments and AI Techniques**

Occurance of extreme events are common in modeling financial returns. One may call these events "black swan events". Heavy-tailed, non-Gaussian error distributions are frequently used in modeling financial (and sometimes economic) data. Assuming stable distribution error terms in modeling these data, is a standard approach in financial econometrics for capturing "black swan" events and volatile clusters. Recently, several libraries in R software, have matured and significant updates have been made, to handle the computational complexity of heavy-tailed stable distributions. StableEstim, stable, libstableR, alphastable, heavytails, NeuralEstimators, deeprafo are among the R libraries that are used when researchers address the issue of tail heaviness in financial applications. Specifically considering the cryptocurrency markets, the "heavy-tail" problem is more pronounced than in traditional finance. Standard Gaussian models often do not do a very good job in modeling the "flash crashes" in cryptocurrency markets. Accounting this, in this study, we aim to model cryptocurrency returns as following stable distributions and discuss the up-to-date techniques that can be used in R software, including the AI applications. We conclude that, with the recent advances in optimization and estimation, specifically through softwares and AI applications, it is getting easier to model stable distributions, a relatively complicated field of analysis in economics and finance.

Keywords: Stable Distributions, Heavy-Tails, Cryptocurrency  
JEL Codes: C13, C58, C63.

## **Ekonomi ve Finansa Kararlı Hataların Modellenmesi: Güncel Gelişmeler ve Yapay Zekâ Teknikleri**

Finansal getirilerin modellenmesinde yüksek dalgalanmaların meydana gelmesi yaygındır. Bu dalgalanmalara "kara kuğu olayları" denilebilir. Finansal (ve bazen ekonomik) verilerin modellenmesinde sıklıkla ağır kuyruklu, normal olmayan hata dağılımları kullanılır. Bu verilerin modellenmesinde Stable dağılımı takip eden hata terimlerinin varsayılması, "kara kuğu" olaylarını ve volatil kümeleri açıklamada, finansal ekonometri literatüründe standart bir yaklaşımdır. Son zamanlarda, R yazılımındaki çeşitli kütüphaneler olgunlaştırılmıştır ve ağır kuyruklu Stable dağılımların hesaplama karmaşıklığı daha kolay ele alınabilmektedir. StableEstim, stable, libstableR, alphastable, heavytails, NeuralEstimators, deeptrafo, araştırmacıların finansal uygulamalarda kuyruk ağırlığı sorununu ele alırken kullandıkları R kütüphaneleri arasındadır. Özellikle kripto para piyasalarını ele aldığımızda, "ağır kuyruk" problemi, geleneksel finans modellemelerinde karşılaştığımızdan daha yaygındır. Standart Gauss- normal dağılım modelleri, kripto para piyasalarındaki "ani çöküşleri" modellemede genellikle çok iyi bir iş çıkaramaz. Bu bağlamda, bu çalışmada kripto para birimi getirilerini, Stable dağılımları izleyen modeller olarak ele almayı ve R yazılımında kullanılacak güncel teknikleri, yapay zekâ uygulamaları da dahil olmak üzere, tartışmayı amaçlıyoruz. Son zamanlarda görülen optimizasyon ve tahmin yöntemlerindeki gelişmelerle, özellikle yapay zekâ uygulamaları sayesinde, ekonomi ve finans branşlarında, nispeten karmaşık bir analiz alanına sahip olan Stable dağılımlarını modellemek daha da kolaylaşmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kararlı Dağılımlar, Ağır Kuyruklu Dağılımlar, Kripto Para.  
JEL Kodları: C13, C58, C63.

Büşra ERGÜN ŞAHİN

Ph.D.; University of Bedfordshire, Luton, UK

busra.ergunshin@beds.ac.uk; ORCID: 0000-0001-7217-4796.

---

### **AI in Healthcare: Efficiency, Quality, and Value Creation**

Healthcare systems face a structural efficiency problem globally: demand is rising, workforces are constrained, and administrative burden absorbs scarce clinical time (OECD, 2024; McKinsey, 2025; Duggan et al., 2025; Olson et al., 2025). Artificial intelligence (AI) is increasingly presented as a solution, but its economic value is not guaranteed (Elvidge et al., 2024; NICE, 2024; Ke et al., 2025). AI creates value when it improves decisions, reduces inefficiencies, or when it complements constrained clinical labour, reduces low-value administrative work, and reallocates scarce labour to higher-value tasks (McKinsey, 2025; Duggan et al., 2025; Olson et al., 2025). The central issue is not technical accuracy alone, i.e., whether AI can predict, classify, or generate text, but the true economic value of AI depends on implementation costs, workflow redesign, governance capacity, and whether it can improve health outcomes, reduce avoidable cost, release productive capacity, and do so without introducing unacceptable risk, bias, or implementation burden (OECD, 2024; NICE, 2024; FDA, 2025; Elvidge et al., 2024). This chapter examines AI in healthcare through three linked domains: diagnostic and clinical decision support, operational optimization and service delivery, and the economic evaluation of AI adoption with economic benefits, hidden costs, and investment effectiveness (Eisemann et al., 2025; Chang et al., 2025; Ke et al., 2025). It argues that the value of AI depends not only on accuracy gains but also on workflow fit, adoption costs, governance, and the distribution of gains across patients, providers, and payers (Elvidge et al., 2024; NICE, 2024; McKinsey, 2025; Ke et al., 2025).

Keywords: Artificial Intelligence, Healthcare, Digitalization.

JEL Codes: I10, I18, O33, J24.

## Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekâ: Verimlilik, Kalite ve Değer Yaratımı

Sağlık sistemleri küresel ölçekte yapısal bir verimlilik sorunuyla karşı karşıyadır. Talep artmaktadır, iş gücü kaynakları sınırlıdır ve idari yük, kıt olan klinik zamanı tüketmektedir (OECD, 2024; McKinsey, 2025; Duggan et al., 2025; Olson et al., 2025). Yapay zekâ (YZ) bir çözüm olarak sunulmaktadır; ancak ekonomik değeri garanti değildir (Elvidge et al., 2024; NICE, 2024; Ke et al., 2025). YZ, karar alma süreçlerini iyileştirdiğinde, verimsizlikleri azalttığına veya sınırlı klinik iş gücünü tamamladığında değer yaratır; düşük değerli idari işleri azaltır ve kıt iş gücünü daha yüksek değerli görevlere yeniden tahsis eder (McKinsey, 2025; Duggan et al., 2025; Olson et al., 2025). Temel mesele yalnızca teknik doğruluk değildir; yani YZ'nin tahmin yapabilmesi, sınıflandırabilmesi veya metin üretebilmesi tek başına yeterli değildir. YZ'nin gerçek ekonomik değeri; uygulama maliyetlerine, iş akışının yeniden tasarlanmasına, yönetim kapasitesine ve sağlık sonuçlarını iyileştirip iyileştiremediğine, önlenemez maliyetleri azaltıp azaltmadığına, üretken kapasiteyi serbest bırakıp bırakmadığına ve bunu kabul edilemez risk, önyargı veya uygulama yükü oluşturmadan yapip yapamadığına bağlıdır (OECD, 2024; NICE, 2024; FDA, 2025; Elvidge et al., 2024). Bu bölüm, sağlık hizmetlerinde yapay zekâyı birbiriyle bağlantılı üç alan üzerinden incelemektedir: tanı ve klinik karar destek sistemleri, operasyonel optimizasyon ve hizmet sunumu, ve YZ adaptasyonunun ekonomik faydalar, gizli maliyetler ve yatırım etkinliği ile ekonomik değerlendirilmesi (Eisemann et al., 2025; Chang et al., 2025; Ke et al., 2025). Bölüm, YZ'nin değerinin yalnızca doğruluk artışlarına değil, aynı zamanda iş akışına uyma, adaptasyon maliyetlerine, yönetime ve elde edilen kazanımların hastalar, hizmet sağlayıcılar ve ödeme yapan kurumlar arasındaki dağılımına da bağlı olduğunu savunmaktadır (Elvidge et al., 2024; NICE, 2024; McKinsey, 2025; Ke et al., 2025).

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Sağlık Hizmetleri, Dijitalleşme.

JEL Kodları: I10, I18, O33, J24.

Nermin YAŞAR BAŞKARAAĞAÇ

Ph.D.; Asst. Prof.; Çankaya University, Ankara, Türkiye

nerminyasar@cankaya.edu.tr; ORCID: 0000-0002-4159-4146.

---

## **Digital Transformation and Nonlinear Current Account Adjustment: Evidence from Post-Soviet Economies**

The rapid expansion of digital technologies has reshaped economic structures, production processes, and international economic interactions across emerging and transition economies. While digital transformation is widely recognized as a key driver of productivity and economic efficiency, its implications for external balance dynamics remain largely unexplored in the empirical literature. In particular, the role of digital transformation in shaping the adjustment mechanisms of current account balances has received limited attention, especially in post-Soviet economies undergoing structural transformation and increasing integration into global markets. This study investigates the relationship between digital transformation and current account adjustment in post-Soviet economies over the period 1995–2024. Using annual panel data obtained primarily from the World Bank's World Development Indicators, the analysis focuses on current account balance as a percentage of GDP as the dependent variable. Digital transformation is proxied by internet users as a percentage of the population, capturing the diffusion of digital infrastructure and access across countries. To account for broader macroeconomic determinants of external balance dynamics, the model also includes trade openness, real GDP per capita, and international oil prices. Methodologically, the study employs a panel threshold model to explore potential nonlinear adjustment dynamics in the current account process. This framework allows the effects of digital transformation and other macroeconomic variables to vary across regimes depending on the magnitude of disequilibrium in external balances. Such nonlinear approaches are particularly appropriate for transition economies, where structural changes, asymmetric adjustments, and regime-dependent dynamics are common. By incorporating digital transformation indicators into the analysis of external balance sustainability, this study contributes to the growing literature on the macroeconomic consequences of digitalization. The findings are expected to provide new insights into how digital infrastructure development interacts with trade integration and macroeconomic fundamentals in shaping the adjustment dynamics of current account balances in post-Soviet economies.

Keywords: Digital Transformation, Current Account Adjustment, Nonlinear Dynamics, Post-Soviet Economies, Panel Threshold Model.

JEL Codes: F32, F43, O33, C23, C24.

## **Dijital Dönüşüm ve Doğrusal Olmayan Cari İşlemler Hesabı Uyarlaması: Post-Sovyet Ekonomilerinden Kanıtlar**

Dijital teknolojilerin hızla yayılması, yükselen ve geçiş ekonomilerinde ekonomik yapıları, üretim süreçlerini ve uluslararası ekonomik etkileşimleri önemli ölçüde dönüştürmüştür. Dijital dönüşüm yaygın olarak verimlilik ve ekonomik etkinliğin temel belirleyicilerinden biri olarak kabul edilmesine rağmen, dış denge dinamikleri üzerindeki etkileri ampirik literatürde hâlen sınırlı düzeyde incelenmiştir. Özellikle dijital dönüşümün cari işlemler dengelerinin uyum mekanizmaları üzerindeki rolü, küresel piyasalara entegrasyon sürecini sürdüren ve yapısal dönüşüm yaşayan post-Sovyet ekonomileri bağlamında yeterince ele alınmamıştır. Bu çalışma, 1995–2024 dönemi için post-Sovyet ekonomilerinde dijital dönüşüm ile cari işlemler dengesi uyumu arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Analizde kullanılan yıllık panel veri büyük ölçüde Dünya Bankası Dünya Kalkınma Göstergeleri veri tabanından elde edilmiştir. Çalışmada bağımlı değişken olarak cari işlemler dengesi (GSYH'nin yüzdesi olarak) kullanılmaktadır. Dijital dönüşüm, ülkelerde dijital altyapının ve erişimin yaygınlığını yansıtan internet kullanıcılarının toplam nüfusa oranı ile temsil edilmektedir. Dış denge dinamiklerinin makroekonomik belirleyicilerini kontrol etmek amacıyla modele ayrıca ticari açıklık, kişi başına reel gelir ve uluslararası petrol fiyatları dâhil edilmiştir. Yöntemsel olarak çalışma, cari işlemler dengesi sürecindeki olası doğrusal olmayan uyum dinamiklerini incelemek amacıyla panel eşik modeli kullanılmaktadır. Bu yaklaşım, dijital dönüşüm ve diğer makroekonomik değişkenlerin etkilerinin dış dangedeki dengesizlik düzeyine bağlı olarak farklı rejimlerde değişebilmesine olanak tanımaktadır. Bu tür doğrusal olmayan yaklaşımlar, yapısal dönüşümlerin, asimetrik uyum süreçlerinin ve rejime bağlı dinamiklerin sıklıkla gözlemlendiği geçiş ekonomileri için özellikle uygundur. Dijital dönüşüm göstergelerini dış denge sürdürülebilirliği analizine dâhil ederek bu çalışma, dijitalleşmenin makroekonomik sonuçlarına ilişkin giderek büyüyen literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Elde edilecek bulguların, dijital altyapı gelişiminin ticari entegrasyon ve makroekonomik temeller ile etkileşerek post-Sovyet ekonomilerinde cari işlemler dengesi uyum dinamiklerini nasıl şekillendirdiğine dair yeni içgörüler sunması beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Dijital Dönüşüm, Cari İşlemler Hesabı Uyarlaması, Doğrusal Olmayan Dinamikler, Post-Sovyet Ekonomileri, Panel Eşik Modeli.

**JEL Kodları:** F32, F43, O33, C23, C24.

Mehdi GASİMLİ

Azerbaijan State University of Economics, Baku, Azerbaijan

gasimli.mehdi.ramiz@unec.edu.az; ORCID: 0009-0003-1132-9661.

---

### **The Impact of Regulatory Quality and Globalization on Economic Growth: A Comparative Analysis Across Dynamic Panel Estimation Approaches in European Countries**

The rising importance of institutional quality and globalization for sustainable economic growth motivates research on these factors. This study examines the effect of regulatory quality as an indicator of institutional quality and globalization on economic growth in European countries. The main objective is to understand how regulatory quality and globalization can affect economic growth and to compare the robustness of these influences across alternative dynamic panel estimation methods. The analysis is based on a panel dataset covering European countries over the period from 2002 to 2022. The first difference of the logarithm of GDP per capita is used to measure economic growth. Trade openness is used as a proxy for globalization, while foreign direct investment and gross fixed capital formation are included as control variables. Endogeneity, unobserved heterogeneity, and cross-sectional dependence are addressed by employing multiple dynamic panel estimation methods. The empirical findings show that regulatory quality has a positive and statistically significant effect on economic growth across all model specifications. Additionally, trade openness, as an indicator of globalization, shows a strong and robust positive effect. In contrast, foreign direct investment, as a control variable, is sensitive to the estimation method. Overall, increasing regulatory quality and promoting trade openness are closely associated with economic growth in European countries.

Keywords: Economic Growth, Regulatory Quality, Globalization, Dynamic Panel Models, Comparative Analysis.

JEL Codes: E02, F43, O47, C23, C33.

## **Düzenleyici Kalite ve Küreselleşmenin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Avrupa Ülkelerinde Dinamik Panel Tahmin Yaklaşımları Üzerine Karşılaştırmalı Bir Analiz**

Sürdürülebilir ekonomik büyüme için kurumsal kalitenin ve küreselleşmenin artan önemi, bu faktörler üzerine araştırmaları teşvik etmektedir. Bu çalışma, kurumsal kalitenin bir göstergesi olarak düzenleyici kalitenin ve küreselleşmenin Avrupa ülkelerindeki ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemektedir. Ana amaç, düzenleyici kalitenin ve küreselleşmenin ekonomik büyümeyi nasıl etkileyebileceğini anlamak ve bu etkilerin sağlamlığını alternatif dinamik panel tahmin yöntemleri arasında karşılaştırmaktır. Analiz, 2002-2022 dönemini kapsayan Avrupa ülkelerini içeren bir panel veri setine dayanmaktadır. Ekonomik büyümeyi ölçmek için kişi başına GSYİH'nin logaritmasının birinci farkı kullanılmıştır. Küreselleşmenin göstergesi olarak ticaret açıklığı kullanılırken, yabancı doğrudan yatırım ve brüt sabit sermaye oluşumu kontrol değişkenleri olarak dahil edilmiştir. İçsellik, gözlemlenmeyen heterojenlik ve kesitsel bağımlılık, çoklu dinamik panel tahmin yöntemleri kullanılarak ele alınmıştır. Ampirik bulgular, düzenleyici kalitenin tüm model spesifikasyonlarında ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ek olarak, küreselleşmenin bir göstergesi olarak ticaret açıklığı, güçlü ve sağlam bir pozitif etki göstermektedir. Buna karşılık, kontrol değişkeni olarak kullanılan doğrudan yabancı yatırım, tahmin yöntemine duyarlıdır. Genel olarak, düzenleyici kalitenin artırılması ve ticaret açıklığının teşvik edilmesi, Avrupa ülkelerinde ekonomik büyüme ile yakından ilişkilidir.

**Anahtar Kelimeler:** Ekonomik Büyüme, Düzenleyici Kalite, Küreselleşme, Dinamik Panel Modelleri, Karşılaştırmalı Analiz.

**JEL Kodları:** E02, F43, O47, C23, C33.

Jorge Tavares BORGES

Ph.D.; Ostim Technical University, Ankara, Türkiye  
jorge.borges@ostimteknik.edu.tr; ORCID: 0000-0003-2688-9904.

Murat YÜLEK

Ph.D.; Prof.; Ostim Technical University, Ankara, Türkiye  
murat.yulek@ostimteknik.edu.tr; ORCID: 0000-0003-2688-9904.

K. Ali AKKEMİK

Ph.D.; Prof.; Fukuoka University, Fukuoka, Japan  
akkemik@fukuoka-u.ac.jp; ORCID: 0000-0002-5461-4759

---

## **Artificial Intelligence and The Transformation of Economic Systems**

This chapter examines Artificial Intelligence as a new general-purpose technology with significant disruptive effects on economic systems. It begins with a comprehensive literature survey assessing existing economic research on AI, focusing on its impacts on productivity, labor markets, firm organization, market structures, and inequality. The review critically evaluates current theoretical and empirical approaches, identifying key mechanisms and gaps in the literature related to AI-driven economic change. Building on this assessment, the chapter develops an original analysis of how AI may transform economic systems and economic structures. It explores changes in production and value creation, shifts in market power and competition, evolving labor-capital relations, and broader institutional implications. By adopting a system-level perspective, the chapter aims to contribute to a deeper understanding of the long-term economic transformations associated with AI and their relevance for economic theory and policy. In particular, the chapter argues that existing research has yet to fully capture the creative destruction dynamics associated with AI adoption at the level of economic systems. While much of the literature examines task displacement, labor market adjustment, and firm-level productivity, creative destruction is most often inferred indirectly from these outcomes rather than analyzed explicitly as a systemic and ongoing process of economic reorganization. Limited attention has been paid to firm entry and exit, the erosion of organizational capital, and the incremental, task-level nature of AI-driven disruption. Moreover, although several theoretical contributions suggest that the direction of AI innovation may be shaped by economic incentives and institutional conditions, there remains limited empirical evidence on how policy and institutional environments influence the balance between destructive and task-creating forces. Addressing this gap allows the chapter to reconceptualize AI not merely as a factor of productivity, but as a transformative force reshaping the structure and dynamics of economic systems.

Keywords: Creative Destruction, General-Purpose Technologies, Creative Destruction, Economic Systems Transformation.

JEL Codes: O33, O31, O41.

## Yapay Zekâ ve Ekonomik Sistemlerin Dönüşümü

Bu bölüm, Yapay Zekâ'yı ekonomik sistemler üzerinde önemli yıkıcı etkilere sahip yeni bir genel amaçlı teknoloji olarak incelemektedir. Bölüm, üretkenlik, işgücü piyasaları, firma organizasyonu, piyasa yapıları ve eşitsizlik üzerindeki etkilerine odaklanarak Yapay Zekâ'ya ilişkin mevcut ekonomik araştırmaları değerlendiren kapsamlı bir literatür taraması ile başlamaktadır. Bu inceleme, mevcut teorik ve ampirik yaklaşımları eleştirel biçimde değerlendirerek, Yapay Zekâ kaynaklı ekonomik dönüşüme ilişkin temel mekanizmaları ve literatürdeki boşlukları ortaya koymaktadır. Bu değerlendirme üzerine inşa edilerek, bölüm Yapay Zekâ'nın ekonomik sistemleri ve ekonomik yapıları nasıl dönüştürebileceğine dair özgün bir analiz geliştirmektedir. Üretim ve değer yaratımındaki değişimleri, piyasa gücü ve rekabetteki dönüşümleri, emek-sermaye ilişkilerinin evrimini ve daha geniş kurumsal sonuçları incelemektedir. Sistem düzeyinde bir perspektif benimseyen bölüm, Yapay Zekâ ile ilişkili uzun dönemli ekonomik dönüşümlerin ve bunların ekonomi teorisi ile politika açısından taşıdığı önemin daha derinlemesine anlaşılmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Özellikle bölüm, mevcut araştırmaların Yapay Zekâ'nın benimsenmesiyle ortaya çıkan yaratıcı yıkım dinamiklerini ekonomik sistemler düzeyinde henüz tam olarak kavrayamadığını ileri sürmektedir. Literatürün önemli bir kısmı görev yer değiştirmesi, işgücü piyasası uyum süreçleri ve firma düzeyinde üretkenlik üzerine odaklanırken, yaratıcı yıkım çoğunlukla bu sonuçlardan dolayı olarak çıkarılmakta ve ekonomik yeniden örgütlenmenin süreklilik arz eden, sistemik bir süreci olarak açık biçimde analiz edilmemektedir. Firma giriş ve çıkışları, örgütsel sermayenin aşınması ve Yapay Zekâ kaynaklı dönüşümün kademeli ve görev-temelli doğası gibi konulara sınırlı ölçüde dikkat gösterilmiştir. Ayrıca, bazı teorik katkılar Yapay Zekâ inovasyonunun yönünün ekonomik teşvikler ve kurumsal koşullar tarafından şekillendirilebileceğini öne sürse de politika ve kurumsal ortamların yıkıcı ve görev yaratıcı güçler arasındaki dengeyi nasıl etkilediğine dair ampirik kanıtlar sınırlı kalmaktadır. Bu boşluğun ele alınması, bölümün Yapay Zekâ'yı yalnızca bir üretkenlik faktörü olarak değil, ekonomik sistemlerin yapısını ve dinamiklerini yeniden şekillendiren dönüştürücü bir güç olarak yeniden kavramsallaştırmasına olanak tanımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yaratıcı Yıkım, Genel Amaçlı Teknolojiler, Ekonomik Sistemlerin Dönüşümü.

JEL Kodları: O33, O31, O41.

SPONSORLAR | SPONSORS



DESTEKLEYEN ÜNİVERSİTELER | PARTNER UNIVERSITIES



İşletme ve Ekonomi Kulübü