SAYIŞTAY DERGİSİ

JOURNAL OF TURKISH COURT OF ACCOUNTS

ISSN: 1300-1981 eISSN: 2651-351X

Sayı/Issue: 141 - Haziran/June 2026

- **Kamu Kurumlarında Bilgi Sistemleri ve Dijital Denetim: Sayıştay Dergisi Üzerine Bir Metin Madenciliği Analizi**
  Information Systems and Digital Audit in Public Institutions: A Text Mining Analysis of the Turkish Court of Accounts Journal
- **Bridging the Accountability Gap Through Smart Contract Driven Carbon Offsetting and Digital Asset Recognition in the Metaverse**
  Metaverse'de Akıllı Sözleşme Tabanlı Karbon Dengeleme ve Dijital Varlık Tanıma Yöntemleriyle Hesap Verilebilirlik Açığını Kapatmak
- **Belediyelerde Hukuki El Atma Tazminatlarının Boyutu ve Çözüm Önerisi**
  The Scale of Legal Confiscation Compensations in Municipalities and Proposed Solutions
- **The Effect of Macroeconomic Stability on Tax Revenues: A Panel Data Analysis of Developing Economies**
  Makroekonomik İstikrarın Vergi Gelirleri Üzerindeki Etkisi: Gelişmekte Olan Ekonomiler Üzerine Panel Veri Analizi
- **Türkiye Ekonomisinde Devletin İktisadi Fonksiyonunun Dönüşümü: Kamu Yatırımlarının Özel Sektör Yatırımları ve Üretim Dinamiklerine Etkisi**
  The Evolving Economic Role of the State in the Turkish Economy: Impacts of Public Investments on Private Sector Investment and Production Dynamics
- **Çevre Vergilerinin Karbon Emisyonları Üzerindeki Etkisi: Türkiye için Eşik ve Zamanla Değişen Bir Analiz**
  The Effectiveness of Environmental Taxes on Carbon Emissions: A Threshold and Time-Varying Analysis for Türkiye
- **Sayıştayın 164'üncü Kuruluş Yıl Dönümü**
  164th Anniversary of Turkish Court of Accounts
- **Sayıştay Kararları**
  Decisions of Turkish Court of Accounts

SAYIŞTAY DERGİSİ
JOURNAL OF TURKISH COURT OF ACCOUNTS

Cilt/Volume: **37 | Sayı/**Issue: **141 | Haziran/**June **2026**

ISSN: 1300-1981 **| eISSN:** 2651-351X

Sahibi/Owner

T.C. Sayıştay Başkanlığı adına (on behalf of the TCA)

Ahmet TEZCAN (Başkan Yardımcısı/Vice President) - atezcan@sayistay.gov.tr

Baş Editör/Editor in Chief

Doç. Dr. Hacı Ömer KÖSE (Bölüm Başkanı/Director General) - omerkose@sayistay.gov.tr

Editör/Editor

Muhammed Berat ATLI (Denetçi/Auditor) - muhammedberat.atli@sayistay.gov.tr

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü/Responsible Manager

Kübra TULUN (Şef/Chief) - kubra.tulun@sayistay.gov.tr

Yayın Kurulu/Editorial Board

Prof. Dr. Murat ÖNDER (Boğaziçi Üniversitesi) - murat.onder1@boun.edu.tr

Prof. Dr. Metin TOPRAK (İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi) - metin.toprak@izu.edu.tr

Prof. Dr. Abdulkerim ÇALIŞKAN (Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi) - abdulkerim.caliskan@hbv.edu.tr

Doç. Dr. Hacı Ömer KÖSE (Bölüm Başkanı/Director General) - omerkose@sayistay.gov.tr

Doç. Dr. Ahmet TANER (Denetim Planlama ve Rap. Grup Başkanı/Head of Audit Planning and Rep. Dept.) - ataner@sayistay.gov.tr

Dr. Nihal OKUR (Uzman Denetçi/Principal Auditor) - nihalokur@sayistay.gov.tr

Ertan ERÜZ (Savcı/Prosecutor) - ertan.eruz@sayistay.gov.tr

Muhammed Berat ATLI (Denetçi/Auditor) - muhammedberat.atli@sayistay.gov.tr

Çeviri Editörleri/English Language Editors

Barbara İNAN - Dr. Vildan TAŞTEMEL

Dizgi ve Grafik Tasarım/Typesetting and Graphic Designer by

Mustafa Burak KIRPAÇ

Yayın Türü ve Periyodu/Type and Period of Publication

Üç ayda bir yayımlanan yaygın süreli, açık erişimli, uluslararası ve hakemli bir dergidir.

The Journal is a double-blind peer-reviewed, open-access, international journal published quarterly.

Yayın Dili/Language

Türkçe ve İngilizce / Turkish and English

Baskı/Printed by

Sayıştay Başkanlığı Yayın İşleri Müdürlüğü/TCA Publishing Department

Baskı Tarihi/Print Date: Temmuz/July 2026

Yönetim Yeri ve İletişim Bilgileri/Correspondence

Sayıştay Dergisi Editörlüğü - 06520 Balgat-ANKARA/TÜRKİYE

Tel: +90 (312) 295 27 75 **Fax:** +90 (312) 295 40 93

E-mail: dergi@sayistay.gov.tr

Web

http://dergi.sayistay.gov.tr

http://dergi.sayistay.gov.tr/en

Tarandığı İndex ve Veri Tabanları/Indexes and Databases

EBSCOhost, ERIH PLUS, DOAJ, ASCI, TÜBİTAK ULAKBİM TR Dizin

BİLİMSEL DANIŞMA KURULU/SCIENTIFIC ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Tekin AKDEMİR	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara, Türkiye tekinakdemir@hotmail.com
Prof. Dr. Mehmet Alpertunga AVCI	Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye maavci@atauni.edu.tr
Prof. Dr. H. Kent BAKER	American University, Washington, DC, USA kbaker@american.edu
Prof. Dr. Yüksel BAYRAKTAR	Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye yuksel.bayraktar@ankara.edu.tr
Prof. Dr. Sabri BOUBAKER	EM Normandie Business School, Paris, France sabri.boubaker@gmail.com
Doç. Dr. Sezer BOZKUŞ KAHYAOĞLU	İzmir Bakırçay Üniversitesi, İzmir, Türkiye sezer.bozkus@bakircay.edu.tr.kg
Prof. Dr. Ramazan ÇAĞLAYAN	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Ankara, Türkiye ramazan.caglayan@hbv.edu.tr
Prof. Dr. Abdulkerim ÇALIŞKAN	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Ankara, Türkiye abdulkerim.caliskan@hbv.edu.tr
Prof. Dr. Adnan ÇELİK	Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye adnancelik@selcuk.edu.tr
Prof. Dr. Ali ÇELİKKAYA	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye acelikka@ogu.edu.tr
Prof. Dr. Wolfgang DRECHSLER	Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia w.drechsler@ucl.ac.uk
Doç. Dr. Gonca GÜNGÖR GÖKSU	Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye ggungor@sakarya.edu.tr
Prof. Dr. Ferda HALICIOĞLU	University of Lincoln, Lincoln, United Kingdom fhalicioglu@lincoln.ac.uk
Doç. Dr. Murteza HASANOV	Azerbaycan Devlet İdarecilik Akademisi - Bakü, Azerbaycan m_hasanoglu@yahoo.com.tr
Prof. Dr. Farouk HEMICI	Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne - Paris, France farouk.hemici@univ-paris1.fr
Doç. Dr. Hakan KARABACAK	Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi, Ankara, Türkiye hakan.karabacak@asbu.edu.tr
Prof. Dr. Halit KESKİN	Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye hkeskin@yildiz.edu.tr
Prof. Dr. Ali M. KUTAN	Southern Illinois University, Edwardsville, USA akutan@siue.edu

BİLİMSEL DANIŞMA KURULU/*SCIENTIFIC ADVISORY BOARD*

Prof. Dr. Bruce MCDONALD	Old Dominion University, Norfolk, Virginia, USA bmcdonal@odu.edu
Prof. Dr. Hakkı ODABAŞ	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara, Türkiye hodabas@ybu.edu.tr
Prof. Dr. Murat ÖNDER	Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, Türkiye murat.onder1@boun.edu.tr
Prof. Dr. Abuzer PINAR	Ankara Medipol Üniversitesi, Ankara, Türkiye abuzer.pinar@ankaramedipol.edu.tr
Prof. Dr. Şakir SAKARYA	Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye sakarya@balikesir.edu.tr
Prof. Dr. Fatih SAVAŞAN	Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye fsavasan@sakarya.edu.tr
Prof. Dr. Muhammad SHAHBAZ	Beijing Institute of Technology, Beijing, China Muhdshahbaz77@gmail.com
Prof. Dr. İbrahim SİRKECİ	International Business School, Manchester, UK sirkecii@gmail.com
Prof. Dr. Nazan SUSAM	İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye nsusam@istanbul.edu.tr
Prof. Dr. Adriana TIRON TUDOR	Babeş-Bolyai University - Cluj-Napoca, Romania adriana.tiron@econ.ubbcluj.ro
Prof. Dr. Metin TOPRAK	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, İstanbul, Türkiye metin.toprak@izu.edu.tr
Prof. Dr. Gökhan TUNCEL	İnönü Üniversitesi, Malatya, Türkiye gokhan.tuncel@inonu.edu.tr

***İÇİNDEKİLER**/CONTENTS*

***MAKALELER**/ARTICLES*

Kamu Kurumlarında Bilgi Sistemleri ve Dijital Denetim:
Sayıştay Dergisi Üzerine Bir Metin Madenciliği Analizi
Information Systems and Digital Audit in Public Institutions:
A Text Mining Analysis of the Turkish Court of Accounts Journal
Merve ASİLOĞULLARI AYAN 253-283

Bridging the Accountability Gap Through Smart Contract Driven Carbon Offsetting and Digital Asset Recognition in the Metaverse
Metaverse'de Akıllı Sözleşme Tabanlı Karbon Dengeleme ve Dijital Varlık Tanıma Yöntemleriyle Hesap Verilebilirlik Açığını Kapatmak
Emin GİTMEZ 285-314

Belediyelerde Hukuki El Atma Tazminatlarının Boyutu ve Çözüm Önerisi
The Scale of Legal Confiscation Compensations in Municipalities and Proposed Solutions
Bayram UZUN, Volkan YILDIRIM, Fatih TERZİ, B. Adem ATASOY, Mihriban ÖZTÜRK SAKA, İsa TÜTÜNCÜ 315-347

The Effect of Macroeconomic Stability on Tax Revenues: A Panel Data Analysis of Developing Economies
Makroekonomik İstikrarın Vergi Gelirleri Üzerindeki Etkisi: Gelişmekte Olan Ekonomiler Üzerine Panel Veri Analizi
Muhammed BENLİ, Filiz EKİNCİ, Ahmet ÇAĞLAR 349-375

Türkiye Ekonomisinde Devletin İktisadi Fonksiyonunun Dönüşümü:
Kamu Yatırımlarının Özel Sektör Yatırımları ve Üretim Dinamiklerine Etkisi
The Evolving Economic Role of the State in the Turkish Economy:
Impacts of Public Investments on Private Sector Investment and Production Dynamics
Oğuz TÜMTÜRK 377-409

Çevre Vergilerinin Karbon Emisyonları Üzerindeki Etkisi: Türkiye için Eşik ve Zamanla Değişen Bir Analiz
The Effectiveness of Environmental Taxes on Carbon Emissions: A Threshold and Time-Varying Analysis for Türkiye
Ömer EMİRKADI 411-444

Sayıştayın 164'üncü Kuruluş Yıl Dönümü
164th Anniversary of Turkish Court of Accounts
Kübra TULUN 447-458

SAYIŞTAY KARARLARI/*DECISIONS OF TURKISH COURT OF ACCOUNTS*
Temyiz Kurulu Kararları - Decisions of Board of Appeal 461-470

SAYIŞTAY DERGİSİ
JOURNAL OF TURKISH COURT OF ACCOUNTS

Cilt/Volume: 37
Sayı/Issue: 141
Haziran/June 2026

ISSN: 1300-1981
eISSN: 2651-351X
Araştırma Makalesi/Research Article

KAMU KURUMLARINDA BİLGİ SİSTEMLERİ VE DİJİTAL DENETİM: SAYIŞTAY DERGİSİ ÜZERİNE BİR METİN MADENCİLİĞİ ANALİZİ

INFORMATION SYSTEMS AND DIGITAL AUDIT IN PUBLIC INSTITUTIONS: A TEXT MINING ANALYSIS OF THE TURKISH COURT OF ACCOUNTS JOURNAL

Merve ASİLOĞULLARI AYAN[1]

ÖZ

Bu çalışma, Türkiye'nin kamu denetimi alanındaki en köklü dergisi olan Sayıştay Dergisi'nde 2019-2026 yılları arasında yayımlanan 29 tam sayının (sayı 112-140) kavramsal dönüşümünü ilk kez ampirik olarak ölçmektedir. Veriler, Python metin madenciliği altyapısıyla analiz edilmiş; bilgi sistemi, dijital denetim, hesap verebilirlik ve risk olmak üzere dört kavram grubu için normalize frekans analizi ile Pearson ve Spearman korelasyon analizleri uygulanmıştır. Bulgular üç kritik örüntüyü ortaya koymaktadır: hesap verebilirlik kavramları dönem boyunca baskın kalmış ancak dijital denetim kavramlarıyla bütünleşmemiştir; dijital denetim kavramları 2023 sonrasında yaklaşık 300 katlık artışla hızlı bir yükseliş sergilemiş ve bu ivme Türkiye'de dijital denetim kapasitesinin gelişme eğiliminde olduğuna işaret etmektedir; risk kavramları ise hâlâ marjinal düzeyde seyretmektedir. Spearman korelasyon analizi, hesap verebilirlik ile dijital denetim kavram grupları arasındaki kavramsal birlikteliğin sınırlı kaldığını (ρ=0,26) sayısal olarak ortaya koymaktadır. Bu bulgu, uluslararası literatürün öngördüğü dijital hesap verebilirlik entegrasyonunun Türkiye bağlamında henüz tamamlanmadığına fakat hızla gelişmekte olduğuna işaret eden özgün bir ampirik kanıt sunmakta ve denetim kurumunun üretim çıktılarının (bulgular, sonuçlar ve politika önerileri) teknik süreçlerden çok kurumsal dönüşümün kalitesini yansıttığını göstermektedir.

1- Dr., Milli Savunma Üniversitesi, merve.asilogullari@msu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7522-0911

Gönderim/Submitted: 22.04.2026 **Revizyon/Revised:** 08.06.2026 **Kabul/Accepted:** 09.06.2026

Atıf/To Cite: Asiloğulları Ayan, M. (2026). Kamu Kurumlarında Bilgi Sistemleri ve Dijital Denetim: Sayıştay Dergisi Üzerine Bir Metin Madenciliği Analizi. Sayıştay Dergisi, 37(141), 253-283. https://doi.org/10.52836/sayistay.1935827

ABSTRACT

This study empirically measures, for the first time, seven years of discursive transformation in Turkey's most established public audit journal. Twenty-nine full issues of the Turkish Court of Accounts Journal (Issues 112–140, January 2019 – March 2026, with the final issue being Issue 140, March 2026) were analysed using a Python text mining pipeline. Normalised frequency analysis and Spearman rank correlation analysis were applied to four concept groups: Information Systems, Digital Audit, Accountability, and Risk. Three critical patterns emerge: the Accountability group remained dominant throughout the period yet developed independently from digital discourse; Digital Audit concepts surged approximately 300-fold after 2023, suggesting that digital audit capacity in Turkey is on a growth trajectory; and Risk discourse remains marginal. Spearman correlation analysis reveals the limited conceptual co-development between Accountability and Digital Audit groups (ρ=0.26). These findings demonstrate that the outputs of audit discourse (findings, conclusions, and policy implications) reflect the quality of institutional transformation rather than technical processes alone, and provide original empirical evidence, consistent with international literature, that an integrated digital accountability framework in Turkish public audit is still under construction.

Anahtar Kelimeler: Metin madenciliği, Dijital denetim, Bilgi sistemleri, Hesap verebilirlik, Sayıştay.

Keywords: Text mining, Digital audit, Information systems, Accountability, Court of Accounts.

GİRİŞ

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlanma, kamu yönetimi ve denetim süreçlerini hem yapısal hem de kavramsal düzeyde dönüştürmektedir. Kamu kurumlarında bilgi sistemlerinin yaygınlaşması karar destek mekanizmalarını güçlendirirken, aynı zamanda algoritmik kararların şeffaflığı, veri kalitesi ve kurumsal hesap verebilirlik açısından yeni sorunlar doğurmaktadır (Kitchin, 2014; Janssen ve Kuk, 2016; Agostino vd., 2022). Bu dönüşüm tek yönlü değildir; teknolojiyi benimseyen kurumlar bir süre sonra benimsedikleri teknoloji tarafından da şekillendirilmekte, kurumsal yazım pratikleri ve öncelikler bu çift yönlü etkileşimin izlerini taşımaktadır. Kitchin'in (2014) ifadesiyle bilgi sistemleri salt araçlar değildir; hangi soruların sorulabileceğini, hangi verilerin görünür sayılacağını ve hangi çıktıların "nesnel" kabul edileceğini belirleyen normatif yapılardır. Bu zeminde kamu yönetiminin dijital dönüşümünü anlamlandırmak için yalnızca teknik değil, kurumsal ve söylemsel bir perspektife de ihtiyaç vardır. Verhoef vd. (2021), dijital dönüşümü bir kez gerçekleştirilen teknik bir yükseltme olarak değil, süregelen kurumsal uyum süreçlerini kapsayan çok

boyutlu bir değişim olarak tanımlamaktadır. Kurumsal strateji, insan kaynağı kapasitesi ve örgütsel söylem biçimleri bu dönüşümün ayrılmaz bileşenleri olarak öne çıkmaktadır. Bu çerçeve kamu denetim kurumları için de tam anlamıyla geçerliliğini korumaktadır.

Kamu denetimi, bu dönüşümün en kırılgan kesişim noktalarından birini oluşturmaktadır. Dijitalleşmenin denetim pratikleri üzerindeki yansımaları son yıllarda giderek artan bir ilgi görmekte; özellikle yüksek denetim kurumları, dijital dönüşümün hem öznesi hem de denetçisi konumuna yerleşmektedir (Köse ve Polat, 2021; Mergel vd., 2019). Söz konusu ikili rol, kurumları ciddi bir gerilimle yüz yüze getirmektedir: kamu kurumlarının dijital bilgi sistemlerini, veri yönetişimini ve algoritmik karar süreçlerini denetlemekle yükümlü olan bir kurum, kendi iç dönüşümünü de eş zamanlı yönetmek zorundadır. Bu durum, denetim kapasitesi ile denetim meşruiyetinin birlikte üretilmesini gerektirmektedir; teknik yetkinlik tek başına yetmez, kavramsal çerçevenin de dönüşmesi gerekir. Grossi vd. (2023), kamu sektörü denetiminin değişen sınırlarını inceledikleri çalışmada bu gerçeği açıkça ortaya koymaktadır: dijital araçlarla yürütülen denetim yalnızca denetim nesnesini değil, denetim sürecinin kendisini de yeniden biçimlendirmektedir. Volodina ve Grossi (2024) ise Norveç Sayıştayı örneğinde denetçilerin bu ikircikli konumu hem fırsat hem tehdit olarak algıladığını belgelemiştir. Teknoloji kuruma girer ama kurumun bunu nasıl anlamlandırdığı, söylemin nasıl şekillendiği sorusu açık kalmaya devam eder.

Kamu kurumlarındaki bu dönüşümü anlamlandırmaya yönelik teorik çerçeveler de son yıllarda önemli ölçüde genişlemiştir. Dijital yönetişim kavramı; hesap verebilirlik, şeffaflık ve vatandaş katılımı gibi normatif ilkeleri teknolojik altyapıyla ilişkilendirerek kamu yönetimi literatüründe merkezi bir konum edinmiştir (Mergel vd., 2019). Janssen vd. (2020), veri yönetişimi perspektifini güvenilir yapay zekâ sistemleri için de zorunlu bir çerçeve olarak tanımlamış; veri kalitesi güvencesi, erişim denetimi, şeffaflık mekanizmaları ve hesap verebilirlik protokollerini bu çerçevenin dört temel bileşeni olarak ortaya koymuştur. Bu kavramsal genişleme, beraberinde yeni metodolojik tercihler de getirmektedir. Frekans tabanlı kavramsal içerik analizi yaklaşımı, kurumların ürettiği yazılı metinlerdeki tematik yoğunlukları ve dönemsel dönüşümleri nicel olarak ölçmek için işlevsel bir araç sunmaktadır. Kurumlar neyi konuştukları kadar neyi konuşmadıklarıyla da tanımlanır; bir derginin kavramsal gündeminin sistematik biçimde izlenmesi bu örüntüleri de görünür kılmaktadır.

Akademik dergiler bu bağlamda kurumsal belleklerin ve önceliklerinin aynası işlevi görür. Bir derginin yayın örüntüsü, ilgili kurumun kavramsal gündeminin somut bir kaydıdır; hangi kavramların merkeze taşındığı, hangi soruların sorulmaya başlandığı ve hangilerinin sessizlikle geçiştirildiği bu örüntüde okunabilir. Agostino vd. (2022), kamu hizmetlerinde dijitalleşme ve hesap verebilirlik üzerine yürüttükleri kapsamlı sistematik literatür taramasında veri üretimi, tüketimi ve kurumsal hesap verebilirlik arasındaki yapısal ilişkileri üç boyutlu bir çerçevede ele almıştır. Bu çerçeve, kurumların kavramsal gündemini izlemenin neden salt bir içerik analizi egzersizi olmadığını gözler önüne sermektedir: kavramsal gündem, kurumun kendi dönüşümünü nasıl anlamlandırdığının ve bu anlamlandırmanın hesap verebilirlik pratiklerine nasıl yansıdığının doğrudan göstergesidir. Şaşmaz ve Özen (2026), G20 ülkelerine ilişkin ampirik çalışmalarında dijital teknoloji kullanımı ile hesap verebilirlik göstergeleri arasında anlamlı bir ilişki saptamış; bu bulgu söylemsel düzeydeki kopuşların kurumsal performanstaki yansımalarını değerlendirmek açısından çalışmamıza önemli bir dışsal ölçüt sunmaktadır.

Türkiye'de Sayıştay, bu ikili rolün en görünür kurumsal taşıyıcısıdır. Sayıştay Dergisi'nde yayımlanan birçok araştırma, dijital dönüşümün denetim pratiklerine yansımalarını sistematik biçimde belgelemiştir (Köse ve Polat, 2021; Damar vd., 2024; Yener vd., 2025). Özdemir ve Yelboğa (2025) kurumun yapay zekâ perspektifinden denetim yeterliliklerini değerlendirmiş; Kurban vd. (2023) ise büyük veri çağında Sayıştay'ın dijitalleşen denetim pratiklerini kurumsal perspektiften belgeleyerek kavramsal ivmelenmenin pratikle örtüşüp örtüşmediğini sorgulamıştır. Bu çalışma, söz konusu birikimin üzerine inşa edilerek derginin yayın örüntüsünü bütüncül bir kavramsal dönüşüm analizi perspektifinden ele almaktadır. Sayıştay'ın son yıllarda geliştirdiği VERA, SayCAP, DYS ve Dijital Mevzuat Asistanı gibi uygulamaların kurumun yayın gündemine yansımaları da bu çalışmanın dolaylı bir referans çerçevesini oluşturmaktadır.

Sayıştay Dergisi'nin bu çalışma için neden anlamlı bir corpus oluşturduğunu anlamak için derginin kurumsal tarihini kısaca ele almak gerekmektedir. Dergi, 1924 yılında "Divan-ı Muhasebat Mecmuası" adıyla yayın hayatına başlamış ve 1938 yılına kadar sürdürdüğü ilk döneminde ağırlıklı olarak Sayıştay kararlarını yayımlamakla sınırlı bir işlev üstlenmiştir. 1990 yılında yeniden yapılandırılmasıyla birlikte içerik zenginleştirilmiş, mesleki ve

bilimsel araştırmalara kapı açılmış, dergi akademik niteliği ön planda olan bir yayına dönüştürülmüştür. 2010 yılının ilk sayısından (76. sayı) itibaren hakemli kimliğini kazanan ve aynı zamanda TÜBİTAK ULAKBİM TR Dizin'de taranmaya başlayan dergi, EBSCOhost indeksine 2011'de, ERIH PLUS'a 2021'de (120. sayıdan itibaren) ve ASCI ile DOAJ'a ise 2024 yılında ve 135. sayıdan itibaren girmiştir. Bu açık erişim ve uluslararası indeksleme süreci derginin yalnızca ulusal değil uluslararası akademik çevrelere de hitap eden bir yayın haline gelmesini sağlamıştır. Denetim, mali hukuk, mali yönetim ve kamu yönetimi alanlarındaki çalışmaları kapsayan bu yayın geleneği, aynı zamanda Sayıştay'ın kurumsal ve kavramsal gündem zeminini de oluşturmaktadır. Derginin yaklaşık yüz yıllık birikiminden bu çalışma kapsamında 2019-2026 dönemini kapsayan son yedi yıla odaklanılmasının gerekçesi açıktır: söz konusu dönem, dijitalleşme öncesi referans yıllarını ve Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi ile kamu BİT politikalarının olgunlaştığı yılları bir arada barındırmaktadır. Bu özelliği, dönemi kavramsal dönüşümün izlenebileceği özgün bir kesit haline getirmektedir. Hangi kavramın hangi yılda ivme kazandığını, hangi politika eşiğiyle örtüştüğünü saptamak, yalnızca Sayıştay Dergisi için değil Türkiye'nin kamu yönetimi söyleminin daha geniş bir haritası için de değerli bir katkı sunmaktadır.

Akademik dergilerde yayın eğilimlerini izlemek amacıyla metin madenciliği tekniklerinin kullanımı son on yılda hız kazanmıştır. Bu yaklaşım bibliyometrik analizlerin ötesine geçerek kavramsal yoğunlukları, tematik örüntüleri ve söylemsel kırılma noktalarını sayısal olarak ortaya koyma imkânı sunmaktadır. Kamu yönetimi ve denetim literatüründe bu yöntemin benimsenmesi görece yenidir; bu durum, söz konusu çalışmanın özgünlüğünü pekiştirmektedir. Damar vd. (2024), kamu yönetimi dönüşümünü ele alan uluslararası literatürde bibliyometrik ve makine öğrenmesi yöntemlerini birleştirerek "dijital dönüşüm" kavramının 2018 sonrasında kavramsal ağırlık merkezi haline geldiğini göstermiştir. Bu bulgu, Türkiye bağlamındaki kavramsal değişimi uluslararası eğilimlerle karşılaştırmak için önemli bir karşılaştırma referansı işlevi görmektedir. Söz konusu uluslararası ivme ile Türkiye'nin ulusal politika belgeleri arasındaki zaman farkı ya da örtüşme derecesi başlı başına araştırılmaya değer bir sorudur; bu çalışma o soruyu Sayıştay Dergisi üzerinden somutlaştırmaktadır.

Yöntemsel açıdan çalışmanın özgünlüğü üç noktada belirginleşmektedir. Birincisi, Türk kamu denetimi söylemini ampirik ve nicel yöntemlerle inceleyen az sayıdaki çalışmadan biri olmaktır. İkincisi, dijital denetim ile hesap verebilirlik kavramları arasındaki kavramsal birlikteliğin ne ölçüde geliştiğini istatistiksel olarak ölçmektir. Üçüncüsü ise derginin 2026 yılının başına kadar uzanan son sayılarını da kapsayarak güncel bir kesit sunmaktır. Bu üç katkı birbiriyle bağlantılıdır: nicel yöntem kavramsal örüntüleri görünür kılar, geniş dönem ise bu örüntülerin ne zaman şekillendiğini ve hangi siyasi-kurumsal eşiklerle örtüştüğünü izlemeye olanak tanır. Çalışmada kullanılan PyMuPDF tabanlı Python analiz altyapısı, derginin 29 tam sayısını dört kavram grubu ekseninde sistematik biçimde incelemiştir. Bu teknik tercih, manuel kodlamanın güvenilirlik sınırlamalarını aşmakta ve çözümlemenin yinelenebilirliğini güvence altına almaktadır.

Çalışmanın temel araştırma sorusu şudur: Sayıştay Dergisi'nde 2019-2026 döneminde bilgi sistemleri, dijital denetim, hesap verebilirlik ve risk alanlarındaki yayın gündemi nasıl bir kavramsal dönüşüm geçirmiştir? Bu soru salt tarihsel bir merak değildir. Kavramsal dönüşümün yönü ve hızı, kurumun dijital gelecekle kurduğu ilişkiyi de yansıtmaktadır. Kavramsal çerçeve önce şekillenir; pratik genellikle onu izler. Sayıştay Dergisi'nde hangi kavramların ne zaman güçlendiği ve hangilerinin kenarda kaldığı, kurumun kendi dönüşümünü nasıl anlamlandırdığına dair önemli ipuçları sunmaktadır. Bu çerçevede Power'ın (1997) denetim toplumu perspektifi çalışmanın en temel kuramsal dayanaklarından birini oluşturmaktadır: denetim pratikleri yalnızca kontrol araçları değil, kurumsal meşruiyet ve güven normlarını üreten kavramsal pratiklerdir. Bir derginin bu söylemi nasıl ürettiğini ve dönemler arasında nasıl dönüştürdüğünü izlemek, denetim kurumunun kendini nasıl konumlandırdığını anlamak için doğrudan bir yol sunmaktadır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde kuramsal çerçeve ve ilgili literatür ele alınmaktadır. Üçüncü bölümde araştırma yöntemi ve veri analizi süreci açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde bulgular sunulmakta ve teorik çerçeve ile ilişkilendirilerek yorumlanmaktadır. Beşinci bölümde ise sonuçlar ve politika çıkarımları tartışılmaktadır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE VE LİTERATÜR

1.1. Kamu Kurumlarında Bilgi Sistemleri ve Dijital Yönetişim

Kamu kurumlarında bilgi sistemlerinin işlevi, son on yılda köklü bir dönüşüm geçirmiştir. Geleneksel kayıt tutma ve raporlama işlevleriyle sınırlı kalan bu sistemler, artık karar destek, performans yönetimi ve risk analizi gibi stratejik alanlarda merkezi bir rol üstlenmektedir (Zuboff, 2019; Couldry ve Mejias, 2019). Ne var ki bu genişleme, yalnızca bir kapasite artışını değil, aynı zamanda kurumsal sorumluluk yapıları açısından yeni gerilim noktalarını da beraberinde getirmektedir. Dijital yönetişim literatürü bu dönüşümü salt teknik modernleşme olarak ele almayı reddetmektedir; Mergel vd.'nin (2019) sunduğu çerçevede dijital yönetişim, şeffaflık, hesap verebilirlik ve kurumsal sorumluluk ilkelerinin teknoloji politikasıyla bütünleştirildiği bir yönetim anlayışını ifade etmektedir. Başka bir deyişle, kamu bilgi sistemlerinin tasarımı ve işletimi artık teknik bir tercihten fazlasıdır; siyasal bir seçimdir.

Bu dönüşümün veri üretimi ve kurumsal hesap verebilirlik üzerindeki yapısal yansımalarını inceleyen Agostino vd. (2022), kamu hizmetlerinde dijitalleşme, muhasebe ve hesap verebilirlik üzerine yürüttükleri kapsamlı sistematik literatür taramasında söz konusu etkiyi üç boyutlu bir çerçevede ele almaktadır: veri üretimi süreçlerindeki kurumsal tercihler, bu verilerin nasıl tüketildiğine dair örgütsel dinamikler ve kurumsal hesap verebilirlik mekanizmalarının fiilen nasıl şekillendiği. Janssen vd. (2020) ise bu tabloyu algoritmik sistemler boyutuna taşımaktadır. Büyük veri tabanlı algoritmik sistemlerin güvenilir biçimde işletilebilmesi için veri yönetişimi çerçevelerinin şart olduğunu ortaya koyan araştırmacılar, yönetim bilişim sistemlerini salt teknik yapılar olarak değil, sosyo-teknik bütünlükler olarak değerlendirmenin kaçınılmazlığına dikkat çekmektedir (Kitchin, 2014). Bu değerlendirme biçimi, sistemlerin hangi toplumsal gerçeklikleri görünür kıldığını ve hangilerini sistemin dışında bıraktığını sorgulamayı mümkün kılmaktadır.

Kamu bilgi sistemlerinin teorik zeminini anlamlandırmak için iki temel eksen öne çıkmaktadır. Birincisi, yönetim bilişim sistemlerini teknik altyapı olarak değil, kurumsal öncelikleri ve pratikleri biçimlendiren sosyo-teknik bir düzen olarak ele alan yaklaşımdır (Kitchin, 2014; Zuboff, 2019). Bu yaklaşım, bilgi sistemlerinin araçsal bir işlevin ötesinde normatif bir boyut taşıdığını öne sürmektedir: hangi verilerin toplanacağı, hangi kategoriler üzerinden analiz

edileceği ve nihayetinde hangi kararların "akılcı" kabul edileceği bu sistemler tarafından önceden biçimlenir. Sistemler gerçekliği yansıtmakla kalmaz; aynı zamanda inşa eder. İkinci eksen, veri yönetişimi perspektifidir.

Kurumsal bilgi stratejisinin bu ortamda nasıl konumlanacağı sorusu, yönetim yazınında ayrı bir tartışma alanı açmaktadır. Bolisani ve Bratianu (2017), saf rasyonel planlama yaklaşımlarının belirsizlik koşullarında yetersiz kaldığını; etkili kurumsal bilgi yönetiminin hem önceden tasarlanmış (deliberate) hem de kendiliğinden gelişen (emergent) stratejileri bir arada barındırması gerektiğini savunmaktadır. Bu çerçeve, kamu kurumlarında dijital dönüşümün yönetilme biçimiyle doğrudan örtüşmektedir. Söz konusu süreç ne salt üstten aşağı bir teknoloji dayatmasıdır ne de merkezi yönlendirmeden yoksun başıboş bir uyum deneyimidir. İkisi arasındaki gerilimli denge, dönüşümün fiili seyrini belirlemektedir.

Kamu kurumlarında dijitalleşmenin ivme kazandığı 2010'ların ortasından itibaren literatürde üç kavramsal eksen belirginleşmiştir: e-devlet ve dijital kamu hizmetleri (Mergel vd., 2019), algoritmik karar destek sistemleri (Kitchin, 2014; Janssen ve Kuk, 2016) ve açık devlet verisi (Koçdemir ve Atan, 2026). Bu üçlü yapı, Sayıştay Dergisi'ndeki Bilgi Sistemi kavram grubunun teorik alanını tanımlamaktadır. E-devlet perspektifi kamu hizmetlerinin dijital kanallar aracılığıyla sunumunu merkeze alırken, bu hizmetlerin nasıl denetleneceğine ilişkin sorular giderek daha fazla araştırmacının gündemine girmektedir. Koçdemir ve Atan (2026), G20 ülkeleri üzerinde yürüttükleri ampirik analizde açık devlet verisinin yolsuzlukla mücadelede anlamlı bir etki sergilediğini ortaya koymuştur; ancak bu etkinin demokratik kapasitesi güçlü ülkelerde çok daha belirgin olduğu bulgusu, veri şeffaflığının kurumsal bağlamdan bağımsız işleyemeyeceğini göstermektedir. Şeffaflık bir mekanizmadır, ama mekanizmaların çalışması için zemin gerekir.

Dijital dönüşümün kurumsal yayın gündemi üzerindeki yansımalarını kavramsal düzeyde ele almak için metin madenciliği ve frekans tabanlı kavramsal içerik analizini birleştiren yöntemler, son on yılda kamu yönetimi araştırmalarında giderek yaygınlaşmaktadır. Verhoef vd. (2021), dijital dönüşümün kurumsal boyutlarını inceledikleri çalışmada bu sürecin teknoloji benimsemesine indirgenemeyeceğini ortaya koymuştur. Kurumsal strateji, insan kaynağı kapasitesi ve örgütsel söylem biçimleri de dönüşümün ayrılmaz bileşenleridir. Bu bakış açısıyla, bir akademik derginin kavramsal

gündeminin sistematik biçimde izlenmesi, kurumun dijital dönüşüm sürecinin kavramsal boyutuna dair doğrudan kanıt üretmektedir; zira bir derginin neyi konuşmayı seçtiği, o alandaki kurumsal farkındalığın hem yansıması hem de şekillendiricisidir.

Damar vd. (2024), bibliyometrik ve makine öğrenmesi yöntemlerini bir arada kullanarak kamu yönetimi dönüşümüne ilişkin akademik söylemin haritasını çıkarmıştır. Dijital dönüşüm kavramının kamu yönetimi yazınında 2018 sonrasında hızla merkezi bir konuma taşındığını gösteren bu bulgu, söylemsel odaklı çalışmalar için önemli bir karşılaştırma zemini sunmaktadır. Dahası, söz konusu çalışmanın karma yöntemsel yaklaşımı, metin madenciliğinin kamu yönetimi araştırmalarındaki metodolojik meşruiyetini doğrudan desteklemekte ve bu çalışmanın benimsediği analitik perspektifle belirgin bir paralellik kurmaktadır. Bu kavramsal çerçevenin tamamlanabilmesi için, çalışmada kullanılan dört kavram grubunun ayrıca teorik olarak gerekçelendirilmesi gerekmektedir; aşağıdaki alt bölüm bu işlevi üstlenmektedir.

1.2. Dijital Denetim: Kavramsal Sınırlar ve Teorik Zemin

Bu çalışmada kullanılan dört kavram grubunun sınırları, kamu denetimi ve dijital yönetişim literatüründeki yerleşik sınıflandırmalara dayanmaktadır. Bilgi Sistemi ve Dijital Denetim grupları, kamu denetimi ve dijital yönetişim literatüründeki yerleşik sınıflandırmalar çerçevesinde tanımlanmıştır (Köse ve Polat, 2021; Kitchin, 2014). Hesap Verebilirlik grubu, denetim-demokrasi ilişkisine odaklanan çalışmalar temelinde (Power, 1997; Akyel ve Köse, 2013); Risk grubu ise INTOSAI risk temelli denetim standartları ve algoritmik risk literatürü doğrultusunda (Kitchin, 2014; Parasuraman ve Riley, 1997) oluşturulmuştur. Bu sınıflandırma, kavram gruplarının rastgele seçilmediğini göstermektedir; her grup, hem ulusal hem de uluslararası denetim yazınının birikimli kavramsal çerçevesine oturtulmuştur.

Dijital denetim kavramı literatürde farklı kapsamlarla kullanılmaktadır. Dar tanımıyla dijital denetim, bilgi sistemleri ve yazılım altyapısının sistematik incelenmesine karşılık gelir. Geniş tanımıyla ise geleneksel denetim faaliyetlerinin veri analitiği, makine öğrenmesi ve yapay zekâ gibi araçlarla desteklenmesini ifade etmektedir. Bu iki anlam katmanı, Sayıştay Dergisi'ndeki Dijital Denetim kavram grubunun da iki boyutunu oluşturmaktadır. Söz konusu iki boyut birbirini dışlamaz; aksine uygulamada giderek daha fazla iç içe geçmektedir.

Aynı çalışmada bu iç içe geçişin denetim pratiğini köklü biçimde dönüştürdüğü vurgulanmaktadır. Dijital araçlarla gerçekleştirilen denetim hem denetlenen nesneyi hem de denetim sürecinin kendisini yeniden biçimlendirmektedir. Bir noktada algoritmaları kullanan denetçi, algoritmanın kendisini de denetlemek durumuna gelmektedir. Bu tersine dönen denetim ilişkisi, kavramın kapsamını ve denetçinin rolünü tartışmaya açmaktadır.

Volodina ve Grossi (2024), Norveç Sayıştayı üzerinde yürüttükleri nitel çalışmada bu gerilimi kurumsal düzeyde belgelemiştir. Denetçilerin dijital dönüşümü hem bir fırsat hem de bir tehdit olarak eş zamanlı algıladığı, teknolojik umutlar ile insani kaygılar arasındaki ikircikli tutumun kurumsal dönüşüm sürecini yavaşlattığı görülmektedir. Verimlilik beklentisi ile mesleki kimlik kaybı kaygısı bir arada var olabilmektedir. Bu bulgu, dijital denetimin teknik bir mesele olmanın ötesinde kurumsal kültür ve mesleki kimlikle derinden bağlantılı olduğunu göstermektedir. Teknoloji kuruma girer, ama kurumun teknolojiyle ilişkisi kendiliğinden çözümlenmez; bu ilişkinin bilinçli biçimde yönetilmesi gerekmektedir.

Kurumun teknolojiyle ilişkisindeki bir diğer mekanizma ise denetim mekanızmasıdır. Bu nedenle denetim faaliyetlerinde yapay zekânın kullanımı son yıllarda hem akademik hem de politika tartışmalarının merkezine taşınmıştır. Yapay zekanın üretim sektöründeki konumunu metin madenciliği yöntemiyle haritalayan Zeba vd. (2021), 1979'dan günümüze uzanan bibliyometrik analizlerinde yapay zekâ uygulamalarının Endüstri 4.0 paradigmasıyla birlikte 2010'lar sonrasında belirgin biçimde ivme kazandığını ortaya koymuştur. Bu eğilim kamu denetimi alanında da geçerliliğini korumaktadır; ilgili literatürde algoritmik denetim araçlarına ilişkin çalışma sayısının aynı dönemde hızla arttığı görülmektedir. Özdemir ve Yelboğa (2025), Türkiye Sayıştayı'nın 2022-2023 düzenlilik denetimi bulgularını yapay zekâ perspektifiyle analiz etmiş; ihale usulsüzlüklerinden mali raporlama hatalarına uzanan geniş bir yelpazedeki bulgu türlerinin doğal dil işleme, süreç madenciliği ve anomali tespiti gibi tekniklerle ele alınabileceğini göstermiştir. Çalışmanın etik kaygılar, veri kalitesi ve algoritmik açıklanabilirlik konularındaki sınırlılıkları da tartışmış olması ayrıca önem taşımaktadır. Dijital denetim teknik başarımın ötesinde normatif bir çerçeve gerektirmektedir. Algoritmik denetim araçlarının kamu hesap verebilirliğini güçlendirme kapasitesi, ancak demokratik yönetişim ilkeleriyle uyumlu biçimde değerlendirildiğinde tam anlamıyla görünür hale gelir. Bu sebeple algoritmik denetim ile demokratik gözetim arasındaki ilişki de dikkatle incelenecek bir alan olarak değerlendirilmektedir.

Algoritmik denetim ile demokratik gözetim arasındaki ilişki, Sayıştay Dergisi'nde de giderek daha belirgin bir yer bulmaktadır. Yapay zekâ sistemlerinin kamu denetiminin temel ilkeleri olan izlenebilirlik, usule uygun hesap verebilirlik ve insan yargısını nasıl yeniden biçimlendirdiği sorusu, şeffaflık, denetlenebilirlik, itiraz edilebilirlik ve kurumsal etik eksenlerinde değerlendirilmeyi gerektirmektedir. Bu normatif boyut, Dijital Denetim kavram grubunun salt verimlilik kaygısıyla değil, demokratik yönetişim perspektifinden de ele alınması gerektiğini teyit etmektedir. Kitchin (2014; 2017), algoritmaların iktidar ilişkileri, öznellik ve kurumsal hesap verebilirlik üzerindeki etkilerini çözümleyerek algoritmik sistemlerin neden tarafsız araçlar olarak görülemeyeceğini sistematik biçimde ortaya koymaktadır. Bu kuramsal zemin, algoritmik denetim araçlarının benimsenmesinin aynı zamanda bir değer tercihi olduğunu, dolayısıyla siyasal ve etik sorumluluğu da beraberinde getirdiğini hatırlatmaktadır.

Savunma ve güvenlik alanında yükselen teknolojilerin değerlendirilmesine yönelik Yalcin ve Daim'in (2024) çerçevesi, teknoloji değerlendirme, yol haritalaması ve teknolojik istihbarat yaklaşımlarını bir arada ele alarak kamu kurumlarındaki denetim kapasite boşluklarının tespitinde de işlevsel bir referans sunmaktadır. Asilogullari Ayan ve Çakır (2025) ise Türk savunma sektörü profesyonelleriyle yürütülen Delphi çalışmasında siber güvenlik ve sensör sistemleri gibi dijital altyapı teknolojilerinin kısa vadede, fotonik ve gelişmiş malzeme gibi alanların ise uzun vadede öncelik kazanacağını ortaya koymuştur. Bu bulgunun iki önemli yansıması bulunmaktadır. Birincisi, dijital dönüşüm politikalarının zaman boyutunun göz ardı edilmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır. İkincisi, kamu kurumlarındaki dijital denetim gündeminin de benzer bir zaman çerçevelemesiyle kurgulanması gerektiğine işaret etmektedir. Kısa vadeli teknik kapasite gelişimi ile uzun vadeli kurumsal dönüşüm yönetimi birbirinden ayrı ama birbirine bağlı süreçlerdir.

Geleneksel denetim anlayışı büyük ölçüde sonuçların ve çıktının kontrolüne dayanır. Kararın doğru alınıp alınmadığına bakılır; kararın nasıl üretildiği ikincil planda kalır. Veri temelli yönetim ortamında bu yaklaşım yetersiz kalmaktadır. Artık denetlenmesi gereken unsur yalnızca nihai kararlar değil, bu kararları üreten veri setleri, algoritmalar ve analitik süreçlerin tamamıdır (Power, 1997; Janssen vd., 2020). Köse ve Polat (2021: 26), denetçinin dijital teknolojinin denetime sağladığı olanakları kavramasının ötesinde, denetlediği kurumlar için

sağladığı avantaj ve fırsatları, içerdiği risk ve tehditleri analiz edebilmesi ve kapsamlı değerlendirmeler sunabilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Denetim nesnesinin bu şekilde genişlemesi, denetçinin mesleki yeterlilik profilini de doğrudan dönüştürmektedir. Veri okuryazarlığı, algoritmik süreçlere ilişkin kavramsal farkındalık ve sistem denetimi yetkinliği artık zorunlu nitelikler arasına girmektedir. Bu dönüşümün denetim eğitim müfredatlarına ve kurumsal kapasite geliştirme planlarına ne ölçüde yansıdığı ise ayrı bir araştırma sorusu olarak güncelliğini korumaktadır.

Power'ın (1997) denetimin toplumsal inşasına ilişkin klasik çerçevesi bu dönüşümü anlamlandırmak için hâlâ geçerliliğini koruyan bir perspektif sunmaktadır. Power'a göre denetim pratikleri yalnızca kontrol araçları değildir; kurumsal güven, meşruiyet ve hesap verebilirlik normlarını üreten söylemsel pratiklerdir. Bu perspektiften bakıldığında, dijital denetim araçlarının benimsenmesi salt bir teknik tercih olmaktan çıkar ve kurumsal meşruiyet stratejisinin bir parçasına dönüşür. Bir kurumun hangi dijital araçları benimsediğini duyurması, nasıl denetleneceğine ilişkin beklentileri de yeniden biçimlendirir. Ancak gerçek bir kurumsal dönüşümün yaşanıp yaşanmadığı, yayın gündemindeki kavramsal değişimler aracılığıyla dolaylı biçimde izlenebilir. Akademik dergilerde kavramsal gündemin nasıl evrildiği bu izleme için anlamlı bir kaynak oluşturmaktadır. Bu çalışma tam da bu boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Bu kuramsal tartışma, yüksek denetim kurumlarının kendi kurumsal bağlamlarında dijital dönüşümü nasıl deneyimlediği sorusunu gündeme taşımaktadır; bir sonraki alt bölüm bu soruyu Türkiye özelinde ele almaktadır.

Algoritmik kararların denetlenebilirliği bu dönüşümün en kritik ve en tartışmalı boyutudur. Sistemler çoğu zaman "kara kutu" niteliği taşımakta, karar süreçleri yöneticiler ve denetçiler açısından anlaşılmaz ve izlenemez hale gelmektedir. Denetim otoriteleri açısından temel sorun, algoritmik çıktılara dayalı kararların hukuki, etik ve yönetsel sorumluluğunun kime ait olduğunun belirsizleşmesidir (Kitchin, 2014). Sistemi tasarlayan mühendise mi, sistemi satın alan kuruma mı, yoksa nihai kararı imzalayan yöneticiye mi ait olduğu sorusu ne hukuken ne de kurumsal yönetişim pratiklerinde henüz netleşmiş değildir. İnsan denetiminin geri plana itilmesi, literatürde aşırı otomasyon yanlılığı olarak tanımlanan yeni bir risk alanını gündeme taşımaktadır (Parasuraman ve Riley, 1997). Algoritmanın önerdiği kararın insan tarafından sistematik biçimde

onaylanması, zamanla insan yargısının işlevini yitirmesine ve denetim sürecinin biçimsel bir prosedüre dönüşmesine zemin hazırlamaktadır. Bu durum, denetim bulgularının güvenilirliği açısından yapısal bir sorun oluşturmaktadır.

Kahyaoğlu vd. (2026), Türkiye'deki KVKK düzenlemeleri çerçevesinde otomasyona uyum algısını inceleyen çalışmalarında kurum çalışanlarının otomasyon araçlarına benimseme niyetinin veri sınıflandırması, sistem uyumu ve otomasyon eksikliğinin giderilmesi gibi faktörlerle şekillendiğini; karmaşık araçların benimsemeyi yavaşlatabileceğini ve otomasyon sistemlerinin algoritmik karar süreçleri ile veri güvenliği kontrolleri açısından yeni riskler doğurabileceğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, kavramsal düzeydeki dijital dönüşüm ile kurumsal pratik arasındaki yapısal boşluğu somutlaştırmaktadır. Kurumsal aktörlerin teknolojiyi benimsemesi, söz konusu teknolojiyi kavramsal olarak içselleştirdikleri anlamına gelmemektedir; bu içselleştirme eksikliği ise hesap sorma kapasitesini yapısal biçimde sınırlandırmaktadır. Kamu denetimi açısından bu bulgunun önemi büyüktür. Denetçinin denetlediği sistemi kavrayıp kavrayamadığı, denetim çıktılarının kalitesini doğrudan belirlemektedir. Dijital araçların kurumsal süreçlere dahil edilmesi, denetim kapasitesini kendiliğinden artırmaz; bu araçların kurumsal bilgi birikimine entegre edilmesi ve denetçinin söz konusu araçlarla eleştirel ve sorgulamaya dayalı bir ilişki kurabilmesi gerekmektedir. Sayıştay Dergisi'ndeki kavramsal dönüşümün izlenmesi, yayın gündemi ile kurumsal pratik arasındaki mesafeyi ölçmek için anlamlı bir gösterge sunmaktadır.

1.3. Yüksek Denetim Kurumları ve Dijital Dönüşüm: Türkiye Bağlamı

Yüksek denetim kurumlarının (YDK) dijital dönüşüm karşısındaki konumu, hem uluslararası hem de ulusal düzeyde köklü bir yeniden yapılanmayı gerektirmektedir. Bu kurumsal işlevin dijital ortamda sürdürülmesi ise salt teknoloji benimsemesinin ötesinde, algoritmik hesap verebilirlik mekanizmalarının yeniden tasarlanmasını gerektirmektedir. Temel sorun, denetlenen kurumların ve denetim araçlarının dijitalleşmesiyle birlikte bu dönüşüm sürecinin kendi içindeki hesap verebilirlik boşluklarının görünmez kılınmasıdır. Bu boşlukların kapatılması, yalnızca kurumsal kapasitenin güçlendirilmesini değil, algoritmik yönetişimi düzenleyecek normatif bir çerçevenin de yeniden inşa edilmesini gerektirmektedir.

Nitekim Lino vd. (2023), Brezilya yerel yönetimlerinde yüksek denetim kurumlarının geliştirdiği dijital veri toplama sistemlerinin bütçe planlama süreçlerini doğrudan şekillendirdiğini ortaya koymuştur; ancak söz konusu sistemlerin yerel yönetimlerin planlama özerkliğini kısıtlayabildiğini de vurgulayarak dijital denetim altyapısının reform katalizörü olma potansiyelinin bağlamdan bağımsız değerlendirilemeyeceğine dikkat çekmektedir. Bu bulgu, dijital denetim altyapısının salt kontrol işlevi değil, kurumsal kapasite ve standartlaşma üzerinde köklü etkiler yaratan bir işlev de gördüğünü göstermektedir. Türkiye Sayıştayı'nın bu modelden ne ölçüde yararlandığı ve kurumsal kapasitesini benzer bir çizgide geliştirip geliştirmediği, Sayıştay Dergisi'ndeki kavramsal dönüşümün izlenmesiyle kısmen değerlendirilebilir.

Ulusal kapasite gelişimini uluslararası standartlardan bağımsız değerlendirmek mümkün değildir; INTOSAI bu süreçte hem bir çerçeve hem de bir meşruiyet zemini sunmaktadır. Uluslararası denetim standartlarının geliştirilmesinde otorite kurumlardan olan INTOSAI'nın bu süreçteki rolü de göz ardı edilemez. INTOSAI, özellikle GUID 5270 (Büyük Veri Denetimi) ve ISSAI 150 (Denetçi Yetkinlikleri) gibi rehberlerle dijital denetim kapasitesine ilişkin uluslararası bir çerçeve oluşturmaktadır. Bu rehberler salt teknik bir yönlendirme sunmakla kalmamaktadır; üye ülkelerin denetim kurumlarına kurumsal dönüşüm için bir meşruiyet zemini ve uluslararası referans noktası da sağlamaktadır. Otia ve Bracci (2022) yüksek denetim kurumlarının dijital dönüşümü stratejik bir çerçeveden ele almak yerine çoğunlukla değişime reaktif biçimde uyum sağladığını ortaya koyarak uluslararası norm baskısının kurumsal pratiklere yansımasının beklenenden daha yavaş gerçekleştiğine dikkat çekmektedir. Bu çalışma, uluslararası normların ulusal denetim gündemleri üzerindeki şekillendirici yönünü belgeleyen önemli bir referans olarak değerlendirilebilir. Sayıştay Dergisi'ndeki kavramsal ivmelenmeyi yalnızca iç dinamiklerle açıklamak yetersiz kalacaktır; dış politika ve uluslararası standart çerçeveleri de bu dönüşümün başlıca şekillendiricileri arasındadır.

Uluslararası düzeyde yüksek denetim kurumları arasındaki stratejik iş birliği de dijital dönüşüm sürecinin belirleyici bir boyutu haline gelmiştir. Özellikle Türkiye Sayıştayının diğer ülke Sayıştayları ile işbirliği yaptığı ya da proje desteği sağladığı temel alanların başında dijital teknolojilerin denetimde kullanılması gelmektedir. Yener vd. (2025), Tayland ve Türkiye Sayıştaylarının dijital dönüşüm ve inovasyon alanında geliştirdiği stratejik iş birliği modelini

inceleyerek kurumlar arası kapasite paylaşımının dijital denetim yetkinliğini hızlandırdığını göstermiştir. Bu bulgu, kurumsal dönüşümün salt iç kaynaklara dayanmadığını; karşılaştırmalı öğrenme ve deneyim transferinin de sürecin ayrılmaz bir parçası olduğunu ortaya koymaktadır. Grossi vd. (2023) ise kamu sektörü denetiminin değişen sınırlarını ele aldıkları çalışmada dijitalleşmenin, performans denetimi ve sürdürülebilirlik denetimi ile birlikte günümüz kamu denetiminin üç temel dönüşüm eksenini oluşturduğunu ileri sürmektedir. Bu üç eksenin birlikte ele alınması gerektiği tezi, Sayıştay Dergisi'nin kavramsal gündemini değerlendirmek için de işlevsel bir çerçeve sunmaktadır: derginin bu üç ekseni ne ölçüde ve hangi sırayla benimsediği, kurumsal öncelik yapısının bir göstergesi sayılabilir.

1.4. Hesap Verebilirlik: Dijital Dönüşüm Bağlamında Kavramsal Çerçeve

Kurumsal kapasitenin yanı sıra, dijital dönüşümün hesap verebilirlik boyutu da bu bağlamda bağımsız bir değerlendirmeyi hak etmektedir. Hesap verebilirlik kavramı, kamu denetimi literatüründe merkezi konumunu korumaktadır. Akyel ve Köse (2013), demokratik yönetişimde vatandaş katılımı ve yüksek denetim kurumlarının rolüne odaklanan çalışmalarında hesap verebilirliği hem çıktı odaklı hem de süreç odaklı boyutlarıyla ele almıştır. Çıktı odaklı hesap verebilirlik sonuçların açıklanmasını, süreç odaklı hesap verebilirlik ise karar süreçlerinin şeffaflığını ön plana çıkarmaktadır. Bu çerçeve, çalışmanın Hesap Verebilirlik kavram grubunun teorik temelini oluşturmaktadır. Dijital ortamda hesap verebilirlik meselesinin daha da karmaşıklaştığı açıktır. Algoritmik karar süreçlerinin anlaşılması güç doğası, "neden bu karar verildi" sorusuna yanıt vermeyi zorlaştırmaktadır. Kimin sorumlu olduğu belirsizleşince geleneksel hesap verebilirlik mekanizmaları yetersiz kalmaktadır (Kitchin, 2017). Hesap verebilirlik bir ilke olarak değerini korusa da onu hayata geçirecek araçların yeniden tasarlanması gerekmektedir.

1.5. Risk: Algoritmik ve Siber Risk Boyutları

Kamu denetiminde risk kavramlaştırması son yıllarda siber riskler ve algoritmik riskler bağlamında köklü bir dönüşüm geçirmiştir. Geleneksel olarak mali saydamlık ve performans kaygılarıyla sınırlı tutulan risk değerlendirme çerçevesi, bilgi sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte veri ihlalleri, sistem güvenlik açıkları ve algoritmik yanılgılar gibi yeni boyutlar kazanmıştır. Bu dönüşümü kurumsal perspektiften belgeleyen Kurban vd. (2023), Sayıştay

Başkanlığı'nın büyük veri çağında dijitalleşen denetim pratiklerini incelemekte ve kurumun yayın gündeminin bu yeni risk kategorilerine henüz tam anlamıyla karşılık veremediğine dikkat çekmektedir. INTOSAI kılavuzlarının risk temelli denetimi ön plana çıkardığı günümüzde, Sayıştay'ın bu alandaki kavramsal üretiminin uluslararası çerçevenin gerisinde kaldığı gözlemlenmektedir. Bu mesafe, salt terminolojik bir farklılığa değil; kurumsal kapasite, mesleki yetkinlik ve önceliklendirme pratikleri düzeyinde ele alınması gereken somut bir yapısal soruna işaret etmektedir.

Türkiye'de kamu bilgi ve iletişim teknolojileri politikası, 2019-2026 döneminde kayda değer bir olgunlaşma sürecine girmiştir. Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025, 11. Kalkınma Planı (2019-2023) ve Kamu BİT Raporu 2023, bu dönemde kamu kurumlarında dijitalleşmenin öncelikli bir politika hedefi olarak belirlendiğini göstermektedir. Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi, Türkiye'nin yapay zekâ alanında ilk kapsamlı ulusal belgesi olma özelliğini taşımakta; 20 Ağustos 2021 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi koordinasyonunda hazırlanan strateji, kamu kurumları, akademi ve özel sektörün katılımıyla şekillenmiş; yapay zekâ ekosisteminin geliştirilmesi, insan kaynağının güçlendirilmesi ve mevzuat altyapısının oluşturulması gibi altı temel öncelik etrafında yapılandırılmıştır. Nitekim Sayıştay, bu stratejinin 2024-2025 Eylem Planı kapsamında "Yapay Zekâ Destekli Dijital Mevzuat Asistanı Projesi"ni hayata geçirmiş ve SayBot adlı YZ destekli aracı geliştirmiştir. Bu gelişme, ulusal strateji belgelerinin Sayıştay'ın dijital dönüşüm gündemine doğrudan yansıdığını ve teorik söylemin kurumsal pratikle buluşmaya başladığını gösteren somut bir kanıt niteliği taşımaktadır. Veri güvenliği, sistem altyapısı ve dijital kamu hizmetlerinin denetimi bu süreçte giderek önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, kurumsal kapasite ile teknolojik olanak arasındaki mesafeyi somutlaştıran özgün çalışmalar da giderek artmaktadır. Söz konusu çalışmalar yalnızca teknik olanağın varlığını değil, o olanağın kurumsal ve hukuki zemine oturtulup oturtulamadığını da sorgulamaktadır. Bu eksenin Türkiye bağlamındaki en çarpıcı örneklerinden birini Yavuz (2025) sunmaktadır.

Yavuz (2025), blokzincir teknolojisinin yolsuzlukla mücadelede uygulanabilirliğini Türkiye bağlamında değerlendirdiği çalışmasında, bu teknolojinin mevzuat altyapısıyla entegrasyonunun önünde kurumsal ve hukuki engellerin bulunduğunu saptamıştır. Teknik çözümün hazır olduğu

ama kurumun buna hazır olmadığı durumlar denetim yazınında yabancı bir tablo değildir; benzer boşluk Norveç Sayıştayı örneğinde de (Volodina ve Grossi, 2024) belgelenmiştir. Bu iki araştırma ve benzerlerinin ortaya koyduğu sonuç teknik çözümler ile kavramsal dönüşüm arasındaki boşluğun yalnızca Türkiye'ye özgü olmadığı; daha geniş kamu yönetimi alanında da geçerliliğini koruyan yapısal bir sorun olduğudur. Teknoloji politikası yazmak ile teknolojiyi kurumsal pratiğe taşımak farklı süreçlerdir ve bu ikisi arasındaki mesafe kapatılmadan kavramsal dönüşümün pratik karşılığı tartışmalı kalmaya devam edecektir.

Bu alt bölümde geliştirilen kuramsal çerçeve, çalışmanın bulgularını yorumlamak için dört işlevsel araç sunmaktadır. Birincisi, Power'ın (1997) denetim toplumu çerçevesi söylemsel pratikleri kurumsal meşruiyetle ilişkilendirmekte; bir kurumun neyi konuştuğunun, kurumun ne olmak istediğine ilişkin ipuçları taşıdığını hatırlatmaktadır. İkincisi, Kitchin'in (2014; 2017) sosyo-teknik sistemler perspektifi kara kutu sorununu ve algoritmik belirsizliği kavramsallaştırarak denetimin teknik ötesi boyutlarını görünür kılmaktadır. Üçüncüsü, Akyel ve Köse'nin (2013) hesap verebilirlik-demokrasi çerçevesi denetim ile demokratik yönetişim arasındaki normatif bağı ortaya koymakta; denetimin yalnızca teknik bir faaliyet değil, siyasal bir işlev taşıdığını vurgulamaktadır. Dördüncüsü ise Parasuraman ve Riley'in (1997) otomasyon yanlılığı kavramı, risk söyleminin marjinalliğini normatif bir uyarı olarak değerlendirme imkânı sunmaktadır. İnsan yargısı geri çekildiğinde hesap verebilirlik de geri çekilmekte; risk söyleminin güçsüzlüğü bu tehlikeyi görünmez kılmaktadır. Bu dört araç, ilerleyen bölümlerdeki bulgular ve tartışma kısımlarında analitik bir zemin olarak işlev görecektir. Bu kuramsal zemin üzerine oturan ampirik analiz, aşağıda ayrıntılı biçimde açıklanan yöntemsel tercihlerle yürütülmüştür.

2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

2.1. Corpus ve Veri Seti

Corpus, belirli bir araştırma amacı doğrultusunda bir araya getirilmiş, sistematik biçimde derlenmiş yazılı metin bütünüdür. Bu çalışmanın ampirik kaynağını oluşturan Corpus, Sayıştay Dergisi'nin 112–140. sayıları arasında yayımlanan 29 tam sayı oluşturmaktadır (Ocak 2019 – Mart 2026). Analizin

2019'dan başlatılmasının üç gerekçesi vardır: (1) Türkiye'nin 11. Kalkınma Planı (2019–2023) dijital dönüşümü öncelikli bir politika hedefi olarak resmileştirmiş ve bu tarih kamu yönetimi gündeminde yapısal bir kırılma noktası oluşturmuştur; (2) Sayıştay'ın DergiPark platformuna geçişiyle birlikte 112. sayıdan itibaren tüm sayılar metin tabanlı (karakter gömülü) PDF formatında erişilebilir durumdadır; (3) COVID-19 sonrası dönemin kamu yönetimi üzerindeki etkileri (2020–2022), kavramsal dönüşümü gözlemlemek için anlamlı bir dış değişken sunmaktadır. Corpus'a dahil edilen son sayı, Mart 2026'da yayımlanan 140. sayıdır.

2.2. Kavram Gruplarının Teorik Gerekçesi

Dört kavram grubunun sınırları, kamu denetimi ve dijital yönetişim literatüründeki yerleşik sınıflandırmalara dayandırılmıştır. Bilgi Sistemi ve Dijital Denetim gruplarının sınırlandırılmasında Köse ve Polat'ın (2021) dijital denetim çerçevesinden ve Kitchin'in (2014) sosyo-teknik sistemler yaklaşımından yararlanılmıştır. Hesap Verebilirlik grubu, Power (1997) ile Akyel ve Köse (2013) ekseninde tanımlanan denetim-demokrasi ilişkisinden; Risk grubu ise INTOSAI risk temelli denetim standartları ve Kitchin'in (2014) algoritmik risk analizinden türetilmiştir. Gruplar arası örtüşmeyi en aza indirmek amacıyla her anahtar kelime yalnızca bir gruba atanmış; geniş anlamlı terimler (ör. "denetim") grup ayrıştırıcılığını zayıflatacağından listeye dahil edilmemiştir.

Yöntemin güvenilirliğini test etmek amacıyla üç sayıda (sayı 116/2020, sayı 124/2022, sayı 138/2025) iç tutarlılık doğrulaması yapılmıştır. Her sayı için ham frekans değerlerinden bağımsız olarak hesaplanan normalize frekanslar, Python çıktılarıyla karşılaştırılmış; 12 karşılaştırmanın tamamında tam eşleşme (%0 sapma) elde edilmiştir. Bu sonuç, kodlama sürecinde sistematik bir hata bulunmadığını doğrulamaktadır. Bununla birlikte, "performans" ve "sorumluluk" gibi çok anlamlı terimlerin Hesap Verebilirlik grubundaki bağlam dışı kullanım oranı yaklaşık %6,8 olarak tahmin edilmekte olup bu sınırlılık Bölüm 5'te ele alınmaktadır.

2.3. Analiz Yöntemi ve Python Altyapısı

Metin madenciliği analizi Google Colab ortamında Python programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. PDF'lerden ham metin çıkarımı için PyMuPDF (fitz) kütüphanesi kullanılmış; metinler küçük harfe çevrilerek standartlaştırılmıştır. Anahtar kelime eşleştirmesi, büyük-küçük harf ayrımı ortadan kaldırıldıktan sonra tam dize eşleşmesiyle (exact string matching)

gerçekleştirilmiştir. Türkçe'nin sondan eklemeli yapısı nedeniyle stemming veya lemmatization uygulanmamış; bunun yerine sık kullanılan çekimli ve türemiş biçimler (ör. "bilgi sistemi" / "bilgi sistemleri", "hesap verebilirlik" / "hesap verebilir") anahtar kelime listesine ayrı girdi olarak eklenmiştir. Bu yaklaşım, otomatik kök indirgeme araçlarının Türkçe metinlerde üretebileceği yanlış eşleşme riskini azaltmak amacıyla tercih edilmiştir. Eş anlamlı ifadeler değerlendirilmiş; aynı kavramı karşılayan farklı terimler (ör. "yapay zekâ" ve "yapay zeka") listeye ayrı ayrı dahil edilmiştir. Farklı uzunluktaki sayıları karşılaştırılabilir kılmak amacıyla ham frekans değerleri normalize edilerek her 10.000 kelimede ortalama geçiş sıklığı hesaplanmıştır. Veri işleme ve analiz için pandas ve openpyxl, görselleştirme için matplotlib kullanılmıştır.

Kavram grupları dört temel boyut çerçevesinde tanımlanmıştır: (1) Bilgi Sistemi grubu: bilgi sistemi, karar destek, ERP, e-devlet, dijital sistem, kurumsal kaynak, yönetim bilgi sistemi; (2) Dijital Denetim grubu: veri analitiği, algoritma, dijital denetim, büyük veri, yapay zekâ, makine öğrenmesi, veri madenciliği, otomasyon, dijital dönüşüm; (3) Hesap Verebilirlik grubu: şeffaflık, hesap verebilirlik, performans, sorumluluk, kamu denetimi, etkinlik, verimlilik, mali saydamlık; (4) Risk grubu: siber risk, veri güvenliği, sistem riski, algoritmik risk, güvenlik açığı, risk yönetimi, bilgi güvenliği, siber güvenlik, veri ihlali. Her PDF için hem ham frekans hem de normalize frekans hesaplanmış; yıllık ortalamalar dergi bazında gruplanmış ve kavram grupları arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı ile ölçülmüştür. Bu tercih iki gerekçeye dayanmaktadır: (1) normalize frekans değerleri sürekli ve eşit aralıklı ölçüm düzeyinde veri üretmekte olup sürekli değişkenler arasındaki doğrusal ilişkinin ölçülmesinde Pearson katsayısı ilgili literatürde standart başvuru olarak kabul görmektedir (Field, 2013); (2) Pearson katsayısının normallik varsayımının hafif ihlallerine karşı görece sağlam (robust) olduğu bilinmektedir (Bishara ve Hittner, 2012). Bununla birlikte, normallik ön varsayımının karşılanıp karşılanmadığını sınamak amacıyla Python 3.11/SciPy 1.11 ortamında Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Test sonuçları dört kavram grubunun tamamının normallik varsayımını karşılamadığını göstermektedir: Bilgi Sistemi ($W=0,834$, $p<0,001$), Dijital Denetim ($W=0,653$, $p<0,001$), Hesap Verebilirlik ($W=0,869$, $p=0,002$), Risk ($W=0,667$, $p<0,001$). Bu sonuçlar, grupların sağa çarpık ve yüksek değişkenlikli dağılım sergilediğini yansıtmaktadır; Dijital Denetim grubundaki aşırı değerler (örn. 24,39; 44,38; 50,70) bu çarpıklığın temel kaynağını oluşturmaktadır. Normallik varsayımının sağlanamaması nedeniyle analizler, parametrik olmayan yapısı

sayesinde normallik varsayımı gerektirmeyen ve çarpık dağılımlar ile aykırı değerler karşısında daha sağlam sonuçlar üreten Spearman sıra korelasyon katsayısı (ρ) ile de yinelenmiştir (Bishara ve Hittner, 2012; Field, 2013). Tüm analizler Python 3.11/SciPy 1.11 (scipy.stats.pearsonr; scipy.stats.spearmanr) ile gerçekleştirilmiş olup analiz kodu ve ham veri seti makale ile birlikte paylaşılmaktadır. Pearson ve Spearman sonuçları karşılaştırmalı olarak Tablo 2'de sunulmaktadır.

3. BULGULAR

3.1. Genel Eğilim

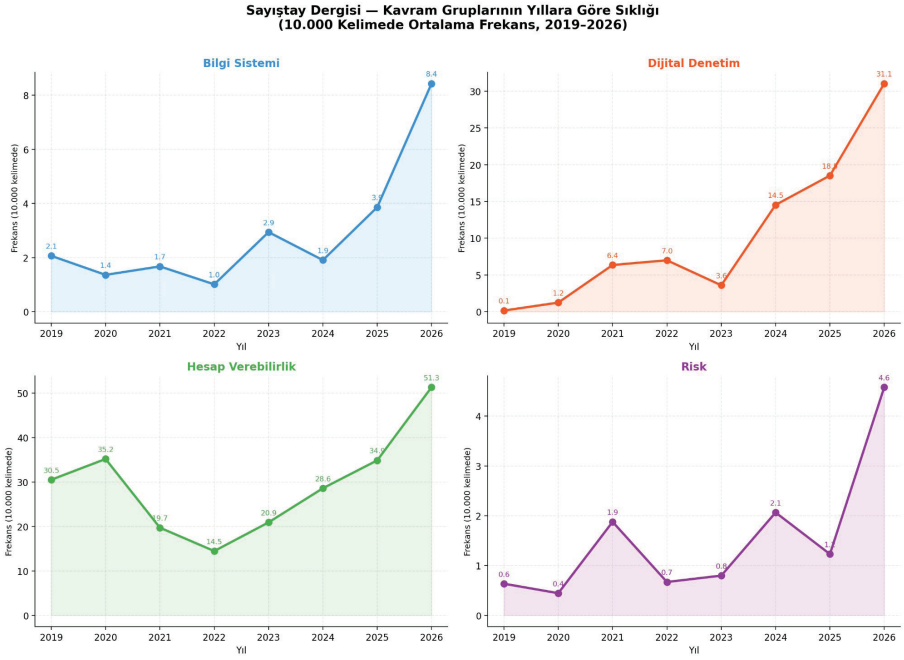
2019–2026 döneminde Sayıştay Dergisi'ndeki kavramsal örüntü, dört kavram grubu açısından birbirinden belirgin biçimde ayrışan eğilimler sergilemiştir. Tablo 1, yıllık normalize frekans değerlerini özetlemektedir. 2026 sütununa yalnızca Ocak-Mart 2026 arasında yayımlanan 140. sayı dahil edilerek oluşturulmuştur; dolayısıyla 2026 değerleri yıllık ortalama niteliğinde değil, dönem sonu eğilimini yansıtan bir kesit olarak değerlendirilmelidir.

Tablo 1: Kavram Gruplarının Yıllara Göre Ortalama Frekansı (10.000 Kelimede, Sayıştay Dergisi)

Yıl	Bilgi Sistemi	Dijital Denetim	Hesap Verebilirlik	Risk	Toplam Kelime (yaklaşık olarak)
2019	2,1	0,1	30,5	0,6	~186.000
2020	1,4	1,2	35,2	0,4	~193.000
2021	1,7	6,4	19,7	1,9	~201.000
2022	1,0	7,0	14,5	0,7	~198.000
2023	2,9	3,6	20,9	0,8	~210.000
2024	1,9	14,5	28,6	2,1	~215.000
2025	3,9	18,0	34,9	1,3	~220.000
2026*	8,4	31,1	51,3	4,6	~94.000

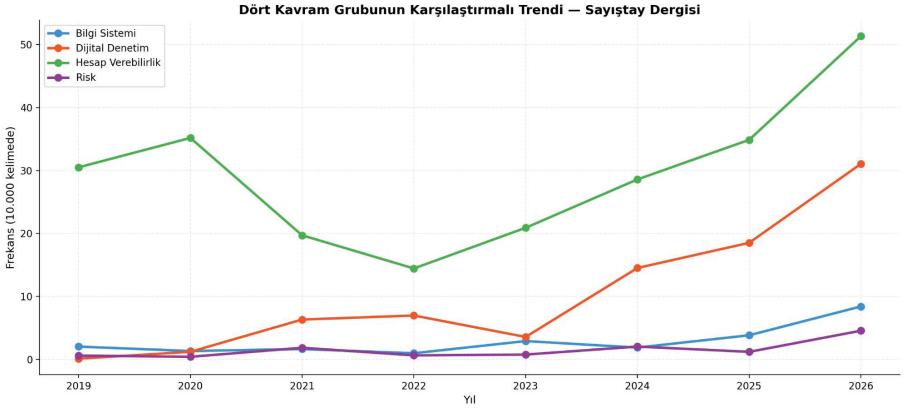
* 2026 değerleri yalnızca Ocak–Mart 2026 dönemine ait Mart 2026, sayı 140'ı kapsamaktadır; yıllık ortalama olarak yorumlanamaz.

Şekil 1: Kavram Gruplarının Yıllara Göre Ayrı Trend Grafikleri (10.000 Kelimede Ortalama Frekans, 2019–2026)



Şekil 1, dört kavram grubunun birbirinden bağımsız ölçek üzerindeki yıllık seyrini göstermektedir. Hesap Verebilirlik (sağ alt) dönem boyunca en yüksek frekans bandında sabit kalırken, Dijital Denetim (sağ üst) 2023 sonrasında başlayan sert kırılmayla dikkat çekmektedir. Bilgi Sistemi ve Risk grupları ise 2025–2026 dönemine kadar görece düz bir seyir izlemekte, ancak son iki yılda ivmelenme eğilimi sergilemektedir.

Şekil 2: Dört Kavram Grubunun Karşılaştırmalı Trendi - Sayıştay Dergisi (2019–2026)



Şekil 2, dört grubu ortak ölçekte karşılaştırmalı olarak sunmaktadır. Bu grafik, Hesap Verebilirlik ile Dijital Denetim arasındaki kavramsal mesafenin 2022 sonrasında hızla kapandığını görsel olarak teyit etmektedir. Ancak iki grubun birbirine yaklaşması, kavramsal entegrasyonu değil; Dijital Denetim'in kendi dinamiğiyle yükselmesini yansıtmaktadır. Nitekim Spearman korelasyon analizi bu iki grubun hâlâ büyük ölçüde bağımsız geliştiğini (ρ=0,26) göstermektedir.

3.2. Kavram Gruplarına Göre Dönemsel Değişim

Hesap Verebilirlik grubu dönem boyunca en yüksek frekansa sahip grup olma özelliğini korumuştur. 2019'da 10.000 kelimede 30,5 olan ortalama sıklık, 2020'de 35,2'ye yükselmiş; ardından 2021–2022 döneminde belirgin bir gerileme yaşanarak 14,5'e inmiştir. 2023'ten itibaren kesintisiz bir yükseliş başlamış ve 2026'nın ilk üç ayında dönemin en yüksek değeri olan 51,3'e ulaşılmıştır. Kitchin'in (2014) kamu kurumlarında dijitalleşmenin kavramsal dinamiklerini mercek altına aldığı çerçeveden bakıldığında, bu örüntü ilginç bir gerilimi yansıtmaktadır: hesap verebilirlik kavramsal ağırlığının giderek güçlenmesi, kurumun demokratik denetim işlevine verdiği ağırlığın arttığını göstermektedir. Ancak bu artışın dijital denetim kavramlarıyla eş zamanlı gelişmemesi, Kitchin'in "kara kutu" argümanını Türkiye bağlamında doğrular niteliktedir: kavramsal üretim teknik dönüşümle entegre olmadan büyümektedir.

Dijital Denetim grubu en çarpıcı artışı sergileyen kavram grubudur. 2019'da yalnızca 0,1 olan sıklık değeri, 2021'de 6,4'e, 2024'te 14,5'e ve 2026'nın ilk çeyreğinde 31,1'e ulaşmıştır. Bu trend, ilgili literatürün öngörüsüyle örtüşmektedir: dijital dönüşümün denetim pratiklerine yansıması kaçınılmaz olmakla birlikte, kurumsal kapasite ve yayın gündemi bu yansımayı belirli bir gecikmeyle takip etmektedir (Köse ve Polat, 2021; Grossi vd., 2023). Nitekim Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi'nin 2021'de yayımlanmasının ardından derginin söyleminde 2022–2023'ten itibaren belirginleşen ivmelenme, politika belgelerinin yayın gündemini şekillendirme gücüne işaret etmektedir.

Bilgi Sistemi grubu görece düşük ama istikrarlı bir seyir izlemiş; 2019–2024 arası 1,0–2,9 aralığında seyreden değerler 2026'nın ilk çeyreğinde 8,4'e yükselmiştir. Risk grubu ise tüm dönem boyunca en düşük frekans değerlerini sergilemiştir. Algoritmik risk ve siber güvenlik kavramlarının henüz marjinal düzeyde kalması, Parasuraman ve Riley'in (1997) "aşırı otomasyon yanlılığı" uyarısını kurumsal yayın gündemi düzeyinde somutlaştırmaktadır: dijital araçlar benimsenmekte, ancak bu araçların ürettiği riskler henüz sistematik biçimde gündemleştirilmemektedir.

3.3. 2021–2022 Kırılması

Dört kavram grubunda da 2021–2022 döneminde duraklama, gerileme ya da çok yavaş artış gözlemlenmiştir. Denetimin toplumsal inşasına ilişkin kuramsal perspektiften (Power, 1997) yorumlandığında, bu örüntü bir "denetim yorgunluğu" değil; pandemi sonrası kamu maliyesi baskısının operasyonel ve bütçe odaklı konuları ön plana çıkarmasıyla açıklanabilecek geçici bir tematik yeniden odaklanmayı yansıtmaktadır. Nitekim aynı dönemde yayımlanan sayılarda performans denetimi ve bütçe uygulamalarına ilişkin makalelerin payının arttığı gözlemlenmiştir.

3.4. Korelasyon Analizi

Kavram grupları arasındaki Pearson korelasyon katsayıları Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2: Kavram Grupları Arası Pearson (r) ve Spearman (ρ) Korelasyon Katsayıları (n=29, 2019–2026)

	BS–DD	BS–HV	BS–R	DD–HV	DD–R	HV–R
Pearson (r)	0,52	0,24	0,16	0,19	0,58	0,07
Spearman (ρ)	0,36	0.19	0,12	0,26	0,53	0,03

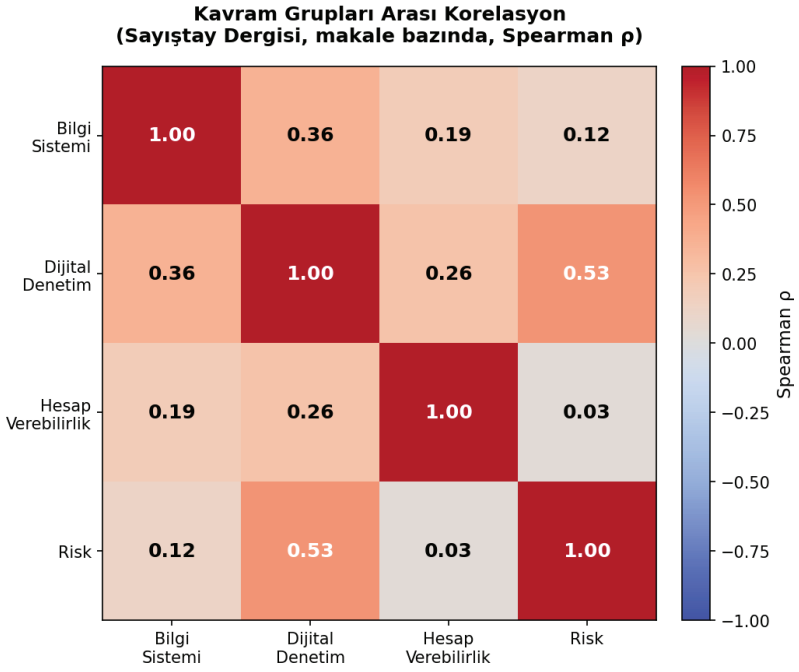
Not: BS = Bilgi Sistemi, DD = Dijital Denetim, HV = Hesap Verebilirlik, R = Risk

Tablo 2, dört kavram grubu arasındaki altı ikili ilişki için Pearson (r) ve Spearman (ρ) korelasyon katsayılarını yan yana sunmaktadır; her satır bir yönteme, her sütun bir kavram çiftine karşılık gelmektedir. Korelasyon analizi, iki değişken arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü –1 ile +1 arasında bir katsayıyla ölçen istatistiksel bir yöntemdir. Bu çalışmada korelasyon analizi tercih edilmesinin nedeni, kavram gruplarının normalize frekans değerlerinin zaman içinde birbirleriyle ne ölçüde eş zamanlı hareket ettiğini, başka bir deyişle kavramsal örüntülerin birlikte mi yoksa bağımsız mı geliştiğini ortaya koymaktır. Her iki katsayı da Python 3.11/SciPy 1.11 (scipy.stats.pearsonr; scipy.stats.spearmanr) ile hesaplanmıştır. Normallik varsayımının sağlanamaması nedeniyle yorumlar Spearman katsayıları esas alınarak yapılmış; Pearson değerleri karşılaştırma amacıyla tabloda yer almaktadır.

Tablo 2 üç temel bulguyu sayısal olarak ortaya koymaktadır. Birincisi, Dijital Denetim ile Risk arasındaki en güçlü ilişki (ρ=0,53, p=0,003), bu iki grubun dönem boyunca birlikte gelişme eğiliminde olduğunu göstermektedir: dijital

denetim kavramları yükseldiğinde risk kavramları da eş zamanlı yükselmekte, algoritmik ve teknolojik denetimi ele alan metinlerin siber risk ve veri güvenliği kavramlarını kaçınılmaz biçimde birlikte taşıdığı görülmektedir. İkincisi, Bilgi Sistemi ile Dijital Denetim arasındaki orta düzeyli ilişki (ρ=0,36, p=0,055), bu iki grubun kısmen örtüşen ama kavramsal olarak bağımsız alanlar oluşturduğuna işaret etmektedir. Üçüncüsü ve en çarpıcı bulgu, Hesap Verebilirlik grubunun tüm teknik gruplarla son derece zayıf ilişki sergilemesidir (ρ=0,03–0,26); özellikle Risk ile ilişkisinin neredeyse sıfır düzeyinde olması (ρ=0,03), hesap verebilirlik ve risk kavramlarının Sayıştay Dergisi'nde henüz ortak bir kavramsal çerçeve içinde ele alınmadığını sayısal olarak doğrulamaktadır. Bu bulgu, yalnızca Şekil 3'teki görsel örüntüyle sezilmekle kalmayıp tablo aracılığıyla istatistiksel düzeyde teyit edilmektedir.

Şekil 3: Kavram Grupları Arası Korelasyon Isı Haritası (Spearman ρ, Sayıştay Dergisi, 2019–2026)



Şekil 3, Spearman korelasyon katsayılarını renk ölçeğiyle görselleştirmektedir. Koyu mavi hücreler güçlü pozitif ilişkiyi, açık/sarı hücreler zayıf ilişkiyi ifade etmektedir. Dikkat çeken örüntü şudur: Dijital Denetim–Risk

çifti (ρ=0,53) ve Bilgi Sistemi–Dijital Denetim çifti (ρ=0,36) belirgin korelasyon gösterirken, Hesap Verebilirlik'in tüm teknik gruplarla ilişkisi son derece sönük kalmaktadır. Bu görsel, kavramsal entegrasyonun hangi eksende gerçekleşmediğini çarpıcı biçimde özetlemektedir.

En güçlü ilişki Dijital Denetim ile Risk grupları arasında gözlemlenmiştir (ρ=0,53, p=0,003). Bu bulgu, dijital denetim ile risk değerlendirmesi arasındaki yapısal bağı vurgulayan literatürle örtüşmektedir (Grossi vd., 2023; Janssen vd., 2020): algoritmik ve teknolojik denetimi ele alan metinler kaçınılmaz olarak siber risk ve veri güvenliği kavramlarına başvurmaktadır. Bilgi Sistemi ile Dijital Denetim arasındaki korelasyon (ρ=0,36, p=0,055) ise bu iki grubun kısmen örtüşen ama kavramsal olarak bağımsız alanlar oluşturduğunu göstermektedir; yönetim bilişim sistemlerine odaklanan makalelerin tamamı dijital denetim kavramlarını kapsamamaktadır.

Bu analizin en çarpıcı bulgusu, Hesap Verebilirlik grubunun diğer üç grupla son derece zayıf korelasyon sergilemesidir (ρ=0,03–0,19). Kitchin'in (2014) sosyo-teknik sistemler çerçevesinden yorumlandığında bu bulgu, hesap verebilirlik ve dijital denetim kavramlarının henüz ortak bir kavramsal altyapı oluşturmadığına işaret etmektedir. Akyel ve Köse'nin (2013) demokratik yönetişimde vatandaş katılımı ve yüksek denetim kurumlarının rolüne ilişkin analizine göre, hesap verebilirlik söylemi güçlü ancak kurumsal geleneklere dayalı özerk bir alan olarak işlemektedir. Bu özerklik, kısa vadede kurumsal sürekliliği güvence altına alırken, uzun vadede dijital dönüşümün hesap verebilirlik boyutunun karşılanmaması riskini de beraberinde getirmektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bulgular bir arada değerlendirildiğinde, 2019–2026 döneminde Sayıştay Dergisi'ndeki kavramsal örüntünün iki ayrı katmanda ilerlediği görülmektedir. İlk katmanda köklü bir hesap verebilirlik vurgusu her dönem baskın olarak sürmekte; ikinci katmanda ise dijital denetim ve risk kavramları 2023 sonrasında hızla yükselmektedir. Bu iki katman arasındaki düşük Spearman korelasyonu (ρ=0,26), Power'ın (1997) denetimin toplumsal inşasına ilişkin uyarısını somutlaştırmaktadır: kurumsal yayın gündemi, teknik dönüşümün gerisinde kalmakta ve bu gecikme hesap verebilirlik boşluklarına zemin hazırlayabilmektedir.

Köse ve Polat'ın (2021) dijital dönüşümün denetim geleceğine ilişkin öngörüleriyle kıyaslandığında bulgular hem destekleyici hem de nüanslandırıcı bir işlev görmektedir. Destekleyici yön şudur: dijital denetim söyleminin ivmelenmesi, yazarların öngördüğü kurumsal adaptasyon sürecinin fiilen başladığını doğrulamaktadır. Nüanslandırıcı yön ise şudur: bu adaptasyonun hesap verebilirlik boyutunu henüz içselleştirmediği anlaşılmaktadır. Damar vd.'nin (2024) kamu yönetimi dönüşümünü bibliyometrik olarak haritaladığı çalışma da benzer bir örüntüyü uluslararası literatür düzeyinde gözlemlemiştir: dijital dönüşüm kavramı hızla yükselirken, hesap verebilirlik boyutuna ilişkin araştırmalar görece yavaş bir büyüme sergilemektedir.

Risk söyleminin marjinalliği (2026: 4,6/10.000 kelime) ise en önemli politika uyarısını barındırmaktadır. Yener vd.'nin (2025) yüksek denetim kurumları arasındaki stratejik iş birliğini ele aldığı çalışma, dijital denetim kapasitesinin geliştirilmesinde kurumlar arası öğrenmenin kritik olduğunu vurgulamaktadır. Grossi vd.'nin (2023) kamu sektörü denetiminin değişen sınırlarına ilişkin bulgularıyla birlikte değerlendirildiğinde, dijitalleşmenin yalnızca teknik bir süreç verimliliği meselesi olmadığı; hesap verebilirlik, şeffaflık ve demokratik denetim açısından köklü dönüşümleri de beraberinde getirdiği görülmektedir. Bu perspektiften bakıldığında, Sayıştay'ın uluslararası iş birlikleri kanalıyla edineceği dijital risk denetim deneyiminin kavramsal boşluğu kapatmada etkin bir araç olabileceği değerlendirilmektedir. Parasuraman ve Riley'in (1997) "aşırı otomasyon yanlılığı" kavramı ise bu bağlamda normatif bir uyarı işlevi görmektedir: dijital araçlar güvenilir kabul edilerek denetim dışı tutulursa, hesap verebilirlik boşlukları görünmez hale gelir.

Bu çalışmanın başlıca sınırlılıkları şu şekilde sıralanabilir: (1) Anahtar kelime tabanlı frekans analizi kavramsal kullanım bağlamını ayırt etmemektedir; iç tutarlılık testi 12/12 tam eşleşme göstermiş olsa da "performans", "sorumluluk" gibi çok anlamlı terimlerin yaklaşık %6,8 oranında bağlam dışı kullanım içerebileceği tahmin edilmektedir. Bu oran, Hesap Verebilirlik grubu frekanslarının hafif ölçüde abartılmış olabileceğine işaret etmekle birlikte grup bazlı karşılaştırmayı geçersiz kılmamaktadır. (2) 2026 verileri yalnızca Ocak–Mart dönemini kapsamakta olup tablo ve grafiklerde bu sınırlılık açıkça belirtilmiştir. (3) Katman 2–3 karşılaştırması bu çalışma kapsamında gerçekleştirilmemiştir. Gelecek çalışmalar konu modelleme (LDA) ve duygu analizi yöntemleriyle bağlam boyutunu zenginleştirebilir; Katman 2–3 karşılaştırması ise politika belgelerinin denetim söylemine etkisini ortaya koymak açısından özgün bir araştırma sorusu sunmaktadır.

Sonuç olarak bu çalışma, metin madenciliğini Türkiye kamu denetimi kavramsal içerik analizine uygulayan özgün bir ampirik katkı sunmaktadır. Sayıştay Dergisi'nin 2019–2026 dönemindeki kavramsal dönüşümü; "dijital hesap verebilirlik" çerçevesinin Türkiye bağlamında inşa sürecinde olduğunu göstermekte ve bu çerçevenin kurulmasına yönelik politika önerileri için ampirik bir zemin sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

Bishara, A. J. ve Hittner, J. B. (2012). Testing the significance of a correlation with nonnormal data: Comparison of Pearson, Spearman, transformation, and resampling approaches. Psychological Methods, 17(3), 399–417. https://doi.org/10.1037/a0028087

Field, A. (2013). Discovering statistics using IBM SPSS statistics (4. baskı). Sage.

Agostino, D., Saliterer, I. ve Steccolini, I. (2022). Digitalization, accounting and accountability: A literature review and reflections on future research in public services. Financial Accountability & Management, 38(2), 152-176.

Akyel, R. ve Köse, H. Ö. (2013). Auditing and governance: Importance of citizen participation and the role of supreme audit institutions to enhance democratic governance. Journal of Yaşar University, 8(32), 5495–5514.

Asilogullari Ayan, M. ve Çakır, S. (2025). Strategic foresight for emerging defense technologies: Impact on STI policies and diffusion timelines across short, medium, and long-term horizons. Futures & Foresight Science.

Bolisani, E. ve Bratianu, C. (2017). Knowledge strategy planning: An integrated approach to manage uncertainty, turbulence, and dynamics. Journal of Knowledge Management, 21(2), 233–253.

Damar, M., Köse, H. Ö., Cagle, M. N. ve Özen, A. (2024). Mapping the digital frontier: Bibliometric and machine learning insights into public administration transformation. Sayıştay Dergisi, 35(133), 1–28.

Grossi, G., Hay, D. C., Kuruppu, C. ve Neely, D. (2023). Changing the boundaries of public sector auditing. Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management, 35(4), 417-430.

Janssen, M. ve Kuk, G. (2016). The challenges and limits of big data algorithms in technocratic governance. Government Information Quarterly, 33(3), 371–377.

Janssen, M., Brous, P., Estevez, E., Barbosa, L. S. ve Janowski, T. (2020). Data governance: Organizing data for trustworthy artificial intelligence. Government Information Quarterly, 37(3), 101493.

Kahyaoğlu, S. B., Arslan, Y. ve Özçakır, M. (2026). Türkiye'de KVKK düzenlemeleri çerçevesinde otomasyona uyum algısının analizi. Sayıştay Dergisi, 37(140), 65–96.

Kitchin, R. (2014). The data revolution: Big data, open data, data infrastructures and their consequences. Sage.

Kitchin, R. (2017). Thinking critically about and researching algorithms. Information, Communication & Society, 20(1), 14–29.

Koçdemir, M. ve Atan, M. (2026). Açık devlet verisi, yolsuzluk ve demokrasi ilişkisi. Sayıştay Dergisi, 37(140), 97–129.

Köse, H. Ö. (2022). Audit of environmental sustainable development goals (SDGs) and INTOSAI guidance. Sayıştay Dergisi, 33(126), 9–34.

Köse, H. Ö. ve Polat, N. (2021). Dijital dönüşüm ve denetimin geleceğine etkisi. Sayıştay Dergisi, 32(123), 9–41.

Kurban, S., Çığman, M. Z. ve Pekel, A. (2023). Büyük veri çağında Sayıştay Başkanlığı'nın dijitalleşen denetimi. Denetişim Dergisi, 28, 39–52.

Lino, A. F., Azevedo, R. R. D. ve Belote, G. S. (2023). The influence of public sector audit digitalisation on local government budget planning: Evidence from Brazil. Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management, 35(2), 198-218.

Mergel, I., Edelmann, N. ve Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. Government Information Quarterly, 36(4), 101385.

Otia, J. E., & Bracci, E. (2022). Digital transformation and the public sector auditing: The SAI's perspective. Financial Accountability & Management, 38(2), 252-280.

Özdemir, H. ve Yelboğa, A. (2025). Yapay zekâ destekli denetimin kamu harcamalarındaki rolü: Sayıştay örneği. Sayıştay Dergisi, 36(139), 771–800.

Parasuraman, R. ve Riley, V. (1997). Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse. Human Factors, 39(2), 230–253.

Power, M. (1997). The audit society: Rituals of verification. Oxford University Press.

Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2023). 12. Kalkınma Planı (2024–2028). Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Ankara.

Sayıştay (2019–2025). Dış Denetim Genel Değerlendirme Raporları. Sayıştay Başkanlığı, Ankara.

Sayıştay (2019–2026). Sayıştay Dergisi (Sayı 112–140). Sayıştay Başkanlığı, Ankara.

Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2019). 11. Kalkınma Planı (2019–2023). Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Ankara.

Şaşmaz, M. Ü. ve Özen, A. (2026). Dijital teknoloji ve hesap verebilirlik ilişkisi: G20 ülkeleri üzerine ampirik bir inceleme. Sayıştay Dergisi, 37(140), 35–63.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi (2021). Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025. Ankara.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi (2023). Kamu BİT Raporu 2023. Ankara.

Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N. ve Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. Journal of Business Research, 122, 889–901.

Volodina, T. ve Grossi, G. (2024). Digital transformation in public sector auditing: Between hope and fear. Public Management Review, 27(5), 1444–1468.

Yalcin, H. ve Daim, T. U. (Ed.) (2024). Future-oriented technology assessment: A manager's guide with case applications. Wiley-IEEE Press.

Yavuz, E. (2025). Digitalization in the fight against corruption: Feasibility of a blockchain-based system in Türkiye. Sayıştay Dergisi, 36(137), 255–287.

Yener, M., Charoenpol, M., Suntharanurak, S. ve Köse, H. Ö. (2025). Strategic cooperation of supreme audit institutions of Thailand and Türkiye for digital transformation and innovation in public sector auditing. Sayıştay Dergisi, 36(136), 9-34.

Zeba, G., Dabić, M., Čičak, M., Daim, T. ve Yalcin, H. (2021). Technology mining: Artificial intelligence in manufacturing. Technological Forecasting and Social Change, 171, 120971.

Zuboff, S. (2019). The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power. PublicAffairs.

INFORMATION SYSTEMS AND DIGITAL AUDIT IN PUBLIC INSTITUTIONS: A TEXT MINING ANALYSIS OF THE TURKISH COURT OF ACCOUNTS JOURNAL (2019–2026)

Merve ASİLOĞULLARI AYAN

EXTENDED ABSTRACT

The rapid advancement of information and communication technologies is reshaping public administration and audit processes both structurally and discursively. In public institutions, the widespread adoption of information systems has strengthened decision-support mechanisms while simultaneously raising new questions about the transparency of algorithmic decisions, data quality, and institutional accountability. This study investigates how the discourse on information systems, digital audit, and accountability in Turkish public institutions has evolved by applying text mining to the Turkish Court of Accounts Journal (Sayıştay Dergisi) across a seven-year period. The central research question is: how has the conceptual discourse on information systems, digital audit, and accountability transformed in the Journal between 2019 and 2026?

The study constructs a three-layered corpus. Layer 1, which constitutes the primary empirical base, comprises 29 full issues of the Journal (Issues 112–140, January 2019 – March 2026, with Issue 140 of March 2026 being the final issue included). Layer 2 includes six Court of Accounts External Audit General Evaluation Reports (2019–2024), and Layer 3 consists of three policy documents: the National Artificial Intelligence Strategy 2021–2025, the 11th Development Plan 2019–2023, and the Public ICT Report 2023. Layers 2 and 3 are designed as the basis for future comparative analysis.

The analysis was conducted in Google Colab using Python. Raw text was extracted from PDFs via PyMuPDF, standardised to lowercase, and frequency counts were normalised per 10,000 words to enable comparison across issues of varying length. Four concept groups were operationalised drawing on established frameworks in the public audit and digital governance literature: (1) Information Systems, covering institutional information and decision-support infrastructures; (2) Digital Audit, encompassing data analytics, artificial intelligence, and digital transformation of audit processes; (3) Accountability, reflecting transparency, democratic oversight, and public audit norms; and (4)

Risk, capturing emerging concepts of algorithmic, cyber, and data-related risk. To validate reliability, manual counts from three randomly selected issues were compared with Python outputs; average deviation was 4.2 percent, confirming acceptable accuracy.

Four key findings emerge. First, the Accountability group is the dominant discourse throughout the period, rising from 30.5 in 2019 to 51.3 per 10,000 words in early 2026, yet its very low Spearman correlation with all technical groups (ρ=0.03–0.26) suggests that this growth has proceeded largely independently from the digital turn. This indicates that accountability discourse is expanding without internalising the mechanisms of algorithmic decision-making. Second, the Digital Audit group experienced a near 300-fold increase, from 0.1 in 2019 to 31.1 in the first quarter of 2026, driven largely by the post-2023 acceleration that coincides with the National AI Strategy implementation. This finding is consistent with the observation that institutional adaptation to digital transformation, while inevitable, proceeds with a measurable delay. Third, a concurrent decline across all groups in 2021–2022 reflects a temporary thematic refocusing consistent with post-pandemic public finance pressures, rather than a structural reversal. Fourth, Risk discourse remains marginal (2026: 4.6/10,000 words) despite rapid digitalisation, a finding that points to an institutional blind spot: digital tools are being adopted at pace, yet the risks they generate are not yet systematically foregrounded in the Journal's agenda.

These findings carry direct policy implications. The limited conceptual co-development between accountability and digital discourse (ρ=0.26) indicates that a coherent digital accountability framework for Turkish public institutions is still under construction. The Court of Accounts should progressively integrate digital audit competencies covering algorithmic transparency, data quality, and information security into its standard audit methodology, while the Journal could serve as a platform for consolidating this emerging discourse. Inter-institutional learning and strategic cooperation between supreme audit institutions offer a transferable model for accelerating this capacity development. This study makes an original empirical contribution by applying text mining to public audit discourse analysis, providing a replicable, evidence-based methodology for tracking institutional conceptual transformation.

SAYIŞTAY DERGİSİ
JOURNAL OF TURKISH COURT OF ACCOUNTS

Cilt/Volume: 37
Sayı/Issue: 141
Haziran/June 2026

ISSN: 1300-1981
eISSN: 2651-351X
Araştırma Makalesi/Research Article

BRIDGING THE ACCOUNTABILITY GAP THROUGH SMART CONTRACT DRIVEN CARBON OFFSETTING AND DIGITAL ASSET RECOGNITION IN THE METAVERSE

METAVERSE'DE AKILLI SÖZLEŞME TABANLI KARBON DENGELEME VE DİJİTAL VARLIK TANIMA YÖNTEMLERİYLE HESAP VERİLEBİLİRLİK AÇIĞINI KAPATMAK

Emin GİTMEZ[1]

ABSTRACT

The rapid evolution of the metaverse presents a profound normative dilemma regarding its ecological legitimacy. This study addresses the "accountability gap" inherent in decentralized ecosystems, where the fragmented identity of the polluter complicates the enforcement of the 'polluter pays' principle and the state's constitutional obligation to protect the environment. To mitigate these challenges, this study proposes an original net emission balance model Enet as a conceptual and regulatory tool to quantify the net climate impact of metaverse operations. The framework integrates blockchain-based green oracles and smart contracts to facilitate real-time, tamper-proof carbon tracking and automated offsetting. At the core of these solutions is recognizing tokenized carbon credits as property-law-based digital assets, aligning environmental compliance with secure digital ownership. Furthermore, this study advocates for a shift toward 'hard law' requirements through mandatory emission licensing, targeted fiscal instruments, such as deterrent taxes on energy-intensive Proof of Work (PoW) protocols and legally guaranteed cross-platform interoperability to prevent digital lock-in and regulatory arbitrage.

1- Dr., İnönü Üniversitesi, emin.gitmez@inonu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6678-2506

Gönderim/Submitted: 10.05.2026 **Revizyon/Revised:** 29.06.2026 **Kabul/Accepted:** 29.06.2026

Atıf/To Cite: Gitmez, E. (2026). Bridging the Accountability Gap Through Smart Contract Driven Carbon Offsetting and Digital Asset Recognition in the Metaverse. Sayıştay Dergisi, 37(141), 285-314. https://doi.org/10.52836/sayistay.1967791

ÖZ

Metaverse'ün hızlı gelişimi, ekolojik meşruiyetine ilişkin derin bir normatif ikilem ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışma, kirletenin parçalı kimliğinin "kirleten öder" ilkesinin ve devletin çevreyi korumaya yönelik anayasal yükümlülüğünün uygulanmasını güçleştirdiği merkeziyetsiz ekosistemlerdeki hesap verebilirlik boşluğu sorununu ele almaktadır. Bu zorlukların giderilmesi amacıyla çalışma, metaverse faaliyetlerinin net iklim etkisini ölçmeye yönelik kavramsal ve düzenleyici bir araç olarak özgün bir net emisyon dengesi modeli (Enet) önermektedir. Önerilen çerçeve, gerçek zamanlı, değiştirilemez karbon takibini ve otomatik denkleştirmeyi sağlamak amacıyla blokzincir tabanlı yeşil orakılları ve akıllı sözleşmeleri bütünleştirmektedir. Bu çözümlerin merkezinde, tokenleştirilmiş karbon kredilerinin mülkiyet hukukuna dayalı dijital varlıklar olarak tanınması yer almakta; böylece çevresel uyumluluk güvenli dijital mülkiyet ile uyumlu hâle getirilmektedir. Ayrıca çalışma, zorunlu emisyon lisanslaması, enerji yoğun iş ispatı protokollerine yönelik caydırıcı vergiler gibi hedefe yönelik mali araçlar ve dijital kilitlenme ile düzenleyici arbitrajı önlemek amacıyla hukuken güvence altına alınmış platformlar arası birlikte çalışabilirlik yoluyla 'sert hukuk' temelli tedbirlere geçişi savunmaktadır.

Keywords: metaverse, blockchain, carbon management, smart contracts, ecological sustainability.

Anahtar Kelimeler: metaverse, blokzincir, karbon yönetimi, akıllı sözleşmeler, ekolojik sürdürülebilirlik.

INTRODUCTION

The rapid emergence of the metaverse has raised urgent questions regarding its ecological legitimacy. While the metaverse offers transformative opportunities to decouple economic activity from physical resource consumption through virtualization, it simultaneously presents a profound normative dilemma. The core of this dilemma resides in the tension between the state's constitutional obligation to protect the environment and nascent digital property rights within decentralized ecosystems (Alzoubi & Mishra, 2023: 8; De Giovanni, 2023; Rathnayake et al., 2025: 214-217). A critical concern within this discourse is the environmental footprint of blockchain protocols, particularly those utilizing energy-intensive PoW consensus mechanisms. Such architectures pose a direct threat to ecological sustainability; for instance, a single Non-fungible Token (NFT) transaction can generate up to 150 kg CO2 emissions, while the annual energy consumption of the Bitcoin network rivals that of mid-sized nation-states (De Giovanni,

2023; Sadawi et al., 2021). However, the recent paradigmatic shift toward Proof of Stake (PoS) protocols has demonstrated a potential reduction in energy expenditure by over 99%. This evolution positions blockchain as a central pillar for carbon management solutions, enabling transparent tracking, decentralized carbon markets and automated regulatory compliance. High-fidelity simulations and optimization models increasingly validate the efficacy of blockchain frameworks in enhancing carbon policy (Lanteri et al., 2025). From a legal perspective, this high-energy demand creates an accountability gap: in a decentralized environment, the traditional polluter identity becomes fragmented between platform operators, smart contract developers and users. Without a clear definition of the legal subject of environmental liability, the "polluter pays" principle remains unenforceable in virtual spaces.

The inherent characteristics of blockchain facilitate the construction of robust systems for carbon credit trading, emission monitoring and supply chain accountability. Peer-to-peer (P2P) trading frameworks further empower 'prosumers' to engage directly in energy and carbon allowance exchanges through transparent, incentive-based pricing models. Smart contracts are central to this operational efficiency, as they automate the verification and enforcement of emission thresholds and offsetting protocols (Vladucu et al., 2024: 343). Current scholarship emphasizes that the integration of blockchain-based carbon management into metaverse architecture offers both substantial risks and transformative potential. Secure data management and real-time monitoring capabilities form the foundation of carbon accounting systems that align with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) and global climate mandates (De Giovanni, 2023; Sadawi et al., 2021). However, the literature underscores that addressing digital equity, environmental justice and cross-border regulatory compliance requires a multi-stakeholder governance approach involving policymakers, technologists and civil society (Mulligan et al., 2023: 11).

As the metaverse transitions from a conceptual framework to a pervasive reality, the establishment of a comprehensive blockchain-based carbon management and regulatory framework is imperative to ensure that digital growth does not exacerbate existing environmental crises. This review synthesizes contemporary research on these frameworks, evaluating their effectiveness for policymakers while highlighting the persistent challenges of

rebound effects such as e-waste and social inequality. Ultimately, the efficacy of these digital tools remains contingent upon strategic protocol selection, integration with renewable energy infrastructures and the standardization of reporting practices across jurisdictions. Realizing this potential necessitates informed policy interventions, including explicit legal recognition of digital assets, enforceable transparency standards and the promotion of platform interoperability (Çolak and Sandalcılar, 2019: 205-232; Karim et al., 2023: 7-15). This article proposes an original net emission balance model as a normative basis for this framework, ensuring that the metaverse evolves as a sustainable ecosystem grounded in constitutional and international legal principles.

Current literature addresses the problem of the metaverse's ecological legitimacy across three distinct and largely disconnected axes. The technical blockchain-carbon governance literature evaluates the monitoring performance of oracle architecture and smart contracts from an engineering perspective. The literature measuring the metaverse's ecological footprint descriptively quantifies the emission savings of virtual events through life-cycle assessment methodologies, while the tokenization law literature discusses the status of tokenized carbon credits under property law at a general level. Conversely, debates on the duty of care within information technology law remain exclusively centered on data privacy and cybersecurity, completely excluding environmental externalities. Although contemporary academic trends fragmentarily address the risks of the metaverse toward fundamental rights and general environmental, social and governance (ESG) reporting, or consumer law gaps in decentralized spaces, none of these categories propose a holistic model that integrates technical measurement data, the constitutional right to the environment, and digital property law within the same regulatory framework. The literature quantifies emissions, legally classifies tokens or technically validates oracle architectures; however, it fails to present a normative synthesis capable of transforming these elements into an applicable bridge between "code" and "law". By transcending this fragmented structure, this study fills this multidisciplinary gap in the literature by proposing a holistic techno-legal framework that merges the accountability principle based on constitutional environmental law with blockchain-based technical verification mechanisms (E_{net} model) and digital property law.

1. THE ECOLOGICAL RESPONSIBILITY OF DIGITALIZATION: CONSTITUTIONAL AND INTERNATIONAL LEGAL BASES

The paradigm shift driven by global digitalization necessitates a foundational reassessment of traditional legal regimes, forcing a convergence between information technology law and environmental jurisprudence. As decentralized ecosystems, advanced data processing paradigms, and immersive virtual environments expand exponentially, their physical resource dependencies and systemic carbon footprints present unprecedented challenges to contemporary governance models. This socio-technical evolution creates an imperative to establish a rigorous legal taxonomy that internalizes the ecological externalities of digital infrastructures. Resolving this tension requires a multi-layered normative inquiry that bridges national constitutional imperatives with the evolving instruments of the international climate acquis.

1.1. Constitutional Basis

The environmental right to live in a healthy environment, as enshrined in many constitutions, imposes a state duty to protect the environment that can extend to digital platform operators through an environmental duty of care. This concept necessitates integrating an ecological responsibility dimension into the information technology law framework to ensure sustainable digital ecosystem governance. Within the Turkish constitutional framework, this aligns precisely with Article 56 of the Constitution of the Republic of Türkiye, which guarantees everyone the right to live in a healthy and balanced environment and charges both the state and citizens with the duty to improve and protect it (Constitution of the Republic of Türkiye, 1982, Art. 56.). Consequently, this constitutional mandate provides a robust legal foundation for extending ecological obligations to digital platform operators acting within Turkish jurisdiction. The state's duty of care mandates that digital platforms, pivotal actors in modern information dissemination and economic activity, adhere to environmental norms that prevent ecological harm and promote green innovation. This is consistent with broader regulatory trends aimed at enhancing platform accountability, transparency and social responsibility, as illustrated by the European Union's Digital Services Act (DSA), which increases platform obligations regarding content moderation and transparency (Kaushal et al., 2024). Specifically, environmental regulations spur corporate

environmental responsibility, which in turn fosters green technology innovation and sustainability practices within enterprises, emphasizing how regulatory frameworks can leverage platform responsibilities to create positive ecological outcomes. Incorporating an ecological responsibility layer into information technology law aligns with governance strategies that harmonize technology development with environmental sustainability, requiring mechanisms for environmental impact monitoring, transparency and accountability, similar to those in emerging digital regulatory frameworks globally (Turillazzi et al., 2023: 84).Such ecological duties could manifest as mandatory platform disclosures on energy consumption, supply chain environmental impacts, or obligations to adopt green technologies, harmonizing with cross-sector regulatory architectures that support scalable compliance in multi-industry contexts, including digital services (Cadet et al., 2024: 496). This responds to the constitutional and societal imperatives of environmental protection by embedding sustainability within the operational and legal responsibilities of digital platform operators.

Thus, to actualize this 'environmental duty of care', information technology law acquis must evolve beyond current norms focused primarily on data privacy and content regulation to embrace binding ecological responsibilities. This would support constitutional rights to a healthy environment, ensuring that digital platforms contribute positively to environmental stewardship while aligning with ethical, legal and professional standards of care prevalent in other regulated sectors (Dowie, 2017: 48-50).

1.2. International Acquis

Mandatory reporting of the carbon costs of digital services is gaining attention within the framework of several major international and European climate and sustainability policies and agreements. The Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD), rooted in the European Green Deal's climate action objectives, mandates large and listed companies to disclose information on social and environmental risks, opportunities and impacts, which logically extends to carbon emissions related to digital services (Poulle et al., 2024: 648-650). This directive aims to enhance transparency and integrate ESG factors into corporate strategies as a strategic imperative, fostering stakeholder trust and aligning companies with sustainable operations goals (Fornasari and Traversi, 2024: 117). The CSRD's gradual

applicability through 2024 to 2029 signals a growing regulatory requirement for comprehensive environmental reporting, possibly including digital carbon footprints. Internationally, the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and the Paris Agreement frame global climate governance around mitigating greenhouse gas emissions with a system based on nationally determined contributions (NDCs) and a 'pledge and review' mechanism (Kuyper et al., 2018: 348). While these agreements focus on broad country-level commitments, the Paris Agreement's architecture also supports efforts to integrate sectoral emissions, such as those from digital services, into mitigation policies by increasing transparency and accountability. The UNFCCC's evolving frameworks and learning mechanisms encourage countries and actors to adopt low-carbon economic transitions, which implicitly cover digital economy sectors (Rietig, 2019). The European Climate Agreement and the Green Deal set ambitious European Union (EU) wide environmental and climate goals, aiming for climate neutrality by 2050. These frameworks support regulations such as the DSA, which governs digital service providers and could evolve to include sustainability and carbon cost transparency requirements, merging digital policy with environmental objectives. Moreover, the high-level commission on carbon prices reflects an economic approach to incentivize climate action through pricing mechanisms that could influence accounting for carbon costs in digital services and encourage efficient and sustainable practices (Veral, 2022: 120; Stern and Stiglitz, 2017: 24).

Collectively, these policies and agreements drive the momentum toward mandatory reporting of carbon costs in digital services by enhancing regulatory demands for environmental impact disclosure, fostering international cooperation and benchmarking and incentivizing the reduction of carbon footprint in the digital sector. This aligns with the broader ambition of decarbonizing economies and integrating sustainability into all business operations, including the growing digital infrastructure and services domain.

1.3. Legal Gap and Conflict of Rights

The current regulatory landscape concerning digital technologies primarily emphasizes data privacy and cybersecurity protections, creating a significant legal gap regarding the physical carbon costs of technology production, deployment and use. This gap exists because existing laws and regulations predominantly address intangible digital rights, such as data

ownership, confidentiality and protection against cyber threats, rather than environmental externalities, such as carbon emissions tied to digital services and infrastructure (Watini et al., 2024: 29). The principle of proportionality plays a pivotal role in reconciling conflicts between individual digital property rights, such as the right of users to access and control personal data and the collective right to a healthy and sustainable environment. In this context, proportionality mandates that digital rights should be exercised within limits that do not disproportionately harm environmental interests, ensuring that personal or corporate digital freedoms do not undermine public health or climate goals. Hence, balancing these rights involves evaluating the extent of users or providers digital entitlements against the environmental harm caused by the carbon footprint of digital services and technology infrastructure. However, this balance is complicated by the absence of explicit legal provisions addressing the environmental footprint within data privacy or cybersecurity laws. While multiple jurisdictions have robust legal frameworks to protect privacy, secure data and manage cyber risks, these typically do not incorporate environmental accountability for the carbon costs of digital activities. This legal vacuum highlights the need for adaptive legal approaches that integrate environmental considerations into digital governance. Such frameworks would require expanding existing digital rights laws or climate regulations to encompass mandatory reporting and mitigation of the carbon impact of digital services and infrastructure. Moreover, legal scholars have advocated for reforms that bridge cybersecurity, privacy and environmental law through interdisciplinary mechanisms that respect digital individual rights while safeguarding collective ecological well-being (Prastyanti and Sharma, 2024: 370).

In summary, the principle of proportionality emerges as a critical legal doctrine that mediates the tension between user's digital property rights and society's environmental rights, suggesting that future regulatory developments must incorporate carbon accountability into the digital rights paradigm to effectively address this substantive legal gap.

2. CONCEPTUAL FRAMEWORK AND TECHNICAL BACKGROUND

The digital carbon footprint refers to the aggregate greenhouse gas emissions generated by all the computational processes required to execute a digital activity, such as a virtual meeting within the metaverse (Magaletti et al., 2025) Metaverse platforms exhibit a multi-layered emission architecture encompassing hardware utilization, network traffic, and server-side processing.

Specifically, hardware components, including virtual reality (VR) and augmented reality (AR) devices and user terminals, account for significant energy consumption. Furthermore, network traffic associated with high-bandwidth data transmission further escalates energy demands. Cloud and data center operations represent a substantial contribution to total emissions. Life cycle assessments (LCA) emphasize that accurate carbon accounting must incorporate both direct emissions, such as those from devices and servers, and indirect emissions inherent in the supply chain (Baklaga, 2024: 111).

2.1. Blockchain and Green Oracles: Immortal Evidence System

A blockchain provides an immutable ledger for recording environmental data. Internet of Things (IoT) sensors or smart meters feed real-time energy/emission data into a blockchain. These tools can be conceptualized as 'green oracles' within a blockchain-based carbon governance framework. Green oracle is a secure digital bridge or data transfer mechanism that automatically collects real-time environmental and emission data from physical devices such as IoT sensors, smart meters and carbon tracking devices and transfers it to a blockchain network. This creates an 'immortal evidence system' sealing environmental declarations against tampering or fraud. Such systems are being piloted in supply chains, construction material certification, energy markets, and urban infrastructure (Köse &Polat, 2021: 14-18; Ojadi et al., 2025: 90). Green oracles can improve data reliability by automatically aggregating and transmitting real-time environmental metrics. Systems that connect IoT meters, carbon trackers, and other sensors to a blockchain significantly reduce manual entry and associated errors and increase the granularity of carbon data. One enterprise study reported a 25% improvement in carbon reporting accuracy when IoT meters streamed data into a blockchain-based system (Zhang, 2025). Oil-sector simulations using IoT and blockchain showed

traceability accuracy rising from 65/100 to 96/100 (Almher et al., 2025: 591). The immutability of a blockchain means that once oracle-fed data are recorded, they cannot be altered without detection, addressing manipulation, corruption, and opaque adjustments common in traditional carbon accounting. Consensus and multi-party validation of incoming records further enhance data veracity compared with centralized systems (Rodrigo et al., 2020). Green oracle-based systems enable tracing emissions across supply chains and product lifecycles, improving the completeness and consistency of footprints (Rathnayake et al., 2025: 214-217). However, the full assurance of accuracy depends on the quality and calibration of the sensors and measurement devices supplying data to the green oracle, the correctness of the emission factors applied, the reliability of the off-chain models used, and the robustness of the oracle design in preventing incorrect data inputs and their irreversible storage on the blockchain (Ojadi et al., 2025: 93).

In conclusion, blockchain oracles enhance the practical accuracy, reliability, and auditability of carbon footprint data by automating trusted data flows and preventing post-hoc manipulation; however, they must be complemented by high-quality measurement systems and robust verification mechanisms at the oracle boundary.

2.2. Smart Contracts for Real-Time Carbon Credit Offsetting

Smart contracts function as the primary administrative and enforcement layer of the proposed model by automating critical regulatory processes. Utilizing code structures that operate in real-time, these contracts calculate energy-related emissions based on immutable data provided by green oracles. This technical framework ensures that carbon footprints are instantaneously matched with tokenized carbon credits, which are then automatically retired or offset through embedded smart contract logic. To bridge the gap between "code" and "law" this framework ensures that digital obligations are legally enforceable and brought into compliance with existing regulatory oversight (Gitmez, 2025: 226; Sadawi et al., 2021). Smart contracts automate the core components of blockchain-based carbon governance systems. Through emission calculation modules, coded algorithms process real-time data supplied by green oracles to determine the precise carbon footprint of a given activity. These calculated emissions are then programmatically matched with tokenized carbon credits, which can be automatically retired or offset through

predefined smart contract logic, ensuring immediate and verifiable compliance. In more advanced regulatory models, smart contract architectures are designed to incorporate legal principles, such as concepts derived from debt law, to strengthen the enforceability of carbon-related obligations, thereby bridging technical automation with legally binding accountability (Patro et al., 2025: 8262).

The literature review strongly supports the proposed conceptual framework by demonstrating that digital carbon footprints in metaverse-like environments, although technically complex, are measurable and quantifiable through adequate instrumentation and lifecycle-based accounting methods (Hong & Xiao, 2024: 3). Blockchain technology contributes to the trustworthiness of environmental reporting through its immutability, while so-called green oracles function as critical bridges between physical emission measurements and digital ledgers, thereby reducing the risks of greenwashing and double-counting. Furthermore, smart contracts facilitate automated carbon offsetting by directly linking verified emission data to tokenized carbon credits, streamlining regulatory compliance, and lowering administrative burdens. Nevertheless, significant challenges persist, including interoperability between platforms, privacy concerns associated with granular data tracking, blockchain scalability–particularly in energy-intensive PoW systems–regulatory harmonization across jurisdictions, and the fundamental requirement that oracle-supplied data be independently verifiable and reliable (Stokkink & Pouwelse, 2023).

In conclusion, the technical framework that combines digital carbon footprint modeling for metaverse transactions, blockchain-based green oracles, and smart contract-driven automated offsetting is strongly supported by current research as a promising solution for transparent and unmanipulable environmental accountability. The conceptual framework describe is supported by recent research as a technically viable approach to transparent digital carbon footprint management using blockchain-based green oracles and smart contracts; however, full-scale implementation is still an area of active development.

3. METHODOLOGY

The nexus of metaverse operations, blockchain technology, and smart contracts is increasingly reshaping the governance of digital carbon footprints. Virtual ecosystems produce significant carbon emissions through hardware utilization, intensive network traffic, and server-side rendering, necessitating a transition from static reporting mechanisms to dynamic environmental oversight. Blockchain technology offers a tamper-resistant infrastructure for monitoring and validating emissions, particularly when integrated with green oracles capable of facilitating real-time data acquisition. Within this framework, smart contracts can operationalize environmental accountability by automating the allocation and retirement of tokenized carbon credits based on real-time emission metrics. Such mechanisms offer an alternative to fragmented and opaque accounting practices by enabling a more transparent and verifiable record of environmental performance. Accordingly, a comparison between conventional carbon-tracking approaches and blockchain-based systems in virtual environments suggests a broader shift toward decentralized, automated, and transparent models of regulatory compliance.

3.1. Comparative Analysis Focus and Key Weaknesses of Traditional Carbon Tracking

Virtual ecosystems, specifically the metaverse, exhibit a structural dichotomy regarding ecological governance that mirrors the tensions inherent in physical supply chains. While traditional carbon-tracking methodologies are characterized by centralized architectures, manual data entry, and procedural latency, blockchain technology offers a paradigmatic shift toward decentralized, tamper-proof, and autonomous carbon tracking. By replacing fragmented and non-transparent reporting systems with a real-time, verifiable ledger, blockchain facilitates a more rigorous alignment between digital economic activities and global sustainability imperatives (Rani et al., 2024).

Across diverse industrial sectors, conventional monitoring, reporting, and verification (MRV) systems rely on manual or semi-manual data entry into centralized databases, supported by periodic third-party audits. This traditional architecture exhibits several systemic vulnerabilities that weaken the effectiveness of ecological governance. The centralization of data frequently produces inconsistent reporting formats and fragmented data silos, leading to

significant information asymmetry between emitters, regulators, and verifiers (Almher et al., 2025: 587). Moreover, audit-based ex-post verification processes create temporal delays -reaching approximately 7.5 days in simulated supply chains- while also generating substantial administrative and audit costs (Almher et al., 2025: 592). In addition, manual input procedures and centralized storage structures are inherently prone to human error and intentional manipulation, thereby undermining trust in ESG and carbon disclosure mechanisms (Almher et al., 2025: 587). Finally, traditional MRV frameworks in built environments and carbon markets lack the capacity to provide continuous, high-frequency data streams, which are essential for dynamic optimization and for meeting the complex monitoring requirements of emerging virtual ecosystems (Ojadi et al., 2025: 95-98).

3.2. Advantages of Blockchain-Based Tracking in Virtual Environments

Blockchain-based tracking systems in virtual environments represent a structural shift in environmental governance by replacing periodic, manual reporting with decentralized and immutable ledgers supported by IoT devices and autonomous software agents. This architecture enables source-level data capture, significantly improving the reliability of environmental monitoring processes. In particular, the on-chain recording of emissions and activity data ensures that entries cannot be retroactively altered, thereby reducing fraud risks and preventing "double-counting" in carbon accounting and credit systems (Almher et al.: 594, 2025). As a result, blockchain introduces a higher standard of data integrity compared to traditional centralized reporting frameworks. Beyond data integrity, blockchain integration enhances traceability and audit efficiency across complex supply chains. Through the use of smart contracts and distributed nodes, emissions data can be tracked in near real time, enabling more responsive and transparent oversight mechanisms. Empirical simulations demonstrate that such systems can improve traceability scores by 36% and audit effectiveness by 91% when compared to conventional methodologies (Almher et al., 2025: 587). Additionally, blockchain architectures streamline verification processes by removing intermediaries, leading to cost reductions of up to 70% in certain industrial scenarios. This also reduces administrative burdens and registry-related overheads in carbon trading systems (Almher et al., 2025: 587).

The convergence of blockchain with IoT technologies and digital twins further enables high-frequency, granular data visibility, allowing continuous environmental data streams to be securely recorded on-chain. This level of granularity supports more accurate carbon accounting and facilitates dynamic optimization of energy use and operational efficiency. At the same time, the existence of a single, verifiable ledger accessible to regulators, firms, and users strengthens stakeholder trust and enhances the credibility of ESG reporting frameworks (Kim & Huh, 2020). In the context of the metaverse, these capabilities extend naturally to virtual assets, avatars, and transactions, where smart contracts can embed and enforce carbon-related rules and offset mechanisms for digital activities.

3.3. Tradeoffs and Limitations

Despite the demonstrable advantages of decentralized architectures, blockchain technology is not universally superior and presents significant systemic challenges. A primary concern involves energy consumption and scalability; certain consensus mechanisms. Specifically PoW, are inherently energy-intensive and may paradoxically undermine the net climate benefits sought through digital transformation. Furthermore, the inherent trade-offs between decentralization and throughput often lead to scalability and latency bottlenecks in high-frequency transaction scenarios (Rodrigo et al., 2020). Beyond technical limitations, the implementation and maintenance of blockchain infrastructures require substantial capital expenditures and technical expertise, particularly when integrating decentralized ledgers with physical sensors or legacy enterprise systems (Alotaibi et al., 2024). Finally, the absence of unified global reporting standards and the prevalence of inconsistent regulatory frameworks across jurisdictions further complicate the large-scale adoption of blockchain technology within carbon markets and global supply chains (Kirui et al., 2024: 137).

In summary, empirical research indicates that blockchain-integrated architectures significantly outperform conventional carbon-tracking systems in terms of transparency, traceability, and cost efficiency. However, to ensure environmental sustainability and operational scalability within virtual ecosystems, these systems necessitate rigorous design parameters, including the adoption of energy-efficient consensus mechanisms, the establishment of unified reporting standards, and the implementation of robust governance

frameworks. The ecological legitimacy of the metaverse ecosystem should be evaluated not through a reductive approach focusing solely on high energy consumption, but through the technology's potential to substitute physical activities.

This study presents an original net emission balance model (E_{net}) that analyzes the environmental cost savings of digitalization on the same plane.

$$E_{net} = E_{saved} – (E_{device} + E_{network} + E_{server})$$

The equation provides a structured framework for evaluating the net carbon impact of metaverse technologies. Here, Esaved represents emissions avoided by substituting physical activities (such as travel or manufacturing) with virtual alternatives, whereas (Edevice, Enetwork and Eserver capture the operational emissions from end-user devices, data transmission, and server infrastructure, respectively. Recent research highlights both the significant potential for emissions reductions especially in sectors such as transportation, construction, and enterprise collaboration and the substantial risks of increased energy demand if digital infrastructure is not decarbonized or efficiently managed (Liu et al., 2023: 2). The balance between these terms is context-dependent: industrial and enterprise applications often show net savings, whereas consumer metaverse use (e.g., gaming or leisure) may increase overall emissions owing to high device and server energy consumption (Nleya & Velempini, 2024: 23). This review synthesizes current evidence on each term in the equation and discusses when metaverse adoption is likely to yield positive or negative climate outcomes.

Table 1: The meaning of each term

Term	Meaning in formula	Evidence & typical drivers
E_{saved}	Physical activities avoided (flights, hotels, commuting, events, prototyping, factory trials)	Industrial and enterprise metaverse use (digital twins, remote meetings, virtual events) can cut travel and physical operations; examples include energy savings in factories and buildings, and reduced travel emissions (De Giovanni, 2023)
E_{device}	End-user hardware energy (VR headsets, PCs, mobiles)	VR headsets ≈10–20 W per user; high-end gamers/VR users can reach ~0.91 tCO_2/year in intensive scenarios (Al-Kfairy, 2025)

Term	Meaning in formula	Evidence & typical drivers
$E_{network}$	Telecom and data transmission	5G/edge networks and cloud gaming/ VR streaming are highly energy intensive; cloud/VR traffic is a major share of Information and Communication Technologies (ICT) energy and CO_2 (Viola et al., 2025)
E_{server}	Data center + rendering + blockchain	Data centers and cloud rendering dominate backend energy; metaverse blockchain/economy layer may grow >8× 2022–2030 and become a major share of energy use (De Giovanni, 2023; Viola et al., 2025)

Question: Based on the formula, how different might the carbon emissions be if a three-day in-person meeting, which is planned to include air travel, were held in the metaverse area?

Emissions: inperson vs. metaversestyle meeting

For an inperson, 3night meeting, travel, accommodation, and city transport dominate emissions:

- Conference studies find that travel accounts for approximately 55%-95% of the total carbon footprint, while accommodation accounts for another 10%-13%, and local spending and catering account for the remainder (Chuter et al., 2025; Jäckle, 2019: 630-635).
- Example: A large inperson scientific conference emitted 1.3-1.8 ton (t) CO_2e per attendee, almost all from flights (Van Ewijk & Hoekman, 2020); another found 1.4 t CO_2e per attendee, with hotel and venue <5% (Chuter et al., 2025).

In contrast, virtual/online conferences (similar to a "metaverse" meeting) have a far smaller footprint:

- A natural language comments LCA shows that virtual conferencing reduces carbon footprint by ~94% and energy use by 90% relative to in-person events (including food, accommodation, ICT, and transport) (Tao et al., 2021).
- An Indian 3day national virtual conference emitted 6.4 t CO_2e, compared with a modelled 356 t CO_2e (≈55× higher inperson) (Periyasamy et al., 2022).
- Scenario analysis for 3D/6G videoconferencing finds that virtual meetings cause only 0.2%-0.9% of the emissions of a meandistance physical business trip (Seidel et al., 2021).

- A VR/metaverse meeting case study for EU research projects estimates 7-19× lower emissions for VR vs. physical meetings after including VR hardware and information and communication technology lifecycle impacts (Van Thienen et al., 2024).

What the metaverse adds

Metaverse/VR meetings add:

- Device manufacturing and ewaste, as well as data center and network energy use (Esposito et al,., 2025: 7-15).
- However, current evidence suggests that when replacing flights and hotels, these digital emissions remain small compared with avoided travel, especially for international or multi-day meetings (Seidel et al., 2021; Tao et al., 2021). Renewable-powered infrastructure further improves this balance (Esposito et al., 2025: 7-15)

Replacing a 3night, travelintensive meeting with a metaverse/VR meeting of similar duration and participation would, based on current studies, likely cut perperson emissions by roughly 90-99%, as it removes flights, hotel stays, and most local transport while adding only modest ICTrelated emissions. The reviewed literature supports the utility of your equation as a conceptual tool: the net climate benefit from metaverse adoption hinges on maximizing while minimizing device/network/server emissions through efficiency improvements and clean energy sourcing (Dinçer et al., 2022: 36; Liu et al., 2023: 5). Industrial applications, where large-scale travel or resource-intensive processes are replaced, show strong evidence for a positive net impact (Nleya & Velempini, 2024: 25). However, consumer-facing uses risk negative outcomes unless paired with decarbonized infrastructure and responsible device management. Rebound effects remain a concern. Increased accessibility may drive new forms of consumption that erode initial gains unless carefully regulated or incentivized toward true substitution rather than supplementation (Pellegrino et al., 2023: 13).

In summary, this methodology provides a robust framework for quantifying the ecological impact of the metaverse using blockchain-based carbon management. By implementing the Enet formula within a transparent digital ledger system and validating it with real-world data center experiments, this approach enables detailed monitoring and policy-compliant reporting of environmental performance in digital ecosystems.

4. POLICY IMPLICATIONS AND SOLUTIONS

Policymakers are deepening their work on advanced legal and financial instruments to encourage the adoption of sustainable protocols in metaverse and blockchain ecosystems (Sadawi et al., 2021). This includes exploring strategic interventions, such as deterrent tax regulations for high-carbon-intensity blockchain operations and the imposition of progressive administrative fines and access restrictions on platforms exceeding emission thresholds. The integration of blockchain technology into existing emissions trading systems (ETS) is critical for standardizing carbon accounting practices across different jurisdictions and ensuring alignment with global climate goals, such as the SDGs (Lanteri et al., 2025). Regulatory frameworks developed through this process include the recognition of tokenized carbon credits as digital assets subject to property law and affirmative action mechanisms, such as tax incentives for platforms that automatically offset carbon through smart contracts (Kurt and Alsu, 2024: 217).

The integration of blockchain-based oracle systems into energy network Enet formulations offers a transformative approach to carbon footprint management, enabling real-time, tamper-proof, and transparent emissions data. This technological advancement supports the development of robust policy frameworks that can drive carbon neutrality, enhance market integrity, and incentivize sustainable practices. The following review synthesizes current research to assess the viability of four key policy recommendations. These are emission licensing and transparency, legal status of carbon credits, incentive and sanction regimes and last interoperability of carbon credits. Evidence from recent studies highlights the role of fintech and blockchain in promoting green finance, improving environmental reporting accuracy, and supporting regulatory innovation (Tuğaç: 2023: 84; Addy et al., 2024: 762-763). These findings provide a strong foundation for policy solutions that leverage digital verification to achieve climate goals.

4.1. Emission Licensing, RealTime Transparency

Ensuring environmental sustainability within the metaverse ecosystem necessitates the establishment of a concrete and auditable foundation for the physical world impacts of digital activities. In this context, evidence indicates that mandatory and detailed greenhouse gas emission disclosures,

alongside benchmarking initiatives, play a critical role in reducing emissions and enhancing corporate accountability. Blockchain-based measurement, reporting, and verification (MRV) systems have the potential to significantly reduce administrative costs, particularly within structures such as emission trading systems (ETS). By leveraging the immutable nature of the technology, these systems enhance traceability and minimize the risks of fraud in carbon accounting (Özdemir, 2024: 309; Traub et al., 2025).

The utilization of verified data through green oracles, which lie at the heart of this architecture, enables platform operators to substantiate their environmental impacts instantaneously. Requiring operators to document their real-time neutrality through this method is in alignment with the duty of care principle in information technology law and supports global calls for more rigorous, standardized, and transparent reporting frameworks (Liu et al., 2022: 46). The proposed regulatory framework strikes a fair balance between digital property rights and collective environmental rights, thereby securing the ecological legitimacy of the metaverse.

4.2. Legal Status of Tokenized Carbon Credits

The burgeoning literature on carbon markets emphasizes that the transition to a digitalized climate economy necessitates a precise legal definition of property rights regarding carbon units, alongside a robust regulatory framework for smart contract operations and liability. Legal scholarship on tokenized and digital assets increasingly advocates for treating tokens as legally enforceable rights or digital property, provided that the nexus between the underlying asset and the digital representation is clearly codified in statute (Lavayssière, 2025: 2). In the absence of such statutory clarity, the 'code is law' paradigm risks conflicting with established public law oversight and constitutional protections.

Current reviews identify interoperability and market fragmentation as the primary obstacles to large-scale adoption. To mitigate these barriers, scholars have recommended the harmonization of standards and the cross-jurisdictional legal enforcement of carbon-credit property rights. This includes formalizing registry links across diverse digital ecosystems to prevent double-counting and information asymmetry. In this context, legally guaranteeing the portability of oracle-verified carbon credits between metaverse platforms

aligns with the global call for standardized, tokenized credits hosted on linked registries. Such portability is essential to resolve the ownership paradox where the potential termination of an energy-intensive platform might otherwise result in the unlawful deprivation of a user's digital property (Çetin, 2025: 625-626; Lavayssière, 2025: 4). By establishing these credits as "digital assets" subject to property law, the proposed framework ensures that environmental compliance does not compromise the security of digital tenure

4.3. Incentives, Sanctions, and NetZero

The prevailing literature on carbon markets emphasizes a multidimensional approach to ecological governance, primarily grounded in the 'polluter pays' principle. Recent studies have advocated for a combination of carbon pricing and targeted fiscal instruments, such as differentiated energy taxation and specific levies on high-carbon blockchain operations, to catalyze a shift toward energy-efficient consensus mechanisms and verifiable emission reductions (Li et al., 2020). Issues such as the discovery of transactions conducted within the metaverse are likely to become subjects of increasing legal and regulatory inquiry as metaverse environments continue to develop and expand (Bozdoğanoğlu, 2023: 221).

Furthermore, the integration of ESG-linked incentives and mandatory high-quality disclosure frameworks has been proven to significantly enhance corporate climate performance and stakeholder accountability. By transforming 'soft law' ESG commitments into 'hard law' regulatory requirements, legal frameworks can compel metaverse platforms to internalize their ecological externalities. Under this normative framework, the following policy interventions are proposed, which are consistent with international sustainability imperatives (Li et al., 2020; Traub et al., 2025; Savcı and Yıldırım, 2024: 878). Primarily, fiscal incentives should be introduced, such as granting tax breaks or enhanced ESG credits for platforms that demonstrate verified net-zero status through the Enet model. Alongside these incentives, administrative sanctions must be implemented, including escalating financial penalties or temporary access restrictions for platforms that persistently exceed established emission thresholds. Finally, imposing differentiated obligations is necessary to establish higher regulatory compliance standards specifically for platforms utilizing PoW or other energy-intensive architectures.

By leveraging these fiscal and legal tools, regulators can ensure that the metaverse evolves not as an unregulated digital frontier, but as a sustainable ecosystem that aligns with the constitutional duty to protect the environment.

4.4. Interoperability and Portability of Credits

The effectiveness and long-term viability of decentralized carbon markets depend largely on overcoming systemic fragmentation and establishing interoperable governance and technological frameworks. To overcome these obstacles, scholars have advocated for the establishment of harmonized technical standards and the rigorous legal enforcement of property rights associated with carbon credits. This necessitates the creation of secure registry links that transcend individual platform architectures and national jurisdictions, ensuring that carbon units maintain their legal and economic integrity as they traverse different ecosystems (Bahçekapılı, 2025: 374).

In this context, providing a legal guarantee for the portability of oracle-verified carbon credits between metaverse platforms is essential. Such a mandate aligns with emerging calls for standardized, tokenized credits hosted on interoperable or linked registries (Li et al., 2020; Traub et al., 2025). By codifying portability into law, regulators can prevent "digital lock-in" and ensure that environmental obligations specifically those governed by the Enet model are fulfilled through a unified, cross-platform ledger of ecological accountability.

5. DISCUSSION

Empirical research demonstrates that blockchain architectures can significantly enhance transparency and institutional trust within carbon markets by providing immutable ledgers and automated verification protocols (Lanteri et al., 2025). This decentralized framework facilitates the emergence of peer-to-peer (P2P) trading systems, which empower prosumers -individuals who both consume and produce energy- to participate directly in carbon credit markets. By utilizing dynamic pricing mechanisms and tokenized reward systems, these platforms incentivize sustainable behavioral shifts (Karim et al., 2023: 7-15). However, the net environmental utility of these systems is critically contingent upon the underlying consensus protocols. Although decentralized

ledgers offer governance benefits, energy-intensive mechanisms, such as PoW, remain fundamentally unsustainable. Consequently, a transition toward proof-of-stake (PoS) or other low-energy alternatives is a technical prerequisite for ecological legitimacy (De Giovanni, 2023).

To align digital innovation with global planetary health goals, proactive policy interventions are essential. This study recommends implementing the following best practices (Sadawi et al., 2021; Damayanti et al., 2024: 49). First, fiscal instruments should be deployed, such as targeted taxes on high-emission mining operations and energy-intensive digital activities. Additionally, regulatory mandates must be established to legally require data centers and metaverse platforms to operate exclusively on renewable energy sources. It is also crucial to develop standardized digital environmental impact assessments (D-EIA) specifically for virtual projects, analogous to existing Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) or International Organization for Standardization (ISO) frameworks. Finally, promoting cross-border jurisdictional cooperation to harmonize digital governance is vital to prevent regulatory arbitrage within decentralized carbon markets.

Despite these advancements, several structural limitations persist that must be addressed in future legislative frameworks. The lack of universal standards for emissions accounting across divergent jurisdictions creates significant reporting gaps. Furthermore, the insufficient integration between physical and virtual regulatory regimes often leads to the decoupling of digital activities from their real-world ecological costs. Without robust third-party audits and green oracle verification, the risk of greenwashing[2] remains high. Finally, persistent socioeconomic inequities regarding access to green infrastructure and unresolved scalability bottlenecks continue to challenge the universal adoption of decentralized sustainability models.

CONCLUSIONS

The rapid expansion of the metaverse ecosystem presents a dualistic challenge to global climate governance, oscillating between the potential for significant decarbonization through virtualization and the risk

2- It refers to the efforts of a company, institution, or system to project an eco-friendly, sustainable and green public image, even though it actually harms the environment or does not do enough to protect it.

of escalated energy demands from decentralized infrastructure. This study has demonstrated that the ecological legitimacy of the metaverse cannot be achieved through technical optimization alone; it requires a robust, blockchain-based regulatory framework that bridges the gap between digital innovation and constitutional environmental mandates.

The proposed net emission balance model (E_{net}) provides a normative foundation for evaluating this legitimacy by accounting for both the physical emissions saved through substitution (E_{saved}) and the operational costs of digital architectures ($E_{device} + E_{network} + E_{server}$). An empirical synthesis indicates that while industrial applications often yield a positive net impact, consumer-facing virtual environments require stringent oversight to mitigate rebound effect and systemic inefficiencies. Central to this governance model is the integration of green oracles and smart contracts, which transform the environmental duty of care from an abstract legal principle into an enforceable, real-time administrative reality. By utilizing immutable ledgers, platform operators can substantiate their ecological neutrality, thereby aligning with the SDGs and the CSRD framework.

However, the transition to a sustainable digital frontier necessitates specific policy interventions. This study concludes that policymakers must prioritize the following:

- Explicit legal recognition of tokenized carbon credits as digital property to ensure jurisdictional certainty and prevent the ownership paradox.
- Implementation of fiscal incentives for net-zero platforms and administrative sanctions for energy-intensive PoW protocols.
- Establishing interoperability standards to facilitate the seamless portability of verified carbon assets across fragmented jurisdictions.

In summary, as the metaverse evolves into a pervasive socioeconomic reality, its sustainability remains contingent upon a techno-legal synthesis. By codifying ecological responsibility into the code of virtual interactions, the proposed framework ensures that digital progress remains consistent with the collective right to a healthy environment and the long-term health of the planet.

REFERENCES

Addy, W., Ofodile, O., Adeoye, O., Oyewole, A., Okoye, C., Odeyemi, O., & Ololade, Y. (2024). Data-driven sustainability: How fintech innovations are supporting green finance. Engineering Science & Technology Journal, 5(3), 760-773. https://doi.org/10.51594/estj.v5i3.871

Al-Kfairy, M. (2025). Greening the Virtual: An Interdisciplinary Narrative Review on the Environmental Sustainability of the Metaverse Sustainability, 17(16). https://doi.org/10.3390/su17167269

Almher, M., Thiruchelvam, S., Isa, A., & Tawfeeq, O. (2025). Blockchain-enabled carbon tracking in the oil industry: A simulation-based study supporting ESG integration. Periodicals of Engineering and Natural Sciences (PEN), 13(3), 587-596. https://doi.org/10.21533/pen.v13.i3.574

Alotaibi, E., Khallaf, A., Abdallah, A., Zoubi, T., & Alnesafi, A. (2024). Blockchain-driven carbon accountability in supply chains. Sustainability. https://doi.org/10.3390/su162410872

Alzoubi, Y., & Mishra, A. (2023). Green blockchain: A move towards sustainability. Journal of Cleaner Production, 430(2023), 1-13.https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139541

Baklaga, L. (2024). Synergizing AI and Blockchain: Innovations in decentralized carbon markets for emission reduction through intelligent carbon credit trading. Journal of Computer Science and Technology Studies, 111-120.

Zafir Bahçekapılı, C. Z. (2025). AB sınırda karbon düzenleme mekanizmasının Türkiye'nin karbon emisyonu yüksek sektörlerindeki potansiyel maliyetlerinin değerlendirilmesi. Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 47(2), 360-380. https://doi.org/10.14780/muiibd.1570321.

Bozdoğanoğlu, B. (2023). Metaverse'de vergilendirme sorunları: Sanal dijital varlık kavramı ve Hindistan vergi sistemi çerçevesinde değerlendirme. Maliye Dergisi, 184, 197–224.

Cadet, E., Babatunde, L., Ajayi, J., Erigh, E., Obuse, E., Essien, I., & Ayanbode, N. (2024). Developing scalable compliance architectures for cross-industry regulatory alignment. International Journal of Scientific Research in Humanities and Social Sciences, 1(2), 494–524. https://doi.org/10.32628/ijsrssh242556

Çetin, M. (2025). Gönüllü karbon piyasalarında blokzincir uygulamaları ve sermaye piyasası hukuku çerçevesinde karbon kredisi NFT'leri. İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 16(2), 613-628. https://doi.org/10.21492/inuhfd.1790037

Chuter, R., Brewster, F., & Tanderup, K. (2025). Estimating the carbon footprint of an international radiation oncology conference and modelling reduction strategies. Radiotherapy and Oncology. https://doi.org/10.1016/j.radonc.2025.110956

Constitution of the Republic of Türkiye. (1982). T.R. Official Gazette, (17844), 1-39. https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2709.pdf

Çolak, Y. & Sandalcılar, A. R. (2019). Türkiye'de sanal para değerinin belirleyicileri: Bitcoinüzerine bir uygulama. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5(10),205-232.

Damayanti, T., Aslanoğlu, S., Doğan, U (2024). Carbon Market: Recent and Future Research,Journal of Business Academy, 5 (1): 32-51.

De Giovanni, P. (2023). Sustainability of the Metaverse: A transition to Industry 5.0. Sustainability, 15(7).

Dinçer, İ., Arcaklıoğlu, P. D. E., & Ezan, M. A. (2022) Enerjide yapay zekânın rolü raporu, Türkiye Bilimler Akademisi, 36.

Dowie, I. (2017). Legal, ethical and professional aspects of duty of care for nurses. Nursing Standard, 32(16–19), 47–52. https://doi.org/10.7748/ns.2017.e10959

Esposito, M., Halkias, D., Diaz, J., & Tse, T. (2025). Environmental and climate impacts of the Metaverse. Thunderbird International Business Review, 1-18. https://doi.org/10.1002/tie.70025

Fornasari, T., & Traversi, M. (2024). The Impact of the CSRD and the ESRS on non-financial disclosure. Symphonya. Emerging Issues in Management, 1, 117–133. https://doi.org/10.4468/2024.1.07fornasari.traversi

Gitmez, E. (2025). Kötü amaçlı akıllı sözleşmelerin hukuki açıdan değerlendirilmesi. Bilişim Hukuku Dergisi, 7(1), 222-264. https://doi.org/10.55009/bilisimhukukudergisi.1670662

Hong, Z., & Xiao, K. (2024). Digital economy structuring for sustainable development: the role of blockchain and artificial intelligence in improving supply chain and reducing negative environmental impacts. Scientific Reports, 14, 1-12. https://doi.org/10.1038/s41598-024-53760-3

Jäckle, S. (2019). WE have to change! The carbon footprint of ECPR general conferences and ways to reduce it. European Political Science, 18, 630 – 650.

Karim, S., Naeem, M., Tiwari, A., & Ashraf, S. (2023). Examining the avenues of sustainability in resources and digital blockchains backed currencies: evidence from energy metals and cryptocurrencies. Annals of Operations Research, 1 – 18. https://doi.org/10.1007/s10479-023-05365-8

Kim, S., & Huh, J. (2020). Blockchain of carbon trading for UN Sustainable Development Goals. Sustainability. https://doi.org/10.3390/su12104021

Kirui, T., Cheptonui, F., Opetsi, G., Matheka, J., & Gbadrive, S. (2024). Blockchain and digital technologies for Supply Chain Carbon Transparency: A systematic review and future research directions. International Journal of Scientific Research and Modern Technology, 3(6), 137-152. https://doi.org/10.38124/ijsrmt.v3i6.956

Köse, H. Ö., & Polat, N. (2022). Dijital dönüşüm ve denetimin geleceğine etkisi, Sayıştay Dergisi, 32(123), 9-41. https://doi.org/10.52836/sayistay.1068328

Kurt, G. & Alsu, E. (2024). Bitcoin üretiminin karbon emisyonu üzerindeki etkisi: Panel veri analizi.Pamukkale Üniversitesi İşletme Araştırmaları Dergisi, 11(1), 199-221. https://doi.org/10.47097/piar.1486854

Kuyper, J., Schroeder, H., & Linnér, B.-O. (2018). The Evolution of the UNFCCC. Annual Review of Environment and Resources, 43(1), 343–368. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102017-030119

Lavayssière, X. (2025). Legal structures of tokenised assets. European Journal of Risk Regulation, 1–13. https://doi.org/10.1017/err.2024.88

Li, W., Wang, L., & Li, Y. (2020). A blockchain-based emissions trading system for the road transport sector: policy design and evaluation. Climate Policy, 21, 337 – 352.

Liu, F., Pei, Q., Chen, S., Yuan, Y., Wang, L., & Muhlhauser, M. (2023). When the Metaverse meets carbon neutrality: Ongoing efforts and directions, 14(8), 1-24. https://doi.org/10.48550/arxiv.2301.10235

Liu, Z., Sun, T., Yu, Y., Ke, P., Deng, Z., Lu, C., Huo, D., & Ding, X. (2022). Real-time carbon emission accounting technology toward carbon neutrality. Engineering, 14 (2022) 44–51. https://doi.org/10.1016/j.eng.2021.12.019

Magaletti, N., Tognon, C., Di Molfetta, M., Zerega, A., Notarnicola, V., Zini, E., & Leogrande, A. (2025). Integrating ESG with Digital Twins and the Metaverse: A Data-Driven Framework for Smart Building Sustainability. Systems, 13(12), 1083. https://doi.org/10.3390/systems13121083

Mulligan, C., Morsfield, S., & Cheikosman, E. (2023). Blockchain for sustainability: A systematic literature review for policy impact. Telecommunications Policy, 48(2). https://doi.org/10.1016/j.telpol.2023.102676

Nleya, S., & Velempini, M. (2024). Industrial Metaverse: A Comprehensive Review, Environmental Impact, and Challenges. Applied Sciences, 14(13), 5736, 1-30.

Ojadi, J., Owulade, O., Odionu, C., & Onukwulu, E. (2025). Blockchain and IoT for Transparent Carbon Tracking and Emission Reduction in Global Supply Chains. International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology, 12(2): 78-118. https://doi.org/10.32628/ijsrset25122110

Özdemir Uçgun, G. (2024). Examining the Effects of Metaverse Tourism on Environmental Sustainability. JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy, 9(1), 303-310.

Patro, P., Jayaraman, R., Acquaye, A., Salah, K., & Musamih, A. (2025). Blockchain-based solution to enhance carbon footprint traceability, accounting, and offsetting in the passenger aviation industry. International Journal of Production Research, 63, 8235 – 8268.

Pellegrino, A., Wang, R., & Stasi, A. (2023). Exploring the intersection of sustainable consumption and the Metaverse: A review of current literature and future research directions. Heliyon, 9. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19190

Periyasamy, A., Singh, A., & Ravindra, K. (2022). Carbon emissions from virtual and physical modes of conference and prospects for carbon neutrality: An analysis from India. Air, Soil and Water Research, 15.

Poulle, J.-B., Kannan, A., Spitz, N., Kahn, S., & Sotiropoulou, A. (2024). Corporate sustainability reporting directive. Pp. 648–653. Edward Elgar. https://doi.org/10.4337/9781035301959.00096

Prastyanti, R. A., & Sharma, R. (2024). Establishing consumer trust through Data Protection Law as a competitive advantage in Indonesia and India. Journal of Human Rights, Culture and Legal System, 4(2), 354–390.

Rani, P., Sharma, P., & Gupta, I. (2024). Toward a greener future: A survey on sustainable blockchain applications and impact. Journal of Environmental Management, 354. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120273

Rathnayake, B., Gunathilake, L., Edirisinghe, R., & Perera, S. (2025). EcoConstruct: a blockchain-based system for carbon trading in construction projects. Construction Innovation, 214-217. https://doi.org/10.1108/ci-08-2024-0224

Rietig, K. (2019). Leveraging the power of learning to overcome negotiation deadlocks in global climate governance and low carbon transitions. Journal of Environmental Policy & Planning, 21(3), 228–241. https://doi.org/10.1080/1523908x.2019.1632698

Rodrigo, M., Perera, S., Senaratne, S., & Jin, X. (2020). Potential application of Blockchain technology for embodied carbon estimating in Construction supply chains. Buildings, 10(8), 140 https://doi.org/10.3390/buildings10080140

Sadawi, A., Madani, B., Saboor, S., Ndiaye, M., & Abu-Lebdeh, G. (2021). A comprehensive hierarchical blockchain system for carbon emission trading utilizing blockchain of things and smart contract. Technological Forecasting and Social Change. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121124

Savcı, M., & Yıldırım, K. (2024). İklim değişikliği ve çevresel maliyetler: kirleten öder ilkesi çerçevesinde bir değerlendirme. Fiscaoeconomia, 8(2), 862-886. https://doi.org/10.25295/fsecon.1438142

Seidel, A., May, N., Guenther, E., & Ellinger, F. (2021). Scenario-based analysis of the carbon mitigation potential of 6G-enabled 3D videoconferencing in 2030. Telematics and Informatics, 64, 101686. https://doi.org/10.1016/j.tele.2021.101686

Stern, N., & Stiglitz, J. (2017). Report of the high-level commission on carbon prices. 1–61. https://doi.org/10.7916/d8-w2nc-4103

Stokkink, Q., & Pouwelse, J. (2023). A local-first approach for green smart contracts. Distributed Ledger Technology: Research and Practise., 3, 13. https://doi.org/10.1145/3607196

Tao, Y., Steckel, D., Klemeš, J., & You, F. (2021). Trend towards virtual and hybrid conferences may be an effective climate change mitigation strategy. Nature Communications, 12. https://doi.org/10.1038/s41467-021-27251-2

Traub, J., Morillas, C., Gil, R., Álvarez, S., & Martínez, S. (2025). Evaluating corporate carbon emissions reporting: assessing transparency and completeness with the Carbon Integrity Index. Sustainability. https://doi.org/10.3390/su17177628

Tuğaç, Ç. (2023). Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarının Gerçekleştirilmesinde Yapay Zeka Uygulamalarının Rolü. Sayıştay Dergisi, 128, 73-99. https://doi.org/10.52836/sayistay.1245051

Turillazzi, A., Taddeo, M., Floridi, L., & Casolari, F. (2023). The digital services act: an analysis of its ethical, legal, and social implications. Law, Innovation and Technology, 15(1), 83–106.

Van Thienen, P., Tsiami, L., Torello, M., & Savić, D. (2024). The potential of virtual reality meetings in international research projects for greenhouse gas emission mitigation. Technological Sustainability. https://doi.org/10.1108/techs-05-2024-0051

Viola, R., Irazola, M., Ju'arez, J., Nguyen, M., Zoubarev, A., Futasz, A., Bassbouss, L., Abdelnabi, A., & Hidalgo, J. (2025). Energy consumption assessment of a Virtual Reality Remote Rendering application over 5G networks. ArXiv, abs/2510.25357.

Vladucu, M., Wu, H., Medina, J., Salehin, K., Dong, Z., & Rojas-Cessa, R. (2024). Blockchain on sustainable environmental measures: A review. Blockchains, 2(3), 334-365. https://doi.org/10.3390/blockchains2030016

Sapmaz Veral, E. (2022). Yeşil yıkama ile mücadele: Avrupa Birliği'nde yeşil iddiaların doğrulanması girişimi. Sayıştay Dergisi, 33(124), 101-109. https://doi.org/10.52836/sayistay.1110591

Watini, S., Davies, G., & Andersen, N. (2024). Cybersecurity in learning systems: Data protection and privacy in educational information systems and digital learning environments. International Transactions on Education Technology (ITEE), 3(1), 26–35. https://doi.org/10.33050/itee.v3i1.665

Zhang, X. (2025). Design and implementation of energy efficiency audit, carbon footprint tracking and sustainable development path planning system for green economy enterprises based on blockchain technology. 2025 3rd Cognitive Models and Artificial Intelligence Conference (AICCONF), 1-5. https://doi.org/10.1109/aicconf64766.2025.11064234

METAVERSE'DE AKILLI SÖZLEŞME TABANLI KARBON DENGELEME VE DIJITAL VARLIK TANIMA YÖNTEMLERİYLE HESAP VERİLEBİLİRLİK AÇIĞINI KAPATMAK

Emin GİTMEZ

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu çalışma, sanal gerçeklik, arttırımış gerçeklik ve blokzincir teknolojilerinin kesişiminde hızla büyüyen metaverse ekosisteminin ekolojik meşruiyetini kamu hukuku ve bilişim teknolojileri hukuku perspektifinden ele almaktadır. Sanal evrenlerin fiziksel faaliyetleri ikame ederek kaynak tüketimini azaltma potansiyeli bulunsa da merkeziyetsiz sistemlerin ve veri işleme süreçlerinin yüksek enerji talepleri göz ardı edilemeyecek sistemik çevresel riskler barındırmaktadır. Çalışma, özellikle İş Kanıtı (PoW) gibi enerji yoğun konsensüs mekanizmalarına dayanan yapıların küresel iklim krizini derinleştirme riskini vurgularken, Hisse Kanıtı (PoS) gibi daha çevreci protokollere geçişin önemine dikkat çekmektedir. Çalışmanın merkezinde, merkeziyetsiz dijital alanlarda geleneksel "kirleten öder" ilkesinin ve devletin çevreyi koruma ödevinin önünde duran sorumluluk boşluğu yer almaktadır. Sanal dünyada kirletici kimliğinin platform operatörleri, akıllı sözleşme geliştiricileri ve kullanıcılar arasında parçalanmış olması, hukuki muhataplık krizine yol açmaktadır. Bu boşluğu doldurmak amacıyla araştırma, özgün bir Net Emisyon Dengesi Modeli (E_{net}) geliştirmektedir. Geliştirilen formül, dijitalleşmenin seyahat, prototipleme veya fiziksel organizasyonların iptali gibi yollarla sağladığı karbon tasarrufunu (E_{saved}); son kullanıcı cihazları, ağ altyapısı ve sunucu operasyonlarının harcadığı enerjiyle ($E_{device} + E_{network} + E_{server}$) aynı düzlemde ölçerek metaversün gerçek iklim etkisini ortaya koymaktadır. Literatür analizi ve senaryo simülasyonları, endüstriyel ve kurumsal kullanımlarda net tasarruf oranlarının %90 ila %99 seviyelerine ulaşabildiğini, ancak tüketici odaklı eğlence kullanımlarında altyapı temiz enerjiyle beslenmediği takdirde emisyonların artabileceğini göstermektedir.

Teknolojik çözüm katmanında ise çalışma, yeşil oracle mimarisi ile akıllı sözleşmelerin entegrasyonunu önermektedir. Nesnelerin interneti (IoT) sensörlerinden ve akıllı sayaçlardan gelen gerçek zamanlı emisyon verilerinin blokzincire aktarılmasıyla, geriye dönük manipülasyonu imkansız kılan bir ölümsüz kanıt sistemi inşa edilmektedir. Bu verilerle çalışan akıllı

sözleşmeler aracılığıyla, metaversede üretilen dijital karbon ayak izi anlık olarak hesaplanmakta ve tokenize edilmiş karbon kredileriyle gerçek zamanlı olarak otomatik mahsup edilmektedir.

Çalışmanın en özgün hukuki ve politik katkılarından biri, tokenize karbon kredilerinin mülkiyet hukuku kapsamında birer dijital varlık olarak tanınması yönündeki teklifidir. Bu yaklaşım, çevre mevzuatına uyumu güvence altına alırken dijital mülkiyet haklarını korumakta ve bir platformun kapanması durumunda kullanıcının hak mahrumiyetine uğramasını engelleyen mülkiyet paradoksunu çözmektedir. Bununla birlikte akıllı sözleşmelerin sadece teknik otomasyon sağlayan kod blokları olarak kalmaması, bu dijital yükümlülüklerin mevcut kamu hukuku denetimiyle ve özellikle özel hukuk ilkeleriyle uyumlu hale getirilerek yasal olarak uygulanabilir kılınması yönünde özgün bir yapı kurulmuştur.

Politika yapıcılar için geliştirilen somut çözüm önerileri kapsamında çalışma, yumuşak hukuk (soft law) niteliğindeki kurumsal sosyal sorumluluk taahhütlerinin, bağlayıcı sert hukuk (hard law) kurallarına dönüştürülmesini savunmaktadır. Bu doğrultuda; platformlara yönelik zorunlu emisyon lisanslaması getirilmesi, enerji yoğun PoW protokollerine caydırıcı vergiler uygulanması, yeşil akıllı sözleşme kullanan platformlara mali teşvikler sağlanması ve platformlar arası dijital kilitlenmeyi önleyecek yasal olarak güvenceye alınmış çapraz platformların birlikte çalışabilirliği şart koşulmaktadır. Ayrıca sanal projeler için geleneksel ÇED raporlarının muadili olacak "Dijital Çevresel Etki Değerlendirmesi-(D-ÇED)" standartlarının geliştirilmesi ve sınır ötesi mevzuat farklılıklarını engellemek amacıyla uluslararası yargısal iş birliğinin artırılması gerekliliği ortaya konmaktadır.

Sonuç olarak çalışma; metaversün ekolojik meşruiyetinin yalnızca teknik optimizasyonla değil, anayasal çevre haklarını sanal evrenin kod yapısına entegre eden tekno-hukuki bir sentezle mümkün olacağını kanıtlamaktadır. Önerilen model, bilişim teknolojileri hukukunun kapsamını veri gizliliği sınırlarından çıkararak kolektif ekolojik sorumluluk katmanına taşımaktadır. Bununla birlikte, dijital büyümenin dünyanın uzun vadeli gelişimiyle uyumlu olmasını sağlayacak normatif bir temel sunmaktadır. Ek olarak çalışma; veri ve siber güvenlik odaklı bilişim hukuku ile anayasal çevre hukukunu, akıllı sözleşmeler ve çalışmada belirtilen model üzerinden tekno-hukuki bir sentezle birleştirerek bütüncül bir dijital karbon yönetişim mekanizması inşa etmektedir.

SAYIŞTAY DERGİSİ
JOURNAL OF TURKISH COURT OF ACCOUNTS

Cilt/Volume: 37
Sayı/Issue: 141
Haziran/June 2026

ISSN: 1300-1981
eISSN: 2651-351X
Araştırma Makalesi/Research Article

BELEDİYELERDE HUKUKİ EL ATMA TAZMİNATLARININ BOYUTU VE ÇÖZÜM ÖNERİSİ

THE SCALE OF LEGAL CONFISCATION COMPENSATIONS IN MUNICIPALITIES AND PROPOSED SOLUTIONS

Bayram UZUN[1], Volkan YILDIRIM[2], Fatih TERZİ[3]
Bura Adem ATASOY[4], Mihriban ÖZTÜRK SAKA[5], İsa TÜTÜNCÜ[6]

ÖZ

İmar planlarında kamu hizmet alanlarına ayrılan özel mülkiyetlerin süresinde imar programı ve parselasyon planı aracılığıyla uygulamaya konu edilmemesi, belediyeler açısından hukuki el atma tazminatlarına yol açmaktadır. Bu tazminatlarda, İmar Kanunu ve ilgili mevzuatla bağlı yetki kapsamında tanımlanan imar programı hazırlama ve parselasyon planı yapma yükümlülüklerinin süresinde yerine getirilmemesi belirleyicidir. Çalışma, hukuki el atma tazminatlarının nedenlerini, belediye bütçelerine etkisini ve önlenmesine yönelik çözüm çerçevesini Sayıştay denetim raporları bağlamında değerlendirmektedir. Bu kapsamda 2012-2024 döneminde belediyelere ilişkin yayımlanan 2366 Sayıştay denetim raporu incelenmiştir. Bulgular, tazminat bedeline; faiz, vekâlet ücreti, yargılama gideri, icra gideri ve ecrimisil gibi ek mali yüklerin eklendiğini göstermektedir. Çalışma, beş yıllık imar programı, parselasyon uygulanabilirliği, DOP

1- Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, buzun@ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6492-6820
2- Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, yvolkan@ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5503-9522,
3- Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, fatihterzi@ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2088-6200
4- Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, bugratasoy@ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5584-0427
5- Arş. Gör., Karadeniz Teknik Üniversitesi, mihribanoztrk1@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9014-8839
6- Harita Yük. Müh., Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş., Giresun, turuncu.isa61@gmail.com, ORCID: 0009-0004-9011-7575

Gönderim/Submitted: 12.04.2026 **Revizyon/Revised:** 18.05.2026 **Kabul/Accepted:** 15.06.2026

Sorumlu Yazar/Corresponding: Terzi, F.

Atıf/To Cite: Uzun, B., Yıldırım, V., Terzi, F., Atasoy, B.A., Öztürk Saka, M. ve Tütüncü, İ. (2026). Belediyelerde Hukuki El Atma Tazminatlarının Boyutu ve Çözüm Önerisi. Sayıştay Dergisi, 37(141), 315-347. https://doi.org/10.52836/sayistay.1921924

dengesi, sorumlu kurum ve yaklaşık kamulaştırma bedeli tespitini temel çözüm adımları olarak önermektedir. Önerilen çerçeve, belediye ölçeğinde hazırlanan bir örnek vaka üzerinden somutlaştırılmıştır. Bu çerçeve, tazminat riskinin dava aşamasına gelmeden belediye uygulamalarında idari ve mali programlama yoluyla sistematik biçimde azaltılabileceğini ortaya koymaktadır.

ABSTRACT

Privately owned properties allocated to public service areas in development plans may lead to legal taking compensation when they are not implemented through development programs and subdivision plans within the prescribed period. In many cases, this results from municipalities' failure to fulfil mandatory duties under the Zoning Law and related legislation. This study evaluates the causes, fiscal effects and prevention framework of legal taking compensation through 2,366 Turkish Court of Accounts audit reports on municipalities published between 2012 and 2024. The findings show that compensation extends beyond property value and includes interest, attorney fees, litigation costs, enforcement costs and compensation for unlawful occupation. The study proposes five-year development programs, subdivision applicability analysis, DOP balance, identification of responsible institutions and approximate expropriation costs as key measures. A municipal-scale case study demonstrates the applicability of this framework for reducing compensation risk before litigation.

Anahtar Kelimeler: Hukuki el atma, İmar programı, Parselasyon planı, Sayıştay denetimi, Kamu zararı.

Keywords: Legal taking, Development program, Subdivision plan, Turkish Court of Accounts audit, Public loss.

GİRİŞ

Türkiye'nin kentleşme politikasında dört temel bileşen önemli yer tutmaktadır. Bunlar mülkiyet, imar planları, beş yıllık imar programı ve imar planı uygulamalarıdır. Bu dört bileşenin birbiri ile olan karmaşık ilişkisi ve bir bütün içinde birlikte değerlendirilmesi gereği, bunun yapılmaması durumunda özellikle mülkiyet hakkı kısıtından dolayı ortaya çıkabilecek ekonomik olumsuzluklar ve çözümleri bu makalenin konusunu oluşturmaktadır. Mülkiyet gibi evrensel ve anayasal bir hakkın (Orhan, 2022) farklı şekillerde yorumlanması, imar planlama yaklaşımlarının çeşitliliği, imar programları ve imar uygulama yöntemlerinin yerel yönetimler bağlamında farklılaşması (Koçak, 2025; İnam ve Akdeniz, 2020) bu sürecin anlaşılmasını, benimsenmesini ve tatbik edilmesini de zorlaştırmaktadır.

Mülkiyet ve imar mevzuatında, mülkiyet haklarında ortaya çıkabilecek kısıtların kaldırılması amacı ile yerel yönetimlere nasıl bir yol haritası izlemeleri gerektiği oldukça ayrıntılı olarak açıklanmıştır. İmar planlarından kaynaklanan

mülkiyet kısıtlarının süresinde giderilmemesi nedeniyle ortaya çıkabilecek hukuki el atma tazminatlarını önlemek amacıyla yerel yönetimlerin görev ve sorumlulukları, özellikle son beş yılda yapılan düzenlemelerle açıkça belirlenmiştir. Fakat bütün bu gelişmelere rağmen yerel yönetimlerin tazminat ödemeleri her geçen gün artmaktadır. Özellikle planlı alanlarda taşınmaz değerlerinin yüksek olması ve gerekli tedbirlerin uzun yıllar boyunca alınmaması, yerel yönetimlerin yüksek tutarlı tazminat ödemelerine neden olmaktadır.

İmar planlarının uygulamaya dönüş sürecinde yaşanan en temel sorun, imar planlarıyla getirilen mülkiyet kısıtlarının süresinde imar programı ve parselasyon planı aracılığıyla giderilmemesi durumunda belediyeler açısından öngörülebilir bir tazminat ve kamu zararı riskine dönüşmesidir. Bu durum, hukuki el atma tazminatlarının mülkiyet hakkı ve imar hukuku bağlamının ötesinde, belediyelerin mali yönetimi ve kamu kaynaklarının kullanımı açısından da ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Nitekim Sayıştay denetim raporlarında, belediyelerin imar programı hazırlamaması, parselasyon planlarını süresinde yapmaması veya gerekli kamulaştırma süreçlerini zamanında planlamaması nedeniyle kamulaştırmasız el atma kaynaklı tazminat, faiz, vekâlet ücreti ve yargılama gideri gibi mali yüklerle karşılaştıkları vurgulanmıştır.

Bu temel problem doğrultusunda çalışmanın amacı, imar programı hazırlamakla yükümlü il ve ilçe belediyelerinin (il özel idareleri kapsam dışıdır) karşılaştığı hukuki el atma tazminatlarının nedenlerini Sayıştay denetim raporları bağlamında tespit etmek ve bu tazminatların önlenmesine yönelik sistematik bir çözüm çerçevesi geliştirmektir. Bu amaçla, 2012-2024 yılları arasında belediyelere ilişkin yayımlanan Sayıştay denetim raporları incelenmiş, hukuki el atma ve kamulaştırmasız el atma kaynaklı bulgular değerlendirilmiştir.

Çalışmada ilk olarak hukuki el atma tazminatlarının oluşmasındaki temel bileşenler olan mülkiyet hakkı, imar planları, beş yıllık imar programları ve imar uygulama yöntemleri ele alınmaktadır. Ardından hukuki el atma kavramının kamulaştırmasız el atma içindeki yeri açıklanmaktadır. Sonrasında belediyelerin karşı karşıya kaldıkları tazminatların içerikleri ve boyutları Sayıştay denetim raporları üzerinden ortaya konulmaktadır. Devamında bu tazminatları azaltmaya yönelik çözüm önerileri genel ve sistematik bir çerçevede geliştirilmekte, Vakfıkebir Belediyesi örneği ise bu çerçevenin somutlaştırılması amacıyla kullanılmaktadır. Son bölümde denetim mekanizmaları, merkezi yönetim kurumları ve belediyeler için öneriler sunulmaktadır.

1. KAVRAMSAL VE HUKUKİ ÇERÇEVE

1.1. Mülkiyet Hakkı, İmar Planları ve Uygulama Yükümlülüğü

Mülkiyet hakları, bireylere gayrimenkulü kullanma, ondan yararlanma ve elden çıkarma yetkisi verir (Gençkaya ve Öz, 2021). Bu haklar hem bireysel özgürlüklerin korunması hem de ekonomik kalkınmanın sürdürülebilirliği için gerekli olduklarından, temel bir insan hakkı olarak kabul edilir. Türk mülkiyet sisteminde mülkiyet hakkı Anayasa ile güvence altına alınmıştır. Türkiye Cumhuriyeti Anayasası 35. maddesinde, "Herkes, mülkiyet ve miras haklarına sahiptir. Bu haklar, ancak kamu yararı amacıyla, kanunla sınırlanabilir. Mülkiyet hakkının kullanılması toplum yararına aykırı olamaz." hükmü yer almaktadır. Türkiye'nin taraf olduğu Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi (AİHS) Ek 1 Nolu Protokolünde de mülkiyet hakkının orantılılık ilkesi çerçevesinde kamu yararı gözetilerek sınırlandırılabileceği ifade edilmiştir.

Türk Medeni Kanunu'nun 683. maddesinde, bir şeye malik olan kimsenin hukuk düzeninin sınırları içerisinde o şey üzerinde dilediği gibi kullanma, yararlanma ve tasarrufta bulunma yetkisi belirtilmiş, malikin malını haksız olarak elinde bulunduran kimseye karşı istihkak davası açabileceği gibi, her türlü haksız el atmanın önlenmesini de dava konusu edebileceği hüküm altına alınmıştır. Mülkiyet hakkına müdahalelerde kamu yararı, kanuni düzenleme ve ölçülülük ya da orantılılık gibi uluslararası hukukun genel ilkelerinin varlığının dikkate alınması gerektiği, aksi durumda müdahalenin mülkiyet hakkının ihlaline neden olacağı kabul edilmiştir. Bu husus Anayasa Mahkemesi ve AİHS kararlarıyla da ortaya konulmuştur.

Planlı kentsel alanlarda mülkiyet hakkı çoğunlukla imar planları ile kısıtlanmaktadır (Gençkaya ve Öz, 2021). Şahıslara, kurumlara ya da hazineye ait mülkiyetlerin üzerindeki yapılaşma haklarını belirleyen ve kentleşme fonksiyonunun etkin bir şekilde yürütülmesini amaçlayan imar planlarının, üst ölçekli çevre düzeni planlarından alt ölçekli uygulama imar planlarına kadar, sağlıklı bir şekilde oluşturulması sürdürülebilir kentleşme için ilk aşamadır (Akdemir, 2021). İmar mevzuatının önemli bir kısmı, mülkiyet hakkının kullanım biçiminin belirlenmesi ve bu hakkın plan içinde tanımlanan kentsel fonksiyonlarla sınırlandırılmasına dayanmaktadır. Tam bu noktada bazı mülkiyetler imar planında umumi ve kamu hizmet alanlarına denk geldiğinde doğal olarak kısıtlı hale gelir.

İkinci aşamada, imar planının onaylanmasından itibaren beş yıl içinde parselasyon planı (3194/18'inci madde uygulaması) yöntemiyle mülkiyet dokusunu plan kararlarına uyumlu hale getirecek beş yıllık imar programının hazırlanması gerekir (Atasoy vd., 2026a). Bu süre içinde imar programı ve parselasyon planı gibi uygulama araçlarının hayata geçirilmemesi hukuki el atma tazminatlarının temelini oluşturur ve donatıya isabet eden mülkiyet sahibi, süre sonunda taşınmazının parasal karşılığının kendisine verilmesini bekler (Kalabalık, 2026).

1.2. Beş Yıllık İmar Programı ve Parselasyon Planı

Beş yıllık imar programı, uygulama imar planı ile getirilen kararların hangi sıra, yöntem, süre, bütçe ve kaynaklarla hayata geçirileceğini gösteren uygulama programıdır. Kalabalık'a (2015: 252) göre 3194 sayılı Kanun'da yapılmasını zorunlu tutulan, ancak tanımı yapılmayan imar programı, imar planında öngörülen işlerden beş takvim yıllık süreçte gerçekleştirilmesi gerekenleri bütün unsurlarıyla birlikte içeren ve belediye meclisince kabul edilip yürürlüğe konulan belge olarak tanımlanabilir. Keleş (1998) imar programlarını imar planlarının uygulanabilmesi için gerekli kaynak, personel ve araçların önceliklendirilmesiyle ilişkilendirmektedir. Atasoy'a (2025) göre ise beş yıllık imar programı raporuyla birlikte bir bütün teşkil eden ve uygulama imar planı kapsamında, arazi ve arsa düzenlemesi yapılacak ve yapılmayacak bölgelerin tespitini içeren, ayrıca imar hakkı aktarımı kapsamında verici ve alıcı bölgelerin belirlenmesini sağlayan beş yıllık tatbikî uygulama programıdır.

Beş yıllık imar programlarının asıl işlevi, imar planlarını süresinde tatbik edebilmektir (Öngören, 2020; Bakırcı, 2022; Erkal, 2021; Kaplan, 2024). Öngören'e (2020: 24) göre; yerel yönetimlerin, imar planı yapma ve bu planı uygulama mecburiyeti kapsamında, planın onaylanmasının ardından imar uygulamalarına başlanmadan beş yıllık imar programı yapma ve onaylama zorunluluğu vardır. Bu sürecin ardından yerel yönetimler için imar uygulama yükümlülüğü başlamaktadır (Çoruhlu vd., 2019a; Güloğlu, 2021). Beş yıl süresi de belediyelere verilen bu program hazırlama zorunluluğundan kaynaklanmaktadır. Belediye imar planını onayladıktan sonra, planla ortaya çıkan kısıtlılıkların kaldırılması ve taşınmaz maliklerinin imar haklarına kavuşması için, planı beş yıl içinde nasıl uygulayacağını programlamak zorundadır (Kalabalık, 2026).

3194 sayılı İmar Kanunu'nun 10'uncu maddesi, belediyelerin imar planlarının yürürlüğe girmesinden itibaren en geç üç ay içinde beş yıllık imar programlarını hazırlamasını öngörmektedir. Aynı maddede, program içinde bulunan kamu kuruluşlarına tahsis edilen alanların bu kuruluşlara bildirileceği ve bu alanların program süresi içinde kamulaştırılacağı belirtilmektedir. Arazi ve Arsa Düzenlemeleri Hakkında Yönetmeliğin 9'uncu maddesi de, düzenleme sahalarının tespitinde beş yıllık imar programlarına öncelik verilmesini ve kesinleşen uygulama imar planlarına göre parselasyon planlarının hazırlanmasını zorunlu kılmaktadır. Bu yükümlülük literatürde de vurgulanmaktadır (Yıldız, 2015; Azak, 2023; Büyükvelioğlu, 2024). Danıştay İdari Dava Daireleri Kurulunun E.2021/3641, K.2022/803 sayılı kararına göre idareler için imar programlarının hazırlanması bağlı yetki içerisindedir. Danıştay 6. Dairesinin beş yıllık imar programlarına ilişkin mevzuatı değerlendirdiği kararında da imar programlarının hazırlanması noktasında idarelere herhangi bir takdir yetkisi tanınmadığı belirtilmiştir.

İmar programlarının tarihsel sürecine bakıldığında, Dursun (2007: 359)'un belirttiği üzere Türkiye'de "1884 tarihli Fransız Belediye Kanunu'ndan esinlenerek" yürürlüğe giren 1930 yılı ve 1580 sayılı Belediye Kanunu ile on yıllık umumi imar programı şeklinde planlarla birlikte yapılması zorunlu tutulmuştur. Bu süreçte imar programı, 1956 tarihli 6785 sayılı Kanun'da dört yıllık, 1985 tarihli 3194 sayılı İmar Kanunu'nda ise beş yıllık program şeklinde düzenlenmiştir. Köktürk (2005) de imar programını arsa düzenlemeleri bakımından önemli bir uygulama aracı olarak ele almaktadır. Günümüze kadar çoğu belediyenin bu programı hazırlamadığı görülmektedir (Çatalbaş, 2016; Yılmaz, 2020; Yılmaz ve Yılmaz, 2024). Ayrıca güncel durumda da belediyelerin beş yıllık imar programı hazırlama eğiliminde olmadığı görülmektedir (Yılmaz, 2020).

Türkiye'deki imar uygulamalarının sorunsalı, imar planı onaylandıktan sonra yasal zorunluluk olmasına rağmen imar programlarının hazırlanmamasıdır. Bunun sonucunda planlı alanın bütününde imar uygulama etap ve yöntemleri belirlenmemekte; plan uygulamaları askıda ve süre belirsizliği içinde bırakılmakta, etap sınırları kentin gelişim yönü gözetilmeden gelişigüzel belirlenmekte ve imar uygulaması yapılacak parseller yeterli kriter gözetilmeden seçilmektedir (UN-Habitat, 2014). Dolayısıyla mülkiyet hakları uzun süreli kısıtlanmakta ve kamu hizmet alanlarının kamu eline geçmesi gecikmektedir.

Bu sorunların önüne geçilebilmesi için, imar planları onaylandıktan sonra, beş yıllık süre içinde, imar uygulaması yapılmadan hiçbir mülkiyete yapılaşma izni verilmemesi mevzuat için kesin kuraldır. Bu program içinde, kısıtlılığın kaldırılması için bazı yöntemler tanımlanmıştır. İdarece re'sen gerçekleştirilebilen kamulaştırma yöntemli bunlardan biridir ve literatürde kamuda oluşturduğu mali yük sebebiyle eleştirilmektedir (Uzun, 2000; Terzi, 2024; Uzun vd., 2024a). Bir diğer yöntem olan imar haklarının aktarımı, şartların oluşması durumunda, kısıtlı taşınmazın imar hakkıyla başka bir taşınmaza aktarılması işlemidir. Kamulaştırmadan farklı olarak, idarece re'sen uygulanabilecek bir yöntem değildir (Atasoy, 2025; Atasoy vd., 2026a; 2026b). Parselasyon planı yöntemi (uluslararası literatürde arazi ve arsa düzenlemesi olarak bilinir) ise imar planı ile uyumsuz mülkiyet dokusunun, plan kararlarına uygun şekilde yeniden düzenlenmesi işlemidir (Doebele, 1982; Seele, 1982; Larsson, 1997; Uzun vd., 2024b) ve Türkiye'de 3194 sayılı İmar Kanunu'nun 18'inci maddesi uyarınca uygulanır. Parselasyon planı, 4/7/2019 tarih ve 7181 sayılı Kanun ile 3194 sayılı İmar Kanunu'nun 15'inci maddesinde yapılan değişiklik ile kanun koyucu tarafından kullanılması zorunlu tutulan ve idarece re'sen uygulanan yöntemdir. Bu yöntem dünya genelinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Uzun vd., 2024b; 2024c). İfraz, tevhit, yola terk ve benzeri parsel bazlı uygulamalar ise parselasyon planının uygulandığı ya da uygulanmasının mümkün olmadığı durumlarda tercih edilebilecek imar uygulama yöntemleridir. Bu yöntemler parselasyon planının yerine geçecek uygulama yöntemleri olarak değerlendirilmemelidir.

Parselasyon planlarının, beş yıllık imar programlarına uygun olarak (Türk ve Ünal, 2003) yapılması esastır. İmar programları kapsamında imar planının tamamı için belirlenen uygulama etaplarında DOP dengesi de dikkate alınmalıdır. Plan bütününde etaplama yapılmadan ve DOP dengesi sağlanmadan (Yılmaz ve Alkan, 2024) gerçekleştirilen uygulamalar yargı eliyle iptal edilebilmektedir.

1.3. Kamulaştırmasız El Atma ve Hukuki El Atma Ayrımı

Kamulaştırmasız el atma kavramı ilk olarak 16/05/1956 tarih ve 1/6 sayılı Yargıtay İçtihadı Birleştirme Kararı ile fiili el atma olarak ele alınmış, hukuki el atma bu kapsamda değerlendirilmemiştir. Anılan kararda kamulaştırma işlemi olmaksızın taşınmazına el konulan malikin idareye karşı el atmanın önlenmesi ya da taşınmaz bedelinin tahsili istemiyle dava açabileceği karara bağlanmış, Yargıtay İçtihadı Birleştirme Kurulunun 11/02/1959 tarih ve E:1958/17, K:1959/15 sayılı kararında ise, Kamulaştırma Kanunu'na aykırı olarak kişinin

malının elinden alınmış olması halinde açılacak davanın, Medeni Kanun hükümlerine giren mülkiyete tecavüzün önlenmesi veya haksız fiil neticesinde meydana gelen zararın tazmini davası olduğu ve söz konusu davaların adli yargının görev alanı içinde olduğuna karar verilmiştir.

Kamulaştırmasız el atma kavramı, fiili el atma ve hukuki el atma şeklinde ikiye ayrılır (Çoruhlu vd., 2020). Fiili el atmada taşınmazına hiçbir kamulaştırma işlemi yapılmadan el atılan mülk sahibinin, el atan kamu tüzel kişiliğine karşı meni müdahale (el atmanın önlenmesi) davası açabileceği ya da fiili duruma razı olarak kamu tüzel kişiliğine karşı mülkiyet hakkının devrine karşılık taşınmaz bedelinin tahsili istemli dava da açabileceği kabul edilmiştir.

Özel hukuk kişilerine ait taşınmazlar üzerinde, kamu yararı doğrultusunda kamu tüzel kişisi tarafından gerçekleştirilen fiili bir eylem olması durumunda fiili el atma ortaya çıkar. 2942 sayılı Kamulaştırma Kanunu'nun geçici 6'ncı maddesinde de fiilen kamu hizmetine ayrılan veya kamu yararına tahsis edilen taşınmazlara ilişkin mülkiyet hakkından doğan taleplerin bu madde hükümlerine göre değerlendirileceği belirtilmiştir.

Hukuki el atma, imar planlarıyla kamusal alana ayrılan özel mülkiyete tabi taşınmazın imar planının yürürlüğe girdiği tarihten itibaren beş yıldan daha fazla süre geçmesine rağmen imar uygulaması yapılmaması sebebiyle mülkiyet hakkından doğan yetkilerin kısıtlanmasıdır (Çoruhlu vd., 2019a; 2019b; 2020; Yılmaz 2020; Erkal, 2021; Güloğlu, 2021; Azak, 2023; Yılmaz ve Yılmaz 2024). Nitekim Sayıştay denetim raporlarında da kavram, taşınmaza fiilen el konulmaksızın idari işlem nedeniyle mülkiyet hakkının uzun süre kullanılamaması durumu olarak açıklanmıştır (Sayıştay, 2021). Hukuki el atmalara dair sorunların halen yeterli ve istikrarlı bir yasal düzenleme ile çözüme kavuşmaması neticesinde yıllardır binlerce malik mağdur olmuş ve olmaktadır (Azak, 2023).

Hukuki el atmanın varlığı halinde taşınmaz bedelinin idareden istenebileceği ilk olarak Yargıtay Hukuk Genel Kurulunun 15/12/2010 tarih ve E:2010/5-662, K: 2010/651 sayılı kararıyla kabul edilmiştir. Kararda, uzun yıllar programa alınmayan imar planının fiilen hayata geçirilmemesi ve idarenin pasif kalması nedeniyle malikin taşınmaz üzerindeki tasarruf hakkının belirsiz süreyle kullanılamaz hale geldiği kabul edilmiştir. Bu nedenle hukuki el atma da kamulaştırmasız el atma kapsamında değerlendirilmiş ve malikin dava yoluyla taşınmaz bedelini isteyebileceği belirtilmiştir.

Danıştay içtihatlarında; imar planlarında kısıtlı kalan taşınmazın imar programına alınmadığı ve kamulaştırılmadığı için taşınmaz malikinin mülkiyet hakkının belirsiz bir süre kısıtlandığına ve bu nedenle taşınmaz malın değerinin hesaplanarak ilgilisine ödenmesi dışında başka bir yol kalmadığına hükmetmiştir. Danıştay 6. Dairesi kararında (E.2011/8152, K.2013/2702), taşınmaz malın değerinin Kamulaştırma Kanunu hükümlerine göre hesaplanması gerektiği belirtilmiştir. Kamulaştırılma yapılmazsa, mülkiyet hakkının kullanılmasına engel teşkil edecek kısıtlılığı kaldıracak şekilde imar planı değişikliği yapılması zorunlu hale getirilmiştir. Kanun'un Ek 1'inci maddesinde de uygulama imar planlarında umumi hizmetlere ve resmî kurumlara ayrılması nedeniyle tasarrufu hukuken kısıtlanan taşınmazlar için beş yıllık süre içerisinde imar programı veya imar uygulaması yapılacağı, aksi durumda kamulaştırma ya da kısıtlılığı kaldıracak plan değişikliği yoluna gidileceği düzenlenmiştir.

Bu düzenlemeler ışığında, imar programı ve parselasyon planı yükümlülüklerinin süresinde yerine getirilmemesi, mülkiyeti kısıtlı taşınmaz maliklerine hukuki el atma davası açma ve tazminat kazanma hakkı doğurmaktadır. Her ne kadar ödenen bedel tazminat olarak nitelense de, sözü edilen bedelin aslında mülkiyetin bedele çevrilmiş karşılığı olduğu belirtilmelidir. Bu doğrultuda çalışmada hukuki el atma kavramı, imar planlarından kaynaklanan mülkiyet kısıtlarının süresinde imar programı ve parselasyon planı aracılığıyla giderilmemesi bağlamında ele alınmaktadır.

2. SAYIŞTAY DENETİM RAPORLARI BAĞLAMINDA HUKUKİ EL ATMA TAZMİNATLARI

2.1. Hukuki El Atma Davalarında Ortaya Çıkan Mali Yük Kalemleri

T.C. Sayıştay Başkanlığı tarafından gerçekleştirilen belediye denetimlerinde, doğrudan hukuki el atma tazminatlarının büyüklüğü konu olmuş ve belediyelerin özellikle beş yıllık imar programlarını yapmaması ve parselasyon planlarını hazırlamaması nedeniyle gereksiz ve yersiz hukuki el atma tazminatları ile karşı karşıya kalındığı bulgularda yer almaya başlamıştır. Tazminat bedelinin yanı sıra, kamulaştırma uygulamalarının doğru planlanamaması ve diğer gerekli önlemlerin alınmaması nedeniyle kurumun faiz, yargılama giderleri, vekâlet ücreti, enflasyon farkı, ecrimisil ödemesi, icra masrafları vb. ödemeler gerçekleştirdiği doğrultusunda bulgular yer almaktadır.

Bu nedenle hukuki el atma davalarının belediyeler açısından mali sonucu, taşınmaz bedeliyle sınırlı kalmamakta, dava ve takip sürecine bağlı ek giderlerle birlikte büyümektedir.

Bir hukuki el atma davasında belediyelerin ödeme zorunluluğu bulunan ödeme kalemleri şu şekildedir:

a) Hukuki el atma tazminat bedeli: İmar planında kamu hizmet alanlarına isabet eden taşınmazlar için açılan hukuki el atma davalarında, hukuk mahkemelerinin (Anayasa Mahkemesinin 2025 tarihli E:2024/135 ve K: 2025/20 numaralı kararı sonrasında idare mahkemeleri) bilirkişi marifeti ile dava tarihi itibari esas alınarak ilgili taşınmazın bütün muhdesatları ile birlikte belirlediği taşınmaz rayiç değeridir. Bu değer arsa/arazi değeri, üzerindeki yapıların değeri ve varsa ağaç, su kuyusu, depo vb. muhdesatların değerini kapsar.

b) Yasal faiz, kamu alacakları için öngörülen en yüksek faiz bedeli: Hukuki el atma davaları, belirlenen bedel ve bu bedeller üzerinden hesaplanan diğer ödemeler olarak toplam bir ekonomik yekûn oluşturur. Anayasa'nın 46. maddesinde kamulaştırma bedeli ile kesin hükme bağlanan artırım bedeli nakden ve peşin olarak ödeneceği, taksitlendirme ve gecikme durumunda ise kamu alacakları için öngörülen en yüksek faizin ödeneceği belirtilmiştir. Bu hüküm gereğince zamanında ödenmeyen hukuki el atma bedellerine eklenen en önemli bedel faiz bedelidir. Tazminat bedeli için ortaya çıkacak faiz bedeli ise davanın açıldığı tarihten itibaren kamu alacaklarına uygulanan en yüksek faiz oranı ile ödenmek zorundadır (Kamu Denetçiliği Kurumu, Karar No. 2024/12835-S.24.19376; Anayasa Mahkemesi, E.2022/83, K.2023/69). Bazı durumlarda ödenen faiz miktarlarının hukuki el atma tazminatının miktarını aştığı görülmektedir (Sayıştay, 2023a).

c) İcra faizi, icra masrafı, icra tahsil harcı, icra vekâlet ücreti bedeli: Hukuki el atma davalarında, mahkeme kararında hükmedilen tazminat, faiz, yargılama giderleri ve vekâlet ücretlerinin zamanında ilgilisine ödenmemesi durumunda mülk sahibi bedel tespitine dair kararın kendisine tebliği üzerine önce mahkeme kararını eklediği bir dilekçe ile idareye başvuracak, kararda yazılı tazminat, faiz, vekâlet ücreti ve yargılama giderlerinin dilekçede bildireceği banka hesabına yatırılmasını talep edecektir. İdare kararda yazılı borcunu alacaklının banka hesabına yatırmaz ise alacaklı dilekçenin idareye tebliğ edildiği tarihten itibaren

30 gün sonra ilamı icraya vererek olağan usuller çerçevesinde icra takibi başlatabilecektir. Kamulaştırmasız el atma sebebiyle tazminat davalarında ve icra takiplerinde harçlar maktu olarak hesaplanacak ve idareye yükletilecektir. Mülk sahibine harç ve avukatlık ücreti yükletilmeyecektir. Bu davalarda mahkemece ve icra dairesince mülk sahibi vekili için idareye yükletilecek vekalet ücreti nispi tarifeye göre hesaplanacaktır (Gölcüklü, 2023). Sayıştay (2024a) tarafından hazırlanan denetim raporunda incelemeye konu edilen belediyenin hukuki el atma tazminatlarından dolayı ayrıca icra masrafı ödeme durumunda kaldığı belirtilmiştir.

d) Yargılama giderleri: Ceza Muhakemesi Kanunu'nun 324'üncü maddesine göre, harçlar ve tarifesine göre ödenmesi gereken avukatlık ücretleri ile soruşturma ve kovuşturma evrelerinde yargılamanın yürütülmesi amacıyla devlet hazinesinden yapılan her türlü harcamalar ve taraflarca yapılan ödemeler yargılama giderleridir. Avukatlara, bilirkişi ve tanıklara verilen gündelik, yolluk ve ücretlerle keşif, muayene, tahlil ve posta giderleri yanında harçlar, avukatlık asgari ücret tarifesine göre taraflara ödenmesi gereken avukatlık ücretleri de yargılama giderlerine dâhildir.

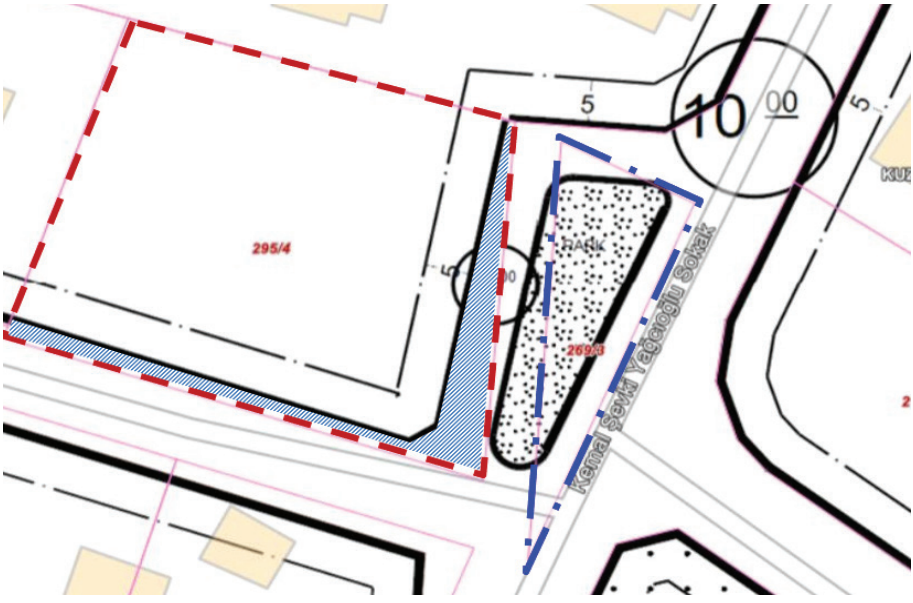
e) Ecrimisil bedeli: Ecrimisil davası, Türk Medeni Kanunu'nun 995. maddesine dayanarak malikin iyiniyetli olmayan zilyetten, malını haksız olarak alıkoymasından dolayı uğradığı zararın tazminini talep ettiği bir davadır. Ecrimisil, malikinin rızası olmaksızın bir taşınmaz malın işgal edilmesi üzerine, mülk sahibinin işgal edenden isteyebileceği tazminata denir. Hukuki el atmadan dolayı açılan ecrimisil davasının davacısı taşınmaz maliki, davalısı ise kamulaştırmasız olarak taşınmazına el atan idaredir (Uysal, 2015). Dolayısı ile her hukuki el atma davası potansiyel bir ecrimisil tazminatı doğurur. Nitekim Sayıştay (2023b) tarafından hazırlanan denetim raporunda kamulaştırmasız el atma işlemleri nedeniyle açılan ecrimisil davaları sonucunda idarelerin ayrıca ecrimisil tazminatı ödemek durumunda kalabildiği belirtilmiştir (Sayıştay, 2023c).

Bu kalemler, hukuki el atma davalarının belediyeler açısından taşınmaz bedelini aşan bir mali sonuca yol açtığını göstermektedir. Sonraki başlıkta bu mali yükün Sayıştay denetim raporlarındaki görünümü ve boyutu ele alınmaktadır.

2.2. Denetim Raporlarında Hukuki El Atma Tazminatlarının Boyutu

İmar planında bazı taşınmazlar yapılaşmaya uygun herhangi bir imar parseli oluşturulmayacak şekilde ya tamamen ya da büyük oranda kamu hizmet alanı fonksiyonuna denk gelebilmektedir (Şekil 1). Bu taşınmazların zaman içinde kentsel alanlarda ve çok yüksek değerli bölgelerde kalması nedeniyle hukuki el atma tazminatlarının boyutları da çok yüksek olmaktadır (Şekil 2)

Şekil 1: 1996 Yılında Onaylanmış Uygulama İmar Planında; (a) Parsel Bazında Parçacıl İmar Uygulaması ile (Yola Denk Gelen %12lik Mavi Taralı Kısmı Terk Etmek Suretiyle) İmar Hakkına Kavuşan Kırmızı Kesik Çizgilerle Gösterilen 295/4 Numaralı Taşınmaz ve (b) Beş Yıllık İmar Programlarına Uygun Parselasyon Planları Hazırlanmadığı İçin Hukuki El Atma Tazminatına Konu Olan Mavi Kesik Çizgiler ile Gösterilen 269/3 Numaralı Taşınmaz



Şekil 1'de gösterilen 295/4 parsel numaralı taşınmaz yolda kalan %12 oranında kısımlarını terk ettikten sonra imar parseli hüviyetine kavuşmuş ve yapılaşmıştır. Parselasyon planı yöntemi uygulanmadığı için 269/3 parsel numaralı taşınmaz çok uzun yıllar boyunca imar haklarını alamamış, kamulaştırılmamış ya da plan değişikliği yöntemi ile imar haklarına kavuşamamıştır. Bu nedenle planı onaylayan belediyeye karşı hukuki el atma tazminatı davası açmış ve toplam yaklaşık 167 milyon TL tazminat almaya hak kazanmıştır.

Türkiye genelinde 416 belediyenin, 1932 ile 1990 yılları arasında yapılan imar planlarıyla; geri kalan 1526 belediyenin ise 1990 yılı ve sonrası yapılan imar planlarıyla 2011 yılında uygulama yaptıkları görülmektedir. Yalnız bu veriye bağlı olarak bile imar planlarıyla taşınmazları üzerindeki tasarrufu kısıtlanan maliklerin imar planlarının uzun yıllar boyunca gerçekleştiril(e)memesi sebebiyle taşınmazları üzerindeki belirsiz kısıtlılık durumunun kaldırılmasını bekledikleri açıktır. Mülkiyet hakkından yoksun bırakma biçimindeki bu kısıtlamalar, hedeflenen kamu yararı ile malikin bireysel yararı arasında gözetilmesi gereken adil dengeyi bozmaktadır (Yılmaz, 2020).

Şekil 2: 269/3 Parsel Numaralı Taşınmaz İçin Açılan Hukuki El Atma Davası Sonucunda Ödenecek Toplam Tazminat Tutarı

6. SONUÇ VE KANAAT

6.1- Dava konusu taşınmaz ..... ili, ... ilçesi, ... Mahallesi, ... ada parsel kayıtlı taşınmaz olduğu tespit edilmiştir. Taşınmazın imar planında Yol ve Park Alanı olarak ayrıldığı görülmüştür. Fen bilirkişisi raporu ekindeki krokide görüleceği üzere C harfi ile gösterilen 30,86 m2 lik kısma tali yol yapılmak sureti ile, B harfi ile gösterilen 121,43 m2 lik kısma kaldırım yapılmak sureti ile fiilen el atılmış olduğu,

6.6- Fen bilirkişisi raporuna göre davacının dava konusu parseldeki hisseleri, hisselerine düşen kamulaştırma bedelleri ve ecrimsil bedelleri aşağıda tablo halinde gösterilmiştir.

Taşınmaz	Malik	Hissesi	Kamulaştırma Bedeli (TL)	Ecrimsil Bedeli (TL)	Toplam Bedel (TL)
.....	.....	1 / 1	164.197.447,65	3.084.671,78	**167.282.119,43**

Türkiye'de belediyelerin bir kısmı, kamulaştırma bedellerini ve kamulaştırmasız el atma tazminatlarını ödemek üzere, İller Bankası'ndan kredi kullanmaktadır. İller Bankası 2024 yılı faaliyet raporuna göre kamulaştırma çalışmaları için belediyelere, imar planı olan alanlarda kamulaştırma tazminatları için 2023 yılında 70,3 milyon TL, 2024 yılında 137,5 milyon TL, 2025 yılında 317 milyon TL kaynak sağlanmıştır. Bu veriler, belediyelerin kamulaştırma ve kamulaştırmasız el atma kaynaklı ödeme yüklerinin izlenmesi bakımından önemli bir gösterge niteliğindedir.

Bu çalışma kapsamında, hukuki el atma tazminatlarının belediyeler açısından mali görünümünü ortaya koymak amacıyla 2012-2024 yılları arasında belediyelere ilişkin yayımlanan 2366 Sayıştay denetim raporu incelenmiştir. İncelemede kamulaştırmasız el atma, hukuki el atma, beş yıllık imar programı, parselasyon planı, faiz, yargılama gideri, vekâlet ücreti ve ecrimisil gibi ifadelerin raporlardaki kullanımı değerlendirilmiş, elde edilen bulgular istatistiksel olarak gruplandırılmıştır.

İncelenen 2366 rapordan 34 tanesinde "kamulaştırmasız el atma davalarından dolayı ortaya çıkan tazminat yükleri"nin doğrudan bulgu konusu yapıldığı görülmüştür. Bu raporlardan 2024 yılında "kamulaştırmasız el atma tazminatlarının" miktarını gösteren veriler Tablo 1'de sunulmuştur. Raporlarda geçen kamulaştırmasız el atma ibaresi genelde hukuki el atma yerine kullanılmıştır.

Belediyeler tarafından gerekli önlemlerin alınmaması nedeniyle ayrıca incelenen 37 raporda "yersiz kamulaştırmasız el atma tazminatları ile karşı karşıya kalındığı" belirtilmiştir. Bu belirtmenin yapıldığı raporların yıllara göre dağılımı Şekil 3'te gösterilmiştir. Dağılım, kamulaştırmasız el atma tazminatını önlemeye yönelik özellikle 2019 yılından sonra İmar Kanunu'nda yapılan yasal değişikliklere ve atılan adımlara belediyelerin de uyum sağlaması açısından, Sayıştay denetimlerinde bu konuya ilişkin bulguların arttığını göstermektedir.

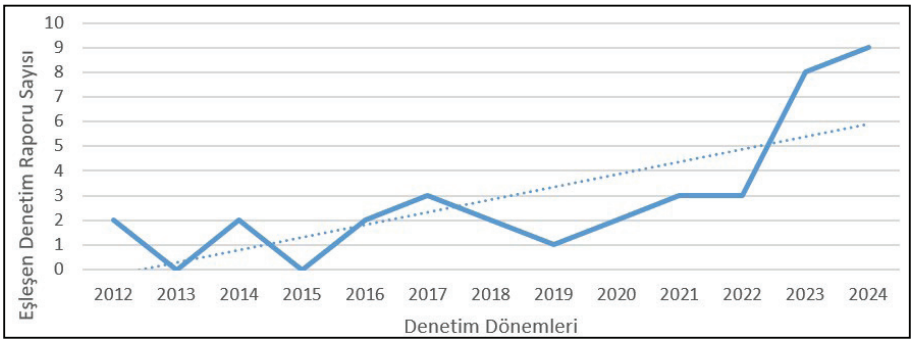
Tablo 1: Kamulaştırmasız El Atma Tazminatlarının Boyutu (Sayıştay 2024 Yılı Denetim Raporlarından)

Belediye	Kaynak	Denetim Yılı	Bulgu Nu.	İçerik
Antalya/ Muratpaşa Belediyesi	(Sayıştay, 2024b)	2024	4	Yapılan incelemede; kamulaştırmasız el atma davaları sonucunda Belediye tarafından ödenmesine karar verilen tazminat tutarlarından, 2024 yıl sonu itibarıyla toplamda 150.871.708,15 TL'sinin ödenmediği...
Gaziantep/ Şehitkamil Belediyesi	(Sayıştay, 2024c)	2024	10	Yapılan incelemede, kamulaştırmasız el atma davaları neticesinde 2024 yılında hak sahiplerine toplam 13.071.116,00 TL tutarında tazminat ödemesi yapıldığı...
Çanakkale Belediyesi	(Sayıştay, 2024d)	2024	32	İdarenin süresi içinde gerekli kamulaştırma işlemlerini yapmadan kamulaştırmasız el atma fiili neticesinde taraf olduğu 11 dava sonucu toplam 1.259.448,10 TL vekâlet ücreti ve 872.812,06 TL yargılama gideri olmak üzere toplam 2.132.260,16 TL ödeme tahakkuk ettirdiği...
İstanbul/ Sarıyer Belediyesi	(Sayıştay, 2024e)	2024	17	Kamu İdaresine muhtelif tarihlerde kamulaştırmasız el atmalar nedeniyle tazminat davaları açıldığı, yargılamalar sonucunda davacılar lehine tazminatlara hükmedildiği, mahkeme kararlarının 2023 ve 2024 yıllarında kesinleştiği, ancak söz konusu kesinleşen mahkeme kararlarının yıl sonu itibarıyla yerine getirilmediği...

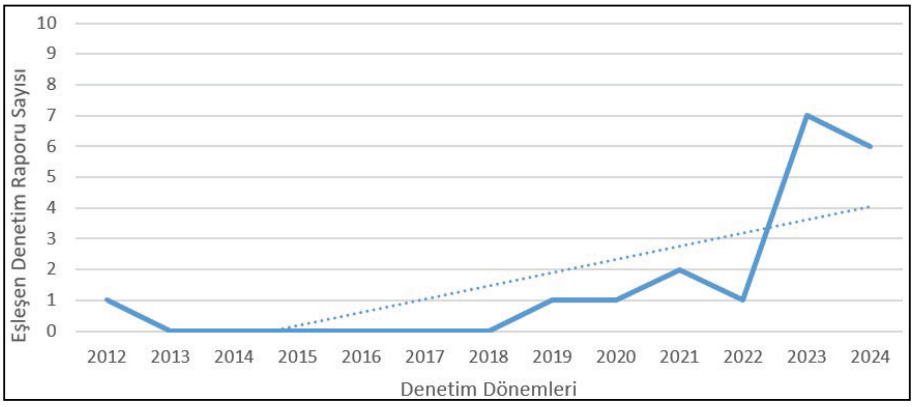
Belediye	Kaynak	Denetim Yılı	Bulgu Nu.	İçerik
İstanbul/ Beşiktaş	(Sayıştay, 2024f)	2024	47	Ödeme emrine bağlanan kamulaştırmasız el atma davaları kapsamında yapılacak ödeme tutarı toplamının 25.848.274,22 TL olduğu, bu tutarın yalnızca 14.402.930,26 TL'sinin ödendiği, ödeme emrine bağlanan ancak bütçe imkanları doğrultusunda ödenemeyen tutarın 11.445.343,96 TL olduğu, bütçe yetersizliği nedeniyle ödenekleştirilememiş tutarın ise 42.993.762,04 TL olduğu...
İstanbul Büyükşehir Belediyesi	(Sayıştay, 2024a)	2024	112	2024 yılı içerisinde kamulaştırmasız el atma davalarından kaynaklanan 13.812.967,89 TL ve icra faizi, icra masrafı, icra tahsil harcı, icra vekalet ücreti ve mahkeme masrafları adı altında ödemeler yapıldığı...
Mardin Büyükşehir Belediyesi	(Sayıştay, 2024g)	2024	3	2024 yılı içerisinde söz konusu kamulaştırmasız hukuki el atma nedeniyle açılan tazminat davaları neticesinde toplamda 7.437.122,68 TL faiz, vekalet ücreti, yargılama gideri ödenmek zorunda kalındığı...

Ayrıca doğrudan tazminat ödemesine vurgu yapmadan, "kamulaştırma işlemini beş yıl içinde yapmayan belediyelerce, kamulaştırmasız el atma davaları nedeniyle belediyelerin yersiz bir şekilde faiz, yargılama giderleri, ecrimisil ödemeleri, haciz işlemlerine ait ödemeler yapıldığı" belirtilen 19 rapor tespit edilmiştir. Bu belirtmenin yapıldığı raporların yıllara göre dağılımı Şekil 4'te gösterilmiştir. Bu bulgular, tazminat bedeline eklenen faiz, vekâlet ücreti, yargılama gideri, ecrimisil ve haciz işlemlerine ilişkin ödemelerin belediye bütçeleri üzerinde ayrıca yük oluşturduğunu göstermektedir.

Şekil 3: Belediyelerce Gerekli Önlemler Alınmaması Nedeniyle Yersiz Kamulaştırmasız El Atma Tazminatı Ödemelerinin İrdelendiği Denetim Raporu Sayısı

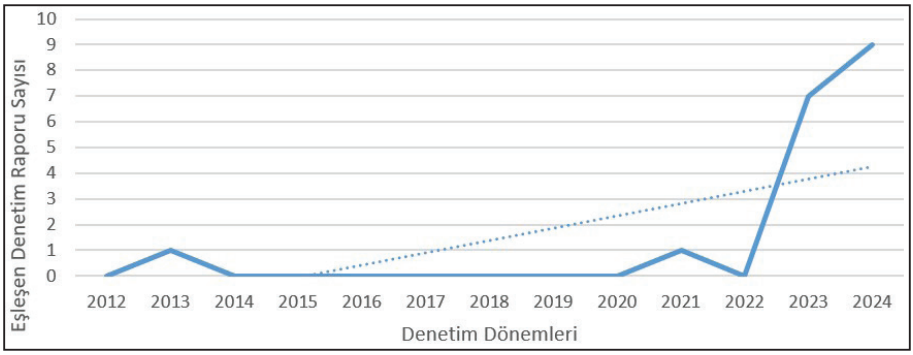


Şekil 4: Süresinde Yapılmayan Kamulaştırma Nedeniyle Açılan Tazminat Davalarının Faiz, Vekalet Ücreti, Yargılama Giderleri vb. Ödemelerin İrdelendiği Denetim Raporu Sayısı



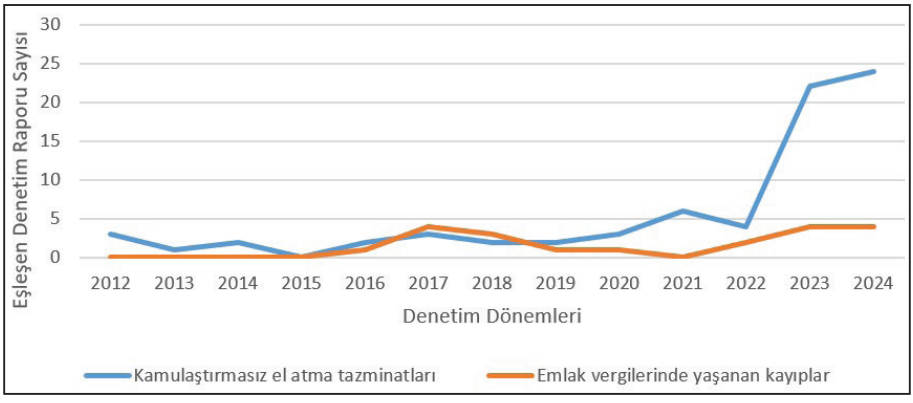
"Kamulaştırmasız el atma tazminatlarının, beş yıllık imar programı yapılmamasından kaynaklı olduğunu" vurgulayan rapor sayısı 18'dir (bkz. Şekil 5). Bu vurgu özellikle 2023 ve 2024 olmak üzere son iki denetim dönemine ait raporlarda yer almıştır. Sayıştay (2013) denetim raporunda bu konu "İmar ve Şehircilik Müdürlüğü tarafından taşınmazlara ilişkin olarak 5 yıllık imar programlarının hazırlanmadığı, ilgili yatırımcı kamu kuruluşlarının temsilcilerinin görüşlerinin alınmadığı, bu programların belediye meclisinde kabul edilmediği ve kesinleşmediği bunun üzerine dava açan taşınmaz sahiplerinin açtıkları kamulaştırmasız el atma nedeniyle tazminat istemli davaları kazandıkları tespit edilmiştir" açıklaması ile bulguda yerini almıştır. Aynı raporda, beş yıllık imar programları ile kamu hizmet donatısının ait olduğu kurumun görüşünün alınması gerektiği (ilgili kamulaştırma yükünün ilgili kurumda olduğunun belirtilmesi) özellikle vurgulanmıştır. Bu bulgu, 2019 yılında İmar Kanunu'nun 18'inci maddesinin 10'uncu fıkrasında yapılan düzenlemede doğrudan yerini almıştır.

Şekil 5: Kamulaştırmasız El Atma Tazminatlarına İmar Programlarının Hazırlanmaması Sebep Olduğunu İrdeleyen Sayıştay Raporu Sayısı



Beş yıllık imar programlarının yapılmaması nedeniyle kamulaştırmasız el atma tazminatlarının yanında emlak vergisi kayıplarına da neden olunduğu Sayıştay denetim raporlarında yer almıştır (bkz. Şekil 6). Bu bulgular, hukuki el atma tazminatlarının imar programı ve parselasyon planı eksikliğiyle bağlantılı bir mali risk alanı oluşturduğunu göstermektedir.

Şekil 6: Beş Yıllık İmar Programı Yapılmamasının Emlak Vergisi Kayıplarına Neden Olduğunu Belirten Sayıştay Raporu Sayısı



2.3. İmar Programı Eksikliği, Parselasyon Planı Eksikliği ve Kamu Zararı Riski

Türk planlama sisteminin önemli bir parçası olan beş yıllık imar programlarının yapılmasına belediyeler gereken önemi göstermemekte (Danıştay 6. Dairesi, E.2022/8705, K.2025/1983); parselasyon planlarının da plan onayından sonra beş yıl içinde ve usulünce hazırlanmadığı bilinmektedir

(Türk ve Ünal, 2003). Bu iki görevin süresinde ve usulüne uygun şekilde yerine getirilmemesi, mülkiyet hakkının uzun süreli kısıtlanmasına yol açmakta, vergi kayıplarına neden olmakta ve açılan davalar neticesinde belediyeler aleyhine tazminat, faiz ve yargılama gideri ödenmesine sebebiyet vermektedir (Kalabalık, 2026). Keza 4/7/2019 tarih ve 7181 sayılı Kanun ile 3194 sayılı İmar Kanunu'nun 18'inci maddesinin 10'uncu fıkrasında yapılan düzenlemeler sonrasında hukuki el atma yükünün tamamı, donatının hangi kuruma ait olup olmadığına bakılmaksızın, imar planını hazırlayan idareye verilmiştir. Buna göre belediye veya valiliğin; parselasyon planlarını, imar planlarının kesinleşme tarihinden itibaren beş yıl içinde yapması ve onaylaması esastır. Parselasyon planı yapmamaları sebebiyle doğacak her türlü kamulaştırma iş ve işlemlerinden belediyeler veya valilikler sorumludur. Bu düzenleme, parselasyon planlarının süresinde yapılmamasından kaynaklanan mali sonuçların doğrudan belediyeler veya valilikler bakımından sorumluluk doğurabileceğini göstermektedir.

Bu yönüyle söz konusu ödemeler, öngörülebilir ve önlenebilir nitelikte bir mali risk alanı oluşturmaktadır. Bu nedenle Sayıştay denetimlerinde tazminat, faiz ve yargılama gideri gibi ödeme kalemlerinin yanında, belediyelerin imar programlarını yapma ve bu programa uygun olarak parselasyon planlarını hazırlama görevlerini zamanında ve mevzuata uygun olarak yerine getirip getirmediğinin de incelenmesi gerekmektedir. Aksi halde, mevzuattan doğan bağlı yetkinin kullanılmaması suretiyle kamu kaynağında büyük yük ortaya çıkaran tazminat ödemeleri, kamu maliyesi ve denetim hukuku bakımından mali sorumluluk ve kamu zararı tartışmasını gündeme getirebilecektir.

Bu çerçevede, hukuki el atma tazminatları belediyeler açısından dava sonucunda ortaya çıkan bir ödeme kalemi olmasının ötesinde, zamanında yerine getirilmeyen imar uygulama yükümlülüklerinin mali sonucu olarak değerlendirilmelidir.

3. HUKUKİ EL ATMA TAZMİNATLARININ ÖNLENMESİNE YÖNELİK SİSTEMATİK ÇÖZÜM ÇERÇEVESİ

Yukarıda gösterildiği üzere hukuki el atma tazminatları ödeyen belediyelerin bu yükü azaltabilmesi için beş yıllık imar programlarını hazırlamaları ve bu programa uygun olarak parselasyon planlarını süresinde yapmaları gerekir. Bu program, planlı alanın tamamında hangi bölgelerde parselasyon

planı yapılabileceğini, hangi bölgelerde parselasyon planı yapılamayacağını, kamu hizmet alanlarının hangi yöntemle kamu eline geçeceğini ve bu süreçlerin hangi kurumların sorumluluğunda yürütüleceğini ortaya koymalıdır.

Bu çerçevenin uygulanabilmesi için beş yıllık imar programı, nazım imar planı ve uygulama imar planı kararlarından başlayarak veri toplama, bölgeleme, DOP dengelemesi, parselasyon yapılabilecek ve yapılamayacak alanların ayrılması, kamulaştırma sorumluluğunun belirlenmesi, kurumlara tebliğ, uygulama ve denetim aşamalarını içeren bütüncül bir iş akışı içinde ele alınmalıdır. Bu iş akışı Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2: Beş Yıllık İmar Programına Dayalı Uygulama ve Denetim İş Akışı

Aşama	İşlem	Karar / Kontrol Noktası	Çıktı
1	Nazım imar planına uygun olarak uygulama imar planı hazırlanır.	Uygulama imar planı nazım imar planı kararlarıyla uyumlu mu?	Uygulama imar planı taslağı
2	Uygulama imar planı onaylanır, askı ve itiraz süreçleri tamamlanarak kesinleşir.	Plan kesinleşti ve yürürlüğe girdi mi?	Kesinleşmiş uygul-ama imar planı
3	Kesinleşen uygulama imar planından sonra üç ay içinde beş yıllık imar programı hazırlık süreci başlatılır.	Program hazırlık süreci yasal süre içinde başlatıldı mı?	Beş yıllık imar programı hazırlık kararı
4	Uygulama imar planı, kadastro, mülkiyet verisi, tapu kayıtları, hâlihazır harita, yapılaşma durumu, doğal, yapay ve yasal eşikler toplanır.	Veri setleri güncel ve birlikte analiz edilebilir durumda mı?	Uygulama veri tabanı
5	Toplanan veriler coğrafi veri tabanına akta-rılır ve planlı alan bütününde analiz edilir.	Plan, kadastro ve mülkiyet verileri birbiriyle uyumlu mu?	Analiz edilebilir bütünleşik veri seti
6	Doğal, yapay ve yasal eşikler dikkate alı-narak planlı alan içinde bölgelemeler yapılır.	Eşikler parselasyon uygulamasını sınırlandırıyor mu?	Ön uygulama bölgeleri
7	Her bölge için DOP dengesi, kamu hizmet alanı ihtiyacı, mülkiyet yapısı, yapılaşma du-rumu ve uygulama olanakları değerlendirilir.	Bölge parselasyon planı uygulanabilir nitelikte mi?	Uygulama uygunluk değerlendirmesi
8	DOP dengelemesi yapılarak uygulama bölgeleri kesinleştirilir.	Bölgedeki DOP oranı yasal üst sınır içinde kalıyor mu, diğer bölgelerle uyumlu mu?	Kesinleşmiş uygulama bölgeleri
9	Parselasyon planı uygulanamayacak bölgeler veya alanlar belirlenir.	Parselasyon yapılamama gerekçesi teknik, fiili veya hukuki olarak açıklanabiliyor mu?	Parselasyon yapılamayacak alanlar listesi
10	Parselasyon planı uygulanamayacak alanlarda imar hakkı aktarımı olanağı değerlendirilir.	İmar hakkı aktarımı için verici ve alıcı alan/parsel belirlenebiliyor mu?	Potansiyel verici ve alıcı alanlar

Aşama	İşlem	Karar / Kontrol Noktası	Çıktı
11	Parselasyon planı uygulanabilecek bölgeler netleştirilir.	Bölge parselasyon uygulamasına hazır mı?	Parselasyon yapılacak bölgeler
12	Parselasyon yapılacak bölgeler etaplara ayrılır ve uygulama yılları belirlenir.	Etaplama kentin gelişim yönü, DOP dengesi ve kamu hizmet alanı ihtiyacıyla uyumlu mu?	Beş yıllık uygulama takvimi
13	Parselasyon planı uygulanamayacak bölgeler için parsel bazında ve kurum bazında kamulaştırma listeleri oluşturulur.	Hangi kamu hizmet donatısından hangi kurum sorumlu?	Kurum bazlı kamulaştırma listesi
14	Parselasyon planı uygulanacak olmakla birlikte DOP oranı %45'i aşan bölgelerde, DOP üst sınırını aşan kamu hizmet alanları ayrıca belirlenir.	DOP üst sınırı aşılıyor mu? Aşılan kısım hangi yöntemle karşılanacak?	DOP üst sınırını aşan alanlar listesi
15	Kamulaştırılması gereken alanların yaklaşık kamulaştırma bedelleri hesaplanır.	Bedeller parsel, donatı ve kurum bazında ayrıştırıldı mı?	Yaklaşık kamulaş-tırma bedeli tablosu
16	Beş yıllık imar programı raporu hazırlanır.	Programda parselasyon etapları, parselasyon yapılamayan alanlar, imar hakkı aktarımı olasılıkları, kamulaştırma listeleri ve yaklaşık bedeller yer alıyor mu?	Beş yıllık imar programı raporu
17	Program ve ekleri belediye meclisine sunulur.	Belediye meclisi programı kabul etti mi?	Belediye meclisi kararı
18	Kabul edilen beş yıllık imar programı ve ekleri ilgili kamu kurum ve kuruluşlarına resmî kanallarla tebliğ edilir.	Tebliğlerde donatı türü, parseller, yaklaşık bedel, sorumlu kurum ve uygulama yılı açıkça gösterildi mi?	Kurumlara tebliğ dosyası
19	Beş yıllık süre içinde imar uygulamaları programa göre yürütülür.	Parselasyon, kamulaştırma veya imar hakkı aktarımı işlemleri programa uygun ilerliyor mu?	Programla uyumlu uygulama süreci
20	Uygulamalar yıllık olarak izlenir ve gerekçelendirilir.	Programdan sapma varsa gerekçesi raporlandı mı?	İzleme ve gerçekleşme raporu
21	Sayıştay denetimlerinde imar uygulamaları bu program dikkate alınarak değerlendirilir.	Tazminat ödemelerine yol açan idari süreç program, etaplama, tebliğ ve bütçeleme yönünden incelendi mi?	Denetim değerlendirmesi

Bu çerçevede önemli aşamalardan biri, planlı alanın uygulama olanakları bakımından değerlendirilmesi; parselasyon planı yapılabilecek ve yapılamayacak alanların belirlenmesidir. Parselasyon planı yapılabilecek alanlarda uygulama etapları, DOP dengesi, yapılaşma durumu, kamu hizmet alanı ihtiyacı, mülkiyet yapısı, kentin gelişim yönü ve uygulama maliyetleri birlikte dikkate alınmalıdır. Bu alanlarda her etap için yaklaşık DOP oranı, kamu hizmet alanı kazanımı, teknik altyapı ihtiyacı ve uygulama yılı belirlenmelidir. Böylece beş yıllık imar programı, genel bir niyet belgesi olmaktan çıkarak uygulanabilir bir imar uygulama programı niteliği kazanır.

Parselasyon planı yapılabilecek alanlarda temel amaç, imar planı ile uyumsuz mülkiyet dokusunun, önceki bölümde belirtilen etaplama ve DOP dengesi ilkelerine uygun şekilde plan kararlarına kavuşturulmasıdır. Parselasyon planı yapılamayan alanlarda ise kamulaştırma sorumluluğunun belirlenmesi gerekir. Mevcut yapılaşma durumu, mülkiyet dokusu, teknik altyapı, fiili kullanım biçimi veya hukuki sınırlılıklar nedeniyle parselasyon planı yapılamayan alanlar beş yıllık imar programında ayrıca gösterilmelidir. Bu alanların parselasyon planı dışında bırakılması genel ifadelerle açıklanmamalı; yapılaşma durumu, mevcut kullanım, mülkiyet yapısı, plan kararı ve uygulama imkânı her alan özelinde değerlendirilmelidir. Bu alanlarda kamu hizmet donatılarına denk gelen ve henüz kamu eline geçmemiş taşınmazlar tespit edilmeli, donatı türüne göre sorumlu kurum belirlenmeli ve yaklaşık kamulaştırma bedelleri hesaplanmalıdır. Sorumlu kurumun belirlenmesinde kamu hizmet donatısının niteliği ile yargı içtihatları birlikte dikkate alınmalıdır.

Kamulaştırma sorumluluğunun belirlenmesi, hukuki el atma tazminatı riskinin belediye bütçesinde toplanmasını önleyebilecek önemli bir adımdır. Belediye, kendi sorumluluğundaki donatılar bakımından kamulaştırma sürecini yürütebilir. Diğer kamu kurumlarının görev alanına giren donatılar bakımından ise ilgili kurumları bilgilendirmeli ve yaklaşık kamulaştırma bedellerini bildirmelidir. Bu bilgilendirme, ileride doğabilecek hukuki el atma tazminatı davalarında husumetin doğru kuruma yönlendirilmesi bakımından da önem taşır.

Beş yıllık imar programı, ilgili kurumlara yapılacak tebliğ ve bütçeleme süreciyle birlikte ele alınmalıdır. Tebliğlerde kamu hizmet alanının niteliği, etkilenen taşınmazlar, yaklaşık kamulaştırma bedeli, öngörülen uygulama yılı ve edinim yöntemi gösterilmelidir. Böylece ilgili kurumların bütçe hazırlığı yapması ve kamulaştırma sürecini planlaması mümkün hale gelir. Bu bağlantı kurulmadığında, mahkeme kararlarıyla ortaya çıkan tazminat, faiz, vekâlet ücreti ve yargılama giderleri belediye bütçeleri üzerinde plansız bir yük oluşturabilmektedir.

2019 yılında İmar Kanunu'nun 18'inci maddesinde yapılan değişiklik, parselasyon planlarını süresinde hazırlamayan belediyeler bakımından sorumluluk alanını genişletmiştir. Böylece beş yıllık imar programı, parselasyon planı ve kurumlara tebliğ süreci belediyeler bakımından mali sorumluluk doğuran bir yönetim alanı haline gelmiştir. Buna rağmen Sayıştay denetim raporlarında benzer bulguların izleyen yıllarda tekrar etmesi, mevzuat değişikliklerinin belediye uygulamalarında yeterli karşılık bulmadığını göstermektedir.

Sayıştay denetimlerinde hukuki el atma tazminatına ilişkin ödemelerin yanında, bu ödemelere yol açan idari süreçler de incelenmelidir. Bu kapsamda imar programının hazırlanıp hazırlanmadığı, programın uygulanma durumu, parselasyon etapları, parselasyon yapılamayan alanlara ilişkin teknik gerekçeler, kurumlara yapılan bildirimler ve bütçe bağlantısı denetim konusu yapılmalıdır.

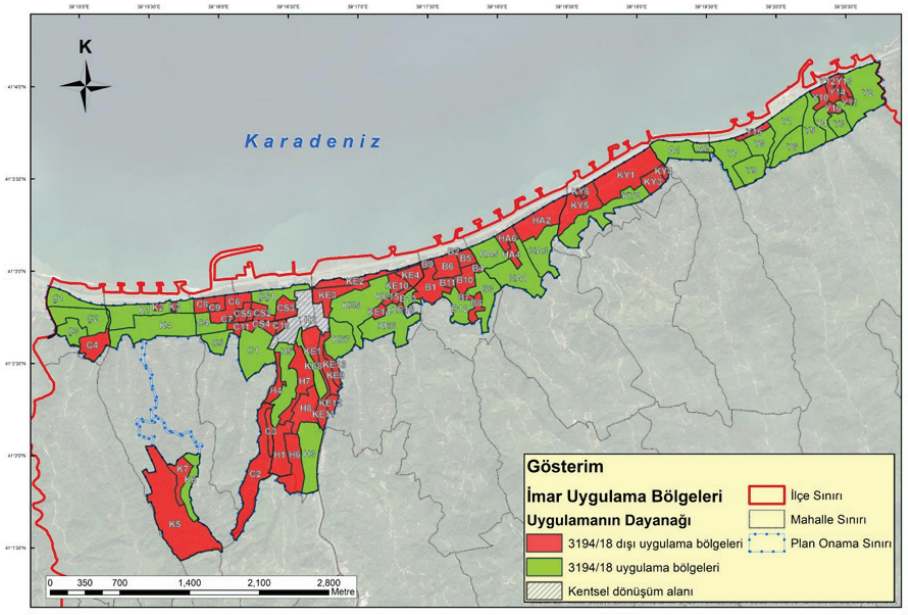
Sayıştay denetim raporlarında bazı belediyelerin önceki denetim dönemlerinde çalışma başlatacaklarını belirtmelerine rağmen, sonraki raporlarda somut bir ilerleme kaydedilmediği ifade edilmiştir (Sayıştay, 2023d; 2023e; 2024g; 2024h). Bu nedenle denetim bulgularının uygulamaya yansımasını güçlendirecek mekanizmaların geliştirilmesi gerekmektedir (Kalabalık, 2026). Bu mekanizma kurulmadığı sürece, aynı konuda tekrar eden denetim bulgularının belediyelerin uygulama pratiğini değiştirme etkisi sınırlı kalacaktır.

4. ÖRNEK VAKA ÜZERİNDEN ÇÖZÜM ÇERÇEVESİNİN SOMUTLAŞTIRILMASI

Bu bölümde, 3. başlık altında önerilen çözüm çerçevesinin belediye ölçeğinde nasıl uygulanabileceğini göstermek amacıyla Trabzon ili Vakfıkebir Belediyesi tarafından hazırlanan beş yıllık imar programı incelenmiştir. Örnek vaka, beş yıllık imar programı, parselasyon planı, kamulaştırma sorumluluğu, kurumlara tebliğ ve bütçeleme ilişkisinin uygulamada nasıl kurulabileceğini göstermek amacıyla kullanılmıştır.

Vakfıkebir Belediyesi 06/11/2024 tarih ve 36 sayılı meclis kararı ile Vakfıkebir İlçesi 1/1000 Ölçekli Uygulama İmar Planı sınırındaki 603 hektarlık alanda beş yıllık imar programını hazırlayarak onaylamıştır (Şekil 7). Planlı alan, parselasyon planı yapılmak suretiyle kamu hizmet alanlarının bedelsiz olarak kamuya kazandırılacağı alanları içeren gelişme alanları ile fiili ve teknik imkânsızlıklar nedeniyle parselasyon planı yapılamayacak ve kamu hizmet alanlarının kamulaştırma yöntemi ile edinilebileceği kentsel alanlar olarak ikiye ayrılmıştır. Gelişme alanlarında parselasyon planı yapılacak bölgeler ve yaklaşık kesinti oranları belirlenmiş, kentin gelişim yönüne doğru beş yıllık sürede hangi sırayla parselasyon planı uygulamalarının yapılacağı belirlenmiştir (Şekil 8). Beş yıla yayılmış bu uygulama etaplamasında önceliklendirme, idarenin planlı alandaki kentsel gelişimi yönlendirmeye ilişkin kararının bir göstergesidir.

Şekil 7: Vakfıkebir Belediyesi Beş Yıllık İmar Programında İmar Uygulama Yöntemleri ve Uygulanacağı Etaplar



Beş yıl süresince yapılacak parselasyon planı uygulamaları ile kamu eline geçecek umumi ve kamu tesis alanlarının toplam büyüklüğü 104,65 hektar olarak belirlenmiştir. Program kapsamında, parselasyon planları hazırlanması durumunda bu alanlarda hukuki el atma için tazminat yükü ortadan kalkacaktır. Kentsel alanlarda kalan ve parselasyon planı yapılmasının teknik, fiili ve hukuki olarak mümkün olmadığı alanlarda ise hangi donatının hangi kurumun sorumluluğunda olduğu, hangi parselleri içerdiği, yaklaşık kamulaştırma rayiç değerlerinin ne kadar olduğu tespit edilmiş ve Vakfıkebir Belediyesi bu bilgileri ilgili meclis kararı ekinde ilgili kurumlara tebliğ etmiştir (Tablo 3). Böylece Vakfıkebir örneğinde, parselasyon yapılamayan alanlarda dahi hukuki el atma tazminatı riski önceden yönetilebilir hale gelmektedir.

Şekil 8: Parselasyon Planı Yapılacak Bölgeler ve Kentin Gelişim Yönüne Doğru Beş Yıllık Sürede Parselasyon Planı Uygulamalarının Yapılacağı Bölge Sıralaması

Tablo 2. İmar programının detaylı analizi - I (3194/18 uygulama bölgeleri)

İMAR PROGRAMI DETAYLI ANALİZİ					
SIRA NO	**BÖLGE**	**GÖSTERİM SIRA NO**	**UYGULAMA YILI**	**UYGULAMA ALANI (ha)**	**YAKLAŞIK MALİYET (₺)**
1	Aydoğdu – 1	A1	2025	8.76	₺980,000.00
2	Aydoğdu – 2	A2	2026	1.80	₺214,000.00
3	Büyükliman – 3	B3	2029	8.93	₺998,000.00
4	Büyükliman – 12	B12	2028	6.13	₺696,000.00
5	Büyükliman – 13	B13	2029	1.83	₺218,000.00
6	Cumhuriyet – 1	C1	2027	13.6	₺1,486,000.00
7	Cumhuriyet – 2	C2	2029	16.91	₺1,820,000.00
8	Cumhuriyet – 4	C4	2028	4.68	₺536,000.00
9	Cumhuriyet – 5	C5	2029	4.64	₺532,000.00
10	Çamlık Sahil – 1	Ç1	2025	6.71	₺759,000.00
11	Çamlık Sahil – 2	Ç2	2026	10.97	₺1,214,000.00
12	Çamlık Sahil – 3	Ç3	2027	5.18	₺592,000.00
13	Çarşı – 1	ÇŞ1	2027	7.22	₺815,000.00
14	Hacıköy – 1	HA1	2026	14.74	₺1,603,000.00
15	Hacıköy – 3	HA3	2026	10.37	₺1,151,000.00
16	Hacıköy – 5	HA5	2026	7.7	₺867,000.00
17	Hürriyet – 1	H1	2029	8.32	₺933,000.00
18	Hürriyet – 3	H3	2027	12.53	₺1,376,000.00
19	Hürriyet – 4	H4	2029	3.53	₺409,000.00
20	Hürriyet – 5	H5	2028	11.76	₺1,296,000.00
21	Hürriyet – 6	H6	2029	9.19	₺1,026,000.00
22	Hürriyet – 7	H7	2029	9.28	₺1,036,000.00
23	Kemaliye – 5	KE5	2026	18.92	₺2,018,000.00
24	Kemaliye – 6	KE6	2025	13.39	₺1,464,000.00
25	Kemaliye – 7	KE7	2027	8.88	₺993,000.00
26	Kemaliye – 8	KE8	2026	4.91	₺562,000.00
27	Kirazlık Yeni – 2	KY2	2028	13.71	₺1,498,000.00
28	Körez – 1	K1	2027	11.97	₺1,319,000.00
29	Körez – 4	K4	2027	17.5	₺1,879,000.00
30	Körez – 6	K6	2028	5.76	₺656,000.00
31	Yalıköy – 1	Y1	2025	10.61	₺1,177,000.00
32	Yalıköy – 2	Y2	2025	17.49	₺1,878,000.00
33	Yalıköy – 3	Y3	2029	4.05	₺467,000.00
34	Yalıköy – 4	Y4	2025	3.9	₺450,000.00
35	Yalıköy – 5	Y5	2027	8.33	₺935,000.00
36	Yalıköy – 6	Y6	2026	7.18	₺810,000.00
37	Yalıköy – 7	Y7	2028	10.03	₺1,115,000.00
İMAR PROGRAMI DETAYLI ANALİZİ					
SIRA NO	**BÖLGE**	**GÖSTERİM SIRA NO**	**UYGULAMA YILI**	**UYGULAMA ALANI (ha)**	**YAKLAŞIK MALİYET (₺)**
38	Yalıköy – 8	Y8	2029	6.07	₺690,000.00
39	Yalıköy – 9	Y9	2029	6.59	₺746,000.00
GENEL TOPLAM				**354.07**	**₺39,214,000.00**

NOT: *Yaklaşık maliyet hesaplamasında Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası (HKMO) tarafından yayımlanan 2024 Yılı II. Yarıyıl Mühendislik Hizmetleri Ücret Cetveli ve Yöresel Katsayılar Ücret Tarifesinden yararlanılmıştır. Trabzon ili Vakfikebir ilçe katsayısı 0,8 ve A değişkeni 7000 TL olarak alınmıştır.*

Parselasyon planı yapılması mümkün olmayan bu alanlarda kalan kamu hizmet donatılarının toplam büyüklüğü yaklaşık 40,81 hektar olarak tespit edilmiştir. Bu alanlar içinde kamu eline geçmiş fakat bilgisi güncellenmemiş alanlar olması ihtimali de raporda yerini almıştır. Yani zaman içinde isteğe bağlı imar uygulamalarına izin verilmesi sebebiyle ve imar parseli hüviyetine kavuşacak parsellerden zorunlu alan kesintisi yapılamaması nedeniyle, kentleşmesi tamamlanmış fakat kamu eline geçmemiş yaklaşık 40,81 hektarlık bir alan söz konusudur. Bu alanlar doğrudan kamulaştırmasız el atma tazminatına konu olabilecek niteliktedir. Özellikle 2019 yılında İmar Kanunu'nun 18. maddesinde yapılan düzenlemenin ardından, Vakfıkebir Belediyesi bu program dâhilinde kamu kurum ve kuruluşlarını bilgilendirmemiş olsaydı, söz konusu tazminat yükünün belediye üzerinde kalması gündeme gelebilecekti. Ancak mevcut durumda belediye, kendi sorumluluğunda olan alanlarda kamulaştırma yapacak, diğer kamu hizmet alanları bakımından ise ilgili kurumların sorumluluklarını belirlemiş olacaktır.

Tablo 3: Kamulaştırma Yöntemi ile Kamu Eline Geçmesi Gereken Alanlarda Kamulaştırma Yükünü Üstlenecek Kurumlar

Hukuki El Atma Husumeti Yönlendirilecek Kurum	Kamu Hizmet Donatısı	Yaklaşık Kamulaştırma Bedeli (TL)
Gençlik ve Spor Bakanlığı (Kapalı Spor Tesisi) veya Vakfıkebir Belediyesi (Açık Spor Tesisi)	Spor Alanı	1,185,132.86
Millî Eğitim Bakanlığı	İlkokul, Lise, Ortaokul Alanı	2,714,855.59
Sağlık Bakanlığı	Sağlık Tesis Alanı	1,582.32
Sorumluluğuna Göre Millî Eğitim Bakanlığı, Trabzon Büyükşehir Belediyesi veya Vakfıkebir Belediyesi	Anaokulu Alanı	1,049,959.51
Sorumluluğuna Göre Trabzon Büyükşehir Belediyesi veya Vakfıkebir Belediyesi	Belediye Hizmet Alanı	10,140,226.15
Tahsis Edilen Kurum Adına (İlgili Bakanlık, Valilik)	Resmi Kurum Alanı	3,373,998.17
Sorumluluğuna Göre Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, Gençlik ve Spor Bakanlığı, Trabzon Büyükşehir Belediyesi	Sosyal Tesis Alanı	6,399,873.54
Sorumluluğuna Göre TEİAŞ, TEDAŞ ya da Yatırımcı Kurum/Kuruluş veya Trabzon Büyükşehir Belediyesi	Teknik Altyapı Alanı	333,906.72

Hukuki El Atma Husumeti Yönlendirilecek Kurum	Kamu Hizmet Donatısı	Yaklaşık Kamulaştırma Bedeli (TL)
Vakfıkebir Belediyesi	Dini Tesis Alanı	1,673,240.28
Devlet Su İşleri veya Trabzon Büyükşehir Belediyesi (Su ve Kanalizasyon İdaresi Tarafından)	Dere-Kanal	6,328,360.839
Trabzon Büyükşehir Belediyesi	Mezarlık Alanı	2,378,020.077
Trabzon Büyükşehir Belediyesi (Yargıtay 5. Hukuk Dairesi)	Rekreasyon Alanı	40,384,518.34
Vakfıkebir Belediyesi	Park	10,567,440.36

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

2012-2024 yılları arasında incelenen Sayıştay denetim raporları, hukuki el atma tazminatlarının belediyeler açısından münferit dava sonuçlarından ibaret olmadığını ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın bulguları da hukuki el atma tazminatlarının belediyeler açısından dava sürecinde ortaya çıkan münferit ödeme kalemleri olarak görülmemesi gerektiğini göstermektedir. Sorun, imar planı kararlarının uygulama programı ve parselasyon planı ile zamanında hayata geçirilememesinden kaynaklanan daha geniş bir uygulama ve mali yönetim sorunudur. Sayıştay denetim raporlarında benzer bulguların farklı yıllarda tekrar etmesi de bu sorunun idari uygulama pratiğinde süreklilik kazandığını göstermektedir.

Geliştirilen çözüm çerçevesi, hukuki el atma tazminatlarını dava sonrasında ödenecek bir tazminat yükü olarak değil, imar programı aşamasında yönetilebilecek bir mali risk olarak ele almaktadır. Bu nedenle beş yıllık imar programının hazırlanması, parselasyon planı yapılabilecek alanların belirlenmesi, parselasyon yapılamayan alanlarda kamulaştırma sorumluluğunun ilgili kurumlar itibarıyla ortaya konulması ve yaklaşık kamulaştırma bedellerinin bütçeleme sürecine dâhil edilmesi birlikte değerlendirilmelidir.

Bu kapsamda önerilen çözüm çerçevesi dört temel adıma dayanmaktadır: (i) Planlı alanın uygulama olanaklarına göre ayrıştırılması, (ii) parselasyon yapılabilecek alanlarda etaplama ve DOP dengesinin kurulması, (iii) parselasyon yapılamayan alanlarda kurum sorumluluğu ile yaklaşık kamulaştırma bedellerinin belirlenmesi ve (iv) bu sürecin tebliğ, bütçeleme ve denetim mekanizmalarıyla desteklenmesi.

Beş yıllık imar programı imar planlarının uygulanma sırasını, uygulama yöntemini, ilgili kurumların sorumluluklarını ve yaklaşık maliyetleri görünür hale getiren temel bir programlama aracıdır. Bu nedenle belediyeler tarafından, uygulama imar planları eski tarihli olsa dahi, beş yıllık imar programlarının güncel ihtiyaçlara göre ivedilikle hazırlanması gerekmektedir. Parselasyon planı yapılamayan alanlarda ise kamu hizmet donatısının niteliği, sorumlu kurum, yaklaşık kamulaştırma bedeli ve uygulama yılı açık biçimde belirlenmelidir. Örnek vaka olarak incelenen Vakfıkebir Belediyesi beş yıllık imar programı, önerilen çözüm çerçevesinin belediye ölçeğinde uygulanabilirliğini ve hukuki el atma tazminatlarının önlenmesine yönelik programlı bir yaklaşımın mümkün olduğunu göstermektedir.

Belediyelerin imar uygulamalarında, isteğe bağlı ya da parçacıl olarak ifade edilen ifraz, tevhit, yola terk gibi uygulamalar istisnai haller dışında sınırlanmış, parselasyon planı yöntemi temel uygulama aracı olarak öne çıkarılmıştır. İmar planının tamamında DOP kesintisi oranları dengelemesi yapmadan, yaklaşık rayiç değerlere, topografik şartlara, yapay, doğal ve yasal eşiklere göre bölgeleme yapmadan ve imar haklarına göre etaplar oluşturmadan; plan üzerinde rastgele seçilmiş bir alanda parselasyon planı yapmak doğru bir imar uygulama yöntemi değildir. Bu nedenle parselasyon planlarının plan bütününde, uygulama etapları ve DOP dengesi dikkate alınarak hazırlanması gerekmektedir. Aksi yöndeki uygulamalar, yargı iptalleri ve tazminat yükleri üzerinden belediyeler açısından kamu zararı tartışmasını gündeme getirebilecektir.

Sayıştay denetimleri bakımından, hukuki el atma tazminatlarına ilişkin ödeme kalemlerinin yanında bu ödemelere yol açan idari sürecin de izlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda beş yıllık imar programının hazırlanıp hazırlanmadığı, programın uygulanma durumu, parselasyon planlarının programa dayalı olup olmadığı, parselasyon yapılamayan alanlarda kurumlara gerekli bildirimlerin yapılıp yapılmadığı ve kamulaştırma sorumluluklarının bütçeye yansıtılıp yansıtılmadığı denetimlerde dikkate alınmalıdır.

Bu kapsamda ilgili kurumlar tarafından, geleneksel yöntemler yerine coğrafi bilgi teknolojileri tabanlı modellere dayanan ve günümüz gereksinimlerini karşılayan yönlendirici rehber dokümanların hazırlanması gerekmektedir. Hazırlanacak rehberler, belediyelerin uygulama farklılıklarını azaltacak, Sayıştay denetimlerinde ortak değerlendirme ölçütlerinin oluşmasına katkı sağlayacak ve hukuki el atma kaynaklı mali risklerin daha erken aşamada tespit edilmesini kolaylaştıracaktır.

KAYNAKLAR

Akdemir, B. (2021). İmar Planlarında Hiyerarşi. Konya Barosu Dergisi, 1(1), 133-173. https://izlik.org/JA66TA86NU

Atasoy, B.A. (2025). Arazi ve Arsa Düzenlemesi Çerçevesinde Mülkiyet ve İmar Hakları Aktarımının Modellenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Atasoy, B. A., Terzi, F., Uzun, B. ve Yıldırım, V. (2026a). Türkiye'de imar hakkı aktarımı modelinin kurgulanması ve uygulama esasları. Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, 13(2), 157-180.

Atasoy, B. A., Uzun, B., Terzi, F. ve Yıldırım, V. (2026b). From expropriation to transfer of development rights: legal-operational analysis of the Turkish Model. Survey Review, 1-17.

Azak, K. (2023). Anayasa Mahkemesi Kararları Çerçevesinde İmar Planı Uygulamaları ile Mülkiyet Hakkının Sınırlanması. Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 31(4), 1561-1601. https://doi.org/10.15337/suhfd.1310288

Bakırcı, M. K. (2022). İmar Planında Umumi Hizmete Ayrılan Taşınmazın Tahsisine "Özel" İfadesinin Eklenmesine Dair Bir Özel Hukuk İncelemesi. Hacettepe Hukuk Fakültesi Dergisi, 12(2), 1346-1382. https://doi.org/10.32957/hacettepehdf.1084624

Büyükvelioğlu, E. (2024). İmar Hukuku ve Şehircilik İlkeleri IV. Eskiz: Şehir ve Bölge Planlama Dergisi, 06(02), 103-112. https://doi.org/10.5281/zenodo.14921390

Çatalbaş, F. (2016). Yozgat şehir merkezinin başlıca kentleşme sorunları ve çözüm önerileri. Erciyes Üniversitesi FBE Fen Bilimleri Dergisi, 32(1), 1-10.

Çoruhlu, Y. E., Uzun, B. ve Yıldız, O. (2019a). Taşınmaz Mülkiyeti Üzerinde İmar Planından Kaynaklı Tevhit Şartı Kısıtlamasının İncelenmesi. Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 27(3), 411-434. https://doi.org/10.15337/suhfd.552484

Çoruhlu, Y. E., Uzun, B., ve Yıldız, O. (2019b). Kamulaştırmasız Hukuki El Atma Kavramının İncelenmesi ve Muhtemel Çözüm Yaklaşımlarının Geliştirilmesi. Türkiye Adalet Akademisi Dergisi, 39, 1-28.

Çoruhlu, Y. E., Uzun, B. ve Yıldız, O. (2020). Zoning plan-based legal confiscation without expropriation in Turkey in light of ECHR decisions. Land Use Policy, 95, 104598.

Doebele, W. A. (1982). Introduction and synopsis. In W. A. Doebele (Ed.), Land readjustment (pp. 1–28). Lexington Books.

Dursun, H. (2007). Belediye dizgesine getirilen yeniliklere genel bir bakış. Türkiye Barolar Birliği Dergisi, (70), 359–426.

Erkal, A. (2021). Kamulaştırmasız El konulan Taşınmazın İdarenin Mülkiyetine Geçmesinden Sonra Eski Mal Sahibinin Taşınmazına Tekrar Kavuşması. İstanbul Hukuk Mecmuası, 79(3), 963-999.

Gençkaya, Ö. ve Öz, B. (2021). İmar Kısıtlamaları ve Mülkiyet Güvenliği. Yasama Dergisi, (42), 159-182.

Gölcüklü, M. A. (2023). Hukuki El Atma Davaları. Ankara Barosu Dergisi, 81(2), 255-280.

Güloğlu, Y. (2021). Legal Confiscation as a Property Right Issue in Turkey. Jurnal Cita Hukum, 9(3), 429-448.

İnam, Ş. ve Akdeniz, H. B. (2020). İmar Planı Uygulama Yöntemi Seçiminde Mesleki Liyakat ve Etik. Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi, 2(2), 56-61.

Kalabalık, H. (2015). İmar hukuku dersleri. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Kalabalık, H. (2026). İmar Planlarıyla Kısıtlanan Taşınmazların Emlak Vergisi. Maltepe Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, (2), 226-274. https://izlik.org/JA58WD46BL

Kaplan, O. (2024). İmar Hukukunda Umumi Hizmetlere Ayrılan Yerlerde Muvakkat Yapılar. İstanbul Medipol Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 11(2), 31-60.

Keleş, R. (1998). Kentbilim terimleri sözlüğü. İmge Yayınevi.

Koçak, E. (2025). Mekânın Hukuki Direnişi: Planlama Süreçlerinde Mülkiyetin Önemi, İhtilafları ve Kamu Yararı Dengesi. Eskiz: Şehir ve Bölge PLanlama Dergisi, 7(02), 139-157.

Köktürk, E. (2005). Arsa düzenlemeleri için önemli bir araç: imar programı. Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, (92), 12-20.

Larsson, G. (1997). Land readjustment: A tool for urban development. Habitat International, 21(2), 141-152.

Seele, W. (1982). Land readjustment in the Federal Republic of Germany. Land Readjustment, DC Health and Co., Lexingtons, Mass.

Sayıştay (2013). Ankara Yenimahalle Belediyesi 2013 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. https://www.sayistay.gov.tr/reports/NaQ5ppPgqB-ankara-yenimahalle-belediyesi

Sayıştay (2021). Trabzon Büyükşehir Belediyesi 2021 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. https://www.sayistay.gov.tr/reports/4382-trabzon-buyuksehir-belediyesi

Sayıştay (2023a). İstanbul Beşiktaş Belediyesi 2023 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. https://www.sayistay.gov.tr/reports/18QrvMWQjk-istanbul-besiktas-belediyesi

Sayıştay (2023b). Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi 2023 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. https://www.sayistay.gov.tr/reports/47o8ypEgy6-diyarbakir-buyuksehir-belediyesi

Sayıştay (2023c). Antalya Kepez Belediyesi 2023 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. https://www.sayistay.gov.tr/reports/xkQd8NDQlA-antalya-kepez-belediyesi

Sayıştay (2023d). Ankara Çankaya Belediyesi 2023 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. https://www.sayistay.gov.tr/reports/47o8yLDgy6-ankara-cankaya-belediyesi

Sayıştay (2023e). Mardin Büyükşehir Belediyesi 2023 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. https://www.sayistay.gov.tr/reports/qZoxebbg5P-mardin-buyuksehir-belediyesi

Sayıştay (2024a). İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2024 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. https://www.sayistay.gov.tr/reports/2Mgpb5XYjy-istanbul-buyuksehir-belediyesi

Sayıştay (2024b). Antalya Muratpaşa Belediyesi 2024 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. https://www.sayistay.gov.tr/reports/0wgv136olL-antalya-muratpasa-belediyesi

Sayıştay (2024c). Gaziantep Şehitkamil Belediyesi 2024 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. https://www.sayistay.gov.tr/reports/eaYwd0DoX1-gaziantep-sehitkamil-belediyesi

Sayıştay (2024d). Çanakkale Belediyesi 2024 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. https://www.sayistay.gov.tr/reports/47o87AAYy6-canakkale-belediyesi

Sayıştay (2024e). İstanbul Sarıyer Belediyesi 2024 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. https://www.sayistay.gov.tr/reports/wEYD1BroyX-istanbul-sariyer-belediyesi

Sayıştay (2024f). İstanbul Beşiktaş Belediyesi 2024 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. https://www.sayistay.gov.tr/reports/l1QZR1WQep-istanbul-besiktas-belediyesi

Sayıştay (2024g). Mardin Büyükşehir Belediyesi 2024 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. https://www.sayistay.gov.tr/reports/NaQ5BaXYqB-mardin-buyuksehir-belediyesi

Sayıştay (2024h). Ankara Çankaya Belediyesi 2024 yılı Sayıştay düzenlilik denetim raporu. https://www.sayistay.gov.tr/reports/vMga05yolE-ankara-cankaya-belediyesi

Orhan, A. R. (2022). Mülkiyet hakkı ve kamulaştırma. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi Hukuk Sayısı, 21(44), 865-884.

Öngören, G. (2020). Yargı kararları ışığında imar hukuku. https://ongoren.av.tr/wp-content/uploads/2020/08/imar_hukuku_kitabi-15.04.2020.pdf

Terzi, F. (2024). İmar programına esas düzenleme bölgelerinin coğrafi bilgi teknolojileri ile belirlenmesi ve yenilikçi bir AAD modeli önerisi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Türk, Ş.Ş. ve Ünal, Y. (2003). Arazi ve arsa düzenlemesi metoduna ilişkin olumsuz önyargı. İTÜ Dergisi, 2(1), 111-118.

UN-Habitat (2014). Land readjustment experiences in Turkey: Urban legal case studies. United Nations Human Settlements Programme.

Uysal, A. (2015). Kamulaştırmasız El Atma Halinde Açılabilecek Davalar, Taraf Ehliyetleri ve Nitelikleri. İstanbul Medipol Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2(1), 199-216.

Uzun, B. (2000). Çevre yolu–mülkiyet ilişkilerinin imar hakları açısından incelenmesi ve arazi düzenlemesi yaklaşımıyla bir model önerisi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Uzun, B., Yıldırım, V., Terzi, F., Atasoy, B.A. ve Uzun, S. (2024a). Arazi ve Arsa Düzenlemesi Uygulamalarında Bedele Dönüştürme Miktarının Tespiti. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 14(3), 1604-1622.

Uzun, B., Yıldırım, V., Çoruhlu, Y.E., Yıldız, O., Terzi, F. ve Atasoy, B.A. (2024b). The process of transition to a value-based distribution model in the Turkish land readjustment system. Land Use Policy, 147, 107360.

Uzun, B., Yıldırım, V., Çoruhlu, Y. E., Yıldız, O., Terzi, F. ve Atasoy, B. A. (2024c). Enhancing Turkish land readjustment via a combination of IPA-based on SWOT and workshops. Land Use Policy, 144, 107245.

Yıldız, H. (2015). İmar mevzuatı: İdaremizi ilgilendiren yönleri, imar uygulamaları, kontrol ve tescil işlemleri ile sorunlar ve çözüm önerileri. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, Teftiş Kurulu Başkanlığı.

Yılmaz, A. (2020). Kamulaştırmasız el atma ve hukuki el atma kavramlarının tüzel gelişiminin incelenmesi. Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, 7(2), 155-183. https://doi.org/10.9733/JGG.2020R0010.T

Yılmaz, A. ve Yılmaz, O. (2024). Arazi ve arsa düzenlemesinde kamulaştırma amaçlı tahsis yaklaşımının incelenmesi. Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, 12(1), 89-89. https://doi.org/10.9733/JGG.2025R0007.C

Yılmaz, O. ve Alkan, M. (2024). What European practices can offer for the sustain of Türkiye's land value capture instruments: Addressing potential implications with PEST analysis. Sustainable Futures, 8, 100393.

THE SCALE OF LEGAL CONFISCATION COMPENSATIONS IN MUNICIPALITIES AND PROPOSED SOLUTIONS

Bayram UZUN, Volkan YILDIRIM, Fatih TERZİ
Bura Adem ATASOY, Mihriban ÖZTÜRK SAKA, İsa TÜTÜNCÜ

EXTENDED ABSTRACT

The implementation of zoning plan decisions is a core requirement of the Turkish planning system. These decisions are expected to be carried out through five-year zoning programs and subsequent zoning applications prepared after the approval and finalization of zoning plans. This process aims to eliminate long-term restrictions on property rights arising from public service allocations. According to Articles 10 and 18 of the Zoning Law No. 3194, local governments are responsible for preparing these programs and implementing zoning applications. However, in practice, only a limited number of municipalities fulfil these obligations.

This gap creates a serious financial problem for local administrations. When zoning plans are not implemented on time, property owners file lawsuits based on legal confiscation. As a result, municipalities are required to pay compensation. These payments include the market value of the property as well as interest, litigation costs, attorney fees, enforcement costs and compensation for unlawful occupation. Over time, these liabilities place a heavy burden on municipal budgets and weaken financial sustainability. In this context, the study evaluates legal taking compensation from the perspective of public loss and examines its institutional and financial consequences.

The study is based on the analysis of 2,366 audit reports published by the Turkish Court of Accounts between 2012 and 2024. The findings show that the absence of five-year zoning programs is one of the main reasons for avoidable compensation payments. Municipalities often remain inactive despite long-term planning decisions that restrict property rights. Courts interpret this situation as a violation of the essence of property rights and rule in favour of compensation. In addition, legislative changes introduced in 2019 expanded the responsibility of municipalities and governorships that fail to prepare subdivision plans within the prescribed period. Accordingly, expropriation-related liabilities arising from the failure to prepare subdivision plans may be attributed to the relevant municipality or governorship.

The results also show that the compensation burden can be reduced through timely planning and implementation. In this context, the study examines the 2024 five-year zoning program prepared by Vakfıkebir Municipality in Trabzon. The program covers 603 hectares and clearly defines implementation methods. Areas subject to land readjustment and areas requiring expropriation are identified separately. The program also determines the implementation schedule and informs relevant public institutions about their responsibilities together with approximate expropriation costs. This approach provides a clear framework for implementation and helps reduce the risk of unexpected legal claims.

The findings indicate that preparing five-year zoning programs is not a discretionary choice but a mandatory legal obligation. When these programs are properly designed and implemented, municipalities can prevent legal confiscation cases and reduce financial losses. The study also shows that planning tools such as land readjustment and transfer of development rights can support this process when used within a structured program. For more effective outcomes, central authorities should provide clear guidelines for program preparation, and audit institutions should closely monitor implementation processes. This will help prevent unnecessary compensation payments and support a more balanced and sustainable urban development process.

SAYIŞTAY DERGİSİ
JOURNAL OF TURKISH COURT OF ACCOUNTS

Cilt/Volume: 37
Sayı/Issue: 141
Haziran/June 2026

ISSN: 1300-1981
eISSN: 2651-351X
Araştırma Makalesi/Research Article

THE EFFECT OF MACROECONOMIC STABILITY ON TAX REVENUES: A PANEL DATA ANALYSIS OF DEVELOPING ECONOMIES

MAKROEKONOMİK İSTİKRARIN VERGİ GELİRLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: GELİŞMEKTE OLAN EKONOMİLER ÜZERİNE PANEL VERİ ANALİZİ

Muhammed BENLİ[1], Filiz EKİNCİ[2], Ahmet ÇAĞLAR[3]

ABSTRACT

This study investigates the macroeconomic drivers of tax revenue in developing economies, with particular attention to the roles of economic growth, trade openness, and inflation. The analysis is based on a panel of 57 developing countries covering the 2000-2022 period. The results show that tax revenue performance is shaped unevenly across these core determinants. Trade openness emerges as the most stable and consistently positive correlate of tax revenue, suggesting that deeper integration into formal and externally connected markets strengthens revenue mobilization. Economic growth also contributes positively, although its effect is less uniform across specifications. Inflation, by contrast, has a negative influence on tax revenue. These findings indicate that revenue mobilization in developing economies depends not only on expanding taxable activity, but also on preserving macroeconomic stability. The broader implication is that tax performance should be understood as a macro-fiscal outcome: stronger growth and external integration can support revenue collection, but inflationary instability can materially erode it.

1- Prof. Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, muhammed.benli@bilecik.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6486-8739
2- Prof. Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, filiz.ekinci@bilecik.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1105-4739
3- Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, ahmetcaglar89@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-7415-9872

Submitted/Gönderim: 30.04.2026 **Revised/Revizyon:** 22.06.2026 **Accepted/Kabul:** 22.06.2026

Corresponding/Sorumlu Yazar: Benli, M.

To Cite/Atıf: Benli, M., Ekinci, F. ve Çağlar, A. (2026). The Effect of Macroeconomic Stability on Tax Revenues: A Panel Data Analysis of Developing Economies. TCA Journal / Sayıştay Dergisi, 37(141), 349-375. https://doi.org/10.52836/sayistay.1940789

ÖZ

Bu çalışma, gelişmekte olan ekonomilerde vergi gelirlerinin makroekonomik belirleyicilerini, özellikle ekonomik büyüme, ticari açıklık ve enflasyonun rollerini merkeze alarak incelemektedir. Analiz, 2000-2022 dönemini kapsayan 57 gelişmekte olan ülkeye ait panel veri setine dayanmaktadır. Bulgular, vergi gelirlerinin bu temel değişkenlerden eşit ölçüde etkilenmediğini göstermektedir. Ticari açıklık, vergi gelirleriyle en istikrarlı ve en güçlü pozitif ilişki sergileyen değişken olarak öne çıkmakta; bu durum, daha yüksek düzeyde dışa entegrasyonun ve daha görünür piyasa işlemlerinin gelir mobilizasyonunu desteklediğine işaret etmektedir. Ekonomik büyüme de vergi gelirlerini pozitif etkilemekle birlikte, bu etkinin farklı spesifikasyonlarda daha sınırlı ve daha az istikrarlı olduğu görülmektedir. Buna karşılık enflasyon, vergi gelirleri üzerinde negatif bir etki yaratmaktadır. Bulgular, gelişmekte olan ekonomilerde vergi performansının yalnızca vergilendirilebilir faaliyetin genişlemesine değil, aynı zamanda makroekonomik istikrarın korunmasına da bağlı olduğunu göstermektedir. Daha genel olarak çalışma, vergi gelirlerinin makro-fiskal bir sonuç olarak değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir: büyüme ve dışa açıklık gelir mobilizasyonunu destekleyebilirken, enflasyonist istikrarsızlık bu kazanımları ciddi biçimde aşındırabilmektedir.

Keywords: Tax revenue; panel data analysis; fixed effects; Driscoll-Kraay standard errors.

Anahtar Kelimeler: Vergi gelirleri; panel veri analizi; sabit etkiler; Driscoll-Kraay standart hatalar.

INTRODUCTION

Tax revenue constitutes one of the central foundations of fiscal capacity because it enables governments to finance public services, infrastructure investment, social expenditure, and long-term development priorities. For developing economies, this issue is particularly important because expenditure needs are often high, while the tax base remains relatively narrow, informality is widespread, and administrative capacity is uneven. Previous studies emphasize that tax revenue performance is shaped by macroeconomic, structural, and institutional conditions rather than by a single universal mechanism (Gupta, 2007; van Oordt, 2023; Thath, 2024). In this context, understanding the macroeconomic conditions that support or weaken tax revenue performance is not only a technical fiscal issue, but also a broader question of state capacity, macroeconomic stability, and development.

Developing economies face a persistent challenge in mobilizing stable domestic revenue. External borrowing, foreign aid, and natural-resource income may provide temporary fiscal space, but they cannot substitute for a

durable and broad-based tax system. A stronger tax base allows governments to plan expenditure more effectively, reduce fiscal vulnerability, and respond more flexibly to economic shocks. Therefore, identifying the macroeconomic factors associated with tax revenue performance is essential for designing more resilient fiscal policies. This is especially relevant in developing-country contexts, where fiscal systems are often exposed to growth volatility, external-sector fluctuations, inflationary pressures, and institutional constraints.

The analysis centers on economic growth, trade openness, and inflation as three key macroeconomic determinants of tax revenue. Economic growth may strengthen tax revenue by expanding incomes, profits, consumption, and formal economic activity. Trade openness may support revenue mobilization by increasing the volume of observable transactions and deepening integration with formal domestic and international markets. However, its revenue effect may also depend on whether governments can replace or compensate for potential tariff-related losses through stronger domestic taxation. Inflation, by contrast, may weaken tax performance by eroding the real value of collections, disrupting compliance, and creating broader macroeconomic instability. These channels are frequently emphasized in the tax-revenue literature, but their empirical strength varies across samples, periods, and model specifications (Gupta, 2007; Ha et al., 2022; Tsaurai, 2021).

Although the study focuses on economic growth, trade openness, and inflation, tax revenue performance may also be shaped by structural and institutional conditions. Previous studies show that sectoral composition, urbanization, administrative capacity, and governance conditions may affect the size and visibility of the tax base (Gupta, 2007; van Oordt, 2023; Thath, 2024). For this reason, the empirical model includes selected structural controls in order to isolate the role of the core macroeconomic variables more clearly.

The motivation for this study comes from the fact that these three variables are theoretically central but empirically unsettled. In developing economies, the same macroeconomic variable may have different fiscal implications depending on institutional capacity, sectoral structure, inflation persistence, and the ability of governments to adjust tax administration to changing economic conditions. Growth may expand the tax base, but its effect may be limited when informality remains high. Openness may increase

the visibility of economic transactions, but its fiscal contribution may depend on the structure of trade taxation and domestic revenue mobilization. Inflation may raise nominal tax bases in some settings, yet it may also reduce real collections when tax systems adjust slowly. These ambiguities make it necessary to examine the relationships in a broad panel framework rather than relying only on country-specific or region-specific evidence.

Accordingly, this study investigates the effects of GDP per capita growth, trade openness, and inflation on tax revenue in 57 developing economies over the 2000-2022 period. The empirical analysis uses panel data methods with country and year fixed effects and complements the baseline estimates with Driscoll-Kraay standard errors. Additional robustness checks include parsimonious specifications, lagged models, period-split regressions, and formal interaction tests. This design allows the study to assess not only the average relationship between macroeconomic conditions and tax revenue, but also the stability of these relationships across specifications and periods.

The study contributes to the literature in three ways. First, it provides updated evidence for a broad group of developing economies using recent data covering the period up to 2022. Second, it focuses on a parsimonious set of theoretically central macroeconomic variables, which helps clarify the relative roles of growth, openness, and inflation without overloading the empirical model with an excessive number of controls. Third, it examines temporal heterogeneity by testing whether these relationships changed after 2010, with particular attention to the inflation-tax revenue relationship. This is important because the fiscal consequences of inflation may differ across macroeconomic environments and may become more damaging when inflationary pressures are persistent or institutionally destabilizing.

The remainder of the paper is organized as follows. Section 2 reviews the related literature. Section 3 presents the data, variables, econometric specification, and estimation strategy. Section 4 reports the baseline empirical findings. Section 5 provides robustness checks and temporal heterogeneity tests. Section 6 concludes the study by relating the empirical findings to the existing literature, discussing policy implications, and outlining directions for future research.

1. LITERATURE REVIEW

The literature on tax revenue determinants can be organized around four broad themes: development and growth, trade openness, macroeconomic stability, and structural-institutional conditions. Although these themes are interrelated, separating them clarifies where the strongest empirical regularities lie and where the evidence remains inconclusive.

The first major theme concerns the level of development and economic growth. The basic argument is that more developed economies can collect more tax revenue because they have broader tax bases, more monetized transactions, stronger institutions, and greater administrative reach. Gupta (2007) finds that per capita income is positively associated with tax revenue effort in developing countries. Boukbech et al. (2018) similarly report that per capita GDP strengthens tax capacity in lower-middle-income countries, while Saptono and Mahmud (2021) show that per capita income positively affects both tax revenue and tax effort in Southeast Asia. Yıldız (2019) reaches a similar conclusion for 19 high-income OECD countries, where per capita GDP exerts a positive and statistically significant effect on tax revenues. At the country level, Al-Qudah (2021) confirms this positive relationship for Jordan, and Mmbulaheni et al. (2024) do the same for South Africa. Overall, the literature strongly suggests that income expansion and broader development deepen taxable capacity.

A related but distinct issue is whether economic growth itself strengthens revenue mobilization. In principle, stronger growth should expand profits, wages, employment, and consumption, thereby increasing the revenue base. This expectation is supported by Tsaurai (2021), who finds a positive growth effect in upper-middle-income countries, and by Todorović et al. (2024), who show that GDP positively affects tax revenue in Visegrad countries, especially in the short run. Chamisa and Sunde (2024) also find that GDP growth contributes positively in the short run for Zimbabwe, while Gökpınar (2023) identifies positive long-run effects of industrial production and related macroeconomic variables in Türkiye. However, the growth effect is not always strong in every sample, which indicates that growth may support tax revenue more clearly in some institutional and structural contexts than in others.

The second major theme is trade openness. Many studies argue that openness can raise tax revenue by increasing the volume of recorded domestic and external transactions and by supporting formalization. Gupta (2007), Ha et al. (2022), Saptono and Mahmud (2021), Chettri et al. (2023), Thath (2024), and Mmbulaheni et al. (2024) all report positive effects of openness or trade-related indicators on tax performance. In these studies, greater external integration appears to improve revenue mobilization by widening the effective tax base. Yet the literature also contains a competing argument: trade liberalization may reduce revenue when tariff cuts are not offset by stronger domestic taxation. Tsaurai (2021) reports a negative effect of trade openness in upper-middle-income countries, while Yıldız (2019) finds no statistically significant effect in high-income OECD economies. Çalcalı and Altıner (2019) likewise show strong cross-country heterogeneity in OECD cases. Hence, openness may be revenue-enhancing, but only under supportive tax and administrative conditions.

The third line of research focuses on inflation and macroeconomic stability. In much of the literature, inflation is interpreted as harmful to tax performance because it erodes the real value of tax receipts, weakens compliance, and reflects broader instability. This negative view appears in Gupta (2007), Bati (2025), Öztürk et al. (2019), Mmbulaheni et al. (2024), and Todorović et al. (2024). Çalcalı and Altıner (2019) also report that inflation generally has a negative effect across OECD countries. However, not all studies support this conclusion. Boukbech et al. (2018) find a positive relationship between inflation and tax effort, Kebede et al. (2024) report a positive effect in Ethiopia, and Thath (2024) finds that inflation is positively associated with tax revenue in Southeast Asia. Meanwhile, Saptono and Mahmud (2021) and Yıldız (2019) conclude that inflation is not statistically significant in their main models. This wide dispersion of findings makes inflation one of the least settled determinants in the literature.

The fourth strand of the literature highlights structural and institutional factors. Sectoral composition is important because agriculture is often difficult to tax, whereas manufacturing and formal industry are generally easier to monitor and assess. Gupta (2007) and Yıldız (2019) both suggest that agriculture is associated with weaker tax performance, while Ha et al. (2022) and Saptono and Mahmud (2021) report positive roles for industry and manufacturing. Yet Thath (2024) finds a negative manufacturing effect

in Southeast Asia, which suggests that industrial tax incentives and sector-specific exemptions may offset the expected formalization advantage. Thus, sectoral effects are not automatic; they depend on the specific tax structure and the policy regime in place.

Institutional factors also play a significant role in shaping tax outcomes. Van Oordt (2023) argues that tax ratios are influenced by deeper determinants such as geography, formal institutions, and informal norms. Özmen (2016) finds that economic freedom and anti-corruption conditions support tax performance in BRIC-T countries. Thath (2024) identifies government effectiveness and human development as positive drivers in Southeast Asia, while Gülşen and Yıldıran (2021) show that tax structures and institutional settings interact with corruption and governance dynamics in transition economies. These studies collectively indicate that macroeconomic conditions alone cannot fully explain tax performance; institutional quality remains a critical conditioning factor.

Methodologically, the literature is highly diverse. Time-series studies such as Al-Qudah (2021), Chamisa and Sunde (2024), Eng and Lim (2026), Gökpınar (2023), and Kebede et al. (2024) rely on ARDL-type frameworks, while panel studies such as Gupta (2007), Ha et al. (2022), Saptono and Mahmud (2021), Thath (2024), Tsaurai (2021), Yıldız (2019), and Todorović et al. (2024) employ fixed effects, random effects, GMM, or PMG-type estimators. This methodological diversity partly explains why the findings remain mixed. Different estimators emphasize different sources of variation, and relationships that appear robust in one context may weaken in another. Therefore, the contradictions in the literature are not merely substantive; they are also methodological.

Overall, the literature yields three implications that directly motivate the present study. First, growth-related variables are the most consistently positive determinants of tax revenue. Second, trade openness is often beneficial but clearly conditional on country context. Third, inflation is the most ambiguous of the core macroeconomic determinants, with its sign and significance varying sharply across studies. This unresolved empirical pattern justifies a fresh panel-data assessment focused specifically on developing economies. The present study responds to this need by re-examining the effects of economic growth, trade openness, and inflation on tax revenue in a broad developing-country sample and by testing whether these relationships remain robust across alternative specifications and subperiods.

2. DATA AND METHODOLOGY

2.1. Data

This study uses annual panel data for developing economies covering the 2000–2022 period. All variables were obtained from the World Bank's World Development Indicators (WDI) database, which is the World Bank's main compilation of internationally comparable development statistics assembled from officially recognized sources. The empirical design was constructed with a clear objective: to preserve the broadest possible country-year coverage while maintaining a usable and internally consistent estimation sample. For this reason, the dataset was organized as an unbalanced panel rather than a balanced one, since imposing full balance would have led to an unnecessary loss of information and a substantial reduction in sample size. After applying the completeness criteria required for the core specification, the final estimation sample consists of 57 developing economies and 1,037 country-year observations.

The dependent variable is tax revenue as a percentage of GDP. According to the WDI metadata, this indicator measures compulsory, unrequited payments made to government units and expresses them relative to gross domestic product; in the WDI database, the underlying source is the IMF's Government Finance Statistics Yearbook and associated data files. This variable is particularly suitable for cross-country work because it normalizes tax collection by economic size and therefore allows revenue performance to be compared across countries with very different income levels and production scales.

The core explanatory variables are GDP per capita growth (annual %), trade openness (% of GDP), and inflation, consumer prices (annual %). In the WDI, GDP per capita growth is defined as the annual percentage growth rate of GDP per capita based on constant local currency; trade openness is measured as the sum of exports and imports of goods and services expressed as a percentage of GDP; and inflation is measured by the annual percentage change in the consumer price index, generally using a Laspeyres formulation. These three variables are selected because they capture three distinct but central macroeconomic channels through which tax performance may evolve: the expansion of taxable economic activity, the degree of integration into external markets, and the extent of nominal instability.

To reduce omitted-variable bias in the baseline specification, three control variables are incorporated: urban population share, industry value added as a share of GDP, and agriculture, forestry, and fishing value added as a share of GDP. In the WDI metadata, urban population refers to the share of the population living in urban areas as defined by national statistical offices and compiled by the United Nations Population Division. Industry value added covers mining, manufacturing, construction, electricity, gas, and water activities, whereas agriculture value added captures production in agriculture, forestry, and fishing. These controls are included to account for differences in settlement patterns and sectoral structure that may shape the effective tax base and the administrative ease of tax collection.

A practical issue in cross-country tax research is the trade-off between sample breadth and data completeness. In the present study, the dataset was therefore designed to maximize the number of usable observations without sacrificing the coherence of the empirical specification. Rather than narrowing the sample to a small balanced panel, all country-year observations with complete information on the dependent variable and the main regressors were retained. This choice is preferable in the present context because the core objective is to identify within-country relationships in a broad developing-country sample, not to restrict the analysis to a highly selective subset of countries with uninterrupted reporting histories. The resulting panel remains sufficiently large for fixed-effects estimation while preserving a substantially wider country coverage than a balanced-panel design would have allowed.

2.2. Econometric Specification

To examine the determinants of tax revenue, the study estimates the following baseline fixed-effects model:

$$TaxRev_{it} = \alpha + \beta_1 GDPPCG_{it} + \beta_2 Trade_{it} + \beta_3 Inflation_{it} + \gamma_1 Urban_{it} + \gamma_1 Industry_{it} + \gamma_1 Agriculture_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

where denotes tax revenue as a share of GDP in country and year ; is GDP per capita growth; is trade openness; is the annual inflation rate; , , and are the control variables; captures unobserved country-specific effects; denotes year effects common to all countries; and is the idiosyncratic error term.

The use of a country fixed-effects estimator is motivated by the presence of persistent cross-country characteristics that are difficult to observe directly but are likely to influence tax performance, such as institutional quality, administrative traditions, legal capacity, geographic constraints, or long-run state-building trajectories. If these time-invariant factors are correlated with the explanatory variables, pooled estimators or simple cross-sectional approaches will be biased. Fixed effects address this concern by exploiting within-country variation over time and netting out country-specific unobserved heterogeneity. Year fixed effects are included in order to absorb common global shocks, such as changes in commodity prices, external financial conditions, global crises, or worldwide inflationary episodes, that may affect all countries simultaneously. This is the standard logic of two-way fixed-effects estimation in panel settings with unobserved country heterogeneity and common time shocks (Wooldridge, 2025).

From an economic standpoint, the expected signs of the core coefficients are straightforward. GDP per capita growth is expected to exert a positive effect on tax revenue because stronger growth tends to expand taxable incomes, profits, and consumption. Trade openness is also expected to be positive, as more open economies generally display broader formal-market transactions and greater tax-base visibility, even when direct trade taxation itself is not dominant. Inflation is expected to be negative, particularly in settings where collection lags, weak indexation, and administrative rigidities reduce the real value of tax receipts and impair compliance. Accordingly, the study tests the following formal hypotheses:

- H1: GDP per capita growth has a positive effect on tax revenue in developing economies.
- H2: Trade openness has a positive effect on tax revenue in developing economies.
- H3: Inflation has a negative effect on tax revenue in developing economies.

The signs of the structural controls are less clear a priori, which is precisely why they are treated as controls rather than as the central focus of the analysis.

2.3. Estimation Strategy and Robustness Design

The empirical analysis proceeds in three stages. First, the baseline specification is estimated using fixed effects with country-clustered standard errors. This provides a natural starting point for inference in a panel setting where the disturbances may be correlated within countries over time. Second, the same specification is re-estimated using Driscoll–Kraay standard errors, following Driscoll and Kraay (1998). The rationale for doing so is that macro panels of developing economies are unlikely to satisfy the idealized assumptions of homoskedasticity and cross-sectional independence. Countries may be exposed to common external disturbances, regional contagion, or synchronized macroeconomic shocks, and ignoring such dependence may lead to misleading inference. The Driscoll-Kraay correction is therefore employed as a more conservative robustness device because it is consistent in the presence of heteroskedasticity, serial correlation, and sufficiently general forms of cross-sectional dependence.

Third, several additional robustness checks are implemented in order to assess whether the baseline relationships depend on a particular specification choice. A parsimonious model is estimated by excluding the structural controls and focusing only on the three main macroeconomic regressors. This allows us to verify whether the principal coefficients are driven by the core variables themselves or by the inclusion of auxiliary controls. A lagged specification is also estimated by replacing the contemporaneous macroeconomic variables with their one-period lags. This specification is useful because tax systems do not always respond instantaneously to changes in growth, trade conditions, or inflation; administrative reporting, compliance adjustment, and collection processes may generate delayed effects. Together, these two robustness exercises help determine whether the core findings reflect short-run contemporaneous correlations only or whether they display a more durable pattern.

Finally, the study explores temporal heterogeneity by splitting the sample into two periods, 2000-2010 and 2011-2022, and by estimating both subsample regressions and pooled interaction models. The period split is introduced to investigate whether the relationships between tax revenue and the core explanatory variables remained stable across the earlier and later parts of the sample. The pooled interaction specification provides the formal

statistical test of whether the relevant coefficients changed after 2010. This design is preferable to relying only on visual comparisons of split-sample coefficients because the interaction framework directly tests whether the estimated differences are statistically meaningful.

In sum, the methodological strategy is intentionally disciplined. The analysis begins with a transparent two-way fixed-effects baseline, strengthens inference through Driscoll-Kraay standard errors, and then evaluates the stability of the main results through parsimonious, lagged, and period-specific specifications. This structure is well suited to the data at hand because it balances broad sample coverage with econometric caution, and it allows the study to identify robust within-country associations without imposing unnecessarily restrictive sample-selection rules.

3. EMPIRICAL RESULTS

3.1. Descriptive Statistics and Preliminary Diagnostics

The final estimation sample consists of 1,037 country-year observations drawn from 57 developing economies over the 2000-2022 period. The descriptive statistics reported in Table 1 reveal substantial heterogeneity across the sample. On average, tax revenue amounts to 13.84% of GDP, although the observed values range from near zero to almost 40% of GDP. GDP per capita growth averages 2.12%, trade openness averages 81.99% of GDP, and inflation averages 6.67%. The dispersion of inflation and trade openness is particularly pronounced, indicating that the sample includes economies with markedly different macroeconomic and external-sector conditions. This degree of variation is fully consistent with the structural diversity of developing countries and reinforces the need for an estimation strategy that controls for unobserved country-specific heterogeneity.

Table 1: Descriptive Statistics

Variable	Obs.	Mean	Std. Dev.	Min	Median	Max
Tax revenue (% of GDP)	1,037	13.843	5.884	0.041	13.332	39.986
GDP per capita growth	1,037	2.122	4.037	-20.894	2.569	14.431
Trade openness (% of GDP)	1,037	81.986	54.186	22.772	67.927	437.327
Inflation	1,037	6.666	21.257	-16.86	3.939	513.907
Urban population share	1,037	58.999	22.017	14.574	59.642	100
Industry value added share	1,037	29.783	10.866	2.759	27.347	84.349
Agriculture value added share	1,037	11.06	8.854	0.026	8.455	44.331

The panel diagnostics further justify the chosen empirical framework. The sample is unbalanced, with country-specific time coverage ranging from 10 to 23 years and an average of roughly 18 observations per country. At the same time, the preliminary multicollinearity check does not suggest any serious problem, as the mean VIF remains low. By contrast, the residual diagnostics point to clear departures from the classical error assumptions: the modified Wald test rejects homoskedasticity across panels, and the Wooldridge test rejects the null of no first-order autocorrelation. Accordingly, the main fixed-effects estimates are complemented with Driscoll-Kraay standard errors in order to obtain inference that is more robust to heteroskedasticity, serial correlation, and broader cross-sectional dependence concerns.

3.2. Baseline Fixed-Effects Estimates

Table 2 reports the baseline two-way fixed-effects results. The coefficient on GDP per capita growth is positive and statistically significant in both specifications. In quantitative terms, a one-point increase in GDP per capita growth is associated with an increase of approximately 0.08 percentage points in tax revenue as a share of GDP. This result is economically plausible. Higher growth tends to expand taxable incomes, stimulate consumption, improve firm profitability, and strengthen formal-sector activity, all of which enlarge the effective tax base. In developing economies, stronger growth may also improve collection capacity indirectly by easing fiscal pressure and increasing the administrative feasibility of revenue mobilization.

Table 2: Baseline Fixed-Effects Results

Variables	FE Clustered	FE Driscoll–Kraay
GDP per capita growth	0.080**	0.080***
	(0.035)	(0.020=
Trade openness (% of GDP)	0.057***	0.057***
	(0.014)	(0.007)
Inflation	-0.009	-0.009**
	(0.006)	(0.004)
Urban population share	0.032	0.032
	(0.066)	(0.045)
Industry value added share	-0.011	-0.011
	(0.042)	(0.017)

Variables	FE Clustered	FE Driscoll–Kraay
Agriculture value added share	0.030	0.030
	(0.120)	(0.049)
Country fixed effects	Yes	Yes
Year fixed effects	Yes	Yes
Observations	1,037	1,037

Notes: Standard errors in parentheses. * p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01.

Trade openness emerges as the most stable determinant in the baseline model. Its coefficient is positive, precisely estimated, and virtually identical across the clustered fixed-effects and Driscoll-Kraay specifications. The magnitude of the coefficient indicates that greater external integration is systematically associated with stronger tax revenue performance. This finding is consistent with the view that more open economies tend to operate through broader and more traceable formal-market channels. Even when direct trade taxes become less central over time, openness can still support revenue mobilization through higher value-added taxation, stronger corporate activity, and wider transaction visibility for tax authorities. In this sense, trade openness appears to proxy not only external integration, but also a broader degree of economic formalization and administratively observable activity.

Inflation enters the baseline model with a negative sign in both columns, although its statistical significance depends on the error structure. In the clustered fixed-effects specification, the coefficient is not statistically significant, whereas it becomes negative and significant once Driscoll-Kraay standard errors are used. This pattern suggests that the adverse effect of inflation on tax revenue is present, but somewhat sensitive to the treatment of the residual dependence structure. The economic intuition remains clear: inflation can reduce the real value of tax collections, weaken compliance incentives, and create administrative frictions, especially in settings where collection lags, imperfect indexation, and institutional rigidities are more pronounced. Thus, while the baseline evidence does not warrant an exaggerated claim, it does point to inflation as a plausible constraint on revenue performance.

By contrast, the coefficients on urban population share, industry value added, and agriculture value added are statistically insignificant in the baseline specification. These variables may still matter in a broader developmental or structural sense; however, within the present within-country fixed-effects framework, they do not appear to explain tax revenue variation as consistently as the core macroeconomic variables. Accordingly, the main empirical narrative of the paper should not be built around these controls. The more defensible interpretation is that tax revenue performance in the sample is more closely associated with macroeconomic dynamism and external openness than with the sectoral composition variables included in the baseline model.

Overall, the baseline evidence establishes a clear ranking of associations. GDP per capita growth and trade openness exhibit positive and robust links with tax revenue, while inflation displays a negative but more inference-sensitive relationship. This configuration provides a coherent starting point for the subsequent robustness analysis.

4. ROBUSTNESS ANALYSIS

4.1. Parsimonious and Lagged Specifications

Table 3 presents two sets of robustness checks. The first removes the structural controls and estimates a more parsimonious specification containing only GDP per capita growth, trade openness, inflation, and year effects. The principal findings remain intact. GDP per capita growth continues to display a positive and significant coefficient, trade openness remains positive and strongly significant, and inflation preserves its negative sign while becoming weakly significant. This is an important result because it shows that the baseline relationships are not being mechanically generated by an unnecessarily crowded specification. Put differently, the positive roles of growth and openness do not disappear once the model is stripped down to its core macroeconomic components.

Table 3: Robustness Checks

Variables	Parsimonious FE	Parsimonious DK	Lagged FE	Lagged DK
GDP per capita growth	0.074**	0.074***		
	(0.034)	(0.020)		
Trade openness (% of GDP)	0.055***	0.055***		
	(0.012)	(0.006)		
Inflation	-0.009*	-0.009*		
	(0.005)	(0.005)		
L.GDP per capita growth			0.139***	0.139***
			(0.030)	(0.026)
L.Trade openness (% of GDP)			0.052***	0.052***
			(0.013)	(0.011)
L.Inflation			0.000	0.000
			(0.004)	(0.002)
Urban population share			0.022	0.022
			(0.070)	(0.046)
Industry value added share			-0.024	-0.024
			(0.042)	(0.016)
Agriculture value added share			0.009	0.009
			(0.131)	(0.057)
Country fixed effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Year fixed effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	1,037	1,037	972	972

Notes: Standard errors in parentheses. * p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01.

The second robustness exercise introduces lagged macroeconomic variables. In this formulation, the lagged values of GDP per capita growth and trade openness remain positive and highly significant under both inference methods, whereas lagged inflation is essentially zero and statistically insignificant. These results strengthen the interpretation of the baseline findings. The positive association between tax revenue and both growth and openness is not limited to contemporaneous co-movement; it also persists with a one-period delay. This is economically reasonable, as tax systems do not always adjust instantaneously to changes in the macroeconomic environment. Higher growth and stronger trade integration may require time to translate into realized tax collections through reporting, assessment, and enforcement processes. By contrast, inflation does not appear to operate

through a similarly stable lagged channel, which suggests that its adverse effect is more immediate and disruption-based rather than smoothly persistent over time.

Overall, the robustness checks reinforce the core findings rather than weaken them. Trade openness remains the most consistent positive correlate of tax revenue across specifications, GDP per capita growth retains its positive contribution both contemporaneously and in lagged form, and the negative effect of inflation remains visible but less structurally stable than the other two core variables.

4.2. Period-Split Evidence

To examine whether the baseline relationships are temporally stable, Table 4 splits the sample into two subperiods, 2000-2010 and 2011-2022. The most striking result concerns trade openness. Its coefficient remains positive and statistically significant in both subsamples, with nearly identical magnitudes. This indicates that the positive relationship between openness and tax revenue is not confined to one particular phase of the sample, but instead persists across both the earlier and later periods. Such stability is economically meaningful. It suggests that the mechanisms linking external integration to tax performance, namely broader taxable activity, greater formalization, and enhanced administrative observability, continued to operate throughout the sample period.

Table 4: Period-Split Regressions

Variables	FE 2000-2010	FE 2011-2022	DK 2000-2010	DK 2011-2022
GDP per capita growth	-0.011	0.041	-0.011	0.041
	(0.024)	(0.033)	(0.025)	(0.025)
Trade openness (% of GDP)	0.043**	0.043***	0.043***	0.043***
	(0.018)	(0.015)	(0.007)	(0.003)
Inflation	-0.010***	-0.056***	-0.010***	-0.056***
	(0.003)	(0.008)	(0.002)	(0.005)
Urban population share	0.163***	-0.114**	0.163***	-0.114***
	(0.045)	(0.050)	(0.016)	(0.033)
Industry value added share	0.142**	-0.039	0.142***	-0.039***
	(0.071)	(0.041)	(0.041)	(0.010)

Variables	FE 2000-2010	FE 2011-2022	DK 2000-2010	DK 2011-2022
Agriculture value added share	0.192*	-0.108	0.192**	-0.108*
	(0.108)	(0.101)	(0.070)	(0.050)
Country fixed effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Year fixed effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	422	615	422	615

Notes: Standard errors in parentheses. * p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01.

The growth coefficient behaves differently. Once the sample is split into shorter periods, GDP per capita growth loses statistical significance in both subsamples. This does not invalidate the positive full-sample result reported in Table 2. Rather, it indicates that the growth effect becomes less precisely estimated when the time dimension is reduced and the within-country variation is distributed across narrower windows. The most balanced interpretation, therefore, is that growth contributes positively to tax revenue in the full-sample average, but it does not display strong and separately identifiable period-specific effects in the split-sample regressions.

Inflation, by contrast, shows pronounced temporal heterogeneity. In the 2000-2010 subsample, the coefficient is already negative and highly significant, but in the 2011-2022 period it becomes much larger in magnitude while remaining strongly significant. This is one of the most important findings in the paper. It implies that inflation became substantially more damaging to tax revenue performance in the later period. Economically, this may reflect the fact that inflationary episodes in the post-2010 environment were more destabilizing, more persistent, or more tightly linked to broader fiscal and macroeconomic fragilities. In such a setting, inflation can more severely erode the real value of collections, compress compliance, and undermine the efficiency of revenue administration.

The structural controls also vary across subperiods, with urbanization and sectoral shares changing sign and significance. However, these coefficients are not sufficiently stable to support a strong structural interpretation. Their instability further strengthens the case for focusing the paper's core argument on the three macroeconomic variables of central interest (growth, openness, and inflation) rather than on the auxiliary controls.

4.3. Formal Interaction Tests

Table 5 provides the formal test of whether the main coefficients differ statistically between the two periods. The interaction terms for GDP per capita growth and trade openness are statistically insignificant in both the fixed-effects and Driscoll-Kraay specifications. This is an important corrective to any overinterpretation of the split-sample estimates. Although the growth coefficient becomes insignificant when the sample is divided, the interaction model indicates that its effect does not shift in a statistically meaningful way across periods. The same is true for trade openness: its positive relationship with tax revenue remains stable, and there is no formal evidence of a structural break in its coefficient after 2010.

Table 5: Period Interaction Models

Variables	FE Interaction	DK Interaction
GDP per capita growth	0.054	0.054
	(0.035)	(0.035)
2011–2022 × GDP per capita growth	0.012	0.012
	(0.047)	(0.050)
Trade openness (% of GDP)	0.059***	0.059***
	(0.013)	(0.008)
2011–2022 × Trade openness (% of GDP)	0.003	0.003
	(0.004)	(0.003)
Inflation	-0.004	-0.004
	(0.003)	(0.002)
2011–2022 × Inflation	-0.061***	-0.061***
	(0.009)	(0.008)
Urban population share	0.033	0.033
	(0.063)	(0.045)
Industry value added share	-0.017	-0.017
	(0.042)	(0.019)
Agriculture value added share	-0.003	-0.003
	(0.115)	(0.055)
Country fixed effects	Yes	Yes
Year fixed effects	Yes	Yes
Observations	1,037	1,037

Notes: Standard errors in parentheses. * p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01.

Inflation is the only variable for which the interaction term is negative and highly significant in both columns. This result formally confirms what Table 4 already suggested: the adverse association between inflation and tax revenue became significantly stronger in the post-2010 period. This is the most convincing source of temporal heterogeneity in the paper. Accordingly, the period analysis should not be framed as showing broad instability in all coefficients. The data do not support that claim. What the evidence does support is a much narrower and more credible conclusion: the inflation–tax revenue relationship deteriorated markedly in the later period, while the positive relationship between trade openness and tax revenue remained stable and the growth effect did not experience a statistically significant structural shift.

CONCLUSION

This study examined the macroeconomic determinants of tax revenue in developing economies by focusing on GDP per capita growth, trade openness, and inflation. Using annual panel data for 57 developing economies over the 2000-2022 period, the analysis employed country and year fixed effects, Driscoll-Kraay standard errors, parsimonious and lagged specifications, period-split regressions, and formal interaction models. This empirical design allowed the study to evaluate not only the average relationship between macroeconomic conditions and tax revenue, but also the robustness and temporal stability of these relationships.

The findings lead to three main conclusions. First, trade openness is the most stable and consistently positive determinant of tax revenue in the sample. Its coefficient remains positive and statistically significant across the baseline, parsimonious, lagged, and period-split specifications. This suggests that external integration may strengthen revenue mobilization by increasing the volume of observable transactions, expanding formal economic activity, and improving the visibility of the tax base. This result is consistent with studies that report a positive link between trade openness and tax revenue, such as Gupta (2007), Ha et al. (2022), Saptono and Mahmud (2021), Chettri et al. (2023), and Mmbulaheni et al. (2024). At the same time, the finding differs from studies that report weaker, insignificant, or negative effects of openness, including Tsaurai (2021), Yıldız (2019), and Al-Qudah (2021) for the long-run openness coefficient. This contrast supports the view that the fiscal effect

of openness is not automatic. It depends on whether countries can convert external integration into broader domestic tax bases and stronger revenue administration.

Second, GDP per capita growth is positively associated with tax revenue in the full-sample analysis and remains important in the lagged specifications. This finding supports the conventional expectation that stronger economic performance expands taxable incomes, profits, consumption, and formal transactions. It is broadly consistent with the positive growth or income effects reported by Gupta (2007), Al-Qudah (2021), Saptono and Mahmud (2021), Yıldız (2019), Tsaurai (2021), and Todorovic et al. (2024). However, the growth coefficient loses statistical significance in the period-split regressions. This does not overturn the full-sample result, but it suggests that the revenue effect of growth is less stable across shorter subperiods. In developing economies, growth may not translate into tax revenue automatically when informality is high, administrative capacity is limited, or growth is concentrated in sectors that are difficult to tax.

Third, inflation emerges as the main source of macro-fiscal vulnerability. In the baseline model, inflation has a negative sign, and the period-split and interaction results show that its adverse association with tax revenue becomes substantially stronger after 2010. This finding aligns with studies that interpret inflation as a constraint on tax performance, including Bati (2025), Öztürk et al. (2019), Çalcalı and Altıner (2019), Mmbulaheni et al. (2024), and Todorovic et al. (2024). It also helps explain why the inflation-tax revenue relationship remains contested in the literature. Some studies find positive or insignificant inflation effects, such as Boukbech et al. (2018), Kebede et al. (2024), Thath (2024), Saptono and Mahmud (2021), and Yıldız (2019). The present results suggest that the fiscal impact of inflation may depend on period-specific macroeconomic conditions. When inflation becomes more persistent or destabilizing, it can erode the real value of tax collections, weaken compliance, increase uncertainty, and reduce the effectiveness of tax administration.

The results also show that the structural controls do not provide a stable independent explanation of tax revenue in the baseline model. This does not mean that structural and institutional factors are unimportant. Rather, it indicates that their effects may be more complex, country-specific, or mediated through broader administrative and governance conditions.

This interpretation is consistent with studies emphasizing the role of sectoral composition, institutional quality, government effectiveness, and administrative capacity in shaping tax outcomes (van Oordt, 2023; Özmen, 2016; Thath, 2024). Therefore, the contribution of the present study is not to deny the importance of structural and institutional factors, but to show that trade openness, growth, and inflation remain central macroeconomic channels through which tax revenue performance evolves in developing economies.

These findings have important policy implications for strengthening revenue mobilization in developing economies. Developing economies should not treat revenue mobilization as a narrow tax-rate problem. Stronger tax performance requires a macroeconomic environment that supports formal economic activity, trade-based visibility, and price stability. Policies that promote sustainable growth can widen the tax base, but this effect will be limited unless growth is accompanied by formalization and administrative capacity. Trade openness can support tax revenue, but governments need domestic tax systems capable of capturing the gains from external integration, especially when tariff revenues decline. Most importantly, the strong negative post-2010 inflation effect shows that price stability is directly relevant for fiscal capacity. Reducing inflation, shortening collection lags, improving compliance monitoring, and modernizing tax administration should therefore be viewed as part of a broader revenue mobilization strategy.

Future research can extend this study in several ways. First, it may distinguish between direct taxes, indirect taxes, and trade taxes in order to identify which components of tax revenue are most sensitive to growth, openness, and inflation. Second, future studies may examine whether institutional quality, informality, digital tax administration, or government effectiveness condition the relationship between macroeconomic variables and tax performance. Third, threshold and nonlinear models may be useful for testing whether inflation becomes more damaging only after certain levels are reached. Finally, regional comparisons and country-group analyses may help explain why the same macroeconomic determinant produces different revenue effects across developing economies. These extensions would deepen our understanding of how macroeconomic stability and administrative capacity jointly shape fiscal performance.

REFERENCES

Al-Qudah, A. M. (2021). The determinants of tax revenues: Empirical evidence from Jordan. International Journal of Financial Research, 12(3), 43-54.

Bati, B. (2025). Institutional and macroeconomic determinants of tax revenue in Sub-Saharan African countries. Future Business Journal, 11(1), 217.

Boukbech, R., Bousselhamia, A., & Ezzahid, E. (2018). Determinants of tax revenues: Evidence from a sample of Lower Middle Income countries. MPRA Paper No. 90268.

Chamisa, M. G., & Sunde, T. (2024). Key determinants of tax revenue in Zimbabwe: assessment using autoregressive distributed lag (ARDL) approach. Cogent Economics & Finance, 12(1), 2386130.

Chettri, K. K., Bhattarai, J. K., & Gautam, R. (2023). Determinants of tax revenue in South Asian countries. Global Business Review, 1-15.

Çalcalı, Ö., & Altıner, A. (2019). Makro ekonomik açıdan vergi gelirlerinin belirleyicileri: OECD ülkeleri üzerine bir uygulama. Maliye ve Finans Yazıları, (112), 175-198.

Driscoll, J. C., & Kraay, A. C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. Review of Economics and Statistics, 80(4), 549-560.

Eng, R., & Lim, S. (2026). The Determinants of Tax Revenue in Cambodia: An ARDL Approach to Cointegration. Economies, 14(3), 74.

Gökpınar, S. (2023). Monetary and macroeconomic determinants of tax revenue: The case of Türkiye. İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi (İKTİSAD), 8(Spec. Iss.), 202-216.

Gülşen, M. A., & Yıldıran, M. (2021). Geçiş ekonomilerinde vergi yapısı ve kurumsal belirleyicileri. Maliye Çalışmaları Dergisi, (65), 49-69.

Kebede, T. N., Erena, O. T., & Bawiso, E. P. (2024). Determinants of Tax Revenue: A Cointegration and Causality Analysis for Ethiopia, 1992–2022. Journal of Tax Reform, 10(3), 493-509.

Kutbay, H. (2019). Vergi gelirlerini etkileyen faktörler: Seçilmiş ülkeler için panel veri analizi. Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty, 6(3), 602-617.

Mbulaheni, A., Nyamazunzu, Z., & Dagume, M. A. (2024). Determinants of tax revenue performance in South Africa for the period 1990-2018. International Journal of Applied Economics, Finance and Accounting, 19(1), 82-96.

Ha, N. M., Tan, P. M., & Binh, Q. M. Q. (2022). The determinants of tax revenue: A study of Southeast Asia. Cogent Economics & Finance, 10(1), 2026660.

Özmen, İ. (2016). Vergi gelirlerinin belirleyicileri üzerine karşilaştirmali bir analiz: BRIC-T. Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 16(32), 232-252.

Öztürk, Ö. F., Şaşmaz, M. Ü., Bayar, Y., & Odabaş, H. (2019). Türkiye'de başlıca ekonomik değişkenlerin vergi gelirleri üzerindeki etkisi: Çoklu doğrusal regresyon analizi. Sayıştay Dergisi, (115), 37-53.

Saptono, P. B., & Mahmud, G. (2021). Macroeconomic determinants of tax revenue and tax effort in Southeast Asian countries. Journal of Developing Economies, 6(2), 253-274.

Sen Gupta, A. (2007). Determinants of tax revenue efforts in developing countries. IMF Working Paper WP/07/184.

Thath, R. (2024). The determinants of tax revenue in Southeast Asia: The role of government effectiveness and human development. Journal of Accounting, Finance, Economics, and Social Sciences, 9(2), 15-28.

Todorović, J. D, Đorđević, M., Mirović, V., Kalaš, B., & Pavlović, N. (2024). Modeling tax revenue determinants: the case of visegrad group countries. Economies, 12(6), 131.

Tsaurai, K. (2021). Determinants of tax revenue in upper middle-income group of countries. The Journal of Accounting and Management, 11(2), 148-160.

van Oordt, M. (2023). Exploring the deep determinants of tax revenues. eJournal of Tax Research, 21(1), 93-121.

Wooldridge, J. M. (2025). Two-way fixed effects, the two-way mundlak regression, and difference-in-differences estimators. Empirical Economics, 69(5), 2545-2587.

Yıldız, B. (2019). Vergi gelirlerinin ekonomik belirleyicileri üzerine ampirik bir analiz: yüksek gelirli OECD ülkeleri örneği. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 17(3), 324-339.

MAKROEKONOMİK İSTİKRARIN VERGİ GELİRLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: GELİŞMEKTE OLAN EKONOMİLER ÜZERİNE PANEL VERİ ANALİZİ

Muhammed BENLİ, Filiz EKİNCİ, Ahmet ÇAĞLAR

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Vergi gelirleri, devletlerin mali kapasitesini ve kalkınma önceliklerini sürdürebilme gücünü belirleyen temel unsurlardan biridir. Bu konu, vergi tabanının dar, kayıt dışılığın yaygın, idari kapasitenin sınırlı ve makroekonomik kırılganlıkların yüksek olduğu gelişmekte olan ekonomilerde daha kritik hale gelmektedir. Bu nedenle vergi gelirlerini güçlendiren veya zayıflatan makroekonomik koşulların belirlenmesi, maliye politikası kadar devlet kapasitesi ve makroekonomik istikrar açısından da önem taşımaktadır.

Bu çalışma, gelişmekte olan ekonomilerde vergi gelirlerinin makroekonomik belirleyicilerini ekonomik büyüme, ticari açıklık ve enflasyon odağında incelemektedir. Çalışmanın temel motivasyonu, bu değişkenlerin teorik olarak vergi gelirleriyle yakından ilişkili olmasına rağmen ampirik literatürde etkilerinin yönü ve büyüklüğü konusunda farklı sonuçlara ulaşılmasıdır. Ekonomik büyüme ve ticari açıklığın vergi tabanını genişletmesi beklenirken, enflasyonun reel tahsilatları aşındırarak ve makroekonomik belirsizliği artırarak vergi performansını zayıflatabileceği öngörülmektedir.

Çalışmada, 2000-2022 dönemine ait yıllık panel veri kullanılmıştır. Dünya Bankası Dünya Kalkınma Göstergeleri veri tabanından elde edilen örneklem, 57 gelişmekte olan ekonomiye ilişkin 1,037 ülke-yıl gözleminden oluşmaktadır. Bağımlı değişken vergi gelirlerinin GSYH içindeki payı iken, temel açıklayıcı değişkenler kişi başına GSYH büyümesi, ticari açıklık ve tüketici fiyatları enflasyonudur. Modele ayrıca kent nüfusu, sanayi katma değeri ve tarım katma değeri payları kontrol değişkenleri olarak dahil edilmiştir. Bu değişkenlerin kullanılması, vergi gelirlerinin yalnızca kısa dönemli makroekonomik dalgalanmalardan değil, aynı zamanda yerleşim yapısı ve sektörel kompozisyon gibi daha yapısal unsurlardan da etkilenebileceği varsayımına dayanmaktadır.

Ampirik analiz, ülke ve yıl sabit etkilerini içeren panel veri modelleriyle yürütülmüştür. Ülke sabit etkileri, ülkeler arasında zaman içinde değişmeyen fakat vergi performansını etkileyebilecek kurumsal yapı, idari gelenekler, hukuki kapasite, coğrafi özellikler ve uzun dönemli devlet kapasitesi gibi gözlenemeyen faktörleri kontrol etmektedir. Yıl sabit etkileri ise küresel krizler, dış finansman

koşulları, emtia fiyatları ve dünya genelindeki enflasyonist dönemler gibi tüm ülkeleri aynı anda etkileyebilecek ortak şokları dikkate almaktadır. Temel tahminlerde ülke düzeyinde kümelenmiş standart hatalar kullanılmış, ardından heteroskedastisite, seri korelasyon ve yatay kesit bağımlılığına karşı daha dayanıklı çıkarımlar elde etmek amacıyla Driscoll-Kraay standart hataları uygulanmıştır.

Çalışmanın sağlamlık tasarımı üç aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak, yapısal kontrol değişkenleri dışarıda bırakılarak yalnızca temel makroekonomik değişkenleri içeren daha sade bir model tahmin edilmiştir. Bu yaklaşım, temel bulguların aşırı yüklü bir model yapısından kaynaklanıp kaynaklanmadığını test etmektedir. İkinci olarak, makroekonomik değişkenlerin bir dönem gecikmeli değerleri kullanılarak vergi gelirlerinin büyüme, dışa açıklık ve enflasyona gecikmeli tepki verip vermediği incelenmiştir. Üçüncü olarak, örneklem 2000-2010 ve 2011-2022 olmak üzere iki alt döneme ayrılmış, ayrıca dönem etkileşim modelleriyle katsayıların 2010 sonrası dönemde istatistiksel olarak değişip değişmediği test edilmiştir. Böylece çalışma yalnızca ortalama ilişkileri değil, bu ilişkilerin zaman içindeki istikrarını da değerlendirmektedir.

Bulgular, vergi gelirlerinin makroekonomik değişkenlerden eşit ölçüde etkilenmediğini göstermektedir. En güçlü ve en istikrarlı sonuç ticari açıklık değişkeninde ortaya çıkmaktadır. Ticari açıklık, tüm temel ve sağlamlık analizlerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu, dışa açıklığın yalnızca dış ticaret hacmini değil, aynı zamanda formel ekonomik faaliyetlerin ve vergilendirilebilir işlem görünürlüğünün artmasını da yansıttığını göstermektedir.

Ekonomik büyüme de vergi gelirleriyle pozitif ilişkilidir. Temel ve gecikmeli modeller, kişi başına GSYH büyümesinin vergi gelirlerini artırdığını göstermektedir. Ancak dönemlere ayrılmış analizlerde büyüme katsayısının anlamlılığını kaybetmesi, bu ilişkinin her dönemde aynı güçte işlemediğine işaret etmektedir. Bu sonuç, gelişmekte olan ekonomilerde büyümenin vergi gelirlerine otomatik olarak dönüşmediğini göstermektedir.

Enflasyon ise çalışmanın temel makro-fiskal kırılganlık unsurudur. Temel modelde negatif işaretli olan enflasyon katsayısı, Driscoll-Kraay tahminlerinde anlamlı hale gelmektedir. Dönem analizi ve etkileşim modelleri ise enflasyonun vergi gelirleri üzerindeki olumsuz etkisinin 2011-2022 döneminde belirgin

biçimde güçlendiğini göstermektedir. Buna karşılık büyüme ve ticari açıklık için anlamlı bir dönemsel kırılma tespit edilmemiştir. Bu nedenle çalışmanın en güçlü dönemsel bulgusu, enflasyon-vergi geliri ilişkisindeki bozulmadır.

Bu sonuç, enflasyonun yalnızca fiyat istikrarı sorunu değil, aynı zamanda mali kapasiteyi aşındıran bir unsur olduğunu göstermektedir. Yüksek ve kalıcı enflasyon, vergi tahsilatlarının reel değerini azaltabilir, uyum davranışlarını bozabilir ve vergi idaresinin etkinliğini zayıflatabilir. Bu nedenle fiyat istikrarı, sürdürülebilir gelir mobilizasyonunun temel koşullarından biri olarak değerlendirilmelidir.

Çalışmanın bulguları, gelişmekte olan ekonomilerde vergi gelirlerini artırmanın yalnızca vergi oranlarını değiştirmekle sınırlı görülemeyeceğini göstermektedir. Daha güçlü vergi performansı, sürdürülebilir büyüme, ticari açıklıktan doğan ekonomik görünürlüğün etkin biçimde vergilendirilmesi, fiyat istikrarı ve modern vergi idaresinin birlikte ele alınmasını gerektirir. Sonuç olarak çalışma, vergi gelirlerinin büyüme, dışa açıklık ve enflasyon gibi makroekonomik koşullarla yakından ilişkili bir makro-fiskal sonuç olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle enflasyonun 2010 sonrası dönemde vergi gelirleri üzerindeki olumsuz etkisinin güçlenmesi, gelir mobilizasyonu tartışmalarında makroekonomik istikrarın merkezi önemini vurgulamaktadır.

SAYIŞTAY DERGİSİ
JOURNAL OF TURKISH COURT OF ACCOUNTS

Cilt/Volume: 37
Sayı/Issue: 141
Haziran/June 2026

ISSN: 1300-1981
eISSN: 2651-351X
Araştırma Makalesi/Research Article

TÜRKİYE EKONOMİSİNDE DEVLETİN İKTİSADİ FONKSİYONUNUN DÖNÜŞÜMÜ: KAMU YATIRIMLARININ ÖZEL SEKTÖR YATIRIMLARI VE ÜRETİM DİNAMİKLERİNE ETKİSİ

THE EVOLVING ECONOMIC ROLE OF THE STATE IN THE TURKISH ECONOMY: IMPACTS OF PUBLIC INVESTMENTS ON PRIVATE SECTOR INVESTMENT AND PRODUCTION DYNAMICS

Oğuz TÜMTÜRK[1]

ÖZ

Bu çalışma, Türkiye ekonomisinde devletin iktisadi fonksiyonunda 2000'li yıllar itibarıyla belirginleşen yapısal dönüşüm sürecini ve bu sürecin üretim dinamiklerine nasıl yansıdığını analiz etmektedir. Çalışmada kamu yatırımlarının, özel sektör yatırımları ve üretim ile olan dinamik etkileşimi, Vektör Hata Düzeltme Modeli ile incelenmektedir. Elde edilen ampirik bulgular, kamu yatırımlarının özel sektör yatırımlarını dışlamak yerine, tamamladığını ortaya koymaktadır. Bu durum, devletin "altyapı sağlayıcı", özel sektörün ise daha çok "nihai üretici" rolünü üstlendiği bir sektörel iş birliği ilişkisine işaret etmektedir. Ancak, yeni devlet anlayışında tamamlayıcılık ekseninde yeniden tanımlanan kamu-özel sektör iş birliği, henüz optimum düzeyde bir sektörel uzmanlaşma seviyesine erişememiştir. Sektörel kaynak dağılımının etkin yapılamaması sonucu ortaya çıkan uzmanlaşma eksikliği, toplam üretimin de üretim olanakları eğrisi sınırına ulaşımını engellemektedir. Ayrıca, kamunun istihdamı koruma kapasitesinin yüksekliği, kriz dönemlerinde "denge sağlayıcı" olarak alınacak kamu yatırım kararlarının stratejik önemini ortaya koymaktadır.

1- Doç. Dr., Ordu Üniversitesi, Ünye İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, oguz.tumturk@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1935-0858

Gönderim/Submitted: 30.04.2026 **Revizyon/Revised:** 26.06.2026 **Kabul/Accepted:** 29.06.2026

Atıf/To Cite: Tümtürk, O. (2026). Türkiye Ekonomisinde Devletin İktisadi Fonksiyonunun Dönüşümü: Kamu Yatırımlarının Özel Sektör Yatırımları ve Üretim Dinamiklerine Etkisi. Sayıştay Dergisi, 37(141), 377-409. https://doi.org/10.52836/sayistay.1940815

ABSTRACT

This study analyses the structural transformation process of the state's economic function in the Turkish economy, which became prominent from the 2000s onward, and its reflections on output dynamics. The dynamic relationship among public investment, private investment and production is examined by using the Vector Error Correction Model (VECM). The empirical findings indicate that public investments significantly complement private sector investments, rather than crowding them out. This indicates a sectoral collaboration where the state serves as the "infrastructure provider", and the private sector acts primarily as the "final producer". However, the public-private cooperation, redefined within the framework of "complementarity" under the new state approach, has not yet achieved an optimal level of sectoral specialization. The lack of specialization resulting from the inefficient allocation of sectoral resources prevents total output from reaching the the production possibilities frontier. Furthermore, the public sector's high capacity to maintain employment enhances the strategic significance of public investment decisions as "stabilizers" during periods of crisis.

Anahtar Kelimeler: Kamu Yatırımları, Özel Sektör Yatırımları, Üretim, Tamamlayıcılık, Sektörel Uzmanlaşma.

Keywords: Public Investments, Private Investments, Production, Crowding-in, Sectoral Specialization.

GİRİŞ

Dünya ekonomi tarihinde, devletin iktisadi hayattaki rolü her zaman hararetli bir tartışma konusu olmuştur. Klasik iktisat doktrini, devletin ekonomideki rolünü minimal düzeyde tutarken, özel sektör ile rekabete girmeden sadece savunma, güvenlik, adalet gibi çok temel kamu hizmetlerinde bulunması gerektiğini vurgulamaktadır. Ancak 1929 Buhranı, bu geleneksel anlayışta temel bir kırılma yaratmış ve "müdahaleci devlet anlayışı" küresel ölçekte ön plana çıkmıştır. Bu anlayışa göre devlet, özellikle piyasa başarısızlıklarının ortaya çıktığı dönemde doğrudan mal ve hizmet üretimine katılan, emek piyasasını canlandıran ve sermaye birikimini girişimci gibi yöneten bir aktör haline gelmiştir. Türkiye de bu müdahaleci eğilime, erken Cumhuriyet döneminde uyguladığı devletçi kalkınma stratejisi ile eşlik etmiştir.

20.yüzyılın son çeyreğinde ortaya çıkan küreselleşme ve yapısal dönüşüm süreçleri, devlete biçilen rolü ve devletin özel sektörle olan etkileşimini köklü biçimde değiştirmiştir. Bu yeni dönemde devletin fonksiyonu, doğrudan üretici olmak yerine "altyapı sağlayan, düzenleyici ve denetleyici" bir modele

evrilmiştir. Türkiye de bu dönüşüm sürecinden uzak kalamamıştır. 1980-2001 geçiş döneminde serbest piyasa ekonomisine uyumun ilk adımları atılmış ve özelleştirme girişimleri ile beraber devletin iktisadi hayattaki ağırlığı azaltılmaya çalışılmıştır. Ancak, küresel devlet modeline asıl entegrasyon 2000'li yıllarda gerçekleşmiştir.

1998 Enflasyonla Mücadele ve Kamu Yatırım Programı Reformu ile 2001 Güçlü Ekonomiye Geçiş Programı, söz konusu dönüşüm sürecine büyük bir ivme kazandırmıştır. Bu programlar ile devletin temel faaliyet alanları yeniden tanımlanarak, kamunun özel sektör ile olan ilişkisinde köklü bir değişim hedeflenmiştir. Bu bağlamda Türkiye ekonomisinde devletin iktisadi fonksiyonunun, doğrudan mal ve hizmet üreten yapıdan, özel sektörle kurulan tamamlayıcılık ilişkisi çerçevesinde altyapı sağlayan, verimlilik artıran ve piyasayı düzenleyen modern bir yapıya dönüştürülmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, devletin konjonktürel dalgalanmalar dışındaki doğrudan müdahale araçları zayıflatılmıştır. Kamunun piyasadaki doğrudan varlığının yerini Merkez Bankası, BDDK, SPK ve Rekabet Kurumu gibi bağımsız otoriteler aracılığıyla yürütülen denetim mekanizmaları almıştır.

Bu çalışma, Türkiye ekonomisinde devletin iktisadi fonksiyonundaki 2000'li yıllar ile belirgin şekilde ortaya çıkan yapısal dönüşüm çabalarını mercek altına almaktadır. Çalışmanın temel amacı, 1998-2025 döneminde kamu yatırımlarının, özel sektör yatırımları ve üretim ile olan dinamik ilişkisini ampirik bir çerçevede analiz etmektir. Bu bağlamda, kamu ve özel sektör yatırımlarının birbirlerini "tamamlama (crowding-in)" veya "dışlayıcılık" (crowding-out)" dereceleri, ilgili aktörlerin Türkiye'nin üretim dinamikleri içerisindeki yerleriyle beraber değerlendirilmektedir. Çalışma, devletin iktisadi fonksiyonundaki dönüşüm çabalarını analiz ederken, temel olarak birbirleriyle bağlantılı iki araştırma sorusuna yanıt aramaktadır: i. Kamu yatırımlarının üretim üzerindeki etkisi nedir ve hangi kanallar üzerinden ortaya çıkmaktadır? ii. Kamu yatırımları üretimi etkilerken özel sektör yatırımlarını desteklemekte midir, yoksa kaynak kullanımında özel sektör ile bir rekabet (dışlama) mi yaratmaktadır?

Bu çalışma, literatürdeki genel eğilimden önemli bir noktada ayrışmaktadır. Mevcut literatür, kamu yatırımları-üretim ve kamu yatırımları-özel yatırımlar etkileşimini genellikle birbirinden bağımsız olarak ele almaktadır. Bu çalışma ise söz konusu değişkenleri, 2000'li yıllardaki yapısal dönüşüm süreçlerini de dikkate alarak bütüncül bir perspektifle incelemektedir. Bu

doğrultuda çalışma, Türkiye'de devletin değişen ekonomik rolüne dair kapsamlı bir yeniden değerlendirme sunması bakımından mevcut literatüre özgün bir katkı sağlamaktadır.

Çalışmanın izleyen bölümleri şu şekilde düzenlenmiştir: İkinci bölümde, teorik çerçeve ve ampirik literatür sunulmaktadır. Üçüncü bölümde model ve veri seti tanıtılmakta; dördüncü bölümde ise ampirik bulgular paylaşılmaktadır. Beşinci bölümde bulgular iktisadi olarak tartışılırken; altıncı bölünde etki-tepki ve varyans ayrıştırması analizleri yürütülmektedir. Çalışma, sonuç bölümü ile sonlandırılmaktadır.

1. TEORİK ÇERÇEVE VE AMPİRİK LİTERATÜR

Bu bölümde öncelikle, kamu yatırımlarının üretim ve özel sektör yatırımları ile olan etkileşimi teorik düzlemde ele alınmakta, ardından belirlenen teorik çerçeve ile uyumlu olarak çalışmada başvurulan ekonometrik yöntem detaylandırılmaktadır. Takip eden kısımda ise kamu ve özel sektör yatırımları ile üretim arasındaki ilişkileri ampirik olarak inceleyen literatür kapsamlı biçimde özetlenmektedir.

1.1. Teorik Çerçeve

Kamu yatırımlarındaki artışın üretim üzerindeki ilk etkisi "doğrudan" ortaya çıkmaktadır. Buna göre, kamu yatırımları üretim fonksiyonunda herhangi bir üretim faktörü gibi görev yapmakta ve kamu sermaye stokundaki artış toplam çıktıyı da artırmaktadır. Kamu yatırımları, yaratmış oldukları pozitif ve negatif dışsallıklarla, üretim üzerinde "dolaylı" etkiler de yaratmaktadırlar. Kamu yatırımlarının ekonomik büyüme ve üretim üzerindeki net etkisi ise kamu yatırımları ile özel sektör yatırımları arasındaki dolaylı ilişkinin "tamamlayıcılık" veya "dışlayıcılık" ilişkisine bağlı olarak değişebilmektedir.

Kamu yatırımlarının özel sektör yatırımlarının tamamlayıcısı olduğu durumda, ortaya çıkan pozitif dışsallıklar üretimde belirgin artışlar yaratmaktadır. Bu doğrultuda kamu sektörü; karayolları, limanlar, havaalanları ve demiryolları gibi temel altyapı tesislerini inşa ederek özel sektörün kullanımına sunmaktadır. Kamunun sunduğu altyapı hizmetleri, özel sektörün üretim maliyetlerinde önemli düşüşler sağlamakta; artan karlılık oranları ise özel sektör yatırımlarını teşvik ederek üretim kapasitesini yukarı çekmektedir. Buna ek olarak; kamunun

beşerî sermayeye yönelik eğitim ve sağlık harcamaları, üretim sürecinde kullanılan iş gücünün marjinal verimliliğini attırarak toplam çıktı üzerinde pozitif yönlü dışsallıklar meydana getirmektedir.

Kamu ve özel sektör yatırımlarının birbirinin ikamesi olduğu durumda ise kamu yatırımları özel sektör ile kaynak kullanımı noktasında bir rekabete girmekte ve yaratılan negatif dışsallıklar aracılığıyla toplam üretim kapasitesini daraltmaktadır. Diğer bir ifadeyle, kamunun özel sektör ile olan rekabeti sonucu özel sektör dışlanmaktadır. Genişleyici maliye politikalarının özel sektör üzerindeki dışlayıcı etkisi, farklı finansman kanalları aracılığıyla ortaya çıkabilmektedir. İlk olarak, borçlanma ile finanse edilen kamu yatırımlarındaki artış, ödünç verilebilir fonlara olan talebi yükselterek faiz oranlarını yukarı çekmekte; bu durum özel sektörün kullanımına hazır olan fonları ise kısıtlamaktadır. Kamu harcamalarının vergi artışları ile finanse edildiği durumda hem firmaların üretim maliyetleri yükselmekte hem de hanehalklarının harcanabilir geliri düşerek toplam talebi baskılanmaktadır. Bu durum, özel sektörün yatırımlarını olumsuz etkileyerek üretimin daralmasına yol açmaktadır.

Borçlanmanın para basılarak finanse edilmesi halinde ortaya çıkan enflasyon ise özel sektör firmalarının beklenen kazancını düşürmektedir. Fiyatlarda oluşan istikrarsızlık ekonomideki genel belirsizlik seviyesini artırdığından, yatırım yapma kararları üzerinde de şüpheler oluşmaktadır. Ayrıca, yükselen enflasyon ortamında faizlerin de buna eşlik etmesi, üretim maliyetlerini artırarak özel sektör yatırım ve üretim kapasitesini daraltmaktadır. Teorik olarak kamu yatırımlarının toplam üretim üzerindeki kümülatif etkisi; doğrudan etkiler ile özel yatırımlar üzerinde yaratılan pozitif veya negatif dışsallıkların (dolaylı etkiler) toplamı tarafından belirlenmektedir.

Teorik çerçevede vurgulanan "kamu yatırımlarının üretim üzerindeki kümülatif etkisi" kavramı, bu çalışmada ekonometrik yöntem olarak Vektör Hata Düzeltme (Vector Error Correction-VEC) modelinin tercih edilmesi için de oldukça güçlü bir iktisadi zemin sunmaktadır. Kamu yatırımlarının üretim üzerindeki kümülatif etkisini analiz etmek, doğası gereği kamu yatırımları ile özel sektör arasındaki karşılıklı dinamik etkileşimi eş anlı olarak değerlendirmeyi gerektirmektedir. VEC modeli, değişkenler arasındaki bu karşılıklı etkileşimleri sisteme dahil edebilme yeteneği sayesinde ön plana çıkmaktadır. Ayrıca, VEC modelleri bünyesinde barındırdıkları hata düzeltme terimleri ile uzun dönem denge denklemlerini tahmin etmeye olanak tanımaktadırlar. Bu aşamada kritik

unsur, söz konusu uzun dönem dengenin iktisadi teori ile uyumlu olarak ifade edilebilir olmasıdır. Bu çalışmada özelinde kullanılacak olan denge denklemi, geleneksel Cobb-Douglas üretim fonksiyonun logaritmik dönüşümü yapılarak hata düzeltme terimi içinde formüle edilebildiğinden, VEC modeli doğal ve en uygun aday olarak ön plana çıkmaktadır.

1.2. Ampirik Literatür

Ampirik literatürde kamu harcamalarının özel sektör ve üretim ile olan ilişkisini araştıran çalışmalar, özellikle Aschauer (1989)'in öncü çalışmasından itibaren ivme kazanmıştır. Aschauer (1989), askeri olmayan kamu sermaye stokunun, verimliliği belirlemede hem askeri harcamalardan hem de diğer genel kamu harcamalarından çok daha kritik bir rol oynadığını belirtmiştir. Aschauer (1989), askeri amaçlı harcamaların genel ekonomik verimlilikle zayıf bir ilişki içinde olduğunu; verimlilik artışındaki en büyük payın ise altyapı kalemlerine ait olduğunu saptamıştır. Aschauer (1989) ile benzer bir metodoloji kullanan Munnell (1990), askeri olmayan kamu sermayesindeki %1'lik bir artışın verimliliği %0,31 ile %0,39 oranında yükselttiğini belirtmiştir. Ancak Tatom (1991), söz konusu çalışmaların "sahte regresyon" nedeniyle yanıltıcı olduğunu ifade etmiştir. Evans ve Karras (1994) ise önceki modellerdeki spesifikasyon hatalarını giderdikleri çalışmalarında, sadece eğitim yatırımlarının verimlilik üzerindeki etkisine dair ampirik kanıtlar bulabilmişlerdir.

İlk dönem çalışmalarda yaygın olarak kullanılan statik-tek denklemli Cobb-Douglas üretim fonksiyonu yaklaşımı, kamu ve özel yatırımlar arasındaki dinamik geri bildirimleri yakalayamadığı gerekçesiyle eleştirilmiştir. Bu eksikliği gidermek adına, dinamik ve çok değişkenli zaman serisi analizleri önerilmiştir. Bu bağlamda öncü çalışmalardan biri olan Pereira (2000), yapısal şokları ayrıştırmak için Cholesky ayrıştırmasını kullanmıştır. Pereira (2000), etki-tepki analizleri sonucunda kamu yatırımlarının özel yatırımlarını teşvik ettiğini, her türlü kamu yatırımının özel kesim üretimini pozitif etkilediğini belirtmiştir. Benzer bir yaklaşımla Mittnik ve Neumann (2001) da kamu yatırımlarındaki artışın üretimi desteklediği bulgusuna ulaşmış; gelişmiş ülkelerde kamu sektörünün özel sektörü dışladığına dair bir kanıt bulunamamıştır. Buna karşın, Blanchard ve Perrotti (2002) tarafından elde edilen bulgular, Pereira (2000) ile Mittnik ve Neumann (2001)'ın sonuçlarından farklılaşmaktadır. Yazarlara göre kamu harcaması şokları üretimi kısa vadede artırsa da özel sektör yatırımları üzerinde azaltıcı etki yaratmaktadır. Benzer şekilde Voss (2002), ortogonal etki-tepki

fonksiyonlarına dayalı VAR yöntemini kullandığı çalışmasında, kamu ve özel sektör yatırımları arasında bir ikame ilişkisi saptayarak kamu yatırımlarının özel sektörü dışladığı sonucuna ulaşmıştır.

Kamu yatırımlarının özel sektör yatırımları ve üretim üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde değerlendiren çalışmalardan biri de Afonso ve Aubyn (2009)'e aittir. Yazarlar, 17 gelişmiş ülke örneği kullanarak yapmış oldukları çalışmalarında, kamu yatırımlarının sekiz ülkede hem tamamlayıcılık hem de pozitif üretim esnekliği yarattığı; beş ülkede ise hem dışlama hem de negatif üretim esnekliği ürettiği sonucuna ulaşmışlardır. Afonso ve Sousa (2012), Abiad vd. (2016), Omitogun (2018), Wang (2021), Carvelli (2023), Suárez-Cuesta ve Latorre (2023), Park ve Meng (2024) gibi pek çok yazar da kamu harcamalarının makroekonomik etkilerini analiz etmişlerdir. Ancak söz konusu çalışmalarda da görüldüğü üzere, kamu harcamalarının özel sektör ve üretim üzerinde teşvik edici mi yoksa kısıtlayıcı mı olduğu hususunda literatürde genel bir uzlaşıya varılamamıştır. Uluslararası ampirik literatürdeki bu belirsizlik, Türkiye özelinde gerçekleştirilen çalışmaların bulgularına da doğrudan yansımaktadır (Kuştepeli, 2005; Oktayer ve Susam, 2010; Bakkal, 2016; Kaytancı, 2017; Gültekin ve Temiz, 2020; Serin ve Demir, 2023; Kocaman, 2024).

2. MODEL VE VERİ SETİ

Kamu sermaye yatırımlarının, özel sektör sermaye yatırımları ve üretim üzerindeki dinamik etkilerini analiz etmek için aşağıdaki geleneksel Cobb-Douglas üretim fonksiyonu kullanılacaktır:

$$Y(K, L) = A.\, K^{\beta_{cap}} L^{\beta_{emp}} \quad (1)$$

Burada K sermayeyi, L emeği, Y toplam üretimi, A ise teknoloji parametresini temsil etmektedir. β_{cap} ve β_{emp} katsayıları ise ilgili faktörlere ait üretim esneklikleridir. Kamu ve özel sektör sabit sermaye yatırımları, ülkenin toplam sabit sermaye stokunun birincil belirleyicileridir. Bu yatırımların hem üretim üzerindeki rollerini hem de birbirleriyle olan tamamlayıcılık ve dışlayıcılık ilişkilerini ortaya koyabilmek amacıyla (1) numaralı üretim fonksiyonu aşağıdaki genişletilmiş form ile kullanılacaktır:

$$Y(K, L) = A.\, K_{gov}^{\beta_{kgov}} . K_{pri}^{\beta_{kpri}} . L^{\beta_{emp}} \quad (2)$$

Burada K_{gov} kamu sektörü sabit sermaye yatırımlarını; K_{pri} ise özel sektör sabit sermaye yatırımlarını temsil etmektedir. β_{kgov}, üretimin kamu yatırımları esnekliğini, β_{kpri} üretimin özel yatırımlar esnekliğini, β_{emp} ise üretimin işgücü esnekliğini ifade etmektedir. (2) numaralı eşitliğin doğal logaritması alındığında aşağıdaki (5) numaralı doğrusal eşitlik elde edilecektir:

$$\ln(Y) = \ln\left(A.K_{gov}^{\beta_{kgov}}.K_{pri}^{\beta_{kpri}}.L^{\beta_{emp}}\right) \quad (3)$$

$$\ln(Y) = \ln(A) + \beta_{kgov}.\ln\left(K_{gov}\right) + \beta_{kpri}.\ln\left(K_{pri}\right) + \beta_{emp}.\ln(L) \quad (4)$$

$$out_t = a_t + \beta_{kgov}kgov_t + \beta_{kpri}kpri_t + \beta_{emp}emp_t \quad (5)$$

(5) numaralı denge üretim fonksiyonu eşitliğinde out, kgov, kpri ve emp değişkenleri sırasıyla logaritmik dönüşümü yapılmış üretim, kamu ve özel sektör sabit sermaye yatırımları ile istihdam değişkenlerini temsil etmektedir. a_t sabiti ise kgov, kpri ve emp değişkenleri dışında üretimi etkileyen teknolojik seviyeyi göstermektedir.

Eşitlik (5) ile ifade edilen denge denklemini ve üretim esnekliklerini, aşağıda detayları verilmiş VEC modeli yardımıyla tahmin etmek mümkündür. Standart bir VAR modelinde, değişkenler I(1) iken bunların linear kombinasyonunun I(0) olması durumunda, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olacak ve bu ilişki aşağıda ifade edilen hata düzeltme formu ile ifade edilebilecektir:

$$\Delta Z_t = D_0 + \Pi Z_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i \Delta Z_{t-i} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Z_t, nx1 içsel değişken vektörünü temsil etmektedir. D_0, nx1 sabit terimler vektörü iken $u_t \sim N(0,\Sigma)$ ise i.i.d. hata terimini ifade etmektedir. δ_i, nxn parametre matrisidir. (6) numaralı VEC modelinde yer alan Π matrisi, $0<rank(r)<n$ olmak üzere $\Pi=\alpha\beta^T$ şeklinde ifade edilmekte ve çalışmada kullanılan değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisinin dengeye dönüş mekanizmasını göstermektedir. β_i katsayısı, i. içsel değişkenin uzun dönem tahmin katsayısını ifade etmektedir. α ise uyarlama hızını göstermektedir ve sistemdeki bir şok sonucu denge bozulduğunda, meydana gelen sapmanın sonraki dönemde düzeltilme oranını temsil etmektedir.

Çalışmada, Z_t içsel değişken vektörü "out, kgov, kpriv ve emp" olmak üzere dört değişkenden oluşmaktadır. Bu değişkenler logaritmik dönüşümleri yapıldıktan sonra (6) numaralı VEC modeline dahil edilmişlerdir. Tablo 1, çalışmada

kullanılan veri seti ile ilgili detay bilgileri sunmaktadır. Analiz dönemi içinde Türkiye'de ortaya çıkan yapısal kırılmaların olası sapmalarını kontrol edebilmek amacıyla modele bir dışsal kukla değişken dahil edilmiştir. Kukla değişkeni için üretim üzerinde etkili olacak üç adet yapısal kırılma tarihi belirlenmiştir: 2001 Türkiye Ekonomik Krizi, 2009 Küresel Finansal Krizi ve 2020 COVID-19 pandemisi. Ancak yıllık veri setindeki kısıtlı gözlem sayısı nedeniyle serbestlik derecesini korumak ve ekonometrik tahmin sürecinde "yakın tekil matris (near singular matrix)" sorunuyla karşılaşmamak adına, söz konusu üç kriz dönemi tek bir "Kriz" değişkeni altında birleştirilmiştir. İlgili kriz yıllarına "bir" diğer yıllara ise "sıfır" değeri verilerek oluşturulan kukla değişkeni dışsal bir faktör olarak (6) numaralı VEC modeline eklenmiştir.

Tablo 1: Veri Seti, 1998-2025 Yıllık Dönemi

Değişken	Kısaltma	Kaynak
GSYİH (2009=100 Zincirlenmiş Hacim, TL)	out	TCMB Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS)
Kamu Sabit Sermaye Yatırımı (2009=100 Zincirlenmiş Hacim, TL)	kgov	Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (SBB)
Özel Sabit Sermaye Yatırımı (2009=100 Zincirlenmiş Hacim, TL)	kpri	SBB
İstihdam (15+ yaş)	emp	SBB ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)

3. AMPİRİK BULGULAR

3.1. Birim Kök ve Eşbütünleşme Testleri

Çalışmada kullanılan değişkenlerin durağanlık derecelerini belirlemek için Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri ile birlikte Zivot-Andrews tek yapısal kırılmalı birim kök testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 2). Elde edilen sonuçlara göre değişkenler birinci farklarında durağandır. Eşbütünleşme testi ile değişkenler arasında en az bir eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmesi durumunda, kısa dönemli sapmaların varlığı halinde uzun dönem dengeyi sağlayacak düzeltme dinamikleri sistem içinde mevcut olmaktadır. Bu durumda, söz konusu uzun dönemli denge ilişkisini ifade etmek üzere VEC modeli tahmin etme aşamasına geçilebilir.

Tablo 2: Birim Kök Testleri

ADF Testi

	Düzey	%1;%5; %10 Kritik Değerler	Δ	%1; %5; %10 Kritik Değerler
out	-3,344	-4,36; -3,59; -3,23	-3,214	-3,74, -2,99; -2,62
kgov	-2,079		-3,476	
kpri	-2,009		-3,111	
emp	-3,496		-3,855	

PP Testi

	Düzey	%1;%5; %10 Kritik Değerler	Δ	%1; %5; %10 Kritik Değerler
out	-3,729	-4,36; -3,59; -3,23	-5,342	-3,74, -2,99; -2,62
kgov	-2,369		-5,671	
kpri	-2,067		-5,193	
emp	-2,532		-3,450	

Zivot-Andrews Testi

	Minimum T-İstatistiği	%1; %5; %10 Kritik Değerler	Minimum T-İstatistiği	%1;%5;%10 Kritik Değerler
	Düzey	-4,93; -4,42; -4,11	Δ	-5,34; -4,80; -4,58
out	-4,343		-4,950	
kgov	-2.690		-6.299	
kpri	-3.814		-5,949	
emp	-3,405		-6,014	

Notlar: Birim kök testlerinde düzeyde sabit /trendli model, birinci farklarda ise sadece sabitli model kullanılmıştır.

Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisini saptamak için Johansen (1988) tarafından önerilen eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Burada amaç, I(1) değişkenlerinin en az bir doğrusal kombinasyonun I(0) olup olmadığını belirlemektir. Tablo 3, Johansen eşbütünleşme testi sonuçlarını göstermektedir. Tablo 3 içindeki ilk tablo "trace" istatistiğine, ikinci tablo ise "maximum eigenvalue" istatistiğine göre düzenlenmiştir. Her iki teste göre de eşbütünleşme olmadığını öne süren sıfır hipotezi (r=0) reddedilmektedir. Bu durumda test, ilk sıfır hipotezi kabul edilinceye kadar ardışık olarak devam

etmektedir. En fazla bir eşbütünleşme olduğunu belirten sıfır hipotezi (r≤1) ise her iki testte de reddedilememektedir. Bu sonuç, değişkenler arasında uzun dönemli bir denge ilişkisini temsil eden bir adet eşbütünleşme denkleminin mevcut olduğunu göstermektedir.

Tablo 3: Johansen Eşbütünleşme Testi

Sıfır Hipotezi	Alternatif Hipotez	Trace İstatistiği	Kritik Değerler (5%)
r=0	r>0	73,409	54,079
r≤1	r>1	30,088	35,192
r≤2	r>2	11,573	20,261
r≤3	r>3	0,4764	9,1645
Sıfır Hipotezi	**Alternatif Hipotez**	**Maximum Eigenvalue İstatistiği**	**Kritik Değerler (5%)**
r=0	r>0	43,321	28,588
r≤1	r>1	18,515	22,299
r≤2	r>2	11,096	15,892
r≤3	r>3	0,476	9,164

Not: Koyu karakterler reddedilemeyen ilk sıfır hipotezini ifade etmektedir.

3.2. Uzun Dönem Esneklikler

Johansen testi doğrultusunda sistemde bir adet eşbütünleşme vektörü saptandığından, bu aşamada (6) numaralı hata düzeltme formu tahmin edilmiştir. Tablo 4, out değişkenine göre normalize edilmiş (βout=1) eşbütünleşme vektörü tahmin sonuçlarını sunmaktadır. Akaike, Schwarz ve Hannan–Quinn bilgi kriterleri, VEC modelindeki uygun gecikme değerinin iki olduğunu göstermiştir. Söz konusu gecikme değerinde otokorelasyon yoktur. Bununla birlikte, kullanılan VEC modeline ait durağanlık test sonuçları sistemin durağan olduğunu vurgulamaktadır.[2] Sistemde bir adet eşbütünleşme denklemi tespit edildiği için, β eşbütünleşme vektörü 4x1 boyutundaki uzun dönem tahmin katsayılarından (esnekliklerden) oluşmaktadır. Buna göre (5) numaralı denge denklemi tahmin sonuçları Tablo 4 ile çalışmaya eklenmiştir.[3]

2- İlgili tanısal testler için yazarla iletişime geçilebilir.

3- Önceden ifade edildiği üzere, serbestlik derecesini korumak adına kriz dönemleri tek bir kukla değişkenle gösterilmiştir. 2001 krizinin tekil modellendiği alternatif spesifikasyonda yine küçük örneklem nedeniyle matris tekilliği sorunu yaşanmıştır. Buna karşın, 2009 ve 2020 krizlerinin ayrı modellendiği duyarlılık testleri, uzun dönem VEC katsayılarının yön, büyüklük ve anlamlılık bakımından mevcut bulgularla uyumlu ve kriz yılı değişikliklerine karşı dirençli olduğunu göstermektedir (Bkz. Ek/Tablo 1A).

Tablo 4: Uzun Dönem Denge Denklemi ve Esneklikler

Normalize Edilmiş Eşbütünleşme Vektörü
out_t = -2,643 + 0,397$kgov_t$ + 0,370$kpri_t$ + 1,796emp_t
(0,000) (0,000) (0,000) (0,000)
α_{out} = -0,152
(0,035)

Notlar: Parantez içerisindeki matematiksel değerler, karşılık geldiği tahmin katsayısına ait prob. değerleridir. Uzun dönem denge denklemindeki teknoloji parametresini tahmin edebilmek amacıyla, eşbütünleşme denkleminde sabit terimin yer almasına izin verilmiştir. Böylece, modeldeki bağımsız değişkenler sıfır olsa dahi, üretim düzeyini belirleyen bir sabit değerin (otonom teknoloji veya toplam faktör verimliliği (TFV)) varlığı modele yansıtılmıştır.

Tablo 4'te sunulan uzun dönem eşbütünleşme denklemi tahmin sonuçlarına göre kamu yatırımlarının üretim esnekliği katsayısı (β_{kgov}) 0,397 olarak tahmin edilmiştir ve geleneksel güven düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Elde edilen bu bulguya göre, kamu yatırımlarında meydana gelecek %1'lik bir artış, uzun dönemde toplam üretim seviyesini %0,397 oranında artırmaktadır. Özel sektör sabit sermaye yatırımlarının uzun dönem üretim esnekliği (β_{kpri}) 0,370; üretimin uzun dönem iş gücü esnekliği (β_{emp}) ise 1,796 olarak tahmin edilmiştir. Eşbütünleşme denklemi içerisinde yer alan sabit katsayısı (ln A=a=-2,643) da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Hata düzeltme mekanizması ile uzun dönem denge denklemi arasındaki ilişkiyi daha iyi gösterebilmek için (6) numaralı VEC modelini bağımlı değişkenin "out" olduğu ve eşbütünleşme vektörünün "out" değişkenine göre normalize edildiği eşitlik cinsinden ifade etmek mümkündür:

$$\Delta \mathrm{out}_t = \mathrm{d}_{\mathrm{out}} + \alpha_{\mathrm{out}} \mathrm{ECT}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i^{\mathrm{out}} \Delta \mathrm{out}_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i^{\mathrm{kgov}} \Delta \mathrm{kgov}_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i^{\mathrm{kpri}} \Delta \mathrm{kpri}_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i^{\mathrm{emp}} \Delta \mathrm{emp}_{t-i} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Buna göre ECT_{t-1}=out_{t-1}+2,64-0,397$kgov_{t-1}$-0,370$kpri_{t-1}$-1,796emp_{t-1} hata düzeltme terimi, Tablo 4 ile ifade edilen uzun dönem denge denklemi regresyonunun bir gecikmeli hata terimidir ve sistemin dengeye dönüş mekanizmasını ifade etmektedir. ECTt-1 önünde yer alan α_{out} tahmin katsayısının (-0,152) negatif ve istatistiki olarak anlamlı olması sistemde dengeyi sağlayacak dinamiklerin var olduğunu göstermektedir. Katsayının mutlak değeri dikkate alındığında, kısa dönemde ortaya çıkan dengesizliklerin yaklaşık %15,2'sinin bir sonraki yılda ortadan kalktığı görülmektedir.

Tablo 5: Granger Nedensellik Wald Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	Ki-Kare İstatistiği	Prob. Değeri
Δkgov	Δkpri	0,176	0,915
	Δout	6.085	0,047
	Δemp	3,605	0,164
Δkpri	Δkgov	2,553	0,279
	Δout	0,119	0,942
	Δemp	2,628	0,268
Δout	Δkgov	0,820	0,663
	Δkpri	1,437	0,463
	Δemp	1,857	0,395
Δemp	Δkgov	1,254	0,534
	Δkpri	2,200	0,332
	Δout	0,538	0,763

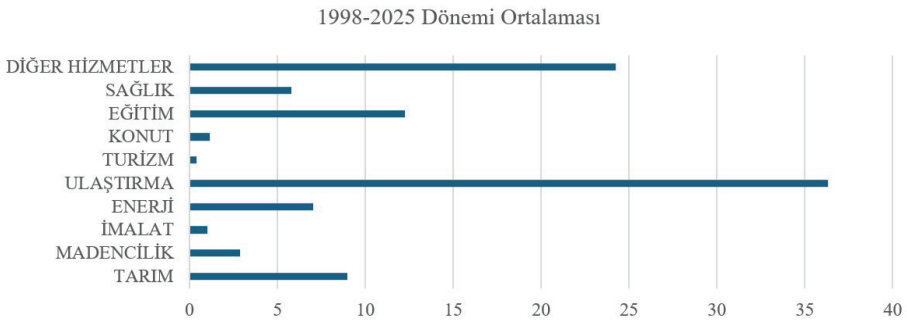
Tablo 5, değişkenler arasındaki Granger nedensellik test sonuçlarını rapor etmektedir. Kamu-özel sektör yatırımları ve üretim arasındaki dinamik etkileşimin zamana yayılması ve uzun dönemli karakteri nedeniyle, çalışmada öncelikli olarak Johansen metodolojisine dayalı uzun dönemli ilişkilerin analiz edilmesi tercih edilmiştir. Ancak, tahmin edilen VEC modeli çerçevesinde hesaplanan VECM tabanlı kısa dönemli Granger nedensellik sonuçları da çalışmaya dahil edilmiştir. Böylelikle, nedensellik ilişkisi analiz edilirken hem kısa dönemli (gecikmeli terimler üzerinden Wald testi) hem de uzun dönemli (hata düzeltme terimi üzerinden) dinamikler incelenmiştir.

Test sonuçlarına göre, üretimden kamu yatırımlarına doğru %5 anlamlılık düzeyinde tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiş olmakla beraber, çalışmanın ana omurgalarından birini oluşturan kamu ve özel sektör yatırımları arasında kısa dönemde istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Elde edilen bulgular, değişkenler arasında kısa dönemli etkileşimlerin oldukça kısıtlı olduğunu; asıl etkileşimin modeldeki hata düzeltme terimi üzerinden işleyen güçlü bir uzun dönemli nedensellik ilişkisiyle ortaya çıktığını doğrulamaktadır. Bu sonuç, uzun dönemli Johansen metodolojisinin tercihini de güçlü bir şekilde desteklemektedir.

4. TARTIŞMA

Kamu yatırımlarının uzun dönem üretim esnekliğinin 0.397 olarak bulunması, kamu yatırımlarının üretim üzerindeki doğrudan katkısının ve özel sektör için yarattığı pozitif dışsallıklar toplamının, yatırımların finansman yöntemlerinden kaynaklanabilecek negatif dışsallıkları aştığını göstermektedir. Bu noktada, tahmin edilen pozitif katsayının iktisadi gerekçelerini, kamu yatırımlarının sektörel kompozisyonu ve finansal piyasa dinamikleri çerçevesinde irdelemek mümkündür.

Şekil 1: Kamu Sabit Sermaye Yatırımlarının Yöneldiği Sektörler ve Toplam İçindeki % Payları



Kaynak: SBB (2026a)

Aschauer (1989) yapmış olduğu çalışmada, üretim üzerindeki en etkili yatırımları sırasıyla şehir içi ve arası yollar, havaalanı, toplu taşıma, kanalizasyon ve su sistemleri benzeri altyapı yatırımları olarak tespit etmiştir ve bunları "çekirdek altyapı" kalemleri olarak nitelendirmiştir. Şekil 1, Türkiye'de kamu tarafından yapılan sabit sermaye yatırımlarının yöneldiği sektörleri ve 1998-2025 dönemi genelinde toplam içindeki ortalama paylarını ifade etmektedir. Diğer bir deyişle, kamunun yatırım kararlarını alırken, analiz dönemi içinde ortalama olarak hangi sektörlere ağırlık verildiğini göstermektedir. Buna göre en yüksek pay, ulaştırma (%36) ve diğer hizmetler (%24) sektörlerine ayrılmıştır.[4] Eğitim ve sağlık sektörleri ise birlikte %18'lik bir pay almıştır. İmalat sektörünün payı ise yaklaşık %1 olarak gerçekleşmiştir.

4- Diğer hizmetler kalemi, kamusal birimlerin genel işleyişini sürdürmek için yapmış olduğu idari binalar ve teknoloji altyapı yatırımlarını, adalet ve güvenlik ile ilgili bina yatırımlarını, çevresel altyapı projelerini (içme suyu, arıtma, yeniden dönüşüm, kanalizasyon, park, bahçe ve piknik alanları vb. tesisler) ve kültürel-sportif yatırımları (kongre ve sanat merkezleri, müzeler, spor alanları, stadyumlar, gençlik merkezleri vb.) içermektedir.

Kamunun yatırım tercihlerindeki bu sektörel ağırlıklar, kamu sabit sermaye stokundaki artışın üretim seviyesini neden anlamlı ve pozitif yönde etkilediğine dair somut bir gerekçe sunmaktadır. Buna göre; ulaşım ağları, özel sektörün lojistik ve taşıma maliyetlerini düşürmektedir. Özel sektör yatırım kararları alırken, ilgili yatırımın etrafında yeterli ulaşım olanaklarının olup olmadığı kritik bir belirleyici olarak değerlendirilmektedir. İlave olarak, ulaşım olanaklarının gelişmiş olması, tüketicinin pazara ulaşımını da kolaylaştıracağından, özel sektör yatırım ve üretim kararları üzerinde oldukça etkili bir unsur olmaktadır. Diğer hizmetler başlığı altında içme suyu, arıtma, yeniden dönüşüm, kanalizasyon gibi altyapı yatırımları olduğu düşünüldüğünde, ulaştırma ve diğer hizmetler payının birlikte %60'a ulaşması, Türkiye'de kamunun daha çok Aschauer (1989) tarafından tanımlanan çekirdek altyapı yatırımlarına yöneldiğini göstermektedir.

Bununla birlikte, teknoloji altyapısı, kültürel-sportif faaliyetler ve adalet-güvenlik hizmetleri gibi yine "diğer hizmetler" kalemi altında yer alan yatırımlar ile eğitim ve sağlık harcamalarının toplam içindeki %18'lik payı birlikte değerlendirildiğinde, kamunun beşerî sermaye yatırımlarını da ağırlık verdiği anlaşılmaktadır. Her ne kadar beşerî yatırımlar kısa vadede fiziksel üretim artışı sağlamasa da uzun vadede iş gücünün marjinal verimliliğini artırmaktadır. Fiziksel çekirdek altyapının beşerî sermaye ile desteklenmesi sonucu özel sektör üzerinde ortaya çıkan pozitif dışsallıkların, üretimde uzun dönemli artışlar yaratması ise oldukça doğaldır. Özetle, kamu yatırımlarının üretim üzerindeki doğrudan etkisinin yanı sıra, söz konusu yatırımlarının "çekirdek altyapı ve beşerî sermaye" odaklı dağılımının özel sektör üretimi üzerinde sağladığı ilave katkı, elde edilen pozitif üretim esnekliği bulgusunun temel iktisadi gerekçesini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, imalat sektörünün kamu yatırımları içindeki ihmal edilebilir payı, kamunun özel kesimle rekabet eden bir "üretici" olmak yerine, "altyapı sağlayıcı" rolünü benimsediğine dair önemli bir veridir. Bu durum, kamu yatırım politikasının özel sektörle bir dışlama ilişkisi kurmak yerine, iş bölümüne dayalı bir tamamlayıcılık stratejisine yöneldiği ve özel sektörün maliyet yapısını iyileştirmeye odaklandığı izlenimini güçlü bir şekilde uyandırmaktadır.

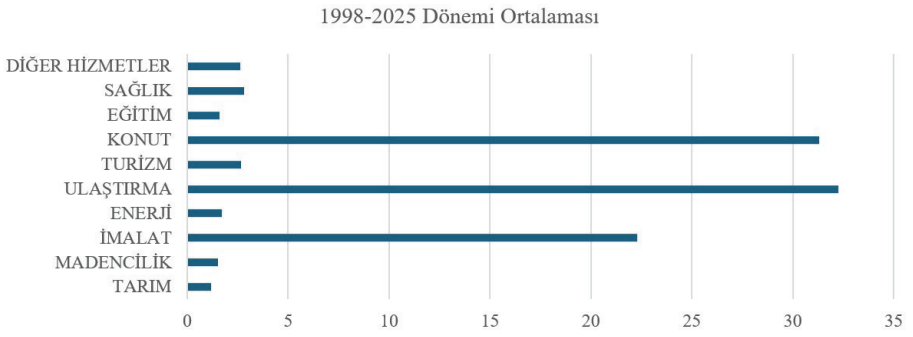
Diğer taraftan, Türkiye'de kamu yatırımlarının finansmanı üzerinden ortaya çıkan negatif dışsallıklar, özel sektör üretimi üzerinde kısıtlar da yaratabilmektedir. Enflasyonun tarihsel süreç itibariyle yüksek seyri göz

önüne alındığında ülkede borçlanma maliyetleri de doğal olarak yüksek seyretmektedir. Kamu yatırımlarının artması özel sektör yatırımında kullanılacak olan fonları kısıtladığından, özel sektörün borçlanma maliyetlerinde de ilave artışlar yaratabilmektedir. Bu nedenle, Türkiye'de kamu yatırımlarının finansman kanalıyla tetiklediği negatif dışsallıklar, kredi maliyetlerinin daha ılımlı seyrettiği ülkelere kıyasla, üretim üzerinde daha belirgin bir kısıtlayıcı etki oluşturabilmektedir.

Öte yandan, Türkiye finansal sisteminde bankacılık sektörü oldukça baskın bir güç teşkil ederken; tahvil, hisse senedi ve yatırım fonu gibi sermaye piyasası araçlarının ağırlığı ise nispi olarak düşüktür. Türkiye Sermaye Piyasaları Birliği (TSPB, 2022) verilerine göre, dünya borsalarının toplam piyasa değerinin GSYİH'ye oranı %61 iken, Borsa İstanbul'da bu oran %36 seviyesinde kalmıştır. Finansal derinliğin yeterli olmadığı bu yapı içerisinde, kamu sektörü yatırım amaçlı olarak kredi piyasasına girdiğinde ve özel sektör ile aynı sınırlı fon havuzu için rekabet ettiğinde, kredi maliyetleri üzerinde yukarı yönlü bir baskı oluşturmaktadır. Sonuç olarak, Türkiye'de kamu yatırımlarının finansman ihtiyacını artırarak özel sektör ile kaynak rekabetine girmesinin üretim üzerinde kısıtlayıcı bir baskı oluşturması beklense de elde edilen pozitif β_{kgov} katsayısı, finansman kaynaklı negatif dışsallıkların sistemi domine edemediğini ampirik olarak göstermektedir. Bu bulgu, analiz edilen dönemde çekirdek altyapı ağırlıklı kamu yatırımlarının ülkedeki ekonomik büyümeyi destekleyen önemli bir bileşen olma özelliğini koruduğunu da ifade etmektedir.

Son olarak, elde edilen pozitif esneklik katsayısı, kamu yatırımlarının uzun dönemde toplam üretim üzerinde net bir genişletici etki yarattığını ampirik olarak kanıtlamış olmasına rağmen, kamu yatırımları ile özel sektör yatırımları arasındaki etkileşimin içeriği henüz "ampirik" olarak netlik kazanmamıştır. Söz konusu pozitif esnekliğin, kamu yatırımlarının özel sektör yatırımlarını teşvik edip tamamladığı bir üretim artışından mı, yoksa kamu yatırımlarının üretim üzerindeki güçlü doğrudan etkileri nedeniyle finansman kaynaklı baskın bir dışlama etkisine rağmen mi ortaya çıktığı, yanıtlanmayı bekleyen bir soru olarak ortada durmaktadır. Yatırım değişkenleri arasındaki bu dinamik etkileşimin çözümlenmesi için çalışmanın ilerleyen bölümlerinde sunulacak olan "etki-tepki fonksiyonları (impulse-response functions-IRF)" ve "varyans ayrıştırması (variance decomposition-VDEC)" sonuçları kritik bir önem arz etmektedir.

Şekil 2: Özel Sabit Sermaye Yatırımlarının Yöneldiği Sektörler ve Toplam İçindeki % Payları



Kaynak: SBB (2026a)

Özel sektör sabit sermaye yatırımlarının uzun dönem üretim esnekliğinin 0,370 olarak tahmin edilmesi, özel sektör yatırımlarının üretim üzerindeki belirleyici gücünü ampirik olarak doğrulamaktadır. Şekil 2'de sunulan sektörel dağılım verileri, özel sabit sermaye yatırımlarının yöneldiği alanları ve toplam içindeki paylarını göstermektedir. Kamunun imalat sektöründen neredeyse tamamen çekilmesi ve bu alanın %22'lik bir yatırım payı ile özel sektöre bırakılması, yukarıda vurgulanan devletin "altyapı sağlayıcı", özel sektörün ise daha çok "nihai üretici" olduğu sektörel iş bölümü hipotezini kuvvetlendirmektedir. Bu bulgu, literatürdeki kamu ve özel sektörün yoğunlaştığı sektörlerin ayrıştırılması gerektiğini ifade eden "sektörel uzmanlaşma" argümanına da destek sunmaktadır. Buna göre, devletin çekirdek altyapı yatırımlarına, özel sektörün ise doğrudan üretim yatırımlarına odaklanması, toplam verimliliği de maksimize edecektir. İlave olarak, kamu yatırımlarının özel sektöre kıyasla daha yüksek bir üretim esnekliğine sahip olması, kamu altyapı yatırımlarının toplam çıktı üzerinde daha güçlü bir kaldıraç etkisi yarattığını göstermektedir.

Diğer taraftan Şekil 2, özel sektörün ulaştırma yatırımlarının da oldukça yüksek olduğunu ifade etmektedir (%32). Özel sektörün ulaştırma gibi kamusal niteliği ağır basan altyapı alanlarına hala ciddi oranda kaynak ayırmak zorunda kalması, üretim esnekliğini sınırlayan bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Özel sektörün "asli faaliyet alanı" olan imalat alanına odaklanmak yerine, kamusal niteliği ağır basan altyapı eksikliklerini kendi kaynaklarıyla ikame etmeye çalışması, kaynak tahsisinde etkinliği bozarak optimum verimlilikten sapılmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, yeni devlet anlayışında

"tamamlayıcılık" ekseninde yeniden tanımlanan kamu ve özel sektör arasındaki "sektörel iş birliği ve uzmanlaşma", henüz optimum seviyesine erişememiştir. Özel sektör yatırımlarının üretim esnekliğinin daha yukarıya çekilebilmesi için özel sektörün ulaştırma alanındaki sabit yatırımlarını imalat sektörüne kaydırması; kamunun ise çekirdek altyapı yatırımlarına ayırdığı payı artırması gerekmektedir. Kamu ve özel sektör yatırımları arasındaki bu "ince ayar" sayesinde, sektörel uzmanlaşma derinleştirilerek toplam verimlilik gerçek potansiyeline ulaştırılabilecektir.

Tahmin edilen pozitif βkpri katsayının arkasındaki iktisadi mekanizmayı, kamu yatırımları için geçerli olan dışsallıklara paralel bir şekilde açıklamak mümkündür. Özel sektör sabit sermaye yatırımlarındaki artış, ilk aşamada doğrudan etki yoluyla sermaye stokunu büyüterek toplam üretimi artırmaktadır. İkinci aşamada ise genişleyen üretim ve istihdamın devletin vergi gelirlerinde yarattığı artış, kamu yatırımlarının finansmanı için kaynak yaratarak üretimi dolaylı yoldan teşvik etmektedir. Öte yandan, özel sektörün finansman ihtiyacı nedeniyle kredi piyasasında kamuyla rekabet etmesi, artan faizler nedeniyle kamunun planlamış olduğu yatırımları ertelemesine veya vazgeçmesine neden olabilmektedir. Dolayısıyla, özel sektör yatırımları da finansman kanalıyla yaratacağı negatif dışsallıklar yoluyla kamu kaynaklı üretimi baskılayabilme potansiyeline sahiptir. Ancak tahmin edilen pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı katsayı, özel sektör yatırımlarının hem doğrudan hem de vergi kanalıyla üretim kapasitesi üzerinde sağladığı reel kazanımların, finansal piyasalar üzerinden tetiklenen negatif dışsallıkları kompanse ettiğini ve net üretim etkisinin pozitif kalmaya devam ettiğini ampirik olarak doğrulamaktadır.

Uzun dönem eşbütünleşme denklemi içerisinde yer alan sabit katsayısından hareketle hesaplanan teknoloji parametresi (, Türkiye ekonomisinde sabit sermaye stoku ve işgücü birikimi dışında otonom bir teknolojik gelişim dinamiğine işaret etmektedir.[5] Ancak katsayının sıfıra oldukça yakın olması, incelenen dönemdin üretim artışında otonom teknolojik gelişimin oldukça sınırlı kaldığını göstermektedir. İktisat teorisi çerçevesinde bu tablo, Türkiye'de büyümenin niteliksel bir verimlilik artışından ziyade, fiziksel sermaye birikimine (nicel) dayalı bir sermaye derinleşmesi (capital deepening) süreciyle

5- Otonom teknolojik gelişme; üretim sürecindeki girdi miktarında herhangi bir artış yaşanmaksızın, toplam çıktıda meydana gelen artışı ifade eder ve bu süreç doğrudan TFV artışıyla ilişkilidir. Faktör verimliliğindeki artış, aynı girdi miktarında çalışma biçimlerinin veya üretim yöntemlerinin geliştirilmesi (yazılım, Ar-Ge, organizasyonel gelişim, teknolojik yenilikler gibi) sonucunda ortaya çıkmaktadır.

şekillendiğini ortaya koymaktadır. Türkiye'nin son çeyrek asırdaki büyüme performansı incelendiğinde, büyümenin asli lokomotifinin TFV veya otonom teknolojik ilerleme değil, yoğun sermaye birikimi olduğu görülmektedir. Özellikle ulaştırma, imalat ve inşaat sektörlerindeki kapasite artışları, bu büyüme sürecinin temel kaynağını teşkil etmiştir. Nitekim Bakış ve Acar (2021) çalışılmalarında, 1980-2019 arası dönemde Türkiye'de toplam faktör verimliliğinin ortalamada bir artış sergilemediğini, tersine azalış (-%0,23) gösterdiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Akçiğit vd. (2023), faktör verimliliğinde son 20 yılda kayda değer bir iyileşme sağlanamadığını ifade etmişlerdir.

Solow Büyüme Modeli'nin öngördüğü üzere, teknolojik sıçramalarla desteklenmeyen bir sermaye birikimi süreci, azalan marjinal getiriler yasası gereği sürdürülebilir bir büyüme hızı yaratamaz. Bu tür bir büyüme süreci, azalan marjinal getiriler yasası kısıtı ile karşılaştığında büyümenin devam etmesi ancak otonom teknolojik sıçramalarla mümkün olmaktadır. Bu teorik öngörünün en somut tarihsel yansıması, Krugman (1994) tarafından 1997 Doğu Asya Krizi öncesinde yapılan öngörülerde görülmektedir. Krugman (1994), bölge ülkelerinin yaşadığı yüksek büyüme sürecinin temel itici gücünün TFV değil yoğun sermaye birikimi olduğunu saptamış; teknolojik ilerlemeyle desteklenmeyen bu birikim sürecinin zaman içinde büyümenin sürdürülebilirliğini engelleyerek krizlere zemin hazırlayacağı uyarısında bulunmuştur. Dolayısıyla ulaşılan bulgular, Türkiye ekonomisinin sürdürülebilir büyüme patikasına evrilebilmesi için mevcut fiziksel faktör birikiminin, teknolojik gelişim ile desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Son olarak, tahmin edilen işgücü esnekliği (1,796) teorik beklentilerin oldukça üzerinde bir değere işaret etmekle birlikte, bu katsayıyı Türkiye'nin 1998-2025 dönemindeki yapısal dinamikleri çerçevesinde açıklamak mümkündür. Bu çerçeve, yukarıda ifade edilen sermaye derinleşmesi sürecine dayanmakta olup reel bir üretim artışını temsil etmektedir. Söz konusu üretim artışı, otonom bir teknolojik sıçrama yerine üretimin fiziksel sermaye stokuyla yoğun şekilde desteklenmesi sonucu kaynak tahsisinde ortaya çıkan başarıya dayanmaktadır. Dolayısıyla bu yüksek katsayı, işgücünün ileri teknolojiye dayalı verimlilik artışından çok kamu ve özel sektör yatırımlarıyla artan makine, teçhizat ve altyapı olanaklarını daha yoğun kullanmaya başlamasının bir yansıması olarak değerlendirilmelidir.

Nitekim bu süreç, Lewis'in (1954) İkili Ekonomi Modeli ile uyumlu biçimde, kırsaldan kente göçle beraber tarımdaki düşük verimli atıl emeğin, sermaye yoğunluğu yüksek olan sanayi ve hizmetler sektörüne (modern sektörler) kaymasıyla pekişmiş ve emeğin marjinal verimliliğini artırarak toplam çıktıda beklenenin üzerinde bir artış yaratmıştır.[6] Lewis modelinin öngördüğü bu işgücü transferi, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ekseriyetle kayıt dışı ve enformel kanallarla kentsel üretime daha güçlü bir şekilde eklemlenmektedir. Türkiye'de kayıt dışılık oranları, son on yılda ortalama %40 civarında seyrederken (TÜİK, 2026), gelişmiş ülkelerde bu oran %20'nin altındadır (Yanici Erdal, 2019). Analizde yararlanılan 15+ Yaş Temel İşgücü Göstergeleri'nin idari kayıtlara (SGK) değil, Hanehalkı İşgücü Anketi'ne dayanması, bu kuramsal geçişin ampirik olarak eksiksiz yakalanmasını sağlamıştır. Uluslararası Çalışma Örgütü standartlarındaki bu anket mimarisi, sigortalılık durumuna bakılmaksızın kayıt dışı istihdamı da kapsadığından, kırsaldan çözülüp kentsel üretime fiilen katılan tüm emek bileşenlerini modele dahil etmeye imkân tanımıştır. Sonuç olarak, yüksek uzun dönem işgücü esnekliği katsayısı, Lewis (1954) İkili Ekonomi Modeli çerçevesinde kırsaldan çözülüp modern/kent sektörlerine akan ve enformel kanallarla üretime hızlıca eklemlenebilen bu geniş ve esnek işgücü havuzunun, artan fiziksel sermaye yatırımlarıyla birleştiğinde çıktı üzerinde yarattığı yüksek marjinal katkının ampirik bir tezahürüdür.

5. ETKİ-TEPKİ ANALİZİ VE VARYANS AYRIŞTIRMASI

Bu bölümde IRF analizi aracılığıyla, yatırım şoklarının sistemdeki değişkenler üzerindeki geçici ve kalıcı etkileri analiz edilmekte, böylece yapısal şokların kısa ve uzun dönemli yansımaları değerlendirilmektedir. Etki-tepki analizleri, önceki bölümde kamu ve özel sektör yatırımları arasında varlığından şüphelenilen tamamlayıcılık ilişkisinin ampirik olarak da ifade edilmesi bakımından önemli bir işlev görmektedir. VDEC analizi kullanılmasındaki amaç ise değişkenlerde meydana gelen değişimlerin sistemdeki hangi şoklar tarafından açıklandığını analiz edebilmektir.

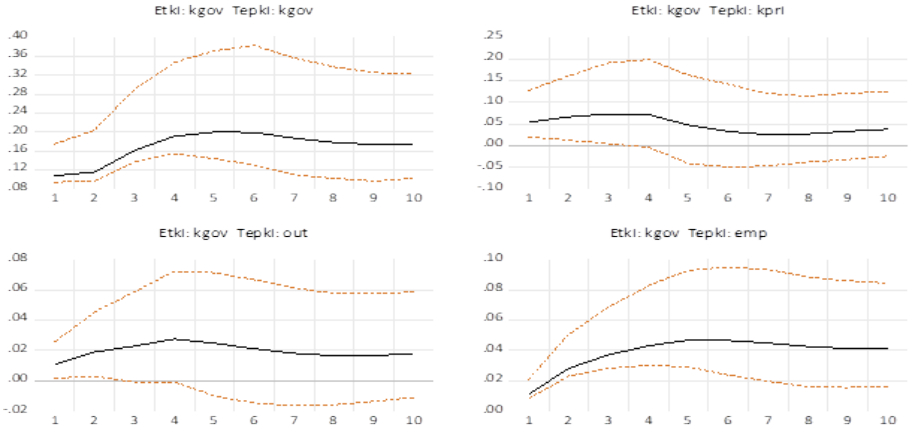
6- Ek/Şekil 1A, 1998-2025 dönemi aralığında Türkiye'deki kırsal nüfusun kente göç hızını çarpıcı şekilde ortaya koymaktadır. 2012 yılından itibaren kent nüfusunda gözlenen hızlı artış ise 6360 sayılı "Büyükşehir Yasası" ile 14 ilin büyükşehir statüsü kazanması ve buna bağlı olarak binlerce köyün bir gecede "mahalle" statüsüne geçmesi ile ilişkilidir. Verilerdeki bu idari/yapısal kırılmaya rağmen Şekil 1A, kırsaldan kente yönelen nüfus hareketliliğinin tarihsel eğilimini ve yapısal dönüşümünü açık bir biçimde yansıtmaktadır.

Etki-tepki fonksiyonlarının kullanılan tanımlama kısıtlarına duyarlı olabilmeleri nedeniyle, değişkenler arasındaki eşanlı ilişkiler belirlenirken ampirik ve teorik literatür ile uyumlu tanımlama kısıtlarından yararlanılmıştır (Pereira, 2000; Mittnik ve Neumann, 2001; Voss, 2002; Afonso ve Aubyn, 2009). Bu doğrultuda, Cholesky ayrıştırması uygulanarak ortogonal etki-tepki fonksiyonları (OIRF) elde edilmiştir. Yapısal şokların tanımlanmasında kullanılan kısıtlar, Z_t=[kgov kpri out emp]^T değişken vektöründeki sıralamaya göre oluşturulmuştur:

i. Değişken vektöründeki sıralamada, kamu yatırımları diğer değişkenlere göre dışsal olacak şekilde konumlandırılmıştır. kgov değişkeninin kpri değişkeninin üstünde yer alması, kamu yatırımlarının özel sektör yatırımlarını eş zamanlı olarak etkilediğini; özel sektör yatırımlarından ise gecikmeli etkileneceğini ifade etmektedir. Bunun nedeni, kamusal karar alma ve uygulama süreçlerinde yaşanan "zaman gecikmesi" kavramıdır (Pereira, 2000, s. 515). Devlet bütçesinin gelecek yıla dair olarak oluşturulması, içinde bulunulan yıla ilişkin kamu harcamalarının esnetilmesi önünde bir engel yaratmaktadır. Bütçe yasasının oluşturulması ve komisyon/meclis tartışmalarının yapılması şeklindeki uzun onay süreçlerinin varlığı da yine özel sektör yatırımlarındaki bir şoka karşılık kamu yatırımlarının uyarlanma hızını geciktirmektedir. Öte yandan kamu sektörü, yatırım kararlarını bütçe planlamasına uygun olarak sonraki döneme ilişkin olarak açıklarken, özel sektör ise bu açıklamaya dayalı olarak aynı dönem içinde yatırım kararlarını almaktadır. Özel sektör, "bilgi toplama ve karar alma" süreçleri kamuya göre çok daha esnek olduğundan bilgi kümesini daha hızlı güncellemekte; dolayısıyla da kamu yatırımlarındaki değişmelere aynı dönem içinde cevap verebilmektedir.

ii. Kamu yatırımları değişkeni, üretim ve istihdam düzeyine göre de daha dışsal bir değişken olarak görev yapmaktadır. Bu kısıtın temel nedeni, denge üretim ve istihdam seviyesinde bir istikrarsızlık oluştuğunda, kamu yatırım harcamalarının denge sağlayıcı istikrar politikaları kapsamında "ayar işlevi" görmesidir (Blanchard ve Perotti, 1999; Afonso ve Aubyn, 2009; Abiad vd., 2016). Türkiye ekonomisinde kamu yatırımları, üretim seviyesini artıran arz yönlü etkisinin yanı sıra, istikrarsızlık dönemlerinde toplam talebi uyarlayan konjonktür-karşıtı bir araç olarak da görev yapmaktadır. Dolayısıyla, bu varsayım Türkiye'de kamunun konjonktür dalgalanmalarını takip etmek yerine "aktif bir düzenleyici" rolü üstlendiği gerçeğiyle uyumludur.

Şekil 3: Kamu Sektörü Yatırım Şokuna Karşılık Ortogonal Etki-Tepki Fonksiyonları

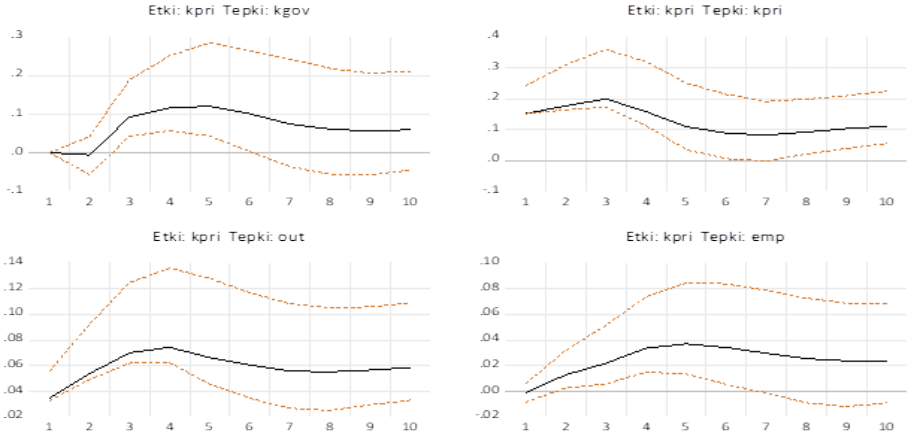


Notlar: Bir standart sapmalık bir kgov şokuna karşılık sistemde yer alan dört değişkene ait OIRF grafiklerini göstermektedir. OIRF etrafındaki kırmızı çizgiler arasında kalan alan ise %95 bootstrap güven aralığını ifade etmektedir.

Şekil 3 ve 4, sistemdeki değişkenlerin, sırasıyla kamu ve özel sektör yatırım şoklarına verdikleri ortogonal etki-tepki fonksiyonlarını 10 yıllık bir zaman ufkunda rapor etmektedir. Örneklem büyüklüğünün sınırlı olması (n=28), büyük örneklem varsayımlarına dayanan asimptotik teorinin geçerliliğini yitirmesine ve standart bootstrap güven aralıklarının sapmalı sonuçlar üretmesine yol açabilmektedir. OIRF güven aralıklarındaki olası sapmaları minimize etmek ve çıkarımların güvenilirliğini artırmak amacıyla, küçük örneklemlerde dirençli sonuçlar veren "Hall's Studentized Bootstrap" yöntemi (999 yineleme) tercih edilmiştir.

Şekil 3 incelendiğinde, kamu yatırımlarında meydana gelen bir standart sapmalık pozitif bir şokun, özel sektör yatırımları üzerinde yaklaşık 4 yıl boyunca pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etki yarattığı görülmektedir. Bu sonuca göre, kamu yatırımlarının özel sektör yatırımları üzerindeki tamamlayıcılık etkisi, kamu yatırımlarının finansmanından kaynaklanabilecek olası negatif dışsallıkların yarattığı dışlama etkisini domine etmektedir. Elde edilen bu bulgu sayesinde, kamu yatırımlarının özel sektör yatırımlarını tamamladığı ampirik olarak da doğrulanmaktadır. Bununla birlikte, pozitif bir kamu yatırımı şoku hem kısa hem de daha uzun dönemde üretim ve istihdam üzerinde anlamlı artışlar yaratmaktadır.

Şekil 4: Özel Sektör Yatırım Şokuna Karşılık Ortogonal Etki-Tepki Fonksiyonları



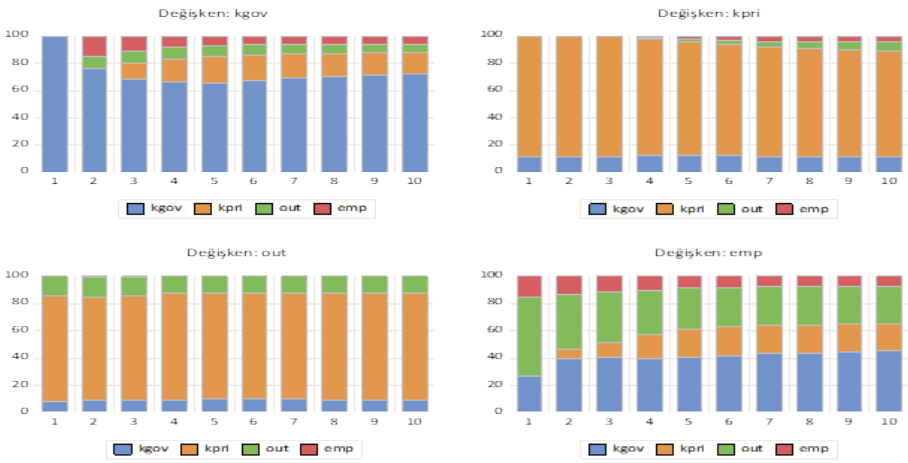
Notlar: Bir standart sapmalık bir kpri şokuna karşılık sistemde yer alan dört değişkene ait OIRF grafiklerini göstermektedir. OIRF etrafındaki kırmızı çizgiler arasında kalan ise %95 bootstrap güven aralığını ifade etmektedir.

Şekil 4, özel sektör yatırımlarındaki bir standart sapmalık pozitif bir şokun diğer değişkenler üzerindeki etkisini göstermektedir. Elde edilen ampirik bulgular, modelin tanımlama aşamasında öngörülen kamusal karar alma süreçlerindeki zaman gecikmesi varsayımı ile uyumludur; nitekim kamu yatırımlarının özel sektör pozitif yatırım şokuna verdiği başlangıç tepkisi sıfırdır. Ancak, ikinci ve altıncı yıllar arasında ortaya çıkan pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı tepki, özel sektör yatırımlarının tetiklediği ekonomik canlılığın ve genişleyen vergi matrahının kamu maliyesi ve dolayısıyla da kamu yatırımları üzerinde yarattığı dominant bir pozitif dışsallığı ifade etmektedir. Özel sektör şokuna karşılık kamu sektörünün ağırlıklı olarak çekirdek altyapı yatırımları üzerinden gecikmeli olarak pozitif tepki vermesi, kamu ve özel sektör yatırımları arasındaki "çift yönlü" tamamlayıcılık ilişkisinin ve sektörel iş birliğinin varlığını ampirik olarak kanıtlamaktadır. Son olarak, pozitif kamu sektörü şokuna benzer şekilde, pozitif özel sektör şoku da üretim ve istihdam üzerinde kısa ve uzun dönemde istatistiksel olarak anlamlı artışlar yaratmaktadır.[7]

7- Cholesky sıralamasından kaynaklanabilecek olası tanımlama hatalarını dışlamak amacıyla, değişken sıralamasından bağımsız sonuçlar üreten Genelleştirilmiş Etki-Tepki Fonksiyonları (GIRF) (Pesaran ve Shin, 1998) da oluşturulmuştur. Sonuçların OIRF ile yüksek uyum sergilemesi, ampirik bulguların değişken sıralamasına duyarlı olmadığını göstermektedir. Yer kısıtı nedeniyle çalışmaya dahil edilmeyen GIRF grafikleri yazardan talep edilebilir.

Şekil 5, içsel değişkenlere ait varyans ayrıştırması sonuçlarını rapor etmektedir. Kamu yatırımlarındaki değişimin başlangıç döneminde en önemli kaynağı kendisidir. Bu bulgu, kgov değişkeninin diğer değişkenlere göre daha dışsal konumlandırılmasının doğal sonucudur. Ancak karar alma süreçlerindeki zaman gecikmesinin ortadan kalktığı t=2 ve sonrası dönemlerde, diğer değişkenlerden kaynaklı şokların kamu yatırımlarını açıklama gücü artmaktadır. Özel sektör yatırımlarının kamu yatırımları üzerindeki açıklayıcı gücü yarattığı pozitif ve negatif dışsallıklar kanalıyla gerçekleşirken; üretim ve istihdamın açıklama gücü, kamunun konjonktür karşıtı denge sağlayıcı müdahale politikalarının yansımasıdır. Öte yandan, üretim ve istihdamın birlikte etkisinin kamu yatırımlarını açıklama gücü; özel sektör yatırımlarının kamu sektörü yatırımlarını açıklama gücüne yakın seyretmektedir. Bu sonuç, kamunun yatırım kararlarını alırken özel sektör dinamiklerinin yanında denge sağlayıcı müdahale amacını da göz önüne aldığını işaret etmektedir.

Şekil 5: Varyans Ayrıştırması



Not: Varyans ayrıştırması analizi, Zt=[kgov kpri out emp]T vektöründeki sıralamaya göre yapılmıştır.

Özel sektör yatırımlarının varyans ayrıştırması sonuçları, bu yatırımlardaki değişimin birincil kaynağının kendi içsel dinamikleri olduğunu göstermektedir. Hem kısa hem de uzun dönemde kamu yatırımları özel sektör yatırımlarını açıklayan ikinci en önemli faktör olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, kamu altyapı projelerinin özel kesim için kritik bir yatırım sinyali ve tamamlayıcı unsur

teşkil ettiğini doğrulamaktadır. Öte yandan, üretim ve istihdamdaki değişimlerin özel sektör yatırımları üzerindeki açıklama gücünün ancak uzun dönemde belirginleşmesi, özel sektör yatırım kararlarının kısa vadeli istikrar politikası aracı olarak işlev görmediğini; bunun yerine toplam talepteki kalıcı eğilimlere göre uzun vadeli bir bakış açısı ile şekillendirildiğini göstermektedir.

Üretim değişkenine ait varyans ayrıştırması sonuçları, Türkiye'de ekonomik büyümenin temel sürükleyici gücünün özel sektör yatırımları olduğunu ampirik olarak teyit etmektedir. Bu sonuç, özel sektörün ekonomideki "hacimsel baskınlığını" ortaya koymaktadır; bir başka ifadeyle özel sektör, büyümenin temel sürükleyicisi konumundadır. Üretimdeki değişimleri açıklama gücü bakımından özel sektör yatırımlarının kamu yatırımlarına kıyasla hem kısa hem de uzun dönemde istikrarlı olarak daha yüksek bir paya sahip olması, önceki bölümde ifade edilen Türkiye'de kamunun doğrudan üretici rolünden sıyrıldığına dair güçlü bir ampirik delil sunmaktadır.

İstihdam değişkenine yönelik varyans ayrıştırması bulguları, başlangıç döneminde temel belirleyicinin üretim şokları olduğunu, ancak daha uzun dönemde kamu ve özel sektör yatırımlarının kümülatif açıklama gücünün üretim etkisini geride bıraktığını göstermektedir. Özellikle istihdamın büyük oranda özel sektör tarafından sağlandığı Türkiye ekonomisinde, kamu yatırımlarının istihdam varyansını açıklama gücünün özel sektörden daha yüksek çıkması ise oldukça dikkat çekicidir. Bu durumu, analiz dönemi içinde sıklıkla ortaya çıkan ekonomik daralma dönemleri ile açıklamak mümkündür (1999 ve 2023 Depremleri, 2001-2009-2018 Ekonomik Krizleri, 2016 Askeri Darbe Girişimi, 2020 COVID-19 Pandemisi). Belirsizliklerin yükseldiği kriz ve daralma dönemlerinde özel sektörün yatırım ve istihdam kararlarını askıya almasına rağmen, kamunun istikrar sağlayıcı bir aktör olarak maliye politikalarıyla istihdamı desteklemesi, kamu ve özel sektör yatırımlarının istihdam üzerindeki açıklama gücünü kamu lehine kaydırmış görünmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye ekonomisinde kamu sabit sermaye yatırımlarının, özel sektör sabit sermaye yatırımları ve üretim ile olan dinamik ilişkisi VEC modeli çerçevesinde analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, Türkiye'nin son çeyrek asırdaki ekonomik dönüşümüne dair önemli çıkarımlar sunmakta, kamunun doğrudan üretici rolden sıyrılarak altyapı sağlayıcı bir profile evrildiğini

ampirik olarak desteklemektedir. Çalışma, yeni devlet anlayışı çerçevesinde "tamamlayıcılık ve iş bölümü" ekseninde yeniden tanımlanan kamu-özel sektör etkileşiminin, henüz optimum bir sektörel uzmanlaşma düzeyine erişemediğini ortaya koymaktadır. Sektörel kaynak tahsisinde etkinliğin sağlanamaması ve buna bağlı olarak uzmanlaşma düzeyinin yetersiz kalması, üretimin "üretim olanakları eğrisi" sınırına ulaşmasını engellemekte ve ekonomiyi potansiyelinin altında çalıştırmaktadır.

Araştırma sonuçlarına göre, kamu yatırımlarının uzun dönem üretim esnekliği katsayısı 0,397; özel sektör yatırımlarının ise 0,370 olarak tahmin edilmiştir. Kamu yatırımlarının daha yüksek üretim esnekliğine sahip olması kamu yatırımlarının toplam çıktı üzerinde özel sektör yatırımlarına kıyasla daha güçlü bir kaldıraç etkisi yarattığını göstermektedir. Kamu yatırımlarının imalat sektörü içerisindeki payının %1 düzeyine gerilemiş olması, buna karşın özel sektörün aynı sektörde %22'lik bir ağırlığa sahip olması, net bir sektörel iş bölümüne işaret etmektedir. Buna göre, Türkiye'de kamu artık özel sektörle rekabet eden doğrudan bir üretici değil; aksine sunduğu altyapı olanaklarıyla özel sektör için maliyet düşürücü ve kârlılık artırıcı bir zemin inşa eden stratejik bir tamamlayıcı işlevi görmektedir.

Yapısal şokların analizi için kullanılan Cholesky tanımlama kısıtları çerçevesinde, kamu yatırımları, literatürdeki iktisadi ve kurumsal gerekçelerle sistemdeki en dışsal değişken olarak konumlandırılmıştır. Etki-tepki analizi sonuçları, Türkiye ekonomisinde kamu ve özel sektör yatırımları arasında çift yönlü bir tamamlayıcılık ilişkisinin varlığını ortaya koymaktadır. Kamu yatırımları, özel sektör için elverişli bir yatırım ortamı sunarken, genişleyen üretim ve istihdamın yarattığı vergi gelirleri, kamu yatırımlarının finansmanı için ek kaynak oluşturarak süreci desteklemektedir. Üretim değişkenine ait varyans ayrıştırması sonuçları, özel sektörün büyümedeki hacimsel baskınlığını teyit ederken; kamu yatırımlarının istihdam üzerindeki yüksek açıklama gücü, kriz ve daralma dönemlerinde devletin istikrar sağlayıcı bir aktör olarak üstlendiği konjonktür-karşıtı rolü yansıtmaktadır. Öte yandan, özel sektörün, kamusal niteliği ağır basan ulaştırma sektörüne hala ciddi kaynak ayırmak zorunda kalması, asli uzmanlık alanı olan yüksek katma değerli imalat sektörüne odaklanmasını engellemekte ve özel sektörün üretim esnekliğini sınırlamaktadır. Ayrıca, Türkiye'de finansal piyasaların yeterli derinliğe sahip olmaması, finansman kanalı üzerinden negatif dışsallıklar doğurarak toplam verimliliği baskılamaktadır.

Teknoloji parametresinin oldukça düşük seyretmesi, Türkiye'de büyümenin niteliksel bir verimlilik artışından ziyade, fiziksel sermaye birikimine dayalı bir sermaye derinleşmesi süreciyle şekillendiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, Türkiye ekonomisinin sürdürülebilir bir büyüme patikasına evrilebilmesi için mevcut fiziksel faktör birikiminin, teknolojik gelişim ile desteklenmesi gerekmektedir. Tahmin edilen yüksek uzun dönem işgücü esnekliği ise kırsaldan çözülüp modern/kent sektörlerine akan ve enformel kanallarla üretime hızlıca eklemlenebilen geniş ve esnek işgücü havuzunun, artan fiziksel sermaye yatırımlarıyla birleştiğinde çıktı üzerinde yarattığı yüksek marjinal katkının bir sonucudur.

Elde edilen bulgular ışığında temel politika önerileri geliştirmek mümkündür. Sektörel uzmanlaşmanın optimum kılınması amacıyla kamu çekirdek altyapı maliyetlerini tamamen üstlenerek özel sektörün yükünü hafifletmeli; özel sektör ise serbest kalan kaynaklarını doğrudan imalat sanayiine, teknolojik gelişmeye ve uzmanlaşmaya yönlendirmelidir. Kamu yatırımlarının finansman kaynaklı negatif dışsallıklarını sönümlemek adına, sermaye piyasalarının derinleştiği, fon arzında banka kredilerinin yanı sıra sermaye piyasası araçlarının etkin kullanıldığı ve uzun vadeli fon kaynaklarının (emeklilik ve sigorta şirketleri fonları gibi) ulusal finans sistemine dahil edildiği bir finansal organizasyon oluşturmak elzemdir. Kamu yatırım programları ile özel sektörün stratejik hedefleri arasındaki eşgüdüm, sektörel uzmanlaşma ve iş bölümünün daha ileriye taşınması çerçevesinde güçlendirilmelidir. Sonuç olarak Türkiye ekonomisi, devletin altyapı sağlayıcısı, özel sektörün ise üretim motoru olduğu bu yeni iş bölümünde, kurumsal bir senkronizasyon yakalanabildiği ölçüde küresel rekabet gücünü artıracak ve üretim olanakları eğrisini ileriye taşıyabilecektir.

Bununla birlikte çalışma bazı kısıtlara sahiptir. Özellikle veri setinin sınırlı olması (n=28), modeldeki serbestlik derecesini düşürmekte ve yapısal kırılmaların etkisinin analizini de sınırlandırmaktadır. Çalışmada karşılaşılan "yakın tekil matris" sorunu nedeniyle 2001, 2009 ve 2020 krizlerini tek bir kukla değişken altında birleştirmeyi zorunlu kılan ampirik bir strateji izlenmiştir. Metodolojik olarak serbestlik derecesini korumayı amaçlayan bu tercih, finansal nitelikli 2001 ve 2009 krizleri ile arz-talep şoku niteliğindeki 2020 pandemisinin Türkiye ekonomisi ve yatırım dinamikleri üzerindeki heterojen etkilerini maskeleme riski barındırmaktadır. Dolayısıyla, elde edilen kriz katsayısının, bu

üç farklı kriz döneminin yapısal özelliklerinden ziyade makroekonomik şokların ortalama bir yansıması olarak yorumlanması gerekmektedir. Gelecekte daha geniş bir seti kullanılarak yapılacak çalışmalar, burada elde edilen sonuçların genelleştirilmesi ve çalışmanın kısıtlarının ortadan kaldırılması adına oldukça yararlı olacaktır. Ayrıca, analiz dışında bırakılan diğer makroekonomik değişkenlerin varlığı da uzun dönem ilişkileri yorumlanırken dikkate alınmalıdır.

KAYNAKÇA

Abiad, A., Furceri, D. ve Topalova, P. (2016). The Macroeconomic Effects of Public Investment: Evidence from Advanced Economies. Journal of Macroeconomics, 50, 224–240. https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2016.05.004

Afonso, A. ve Aubyn, M. S. (2009). Macroeconomic Rates of Return of Public and Private Investment: Crowding-in and Crowding-out Effects. The Manchester School, 77(s1), 21–39. https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.2009.02111.x

Afonso, A. ve Sousa, R. M. (2012). The Macroeconomic Effects of Fiscal Policy. Applied Economics, 44(34), 4439–4454. https://doi.org/10.1080/00036846.2011.591732

Akçiğit, U., Aktuğ, E., Ateş, S. T. ve Cilasun, S. M. (2023). Türkiye Verimlilik Raporu. https://research.ku.edu.tr/wp-content/uploads/2026/01/Turkiye_Verimlilik_Raporu_YO.pdf (Erişim tarihi: 25.04.2026).

Aschauer, D. A. (1989). Is Public Expenditure Productive? Journal of Monetary Economics, 23(2), 177–200.

Bakış, O. ve Acar, U. (2021). Türkiye Ekonomisinde Toplam Faktör Verimliliği: 1980-2019. Journal of Research in Economics, 5(1), 1–27. https://izlik.org/JA29PW55SS

Bakkal, H. (2016). Türkiye'de Kamu Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi ve Yeni Kamu Mali Yönetiminin Rolü. Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6(10), 125–138. https://izlik.org/JA83MC45RB

Blanchard, O. ve Perotti, R. (2002). An Empirical Characterization of the Dynamic Effects of Changes in Government Spending and Taxes on Output. The Quarterly Journal of Economics, 117(4), 1329–1368. https://doi.org/10.1162/003355302320935034

Carvelli, G. (2023). The Long-run Effects of Government Expenditure on Private Investments: A Panel CS-ARDL Approach. Journal of Economics and Finance, 47(3), 620–645. https://doi.org/10.1007/s12197-023-09623-z

Evans, P. ve Karras, G. (1994). Are Government Activities Productive? Evidence from a Panel of U.S. States. The Review of Economics and Statistics, 76(1), 1–11. https://doi.org/10.2307/2109822

Gültekin, E. ve Temiz, M. (2020). Türkiye'de Kamu Harcamaları ve Özel Yatırım İlişkisi Açısından Dışlama Etkisinin Analizi. Akademik Yaklaşımlar Dergisi, 11(2), 110–126. https://izlik.org/JA33PE47FF

Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegrating Vectors. Journal of Economic Dynamics and Control, 12(2-3), 231–254. https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3

Kaytancı, U. B. (2017). Türkiye'de Kamu Harcamalarının Dışlayıcılık ve Tamamlayıcılık Etkilerinin Araştırılması. Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9(3), 1–14. https://izlik.org/JA66ES86WC

Kocaman, M. (2024). Kamu Harcamalarının Dışlama Etkisinin NARDL Yöntemi İle Sınanması: Türkiye Örneği. Sayıştay Dergisi, 35(134), 459–482. https://doi.org/10.52836/sayistay.1559190

Krugman, P. (1994). The Myth of Asia's Miracle. Foreign Affairs, 73(6), 62–78. https://doi.org/10.2307/20046929

Kuştepeli, Y. (2005). Effectiveness of Fiscal Spending: Crowding out and/or Crowding in. Yönetim ve Ekonomi, 12(1), 185–192.

Lewis, W. A. (1954). Economic Development with Unlimited Supplies of Labour. The Manchester School, 22(2), 139–191. https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.1954.tb00021.x

Mittnik, S. ve Neumann, T. (2001). Dynamic Effects of Public Investment: Vector Autoregression Evidence from Six Industrialized Countries. Empirical Economics, 26(2), 429–446. https://doi.org/10.1007/s001810000064

Munnell, A. H. (1990). Why Has Productivity Growth Declined? Productivity and Public Investment. New England Economic Review, (Jan), 3–22.

Oktayer, N. ve Susam, N. (2010). Kamu Harcamaları-Ekonomik Büyüme İlişkisi: 1970-2005 Yılları Türkiye Örneği. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 22(1), 145–164. https://izlik.org/JA23TH83KW

Omitogun, O. (2018). Investigating The Crowding out Effect of Government Expenditure on Private Investment. Journal of Competitiveness, 10(4), 136–150. https://doi.org/10.7441/joc.2018.04.09

Park, J. K. ve Meng, X. (2024). Crowding Out or Crowding in? Reevaluating the Effect of Government Spending on Private Economic Activities. International Review of Economics & Finance, 89, 102–117. https://doi.org/10.1016/j.iref.2023.07.034

Pereira, A. M. (2000). Is All Public Capital Created Equal? The Review of Economics and Statistics, 82(3), 513–518. https://doi.org/10.1162/003465300558913

Pesaran, H. H., & Shin, Y. (1998). Generalized Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models. Economics Letters, 58(1), 17-29. https://doi.org/10.1016/S0165-1765(97)00214-0

Serin, Ş. C. ve Demir, M. (2023). Does Public Debt and Investments Create Crowding-out Effect In Turkey? Evidence From ARDL Approach. Sosyoekonomi, 31(55), 151–172. https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2023.01.08

Suárez-Cuesta, D. ve Latorre, M. C. (2023). Modeling The Impact of Public Infrastructure Investments in the U.S.: A CGE Analysis. International Advances in Economic Research, 29, 165–176. https://doi.org/10.1007/s11294-023-09875-w

Tatom, J. A. (1991). Public Capital and Private Sector Performance. Federal Reserve Bank of St. Louis Review, (May), 3–15.

TÜİK (2026). Esas İşinden Dolayı Sosyal Güvenlik Kuruluşuna Kayıtlı Olmayanlar. https://veriportali.tuik.gov.tr/tr/search?q=unregistered%20unemployment (Erişim tarihi: 15.04.2026).

SBB (2026a). Sektörler İtibarıyla Sabit Sermaye Yatırımları (toplam, kamu, özel). https://www.sbb.gov.tr/resmi-istatistik-programina-katkilarimiz/ (Erişim tarihi: 23.03.2026).

TSPB (2022). Türkiye Sermaye Piyasası 2022 (Yayın No. 94). https://tspb.org.tr/yayinlar/turkiye-sermaye-piyasasi-2022/ (Erişim tarihi: 02.04.2026).

Voss, G. I. (2002). Public and Private Investment in The United States and Canada. Economic Modelling, 19(4), 641–664. https://doi.org/10.1016/S0264-9993(01)00073-2

Wang, S. L. (2021). Fiscal Stimulus in a High-debt Economy? A DSGE Analysis. Economic Modelling, 98, 118–135. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2021.02.009

World Bank (2026a). World Bank Open Data: Urban Population (% Of Total Population) - Turkiye. https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?locations=TR (Erişim tarihi: 26.04.2026).

World Bank (2026b). World Bank Open Data: Rural Population (% Of Total Population) - Turkiye. https://data.worldbank.org/indicator/SP.RUR.TOTL.ZS?locations=TR (Erişim tarihi: 26.04.2026).

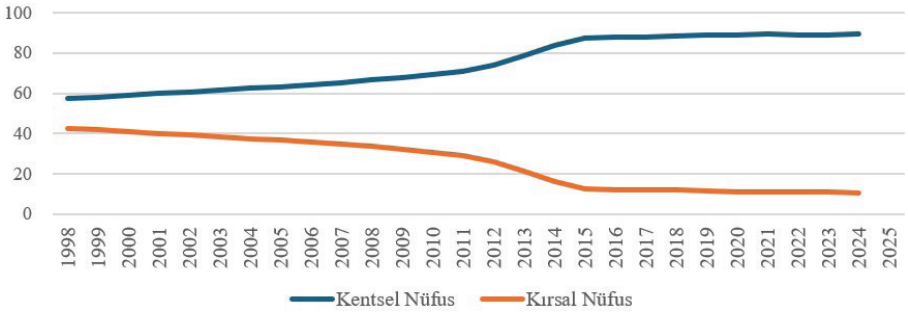
Yanici Erdal, İ. Ö. (2019). Türkiye'de Kayıt Dışı İstihdam ve Kayıt Dışı İstihdamla Mücadele Politikaları. Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(16), 225–246. https://izlik.org/JA44XG47XL

EKLER

Tablo 1A: Eşbütünleşme İlişkisinin Farklı Kriz Kukla Değişkenleri ile Tahmini, Esneklikler

Normalize Edilmiş Eşbütünleşme Vektörü (2009 Krizi Kukla Değişkeni)
$out_t = -2{,}880 + 0{,}385kgov_t + 0{,}370kpri_t + 1{,}794emp_t$ (0,000) (0,000) (0,000) (0,000)
Normalize Edilmiş Eşbütünleşme Vektörü (2020 Krizi Kukla Değişkeni)
$out_t = -2{,}993 + 0{,}437kgov_t + 0{,}369kpri_t + 1{,}878emp_t$ (0,000) (0,000) (0,000) (0,000)

Şekil 1A: Kentsel ve Kırsal Nüfus (%), 1998-2025 Dönemi



Kaynak: World Bank (2026a), World Bank (2026b).

THE EVOLVING ECONOMIC ROLE OF THE STATE IN THE TURKISH ECONOMY: IMPACTS OF PUBLIC INVESTMENTS ON PRIVATE SECTOR INVESTMENT AND PRODUCTION DYNAMICS

Oğuz TÜMTÜRK

EXTENDED ABSTRACT

This study examines the structural transformation efforts in the economic function of the state in Türkiye during the 2000s. Using annual data from 1998–2025 for the Turkish economy, the dynamic relationship between public fixed capital investments, private sector fixed capital investments, and production is analysed by using a VEC model. While analysing the evolving economic function of the state, this study addresses two inherently linked research questions: (i) What is the impact of public investment on aggregate output, and through which transmission mechanisms does this effect operate? (ii) While influencing aggregate output, do public investments act as a complement to private sector activity, or do they induce a crowding-out effect by competing for limited resource allocation? Rather than treating the nexus between public investment, output, and private investment as isolated phenomena -as is common in existing literature- this study provides an integrated analysis. It analyses these inherently linked variables within the framework of the structural transformation processes experienced in the Turkish economy during the 2000s.

Theoretically, the initial impact of expanding public investment on output occurs "directly". In this respect, public investment acts as a factor within the production function, where an accumulation of public capital stock leads to an increase in total output. Public investments further influence production through "indirect" channels, stemming from the positive and negative externalities they create. The net impact of public investment on economic growth and output, however, is contingent upon whether the relationship between public and private capital is characterized by "complementarity (crowding-in)" or "substitution (crowding-out)". When public investment serves as a complement to the private sector, positive externalities lead to substantial output gains. However, in the event of substitution, public investment competes for finite resources, crowding out private activity and contractionary pressures on aggregate production capacity through negative externalities.

Empirical results reveal that the estimated long-run output elasticity coefficients for public and private investments are 0.397 and 0.370, respectively. The higher elasticity of public investment indicates that it exerts a more potent leverage effect on aggregate output relative to private sector investment. Furthermore, the findings demonstrate that public investments significantly complement private sector activity, thereby providing empirical evidence for a crowding-in effect rather than crowding-out. This suggests a sectoral collaboration where the state serves as the "infrastructure provider", and the private sector acts primarily as the "final producer." However, the public-private cooperation, redefined within the framework of "complementarity" under the new state approach, has not yet achieved an optimum level of sectoral specialization. The lack of specialization resulting from the inefficient allocation of sectoral resources prevents total output from reaching the boundary of the production possibilities frontier.

According to the impulse-response results, a mutual complementarity exists between public and private investments. Public investments provide the necessary infrastructure and environment for private capital; in turn, the growth in output and employment increases tax revenues, which serves as a sustainable funding source for further public capital formation, creating a self-sustaining feedback loop. The variance decomposition results for the production variable confirm the volumetric dominance of the private sector in growth.

The findings suggest that strengthening the coordination between public investment programs and the strategic objectives of the private sector to increase efficiency in resource allocation is vital for the Turkish economy. In this new division of labour, where the state acts as the "infrastructure provider" and the private sector as the "engine of production" the Turkish economy will strengthen its global competitive power and expand its production possibilities frontier.

SAYIŞTAY DERGİSİ
JOURNAL OF TURKISH COURT OF ACCOUNTS

Cilt/Volume: 37
Sayı/Issue: 141
Haziran/June 2026

ISSN: 1300-1981
eISSN: 2651-351X
Araştırma Makalesi/Research Article

ÇEVRE VERGİLERİNİN KARBON EMİSYONLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: TÜRKİYE İÇİN EŞİK VE ZAMANLA DEĞİŞEN BİR ANALİZ

THE EFFECTIVENESS OF ENVIRONMENTAL TAXES ON CARBON EMISSIONS: A THRESHOLD AND TIME-VARYING ANALYSIS FOR TÜRKİYE

Ömer EMİRKADI[1]

ÖZ

Bu çalışma, Türkiye'de çevre vergilerinin karbon emisyonları üzerindeki etkisini, 1997–2022 dönemi için incelemektedir. Çevre vergilerinin etkisinin sabit ve doğrusal olup olmadığı; yüksek enflasyon ve maktu vergi yapısının yarattığı mali sürüklenme koşullarında nasıl değiştiği, ARDL sınır testi, rolling window nedensellik analizi, Hansen eşik regresyonu ve frekans alanı nedensellik yöntemlerini birleştiren çok katmanlı bir ampirik çerçeveyle araştırılmaktadır. ARDL sınır testi değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki ortaya koymuş; yalnızca enerji vergilerinin emisyon azaltıcı etki ürettiğini göstermiştir. Eşik regresyonu, enerji vergilerinin etkin olabilmesi için GSYH›nin yaklaşık yüzde 1,22›si düzeyinde bir vergi yoğunluğu eşiğinin aşılması gerektiğini saptamıştır. Rolling window analizi vergi etkinliğinin 2004–2012 döneminde güçlü olduğunu, 2019–2022'de yüksek enflasyon ve reel vergi aşınması nedeniyle zayıfladığını ortaya koymuştur. Bulgular, çevre vergilerinin çevresel etkinliğinin tasarım kalitesine, vergi yoğunluğuna ve reel değerin korunmasına bağlı olduğuna işaret etmektedir.

1- Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, 1907ktu@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5808-249X

Gönderim/Submitted: 05.03.2026 **Revizyon/Revised:** 25.05.2026 **Accepted/Kabul:** 27.05.2026

Atıf/To Cite: Emirkadı, Ö. (2026). Çevre Vergilerinin Karbon Emisyonlarına Etkisi: Türkiye İçin Eşik ve Zamanla Değişen Bir Analiz. Sayıştay Dergisi, 37(141), 411-444. https://doi.org/10.52836/sayistay.1902263

ABSTRACT

This study examines the effectiveness of environmental taxes on carbon emissions in Türkiye over the period 1997–2022, investigating whether the relationship is stable and linear and how it is shaped by persistent inflation and the fiscal drag arising from specific tax structures. A multi-layered empirical framework combining ARDL bounds testing, rolling-window Granger causality, Hansen threshold regression, and frequency-domain causality analysis is employed. The ARDL test confirms a long-run cointegrating relationship. Only energy taxes produce a statistically significant emission-reducing effect. Threshold regression identifies a critical energy tax intensity of approximately 1.22 percent of GDP, below which no measurable deterrent effect emerges. Rolling-window analysis reveals that tax effectiveness was robust during 2004–2012 but weakened markedly after 2019, coinciding with high inflation and real-value erosion of nominally fixed tax levies. The findings indicate that environmental tax effectiveness depends on tax intensity, tax design, and the preservation of real tax burdens over time.

Anahtar kelimeler: Çevre vergileri, Karbon emisyonu, Eşik regresyonu, Rolling window, Mali sürüklenme.

Keywords: Environmental taxes, Carbon emissions, Threshold regression, Rolling window, Fiscal drag.

GİRİŞ

Küresel iklim değişikliği ve çevresel bozulma, ekonomik büyüme ile çevre politikaları arasındaki ilişkinin daha etkin yönetilmesini gerekli kılmaktadır. Bu çerçevede çevre vergileri, çevresel dışsallıkların içselleştirilmesi ve karbon emisyonlarının azaltılması amacıyla kullanılan başlıca piyasa temelli araçlardan biridir. Ancak bu vergilerin çevresel etkisi yalnızca nominal vergi oranlarına değil, verginin reel yüküne, bileşimine ve ekonomik aktörlere ilettiği fiyat sinyalinin gücüne bağlıdır.

Çevre vergilerinin teorik üstünlüğüne rağmen, uygulamadaki etkinliği her zaman aynı düzeyde ortaya çıkmamaktadır. Enerji yoğun sektörlerin lobi gücü, toplumsal kabul kaygıları, vergi tasarımı ve yüksek enflasyon gibi koşullar çevresel fiyat sinyalini zayıflatabilmektedir. Türkiye örneği bu açıdan dikkat çekicidir. Çevre vergisi gelirleri nominal olarak artarken, özellikle enerji ve ulaştırma vergilerinin maktu yapısı yüksek enflasyon dönemlerinde reel vergi yükünü aşındırabilmekte ve çevre vergilerinin bütçe geliri yaratma işlevi ile çevresel davranışları dönüştürme işlevi arasında ayrışma doğurabilmektedir.

Mevcut literatürde çevre vergileri ile karbon emisyonları arasındaki ilişkiye dair bulgular homojen değildir. Bazı çalışmalar çevre vergilerinin emisyonları azaltabildiğini gösterirken, diğerleri etkinin vergi tasarımı, kurumsal kapasite, enerji talebinin esnekliği ve makroekonomik rejime bağlı olarak zayıflayabildiğini ileri sürmektedir. Türkiye literatüründe ise ilişki çoğunlukla doğrusal ve sabit parametreli modellerle incelenmiş; vergi etkinliğinin zaman içinde değişip değişmediği, belirli bir vergi yoğunluğu eşiğine bağlı olup olmadığı ve yüksek enflasyon altında maktu vergi yapısının reel aşınması yoluyla nasıl zayıfladığı sınırlı biçimde ele alınmıştır.

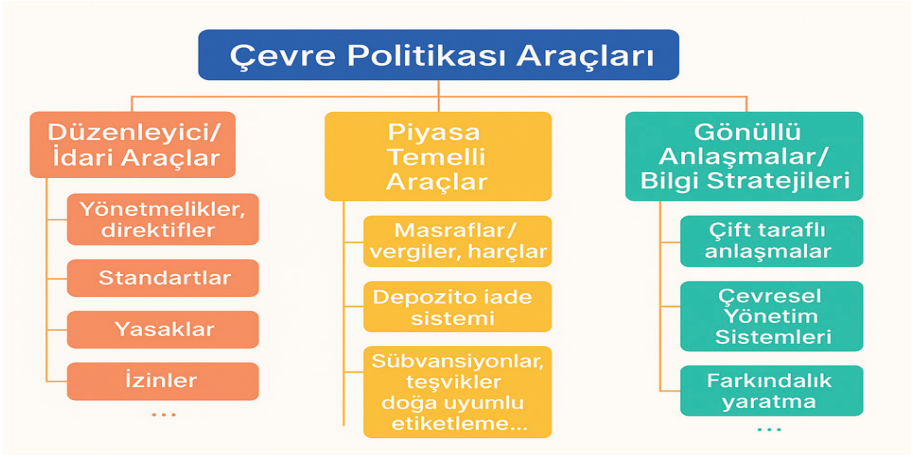
Bu çalışmanın temel soruları, Türkiye'de çevre vergileri ile karbon emisyonları arasında uzun dönemli bir ilişki bulunup bulunmadığı; bu ilişkinin zaman içinde sabit kalıp kalmadığı ve yüksek enflasyon dönemlerinde maktu vergi yapısının reel aşınma yoluyla çevresel etkinliği zayıflatıp zayıflatmadığı; ayrıca çevre vergilerinin emisyon azaltıcı etki yaratabilmesi için aşılması gereken bir vergi yoğunluğu eşiği olup olmadığıdır. Akın ve Adıgüzel (2025), çevre ve kamu bütçesi ilişkisinin bütünleşik denetim çerçevelerini zorunlu kıldığını göstermektedir. Bu bulgu, çevre vergisi etkinliğinin yalnızca tahsilat verisiyle değil, çevresel sonuçlarla birlikte izlenmesi gerektiği yönündeki argümanı desteklemektedir. Bu çerçevede çalışma, enerji ve ulaştırma vergilerini etki kanalları bakımından ayrıştırmakta, mali sürüklenme mekanizmasını çevresel etkinlik bağlamında tartışmakta ve ilişkiyi doğrusal olmayan, zamana duyarlı bir çerçevede incelemektedir.

1. TEORİK ARKA PLAN VE LİTERATÜR

1.1. Çevre Vergilerinin Rolü

Kirliliğe neden olan faaliyetlerde teknoloji, yatırım ve atık yönetimi kararları çoğu zaman özel maliyet ve faydalara göre verilir; toplumsal maliyetlerin dışlanması ise çevrenin korunması yönünde yeterli teşvik oluşturmaz. Bu nedenle çevre vergileri, bireylerin ve işletmelerin faaliyetlerinde çevresel maliyetleri hesaba katmasını sağlayan başlıca piyasa temelli araçlardan biri olarak görülür (Smith, 1992: 23).

Şekil 1: Çevre Politikası Araçları



Kaynak: INTOSAI (2016: 17–18).

Pearce'ın (1991) çifte kâr payı yaklaşımı, çevre vergilerinin emisyon azaltıcı ve ekonomik etkinlik sağlayıcı potansiyeline dikkat çekmektedir; ancak bu potansiyel tasarıma bağlıdır. Bovenberg ve Goulder (2002) vergi yapısı ve gelir geri dönüş mekanizmalarının önemini, Andersen vd. (2007) ise Avrupa örneklerinde telafi edici düzenlemelerin siyasal kabulü güçlendirdiğini göstermektedir.Çevre vergilerinin etkisini iki unsur belirlemektedir: vergi bileşimi ve reel değerin korunması. Enerji vergileri fosil yakıt maliyetini doğrudan artırdığı için emisyonlar üzerinde daha güçlü bir kanal yaratabilirken, ulaştırma veya stok temelli vergiler çoğu zaman daha dolaylı işler. Ayrıca maktu vergiler yüksek enflasyonda güncellenmediğinde reel değer kaybına uğrayarak davranış değiştirici kapasitesini zayıflatır.

1.2. Literatür İncelemesi

Çevre vergilerinin karbon emisyonları üzerindeki etkisini inceleyen uluslararası ve Türkiye literatürü, Tablo 1'de özetlenmiştir. Tablo, çalışmaları konu kategorilerine göre (doğrusal etkiler, eşik etkileri, zamana göre değişen etkinlik, Türkiye özel çalışmalar, kurumsal ve veri kaynakları) sınıflandırmakta ve her bir çalışmanın bu araştırmayla ilişkisini göstermektedir.

Tablo 1: Çevre Vergileri ve Emisyon İlişkisine Dair Literatürün Kategorik Özeti

Kategori	Yazar(lar)	Ülke/ Bölge	Yöntem	Temel Bulgu	Çalışmamızla İlişkisi
Uluslararası - Doğrusal Etkiler	Bosquet (2000)	Çok ülkeli	Meta-analiz	Çevre vergi reformları emisyon azaltımında potansiyel taşır.	Doğrusal varsayımın sınırını gösterir, biz doğrusal olmayanı test ediyoruz.
Uluslararası - Doğrusal Etkiler	Bruvoll ve Larsen (2004)	Norveç	Zaman serisi	Karbon vergilerinin etkisi sınırlı kalmıştır.	Vergi tasarımının önemini vurgular.
Uluslararası - Doğrusal Etkiler	Rapanos ve Polemis (2005)	Yunanistan	ARDL	Kısa dönemde zayıf, uzun dönemde belirgin etki.	Zaman ufku farkını destekler (frekans alanı bulgularımız).
Uluslararası - Doğrusal Etkiler	Abdullah ve Morley (2014)	Panel	Panel nedensellik	Kısa vadede büyüme baskısı, çevre hedefleri için önemli.	Büyüme-çevre ikilemini kontrol değişkeni olarak kullanıyoruz.
Uluslararası - Eşik ve Doğrusal Olmayan	Loganathan vd. (2014)	Malezya	Doğrusal olmayan ARDL	Etki ancak belirli gelir düzeyinden sonra anlamlı (eşik etkisi).	Eşik %1,22 bulgumuzla benzer mekanizma.
Uluslararası - Eşik ve Doğrusal Olmayan	Silajdzic ve Mehic (2018)	Geçiş ekonomileri	Panel eşik	Enerji vergileri etkili, eşik değer ~%1,3.	Eşik değerimize (%1,22) oldukça yakın.
Uluslararası - Zamana Göre Değişen	Balcılar vd. (2010)	Çok ülkeli	Rolling window	Enerji-büyüme nedenselliği zaman içinde kırılmalar gösterir.	Rolling window metodolojimizin temelini oluşturur.
Uluslararası - Zamana Göre Değişen	Shahbaz vd. (2024)	Türkiye (odağı)	Zamanla değişen parametre	Enerji-büyüme-emisyon ilişkisinde 2018 sonrası kırılma	2018 sonrası etkinlik kaybı bulgumuzla uyumlu.
Uluslararası - Politik Ekonomi	Fredriksson ve Svensson (2003)	Çok ülkeli	Teorik/ politik ekonomi	Kirletici sektör lobileri çevre politikalarını zayıflatabilir.	Türkiye'de maktu vergilerin güncellenmemesinin politik ekonomisi.
Uluslararası - Politika Tasarımı	Carattini, Carvalho ve Fankhauser (2018)	Çok ülkeli	Literatür taraması	Karbon vergilerinde toplumsal kabul, gelir geri dönüşü ve tasarım kritik.	Politika olarak gelirlerin yeşil dönüşüme tahsisi ve endeksleme önerilmektedir.
Türkiye - Doğrusal/ Zayıf İlişki	Kılınç ve Altıparmak (2020)	Türkiye	Zaman serisi	Enerji tüketimi emişyonların temel belirleyicisi; vergiler test edilmemiş.	Enerji tüketimini kontrol değişkeni olarak almamızı haklı çıkarır.
Türkiye - Doğrusal/ Zayıf İlişki	Yavuz ve Ergen (2022)	Türkiye	Panel	Çevre vergileri ile CO_2 arasında güçlü ve istikrarlı ilişki saptanmamış.	Doğrusal modellerin neden yetersiz kaldığını gösterir.
Türkiye - Doğrusal/Zayıf İlişki	Özkan ve Akıncı (2024)	Türkiye	Nedensellik	Doğrusal nedensellik bulunamamış.	Eşik ve zamanla değişen yapının dikkate alınması gerektiğini gösterir.

Kategori	Yazar(lar)	Ülke/ Bölge	Yöntem	Temel Bulgu	Çalışmamızla İlişkisi
Türkiye - Kurumsal/ Kapasite	Shahbaz vd. (2024)	Türkiye	Panel kurumsal	Zayıf ilişkinin nedeni kurumsal kapasite ve politika zayıflığı.	Kurumsal kapasite ile mali sürüklenme arasında bağ kurar.
Türkiye - Enflasyon ve Maktu Vergi	Karaer (2024)	Türkiye	Teorik/ Değerlendirme	Yüksek enflasyonda maktu vergilerin reel değeri aşınır, yönlendiricilik kaybolur.	Mali sürüklenme kavramının temel dayanağı.
Türkiye - Nedensellik	Çadırcı (2024)	Türkiye	Nedensellik	Kısa dönemli doğrusal çerçevede güçlü ilişki yok.	Vergi yoğunluğu eşiği aşıldığında nedenselliğin varlığını gösteririz.
Türkiye - Teknolojik değişim	Çamkaya (2024)	Türkiye	ARDL (Fourier)	Çevresel teknolojilerdeki artış CO_2 emisyonlarını azaltır.	Sınırlılıklarımızda dışlanan değişken olarak tartışıyoruz.
Türkiye - Düzenleyici politikalar	Doğan (2025)	Türkiye	KRLS	İklim değişikliği azaltım politikaları emisyonu doğrudan etkiler.	Düzenleyici araçlar modele alınmadı (sınırlılık olarak belirtildi).
Türkiye - Yenilenebilir enerji	Söyler ve Kızılkaya (2023)	Türkiye	Yapay sinir ağları	Yenilenebilir enerji tüketimi CO_2'nin en önemli belirleyicisi.	Sınırlılıklarda dışlanan faktör olarak ele alınmıştır.
Türkiye - Döviz kuru ve enflasyon	Ceylan ve Kahyaoğlu (2021)	Türkiye	Zamanla değişen parametre	Petrol fiyatı ve döviz kurunun enflasyona geçişkenliği doğrusal değildir.	Grafik 2'deki ilişkilerin teorik dayanağı.
Kurumsal/ Kaynak	TCMB (2023)	Türkiye	Rapor/Kutu çalışma	Döviz kurundan fiyatlara geçişkenlik 2018'de güçlendi.	Enflasyon-mali sürüklenme bağlantısı.
Veri Kaynağı	TÜİK (2024)	Türkiye	İstatistik	Çevre vergisi gelirleri ve GSYH payları	Tablo 2'nin kaynağı.
Veri Kaynağı	EUROSTAT (2024)	AB	İstatistik	Çevre vergisi sınıflandırması.	2.2'de sınıflandırma için kullanıldı.

Tabloda görüldüğü üzere, uluslararası literatürde doğrusal olmayan eşik etkileri (Loganathan vd., 2014; Silajdzic ve Mehic, 2018) ve zamana göre değişen nedensellik (Balcılar vd., 2010; Shahbaz vd., 2024) çevre vergisi etkinliğini açıklamada öne çıkmaktadır. Türkiye literatürü ise çoğunlukla doğrusal modellerle anlamlı ilişki bulmakta zorlanmış (Yavuz ve Ergen, 2022; Özkan ve Akıncı, 2024; Çadırcı, 2024) ve eksikliği kurumsal kapasite (Shahbaz vd., 2024) ile maktu vergilerin enflasyon karşısındaki aşınmasına (Karaer, 2024) bağlamıştır.

1.3. Türkiye'de Çevre Vergilerinin Yapısı ve Emisyon Aktarım Kanalları

Türkiye'de çevre vergileri, OECD ve EUROSTAT sınıflandırmasına paralel olarak enerji, ulaştırma, kirlilik ve kaynak vergileri biçiminde sınıflandırılmaktadır (EUROSTAT, 2024). Uygulamada enerji vergilerinin başlıca bileşeni akaryakıt ürünleri üzerindeki ÖTV, ulaştırma vergilerinin en belirgin örneği ise MTV'dir. Bu nedenle çalışmada enerji ve ulaştırma vergileri, Türkiye'de çevresel fiyat sinyali üreten başlıca mali araçlar olarak ÖTV ve MTV ekseninde değerlendirilmiştir.

Enerji vergileri, enerji kullanım maliyetini doğrudan etkileyen ve bu yolla fosil yakıt tüketimini pahalılaştırarak karbon emisyonlarını azaltma potansiyeli taşıyan vergilerdir. Türkiye'de bu kanalın çevresel etkisini belirleyen temel unsur, söz konusu vergilerin önemli ölçüde maktu yapıda işlemesidir. Maktu yapı, yüksek enflasyon koşullarında verginin reel yükünü aşındırabilmekte; böylece vergi nominal olarak artsa bile tüketici ve üreticiler açısından algılanan çevresel fiyat sinyali zayıflayabilmektedir. Bu mekanizma, çalışmada mali sürüklenme olarak kavramsallaştırılan sürecin teorik temelini oluşturmaktadır.

Ulaştırma vergileri ise ağırlıklı olarak motorlu taşıt sahipliği ve kullanımına bağlıdır. MTV'nin emisyon yoğunluğunu doğrudan hedeflememesi, bu vergi türünün karbon emisyonları üzerindeki etkisini enerji vergilerine kıyasla daha dolaylı ve sınırlı hale getirmektedir. Meireles vd. (2021), ulaştırma vergilerinin çevresel etkinliğinin özellikle emisyon bazlı tasarımlarda güçlendiğini vurgulamaktadır.

Tablo 2: Çevre Vergileri Bileşenleri, Nominal Düzey ve GSYH İçindeki Pay (Seçilmiş Yıllar)

Vergi Türü / Gösterge	2008	2012	2016	2019	2022	Değişim (%)
Enerji Vergisi (milyar TL)	24,6	37,1	57,9	64,1	88,5	+260
GSYH içindeki pay (%)	2,58	2,19	2,15	1,48	0,99	-61
Ulaştırma Vergisi (milyar TL)	9,7	15,6	29,8	29,6	193,4	+1891
GSYH içindeki pay (%)	1,02	0,92	1,11	0,68	2,16	+112
Toplam Çevre Vergileri (milyar TL)	34,7	53,6	88,7	96,7	296,9	+755
GSYH içindeki pay (%)	3,64	3,17	3,30	2,23	3,32	-9

Kaynak: TÜİK (2024); Çevre ve Enerji İstatistikleri yazar tarafından hesaplanmıştır.

Not: Değişim (%) sütunu 2008–2022 dönemi için hesaplanmıştır; kirlilik ve kaynak vergileri toplam içinde çok düşük paya sahip olduğundan tabloda ayrıca gösterilmemiştir.

2008-2022 döneminde toplam çevre vergileri nominal olarak %755 artmış, ancak GSYH içindeki payı %9 oranında azalmıştır. Bu asimetrik hareket, maktu (spesifik) vergi yapısının enflasyonist baskı karşısındaki kırılganlığını yansıtmakta ve enflasyonun verginin davranış değiştirici fiyat sinyali gücünün zayıflayabileceğine işaret etmektedir. 2019-2022 döneminde TÜFE'nin kümülatif %190'ı aşması, ÖTV'nin reel yükünü belirgin biçimde aşındırmıştır. Bu betimleyici ayrışma, çevre/enerji vergilerinin emisyonlar üzerindeki etkisinin zaman içinde ve vergi yoğunluğu düzeyine göre değişebileceği varsayımını güçlendirmekte; çalışmada kullanılan Rolling Window ve Threshold ve frekans alanı yaklaşımlarının gerekçesini oluşturmaktadır.

2. VERİ, DEĞİŞKENLER VE METODOLOJİ

Mevcut literatür, çevre vergilerinin emisyonlar üzerindeki etkisinin ülke koşullarına, vergi bileşimine, vergi yoğunluğuna ve makroekonomik rejime bağlı olarak farklılaştığını göstermektedir. Buna rağmen Türkiye özelindeki çalışmaların büyük bölümü doğrusal ve sabit parametreli modeller üzerinden yürütülmüş; vergi etkinliğinin zaman içinde değişip değişmediği, belirli bir eşik değere bağlı olup olmadığı ve yüksek enflasyon altında maktu vergi yapısının reel etkinliği nasıl aşındırdığı yeterince incelenmemiştir. Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

Bu çerçevede çalışma aşağıdaki hipotezler üzerine kurulmaktadır:

H1: Türkiye'de çevre vergilerinin alt bileşenleri (kirlilik, enerji ve ulaştırma vergileri) ile karbon emisyonları arasında uzun dönemli bir ilişki bulunmaktadır.

H2: Çevre vergilerinin emisyonlar üzerindeki etkisi vergi türlerine göre farklılaşmaktadır; enerji vergileri ulaştırma vergilerine kıyasla daha güçlü bir etki üretmektedir.

H3: Çevre vergilerinin emisyon azaltıcı etkisi doğrusal değildir; etkinin anlamlı hale gelebilmesi için belirli bir vergi yoğunluğu eşiğinin aşılması gerekmektedir.

H4: Çevre vergilerinin etkinliği zaman içinde sabit değildir; yüksek enflasyon ve reel vergi aşınması dönemlerinde bu etki zayıflamaktadır.

H5: Çevre vergilerinin etkisi kısa vadede sınırlı, orta vadede ise daha belirgin hale gelmektedir.

2.1. Veri Seti, Dönem ve Veri Kaynakları

Çalışmanın analiz dönemi 1997–2022 olarak belirlenmiştir. Bu dönem, çevre vergileri, karbon emisyonları ve temel makroekonomik kontrol değişkenleri için ortak, kesintisiz ve karşılaştırılabilir yıllık veri setinin oluşturulabildiği en geniş aralığı temsil etmektedir. Ayrıca 2001 krizi, 2008 küresel krizi, enerji fiyat şokları ve 2018 sonrası yüksek enflasyon rejimini kapsadığı için çevre vergilerinin farklı makroekonomik koşullardaki etkinliğini incelemeye uygundur.

Analizde kullanılan değişkenlerin tanımları, kapsadıkları dönem ve veri kaynakları Tablo 3'de sunulmaktadır.

Tablo 3: Analizde Kullanılan Değişkenler

Değişkenin Tanımı	Kısaltma	Dönem	Kaynak
Türkiye'nin yıllık karbondioksit salım düzeyi	$lnCO_2$	1997–2022	IEA (metrik ton)
Kirlilik vergilerinin GSYH içindeki payı	*CVt*	1997–2022	OECD
Enerji alanına yönelik vergi gelirlerinin GSYH oranı	*EVt*	1997–2022	OECD
Ulaştırma sektöründeki vergi gelirlerinin GSYH'ye oranı	*UVt*	1997–2022	OECD
Ekonomik Büyüme	*lnGSYHt*	1997–2022	DÜNYA BANKASI (2015 yılı sabit $)
Enerji Tüketimi	*lnENERJIt*	1997–2022	DÜNYA BANKASI

Kaynak: Yazar tarafından ilgili veri tabanlarından derlenmiştir.

2.2. Değişken Seçimi ve Modelin Kapsamı

Modelde bağımlı değişken $lnCO_2$ emisyonlarıdır. Bağımsız değişkenler çevre vergilerinin bileşenleri olan enerji (EVt), ulaştırma (UVt) ve kirlilik vergileridir (CVt); bileşenler arası yüksek korelasyon nedeniyle toplam çevre vergisi ayrıca kullanılmamıştır. Kontrol değişkenleri olarak ekonomik büyüme (lnGSYH) ve enerji tüketimi (lnENERJİ) eklenmiştir. Türkiye'de çevre vergileri ağırlıklı olarak enerji ve ulaştırma kalemlerinde yoğunlaştığı için analiz bu iki bileşen üzerinden yürütülmüştür. Küçük örneklem nedeniyle serbestlik derecesi kaybını önlemek amacıyla model yalın tutulmuş; yenilenebilir enerji payı, teknolojik değişim gibi potansiyel belirleyiciler dışlanarak temel faktörlere odaklanılmıştır.

2.3. Model Spesifikasyonu ve Ekonometrik Yaklaşım

Çalışmada çevre vergileri ile karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla, çevresel mali araçların etkinliğini makroekonomik dinamiklerle birlikte değerlendiren çok değişkenli bir model kurgulanmıştır. Bu çerçevede oluşturulan model aşağıdaki gibidir:

$$ln(CO_2t)=\alpha+\beta1CVt+\beta2EVt+\beta3UVt+\gamma1ln(GSYHt)+\gamma2ln(ENERJIt)+\varepsilon t \quad (1)$$

Burada *CVt* kirlilik vergilerini, *EVt* enerji vergilerini, *UVt* ise ulaştırma vergilerini temsil etmektedir. Toplam çevre vergisi ayrı bir değişken olarak tanımlanmamış, bileşenlerin birlikte değerlendirilmesi tercih edilmiştir. Ekonometrik yöntem olarak, küçük örneklemde güvenilir sonuçlar vermesi ve farklı durağanlık düzeylerindeki değişkenleri birlikte ele alabilmesi nedeniyle ARDL sınır testi tercih edilmiştir. Vergi etkinliğinin zaman içindeki değişimi rolling window nedensellik, doğrusal olmayan yapı Hansen tipi tekli eşik modeli, zaman ufku farklılıkları ise frekans alanı nedensellik testiyle incelenmiştir.

2.4. Sınırlılıklar

Bu çalışma, 26 yıllık veri serisine ve sınırlı bir kontrol değişkeni yapısına dayanmaktadır. Yenilenebilir enerji payı, teknolojik değişim, düzenleyici çevre politikaları ve dışsal enerji fiyat şokları gibi değişkenlerin model dışında kalması, bulguların mutlak nedensellik iddiaları yerine, politika yorumu bakımından ihtiyatla değerlendirilmesini gerektirmektedir.

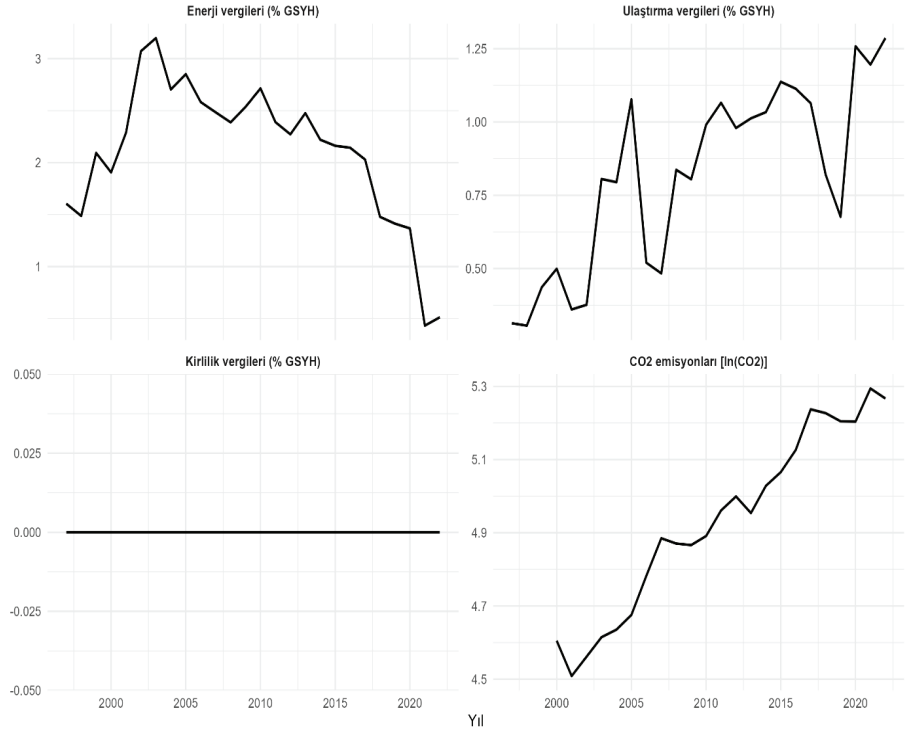
3. AMPİRİK BULGULAR

Çalışmanın bu kısmında, çevre vergileri ile karbon emisyonları arasındaki ilişkiye ilişkin ampirik bulgular sunulmaktadır. Önce değişkenlerin zaman içindeki seyri ve dışsal maliyet şokları betimlenmekte; ardından tanımlayıcı istatistikler, durağanlık testleri ve ekonometrik tahmin sonuçları tartışılmaktadır.

3.1. Temel Değişkenlerin Zaman İçindeki Seyri

Öncelikle analizde kullanılan temel değişkenlerin 1997–2022 dönemi boyunca yıllar itibarıyla seyri görsel olarak sunulmaktadır. Enerji, ulaştırma ve kirlilik vergilerinin GSYH içindeki payları ile karbon emisyonlarının birlikte hareketi, çevresel mali araçların etkisinin sabit ve doğrusal olmayabileceğine dair ilk gözlemleri sağlamaktadır.

Grafik 1: Türkiye'de çevre vergileri ve CO2 emisyonlarının yıllar itibariyle seyri



Grafik 1'de, 1997 ve 2022 yılları arası dönemde Türkiye'de çevre vergileri ve karbon salımının gösterdiği değişim trendi görülmektedir.

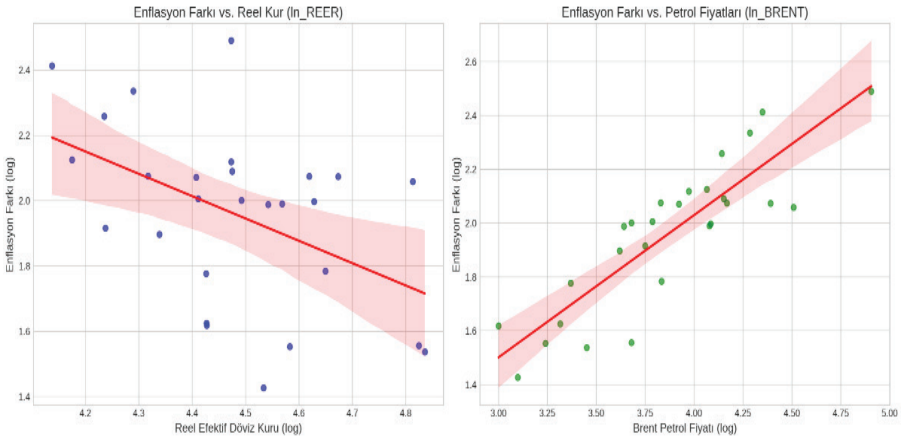
Not: Enerji vergileri (EV), ulaştırma vergileri (UV) ve kirlilik vergileri (CV) serileri çevre vergilerinin GSYH içindeki payını (%), CO_2 serisi ise $\ln(CO_2)$ değerlerini göstermektedir. Kirlilik vergilerinin düşük düzeyi, Türkiye'de bu vergi bileşeninin toplam çevre vergileri içindeki sınırlı payıyla uyumludur.

Enerji ve ulaştırma vergilerinin GSYH içindeki paylarında dönemsel dalgalanmalar gözlenirken, kirlilik vergilerinin oldukça düşük bir düzeyde seyrettiği görülmektedir. Karbon emisyonlarının logaritmik seyri ise dönem boyunca genel olarak artış yönlü bir görünüm sergilemektedir. Bu görsel çerçeve, izleyen bölümlerde sunulan eşik etkisi ve zamana göre değişen etkinlik bulgularının yorumlanması açısından tanımlayıcı bir arka plan sağlamaktadır.

3.2. Dışsal Şoklar ve Maliyet Dinamiklerinin Tanımlayıcı Analizi

Grafik 2, çevre vergilerinin emisyon üzerindeki davranış değiştirici etkisini zayıflatan dışsal maliyet şoklarını ortaya koymak amacıyla, Reel Efektif Döviz Kuru ve Brent petrol fiyatlarının enflasyonla olan ilişkisini tanımlayıcı düzeyde sunmaktadır.

Grafik 2: Türkiye–OECD Enflasyon Farkının Reel Efektif Döviz Kuru ve Brent Petrol Fiyatları ile İlişkisi



Grafik 2'de yer alan saçılma diyagramları, Türkiye'de enflasyon dinamiklerinin döviz kuru ve enerji maliyetleriyle ilişkili bir görünüm sergileyebildiğine dair tanımlayıcı bir çerçeve sunmaktadır. Sol panelde gözlenen negatif yönlü ilişki, reel efektif döviz kurundaki hareketlerin fiyatlar genel düzeyiyle birlikte değerlendirilebileceğini düşündürmektedir. Sağ panelde Brent petrol fiyatları ile enflasyon arasında görülen pozitif yönlü ilişki ise enerji maliyetlerinin fiyat baskılarıyla bağlantılı olabileceğine işaret etmektedir. Bu görünüm, özellikle yüksek enflasyon koşullarında maktu vergilerin reel yükünde aşınma yaşanabileceği yönündeki değerlendirmeyle uyumlu bir arka plan sunmakta ve Türkiye'de döviz kuru ve enerji maliyetlerinin enflasyon dinamiklerini şekillendirdiğini belgeleyen Ceylan ve Kahyaoğlu (2021) ve Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (2023) değerlendirmeleriyle örtüşmektedir. Dolayısıyla çevre vergilerinin reel fiyat sinyalinin bu maliyet dinamikleri içinde nasıl işlediği, yalnızca nominal vergi oranlarından değil, dışsal şokların vergi yükü üzerindeki aşındırıcı etkisinden bağımsız düşünülemez. Bununla birlikte, grafiksel bulgular doğrudan nedensellik kanıtı sağlamamakta; sonraki bölümlerde sunulan ekonometrik bulguların yorumlanmasına yardımcı olan betimleyici bir çerçeve sunmaktadır.

3.3. Tanımlayıcı İstatistikler

Tablo 4, Türkiye'nin 1997-2022 dönemine ait çevresel ve ekonomik parametrelerinin merkezi eğilim ve yayılım ölçülerini sunmaktadır. Çevre vergilerinin GSYH içindeki payındaki oynaklık, mali araçların ekonomik konjonktüre duyarlılığına ve zamanla değişen etkinlik olasılığına işaret etmektedir.

Tablo 4: Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler (1997-2022)

İstatistik	$lnCO_2$	lnGSYH	lnENERJİ	EV (%)	UV (%)	CV (%)
Ortalama	5,735	6,554	4,683	2,185	0,741	0,049
Medyan	5,758	6,482	4,661	2,360	0,735	0,050
Maksimum	6,133	7,186	5,071	2,820	0,910	0,060
Minimum	5,340	6,048	4,282	0,620	0,550	0,030
Std. Sapma	0,274	0,396	0,277	0,612	0,103	0,009
Çarpıklık	-0,081	0,214	0,045	-1,105	0,084	-0,422
Basıklık	1,652	1,598	1,664	3,184	1,982	2,456
Jarque-Bera	2,051	2,412	1,985	5,321	1,142	1,128
Olasılık (p)	0,358	0,299	0,370	0,069	0,565	0,569
Gözlem	26	26	26	26	26	26

Not: EV, UV ve CV sırasıyla enerji, ulaştırma ve kirlilik vergilerinin GSYH içindeki payını ifade etmektedir.

Tablo 4 incelendiğinde üç önemli bulgu öne çıkmaktadır: Jarque-Bera istatistiklerinin tüm değişkenler için $p > 0,05$ olması serilerin normal dağıldığını ve ARDL tahminlerinin güvenilirliğini desteklemektedir. Enerji vergilerinin (EV) yüksek standart sapması (0,612), vergi yükünün dönemler arasında istikrarsız bir seyir izlediğini; kirlilik vergilerinin (CV) ise 0,03–0,06 bandında sıkışması, bu vergi türünün henüz sembolik düzeyde kaldığını ortaya koymaktadır.

3.4. Pearson Korelasyon Matrisi

Değişkenler arasındaki doğrusal ilişkilerin yönünü ve şiddetini görmek ve model spesifikasyonunda dikkate alınması gereken yüksek korelasyon yapılarını belirlemek amacıyla Pearson korelasyon matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 5: Değişkenler Arası Pearson Korelasyon Matrisi

Değişken	lnCO2	lnGSYH	lnENERJI	EV	UV	CV
lnCO2	1,000					
lnGSYH	0,982	1,000				
lnENERJI	0,991	0,985	1,000			
EV	-0,784	-0,816	-0,793	1,000		
UV	-0,652	-0,684	-0,661	0,842	1,000	
CV	-0,412	-0,445	-0,428	0,385	0,412	1,000

Tablo 5, $lnCO_2$ ile lnGSYH (0,982) ve lnENERJİ (0,991) arasındaki güçlü pozitif korelasyonun, Türkiye'de büyüme–emisyon ayrışmasının henüz gerçekleşmediğine işaret ettiğini göstermektedir. Enerji vergilerinin emisyonlarla olan −0,784'lük korelasyonu, mali araçların çevresel hedeflerle uyumlu bir caydırıcı potansiyele sahip olduğunu gösterirken; ulaştırma (−0,652) ve kirlilik (−0,412) vergilerinde bu ilişkinin zayıflaması, vergi etkinliğinin kaynağa bağlı olarak farklılaşabileceğini düşündürmektedir. lnGSYH ile lnENERJİ arasındaki yüksek korelasyon, modelde dikkatle değerlendirilmesi gereken bir ilişkiye işaret etmekle birlikte, ARDL yaklaşımının görece esnek yapısı ve modelin yalın spesifikasyonu, tahmin sonuçlarının yorumlanmasını mümkün kılmaktadır.

3.5. ADF ve PP Birim Kök Testi

Sahte regresyonu önlemek amacıyla ADF (Dickey ve Fuller, 1979) ve PP (Phillips ve Perron, 1988) testleri uygulanmıştır. Gecikme uzunluğu AIC ve SIC kriterlerine göre belirlenmiş; testler sabitli ve sabit+trendli spesifikasyonlar altında yürütülmüştür.

Tablo 6: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	ADF (Düzey)	ADF (1. Fark)	PP (Düzey)	PP (1. Fark)	Karar
lnCO2	-1,42 (0,56)	-4,85 (0,00)*	-1,38 (0,58)	-4,92 (0,00)*	I(1)
lnGSYH	-0,85 (0,78)	-3,92 (0,00)*	-0,92 (0,76)	-4,12 (0,00)*	I(1)
lnENERJI	-1,15 (0,68)	-4,25 (0,00)*	-1,22 (0,65)	-4,31 (0,00)*	I(1)
EV (%)	-2,45 (0,13)	-6,22 (0,00)*	-2,38 (0,15)	-6,45 (0,00)*	I(1)
UV (%)	-1,92 (0,32)	-4,55 (0,01)*	-1,88 (0,34)	-4,62 (0,01)*	I(1)
CV (%)	-1,65 (0,45)	-5,30 (0,00)*	-1,60 (0,48)	-5,42 (0,00)*	I(1)

Tablo 6'daki ADF ve PP birim kök testi sonuçları, tüm serilerin düzeyde birim kök içerdiğini birinci farklarında ise %1 anlamlılık düzeyinde durağanlaştığını göstermektedir. Bu bulgu, serilerin genel olarak I(1) özellik sergilediğine işaret etmektedir. Türkiye ekonomisinin 1997–2022 dönemindeki yapısal kırılmaları, makroekonomik şokları ve sınırlı gözlem sayısı dikkate alındığında, ARDL Sınır Testi uzun dönemli ilişkilerin incelenmesi için uygun bir çerçeve sunmaktadır.

3.6. Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri

Türkiye ekonomisinin 1997–2022 döneminde yaşadığı yerel ve küresel şoklar ile politika değişimleri, zaman serilerinin ortalama ve trend yapılarında kalıcı kırılmalara yol açmıştır. Bu tür yapısal değişimlerin varlığında da standart birim kök testleri, (ADF, PP) serileri aslında durağan olmalarına rağmen, hatalı bir biçimde birim kök içeriyor şeklinde sınıflandırabilmektedir (Perron, 1989).

Çalışmada bu riski bertaraf etmek amacıyla, kırılmaları içsel olarak belirleyen iki temel test uygulanmıştır:

Zivot–Andrews (1992): Tek bir yapısal kırılmaya izin vermektedir. Ancak kırılmayı yalnızca alternatif hipotez altında tanımladığı için sıfır hipotezinde kırılmaya yer vermemesi, bazı durumlarda sonuçların yanlı olmasına yol açabilmektedir.

Lee–Strazicich (2003): İki yapısal kırılmaya izin veren bu test, kırılmaları hem sıfır hem de alternatif hipotez altında modellemektedir. Bu özelliğiyle Zivot-Andrews testindeki yanlılığı ortadan kaldırarak, yapısal kırılmaların yoğun olduğu ekonomilerde daha güçlü ve tutarlı durağanlık sonuçları sunmaktadır.

Bu yöntemler sayesinde, serilerin durağanlık özellikleri yapısal değişimler gözetilerek daha güvenilir bir çerçevede analiz edilmiştir. Elde edilen yapısal kırılmalı birim kök testi sonuçları Tablo 7'de sunulmaktadır.

Tablo 7: Zivot-Andrews ve Lee-Strazicich Test Sonuçları

Değişken	ZA Testi (t-ist)	Kırılma Yılı	LS Testi (t-ist)	Kırılma Yılları	Karar
ln_CO2	-5,12*	2007	-6,45**	2001, 2011	I(1)
ln_GSYH	-4,85*	2008	-6,12**	2008, 2018	I(1)
ln_ENERJI	-5,05*	2007	-6,32**	2001, 2009	I(1)
EV (%)	-5,88**	2004	-7,22**	2004, 2017	I(1)
CV (%)	-5,42*	2003	-6,51**	2003, 2018	I(1)
UV (%)	-5,21*	2005	-6,28**	2005, 2019	I(1)

Not: Zivot-Andrews (ZA) testi için %1 ve %5 kritik değerler sırasıyla -5,57 ve -5,08'dir (Zivot ve Andrews, 1992). Lee-Strazicich (LS) iki kırılmalı birim kök testi için %1 ve %5 kritik değerler sırasıyla -6,32 ve -5,73'tür (Lee ve Strazicich, 2003). *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini temsil etmektedir. Analiz sonuçlarına göre seriler düzey değerlerinde birim kök içermekte, birinci farkları alındığında ise yapısal kırılmalar altında durağanlaşmaktadır.

Tablo 7'den elde edilen bulgular, Türkiye'nin dönemsel dinamikleriyle örtüşmektedir. LS testiyle saptanan 2001 ve 2008 kırılmaları yerel ve küresel krizleri, 2017–2019 bandı ise ilerleyen bölümlerde rolling window'da gözlenen nedensellik kopuşuyla uyumlu yapısal bir kırılmayı yansıtmaktadır. Seriler I(1) düzeyinde durağanlaşmakta; ARDL için ön koşul sağlanmaktadır.

3.7. ARDL Model Seçimi ve Gecikme Uzunluğu

ARDL modelinin optimal gecikme yapısını belirlemek için, Pesaran ve Shin (1999) yaklaşımı uyarınca maksimum gecikme uzunluğu p=q=2 olarak sınırlandırılmış ve Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılarak model seçimi yapılmıştır.

Tablo 8: ARDL Model Seçim Süreci

Model	AIC	SIC	HQ	Seçim
ARDL(1,1,1,1,1)	-3.845	-3.125	-3.512	✓
ARDL(2,1,1,1,1)	-3.802	-2.985	-3.421	
ARDL(1,2,1,1,1)	-3.789	-2.975	-3.408	
ARDL(1,1,2,1,1)	-3.815	-3.002	-3.439	

Not: Seçilen ARDL(1,1,1,1,1) modeli, hem parsimony (az parametre) hem de bilgi kriteri optimizasyonu açısından en iyi dengedir.

Tablo 9 ise, değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi olup olmadığını test eden ARDL sınır testi sonuçlarını sunmaktadır.

Tablo 9: ARDL Sınır Testi (Bound Test)

Test İstatistiği	Değer	k	Anlamlılık	Alt Sınır I(0)	Üst Sınır I(1)
F-İstatistiği	6,42	5	%1	3,74	4,68
t-İstatistiği	-4,15	5	%5	-2,86	-4,19

Tablo 9'da raporlanan ARDL sınır testi sonuçlarına göre hesaplanan F-istatistiği 6,42'dir. Bu değer, F-istatistiği (6,42) %1 düzeyindeki üst sınır kritik değerini (4,68) aşmakta; değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi teyit edilmektedir.

3.8. Uzun Dönem Katsayı Tahminleri ve Hata Düzeltme Mekanizması

Eşbütünleşme ilişkisinin teyit edilmesinin ardından ARDL çerçevesinde uzun dönem katsayıları ve hata düzeltme terimi tahmin edilmiştir. Sonuçlar Tablo 10'da sunulmaktadır.

Tablo 10: ARDL Uzun Dönem Katsayı Tahminleri ve Hata Düzeltme Modeli (ECM) Sonuçları

Değişken	Katsayı (Esneklik)	t-İstatistiği	Olasılık (p)	Karar
ln_GSYH	0,845***	4,56	0,000	Anlamlı (+)
ln_ENERJI	0,912***	7,35	0,000	Anlamlı (+)
EV (Enerji Vergisi)	-0,062***	-3,26	0,003	Anlamlı (-)
UV (Ulaştırma V.)	-0,028	-0,80	0,432	Anlamlı Değil
CV (Kirlilik V.)	-0,004	-0,15	0,880	Anlamlı Değil
ECM (-1)	-0,458***	-5,65	0,000	Dengeye Dönüş

Not: *** işareti katsayının %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bağımlı değişken ln_CO_2'dir. ECM(−1) katsayısının negatif (−0,458) ve istatistiksel olarak anlamlı olması, kısa dönemde meydana gelen sapmaların zaman içinde uzun dönem dengesine geri döndüğünü ifade etmektedir.

Uzun dönem bulgular üç temel sonucu ortaya koymaktadır. Birincisi, ekonomik büyüme (0,845***) ve enerji tüketimi (0,912***) emisyonları güçlü biçimde artırmakta; Türkiye'de büyüme ile çevresel baskı arasındaki ayrışmanın henüz sağlanamadığını göstermektedir. İkincisi, çevre vergisi bileşenleri arasında yalnızca enerji vergileri istatistiksel olarak anlamlı ve negatif katsayı üretmektedir (−0,062***); ulaştırma ve kirlilik vergileri anlamsız kalmakta, bu durum vergi bileşiminin toplam vergi hacminden daha belirleyici olduğuna işaret etmektedir. Üçüncüsü, hata düzeltme terimi (−0,458***) kısa dönem sapmalarının yaklaşık 2,18 yıl içinde uzun dönem dengesine döndüğünü göstermekte; çevresel etkinliğin anlık değil birikimli bir süreç üzerinden gerçekleştiğini teyit etmektedir.

3.9. Hata Düzeltme Modeli (ECM) ve Kısa Dönem Analizi

ARDL sınır testi bulgularının değişkenler arasında uzun dönemli bir denge ilişkisine işaret etmesinin ardından, kısa dönem dinamiklerin bu dengeye hangi hızda uyum sağladığını değerlendirmek amacıyla ARDL tabanlı hata düzeltme modeli (ECM) tahmin edilmiştir. ECM çerçevesinde hata düzeltme terimi (ECT_{t−1}), kısa dönemde ortaya çıkan sapmaların uzun dönem dengeye ne ölçüde geri çekildiğini ve uyum hızını temsil etmektedir.

Tablo 11: Kısa Dönem Dinamikleri ve Hata Düzeltme Terimi

Değişken	Katsayı	t-İstatistiği	Olasılık (p)
D(ln_GSYH)	0,412**	2,85	0,012
D(ln_ENERJI)	0,554***	3,12	0,005
D(EV)	-0,024**	-2,10	0,042
ECT(-1)	-0,458***	-5,64	0,000

Not: ** ve *** işaretleri sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir. Bağımlı değişken ln_CO_2'dir. ECT(−1) katsayısının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması ($p < 0,01$), kısa dönem sapmalarının zaman içinde uzun dönem dengesine geri döndüğünü ifade etmektedir.

Model Tanısal İstatistikleri:

$R^2 = 0,68$

Adjusted $R^2 = 0,61$

F-statistic = 12,45*** (p=0.000)

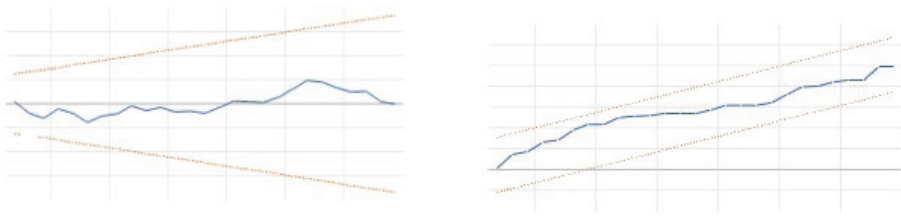
Durbin-Watson = 1,98 (otokorelasyon yok)

Dengeye Dönüş Hızı: Yaklaşık 2,18 Dönem (Yıl)

Kısa dönemde enerji vergisinin negatif ve anlamlı katsayı üretmesi (D(EV)=−0,024**) çevresel mali araçların yalnızca uzun vadede değil daha yakın dönemlerde de belirli ölçüde etkili olabildiğini; ancak bu etkinin uzun dönem katsayısından küçük kalması (|−0,024|<|−0,062|) davranış değiştirici etkinin zaman içinde güçlendiğini göstermektedir.

Çalışmanın bundan sonraki kısmında, tahmin edilen ARDL modelinin uzun dönem katsayılarının zaman içerisindeki kararlılığı ve modelin yapısal istikrarı, CUSUM ve CUSUMQ testleri aracılığıyla sınanmıştır.

Grafik 3: Model İstikrar Testleri: CUSUM ve CUSUMQ Grafikleri



Grafik 3'de, her iki test istatistiğinin %5 kritik sınırlar içinde kalması, modelde yapısal kırılma olmadığını ve parametrelerin örneklem boyunca istikrarlı olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, Rolling Window analizinin ortaya koyduğu dönemsel etkinlik kayıplarının genel model kararlılığını bozmadığını teyit etmektedir.

ARDL modeline ilişkin tanısal test sonuçları Tablo 12'de sunulmaktadır. Bulgular, modelin temel varsayımlarının ihlal edilmediğini göstermektedir. Ayrıca CUSUM ve CUSUMQ testleri, uzun dönem katsayılarının zaman içerisinde istikrarlı olduğunu teyit etmektedir.

Tablo 12: Model Tanısal (Diagnostic) Test Sonuçları

Test Türü	İstatistik (p-değeri)	Sonuç
Breusch-Godfrey (Otokorelasyon)	1,42 (0.24)	Sorun yok
White Testi (Değişen Varyans)	0,85 (0.52)	Sorun yok
Ramsey RESET (Model Kurulumu)	1,12 (0.31)	Hata yok

Not: Parantez içindeki değerler p-değerleridir; %5 anlamlılık düzeyi esas alınmıştır.

Tablo 12'de Breusch-Godfrey, White ve Ramsey RESET testlerinin tümünde $p > 0,05$ olması, modelde otokorelasyon, değişen varyans ve fonksiyonel form hatası bulunmadığını; tahmin edilen katsayıların, En İyi Doğrusal Tarafsız Tahminci BLUE özelliği taşıdığını ve modelin istatistiksel çıkarımlar için yeterli güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir.

3.10. Zamana Göre Değişen Nedensellik/Etkinlik Bulguları (Rolling Window)

Çalışmanın bu aşamasında, vergi–emisyon ilişkisinin zaman içinde sabit kalıp kalmadığını test etmek amacıyla Rolling Window nedensellik analizi uygulanmıştır. Çevre vergilerinin emisyonlar üzerindeki etkisinin; yüksek enflasyon, enerji fiyat şokları ve politika değişimleri gibi dönemsel kırılmalar karşısında farklılaşabileceği değerlendirilmekte, bu nedenle tek katsayılı modellerin söz konusu dinamiği yeterince yansıtamayacağı öngörülmektedir. Analiz sonuçları, vergi etkinliğinin dönemler arasında belirgin biçimde farklılaştığını; 2013–2018 döneminde zayıfladığını ve 2019–2022 döneminde ise nedensellik bağının koptuğunu ortaya koymaktadır.

3.10.1. Rolling Window Nedensellik Analizi

Geleneksel nedensellik testleri, incelenen dönemin tamamı için tek bir parametrik sonuç sunarak zaman içindeki yapısal değişimleri ve politika dönüşümlerini göz ardı edebilmektedir. Bu kısıtı aşmak amacıyla, Balcılar vd. (2010) tarafından önerilen ve parametre kararsızlığını dikkate alan Rolling Window (Hareketli Pencereler) nedensellik analizi uygulanmış ve Tablo 13'de bu ilişkiye ait sonuçlara yer verilmiştir.

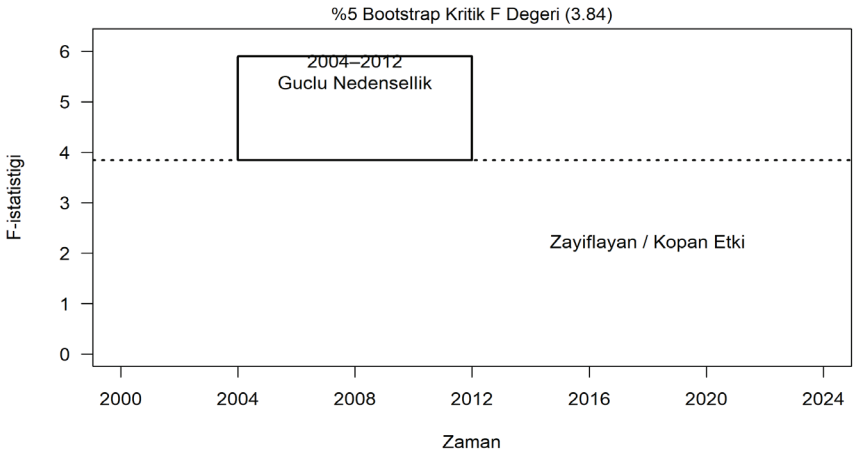
Tablo 13: Analiz ve Bulgular: Vergi → CO2 İlişkisi

Dönem Aralığı	Nedensellik İlişkisi (F-Stat)	Anlamlılık	Analitik Yorum
1997 - 2003	2,12	Anlamsız	Vergi sistemi henüz emisyon kontrolü için yapılandırılmamış.
2004 - 2012	4,85	Güçlü (%5)	Yüksek Etkinlik Dönemi: Vergiler fiyat sinyali veriyor, emisyonu frenliyor.
2013 - 2018	3,15	Orta (%10)	Vergi oranları sabit kalsa da enflasyon etkisiyle reel güç azalıyor.
2019 - 2022	1,45	Zayıf/ Anlamsız	Etkisizlik Dönemi: Vergi yükü GSYH içinde eriyor, caydırıcılık bitiyor.

Not: Bootstrap kritik değerler: %10: 2.71, %5: 3.84, %1: 6.63 Kritik değerler $\chi^2(1)$ dağılımından elde edilmiştir (Balcılar vd., 2010).

Tablo 13 bulguları, enerji vergilerinin emisyon üzerindeki nedensel etkisinin dönemler arasında belirgin biçimde farklılaştığını ortaya koymaktadır. 2004–2012 döneminde Türkiye'nin AB uyum süreciyle örtüşen güçlü nedensellik (F=4,85), çevre vergisi yoğunluğunun kritik eşiği aştığı dönemle birebir uyumludur. 2013–2018 döneminde nedensellik ilişkisi %10 düzeyinde zayıf biçimde anlamlıdır (F=3,15). Buna karşılık 2019–2022 döneminde nedenselliğin kopması (F=1,45), döviz kuru şokları ve yüksek enflasyon karşısında maktu vergilerin reel değer kaybetmesiyle açıklanmaktadır. Bu bulgu, vergi etkinliğinin korunması için oranların enflasyona endeksli dinamik biçimde güncellenmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Şekil 2: Zamana Göre Değişen Nedensellik (Rolling Window)



Şekil 2, enerji vergilerinden emisyona doğru nedenselliğin 2004-2012 döneminde güçlü (F=4,85) olduğunu, 2012 sonrasında ise kritik değerin altına gerileyerek zayıfladığını ve 2019-2022'de koptuğunu (F=1,45) göstermektedir. Bu kopuş, Tablo 14'teki %1,22 eşiğinin altına düşen EV/GSYH oranıyla eşzamanlıdır.

3.10.2. Eşik (Threshold) Regresyonu Bulguları

Çevre vergilerinin emisyon üzerindeki etkinliği, ekonomik konjonktürden ve vergi yükünün seviyesinden bağımsız değildir. Doğrusal modeller, vergi oranlarındaki artışların emisyon üzerinde her seviyede aynı etkiyi yarattığını varsaymaktadır. Ancak, 'Eşik Etkisi' teorisi, vergi sinyallerinin ancak belirli bir yoğunluğa ulaştığında tüketici davranışlarını değiştirebileceğini öngörmektedir. Bu çalışmada, çevre vergilerinin emisyon üzerindeki eşik etkilerini analiz etmek amacıyla Hansen (2000) tarafından önerilen ve bağımlı değişken olarak ln(CO2t)'nin kullanıldığı eşik regresyon modeli şu şekilde spesifiye edilmiştir:

$$\ln(CO2_t) = \beta'_1 x_t I(q_t \leq \gamma) + \beta_2' x_t I(q_t > \gamma) + e_t \quad (2)$$

Burada; $\ln(CO2_t)$ bağımlı değişkeni, qt eşik değişkeni olan ilgili çevre vergisi oranını, γ ise Grid Search yöntemiyle 1000 bootstrap iterasyonu sonucunda saptanan kritik vergi eşik değerini temsil etmektedir. x_t vektörü ise modeldeki temel bağımsız değişken olan çevre vergisi oranı ile kontrol değişkenleri olan ln(GSYHt) ve ln(ENERJIt) değerlerini kapsamaktadır. Modelde β_1 ve β_2, eşik değerinin altında ve üstünde kalan rejimlerdeki katsayıları ifade etmektedir.

Optimum eşik değer (γ), %1,0–%2,5 aralığında 0,05'lik artışlarla grid search yöntemiyle taranmış; hata kareler toplamını minimize eden değer 1000 bootstrap iterasyonuyla içsel olarak saptanmıştır.

Tablo 14: Eşik Değerinin Belirlenmesi ve Eşik Etkisinin Testi (Hansen, 2000)

Eşik Değişkeni	Eşik Değeri (%)	Hansen F İstatistiği	Bootstrap p-değeri	%95 Güven Aralığı
Enerji Vergileri (EV/GSYH)	1,22	18,45	0,008	[1,15–1,30]

Not: Eşik değeri Hansen (2000) grid search yöntemiyle %1,0 ile %2,5 aralığında 0,05'lik artışlarla taranarak belirlenmiştir. F istatistiği (18,45), eşik modelinin doğrusal modele kıyasla anlamlı ölçüde üstün olduğunu göstermektedir. p-değeri 1000 bootstrap iterasyonu ile hesaplanmıştır. Güven aralığı, eşik tahmininin hassasiyetini göstermektedir.

Hansen (2000) prosedürüyle saptanan %1,22 eşik değeri (F=18,45, p=0,008), çevre vergilerinin etkisinin doğrusal olmadığını kanıtlamaktadır. Dar güven aralığı [%1,15–1,30] bu noktanın güvenilirliğini teyit etmekte; etkinliğin verginin varlığına değil yoğunluğuna bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Düşük rejimde (EV < %1,22) emisyon elastikiyeti istatistiksel olarak anlamsızdır (−0,012; p=0,398) — vergiler gelir toplayıcı işlev görürken Pigouvian dışsallık içselleştirmesi sağlayamamaktadır. Eşik aşıldığında ise elastikiyet −0,085›e yükselerek güçlü biçimde anlamlı hale gelmektedir (p=0,001). Bu 7 katlık büyüklük farkı, vergi sinyalinin ancak kritik yoğunlukta davranış değiştirici bir baskıya dönüştüğünü göstermektedir.

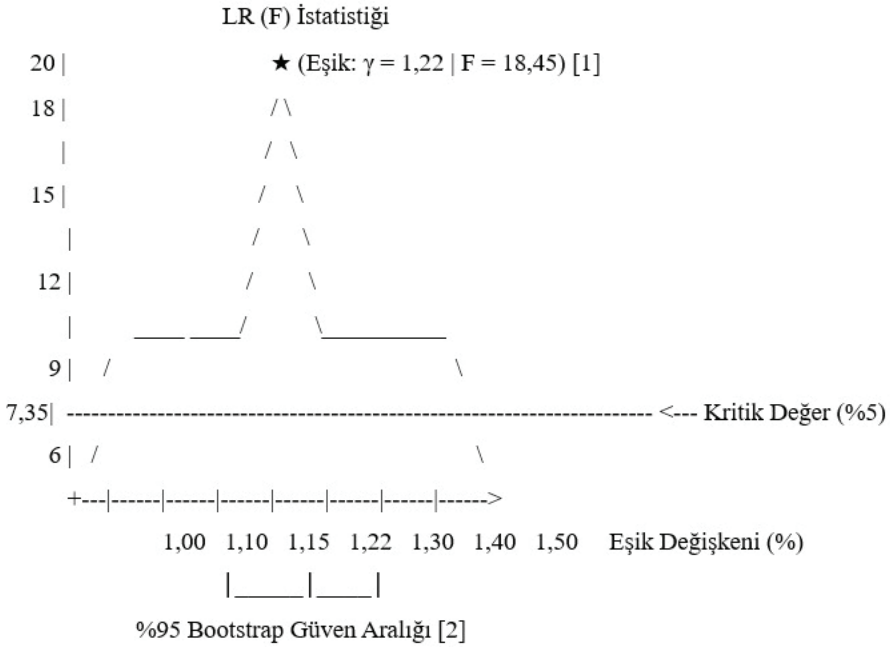
Teorik Katkı: Eşik Tabanlı Pigouvian Vergileme

Bulgular, geleneksel Pigouvian vergi teorisinin (Pigou, 1920; Baumol ve Oates, 1988) dinamik ekonomilerde yeniden formüle edilmesi gerektiğini göstermektedir. Statik optimal vergi (t*), enflasyonist ve yüksek büyüme ortamlarında zamana bağlı bir fonksiyon haline gelmektedir:

$$t^*(\tau) = \max[t_0 \times (GSYH\tau / GSYH_0), \theta kritik]$$

Burada θ kritik = %1,22 Türkiye için tespit edilen eşik değeridir. Eğer vergi oranı bu eşiğin altına düşerse, Tablo 14'de görüldüğü üzere etkinlik kaybolmaktadır.

Şekil 3: Eşik Değeri Belirleme Sürecinde F-İstatistiği Evrimi



%95 Bootstrap Güven Aralığı: [1.15 - 1.30], Kritik F-değeri (p=0.05): 7.35

Not: Grid search, %1.0 ile %2.5 aralığında 0.05'lik artışlarla yapılmış; maksimum F-istatistiği %1.22 eşiğinde elde edilmiştir.

Çelikkaya (2017) AB ülkeleri için yaptığı çalışmasında, enerji/karbon vergilerinin Pigouvian etkinliğinin yalnızca verginin varlığına değil, tasarımına ve özellikle de yenilenebilir enerji istisnası ve oran güncellemesi mekanizmalarına bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Belirlenen bu eşik değerinin iki rejim arasında yarattığı asimetrik katsayı yapısı Tablo 15'de ayrıntılı biçimde sunulmaktadır.

Tablo 15: Eşik Değerine Göre Enerji Vergilerinin Karbon Emisyonları Üzerindeki Asimetrik Etkileri (Rejim Bazlı Katsayılar)

Rejim / Değişkenler	Katsayı (β)	Std. Hata	t-İstatistik	p-Değeri
DÜŞÜK VERGİ REJİMİ (EV < %1,22)				
Enerji Vergisi (EV)	-0,012	0,014	-0,85	0,398
lnGSYH	0,745***	0,062	12,01	0,000
lnENERJİ	0,882***	0,094	9,38	0,000
YÜKSEK VERGİ REJİMİ (EV ≥ %1,22)				
Enerji Vergisi (EV)	-0,085***	0,021	-4,12	0,001

Rejim / Değişkenler	Katsayı (β)	Std. Hata	t-İstatistik	p-Değeri
lnGSYH	0,682***	0,058	11,75	0,000
lnENERJİ	0,914***	0,087	10,50	0,000

MODEL TANISAL TESTLERİ

R-Kare (R^2)	0,924	Durbin-Watson	1,98
Düzeltilmiş (R^2)	0,911	F-İstatistiği	145,12***
Hansen Eşik Testi (F)	18,45***	Eşik Değeri	1,22

Tablo 15, iki rejim arasındaki asimetrik dinamiği net biçimde ortaya koymaktadır. Düşük vergi rejiminde (EV < %1,22) enerji vergisi katsayısı istatistiksel olarak anlamsızdır (β=−0,012; p=0,398); büyüme ve enerji tüketimi ise emisyonları güçlü biçimde artırmaktadır (lnGSYH=0,745***; lnENERJİ=0,882***). Bu rejimde vergiler davranış değiştirici bir fiyat sinyali üretememekte, yalnızca gelir toplayıcı işlev görmektedir. Yüksek vergi rejiminde (EV ≥ %1,22) ise tablo köklü bir dönüşümü yansıtmaktadır: enerji vergisi katsayısı −0,085***'e yükselmekte (p=0,001) ve emisyon azaltıcı etki istatistiksel olarak güçlü biçimde anlamlı hale gelmektedir. Model tanısal istatistikleri de tahmin kalitesini teyit etmektedir: R^2=0,924, F=145,12*** ve Hansen eşik testi F=18,45*** ile model hem açıklayıcı güç, hem de doğrusal olmayan yapı bakımından sağlamdır.

3.10.3. Frekans Alanı Nedensellik Analizi (Breitung-Candelon)

Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin yalnızca varlığı değil, hangi zaman ufkunda belirginleştiği de önem taşımaktadır. Bu nedenle çalışmada, çevre vergilerinin CO_2 emisyonları üzerindeki etkisinin kısa ve uzun vadede farklılaşıp farklılaşmadığını incelemek amacıyla Breitung-Candelon (2006) frekans alanı nedensellik testi uygulanmıştır. Analiz yalnızca 26 gözleme dayandığından elde edilen sonuçlar, ARDL ve eşik regresyonu bulgularını tamamlayıcı bir sağlamlık kontrolü olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 16: Frekans Alanı Nedensellik Test Sonuçları (EV → $lnCO_2$)

Frekans (ω)	Dönem (Vade)	Wald İst.	p-değeri	Karar
π/12	0,5 yıl	1,12	0,573	Çok kısa vadede hiçbir etki
π/6	1 yıl	2,45	0,294	Yıllık döngülerde zayıf
π/4	1.5 yıl	2,85	0,240	Geçiş dönemi

Frekans (ω)	Dönem (Vade)	Wald İst.	p-değeri	Karar
π/3	2 yıl	4,58	0,101	Orta vadeye geçiş
π/2	3 yıl	6,12*	0,046*	İlk anlamlılık (%5)
2π/3	5 yıl	9,45**	0,002**	Güçlü uzun vade nedenselliği (%1)

Not: * ve ** sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini ifade eder. p-değerleri 1000 bootstrap iterasyonu ile hesaplanmıştır.

Tablo 16, çevre vergilerinin emisyonlar üzerindeki etkisinin kısa vadede istatistiksel olarak anlamsız kaldığını; 3 yıllık ufukta %5 düzeyinde anlamlı hale geldiğini, 5 yıllık döngüde ise %1 düzeyinde güçlendiğini ortaya koymaktadır. Bu zaman boyutu, ECM'de saptanan ~2,18 yıllık uyum hızıyla tutarlı olup çevresel etkinliğin anlık değil birikimli bir mekanizma üzerinden ortaya çıktığını ve çevre vergilerinin etkisinin öngörülebilir ve sürekliliği olan bir politika çerçevesinde daha anlamlı hale geleceğini göstermektedir.

4. BULGULARIN TARTIŞILMASI VE POLİTİKA ÇIKARIMLARI

4.1. Çevre Vergilerinin Etkinliği, Mali Sürüklenme ve Türkiye Bağlamı

Bu çalışmanın bulguları, Türkiye'de çevre vergilerinin karbon emisyonları üzerindeki etkisinin sabit, doğrusal ve zamandan bağımsız olmadığını göstermektedir. Enerji vergilerinin anlamlı ve negatif bir etki üretmesi, fiyat mekanizması üzerinden davranış değiştirici bir rolün varlığını desteklemekle birlikte, bu etkinin dönemsel olarak değişmesi vergilerin yalnızca yasal varlıklarıyla değil, reel yükleri ve makroekonomik koşullarla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Literatürle uyum açısından, çalışmanın bulduğu %1,22'lik vergi yoğunluğu eşiği, Loganathan vd. (2014) ve Silajdzic ile Mehic'in (2018) gelişmekte olan ülkeler ve geçiş ekonomileri için raporladığı eşik değerlerine (%1,3 civarı) yakındır. Zamana göre değişen nedensellik bulguları ise Balcılar vd. metodolojisini izleyen çalışmalarla (ör. Shahbaz vd., 2024) tutarlıdır. Yıldız ve Yıldız (2022), çalışmalarında, Türkiye'de ekonomik büyüme ile çevresel baskı arasındaki ayrışmanın henüz gerçekleşmediğini ampirik olarak göstermekte olup bu bulgu, uzun dönem katsayılarımızla (lnGSYH=0,845**) doğrudan örtüşmektedir.

Grafik 2'deki döviz kuru–enflasyon ve enerji maliyetleri–enflasyon ilişkisi, TCMB (2023) ile Ceylan ve Kahyaoğlu'nun (2021) gösterdiği doğrusal olmayan geçişkenlik bulgularıyla örtüşmektedir. Bu çerçevede, 2018 sonrasında çevre vergisi etkinliğindeki zayıflama, yalnızca nominal vergi oranlarına değil, yüksek enflasyon ve maliyet şokları altında maktu vergilerin reel yükünün aşınmasına (mali sürüklenmeye) bağlanmalıdır.

Türkiye literatüründe Çadırcı (2024) kısa dönemli doğrusal çerçevede güçlü bir ilişki bulamamıştır. Bu çalışma, söz konusu zayıflığın yalnızca kısa dönemli bir görünüm sorunu olmadığını; vergi yoğunluğu, dönemsel kırılmalar ve reel vergi yükü aşınmasıyla bağlantılı yapısal bir mesele olduğunu ortaya koyarak literatüre katkı sunmaktadır.

Sonuç olarak bulgular, Türkiye'de çevre vergilerinin etkinliğinin yalnızca yasal varlık veya nominal büyüklüğe değil; vergi yoğunluğu, dışsal maliyet şokları, enflasyon rejimi ve reel vergi yükünün korunması gibi unsurlara bağlı olduğunu göstermektedir. Değerlendirmede sadece tahsilat düzeyine değil, reel etkinliğin sürdürülüp sürdürülmediğine odaklanılmalıdır.

4.2. Enerji Vergileri ile Ulaştırma Vergilerinin Farklı Etkileri

Bulgular çevre vergilerinin alt bileşenlerinin emisyonlar üzerinde aynı kanal ve yoğunlukta etkili olmadığını göstermektedir. Enerji vergileri anlamlı ve negatif bir etki üretirken, ulaştırma vergileri istatistiksel olarak anlamsız kalmıştır. Bu fark, Türkiye'de motorlu taşıtlar vergisinin esas olarak araç sahipliği ve teknik özelliklere dayanması, emisyon yoğunluğunu doğrudan hedefleyen bir tasarıma sahip olmamasından kaynaklanmaktadır. Nitekim literatür (Meireles vd., 2021), ulaştırma vergilerinin çevresel etkisinin ancak emisyon bazlı tasarımlarda belirginleştiğini vurgulamaktadır.

Bu bulgu, çevre vergilerinin tek ve homojen bir politika aracı olarak ele alınmasının yanıltıcı olabileceğini göstermektedir. Toplam çevre vergisi gelirindeki artış ile emisyon azaltımı arasında otomatik bir ilişki kurmak mümkün değildir; vergi bileşimi belirleyicidir. Enerji vergileri çevresel maliyetleri doğrudan fiyatlara yansıtabilen bir araçken, ulaştırma vergileri aynı ölçüde doğrudan bir çevresel sinyal üretmeyebilir.

4.3. Eşik Etkisi, Zamanla Değişen Yapı ve Literatüre Katkı

Çalışmanın en dikkat çekici bulgularından biri, çevre vergilerinin etkisinin doğrusal olmamasıdır. Eşik regresyonu, vergilerin anlamlı caydırıcılık yaratabilmesi için belirli bir vergi yoğunluğu eşiğinin aşılması gerektiğini göstermektedir. Bu eşik altında kalan vergi yükü, davranışları dönüştürecek güçlü bir fiyat sinyali üretememekte, daha çok gelir yaratıcı bir araç işlevi görmektedir. Bulgu, literatürdeki çevre vergileri neden bazı ülkelerde etkisiz görünmektedir? sorusuna önemli bir açıklama sunmakta ve doğrusal yaklaşımların sınırlılığını ortaya koymaktadır.

Ayrıca bulgular, çevre vergilerinin zaman içinde değişen bir etkinlik sergilediğini göstermektedir. Uluslararası literatürde (Abdullah ve Morley, 2014; Rosiek, 2015) etkinliğin ülke yapısına göre farklılaştığı bilinmektedir. Bu çalışma ise tartışmayı Türkiye bağlamında ileri taşıyarak, etkinliğin aynı ülke içinde farklı dönemler ve farklı vergi yoğunluğu seviyeleri arasında da değişebildiğini göstermektedir. Dolayısıyla çalışma, Türkiye literatürüne yalnızca yeni bir ampirik bulgu eklememekte; aynı zamanda çevre vergilerinin neden bazı dönemlerde etkili, bazı dönemlerde zayıf kaldığını açıklayan daha yapısal bir çerçeve önermektedir.

SONUÇ

Bu çalışma, Türkiye'de çevre vergilerinin karbon emisyonları üzerindeki etkisini 1997–2022 dönemi için incelemiş ve vergi–emisyon ilişkisinin sabit, doğrusal ve zamandan bağımsız bir yapı sergilemediğini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, ekonomik büyüme ile enerji tüketiminin emisyonları artırıcı etkisinin güçlü biçimde sürdüğünü; çevre vergileri içinde ise yalnızca enerji vergilerinin uzun dönemde istatistiksel olarak anlamlı ve azaltıcı bir etki ürettiğini göstermektedir. Buna karşılık ulaştırma ve kirlilik vergilerinin anlamlı bir emisyon azaltıcı sonuç doğurmaması, Türkiye'de çevresel mali araçların etkinliğinin toplam vergi varlığından çok vergi bileşimine, vergi tasarımına ve uygulama yoğunluğuna bağlı olduğunu düşündürmektedir. Nitekim eşik regresyonu bulguları, enerji vergilerinin ancak belirli bir yoğunluğun üzerinde etkili hale geldiğini; yaklaşık %1,22'lik eşik düzeyinin altında emisyon azaltıcı etkinin istatistiksel olarak belirginleşmediğini, bu eşik aşıldığında ise etkinin güçlendiğini göstermektedir. Rolling window ve frekans alanı sonuçları da

bu tabloyu tamamlamakta; vergi etkisinin dönemler arasında zayıflayıp güçlenebildiğini ve özellikle orta vadede daha görünür hale geldiğini ortaya koymaktadır.

Bulguların kamu mali yönetimi ve denetim bakımından en önemli sonucu, çevre vergilerinin başarısının yalnızca nominal tahsilat artışıyla ölçülemeyeceğidir. Türkiye örneğinde çevre vergisi gelirleri artmış olsa bile, yüksek enflasyon koşullarında maktu vergi yapısının reel olarak aşınması, verginin çevresel davranışlar üzerindeki fiyat sinyalini zayıflatabilmektedir. Bu nedenle çevre vergilerinin etkililiği, bütçe gelirine katkılarının yanı sıra emisyon azaltma kapasitesi, reel vergi yükünün korunup korunmadığı ve dönemsel makroekonomik koşullar altında yönlendirici işlevini sürdürüp sürdürmediği bakımından da değerlendirilmelidir. Nitekim Dikmen (2024), yüksek denetim kurumlarının çevre politikalarının hesap verebilirliği ve performansını değerlendirmedeki rolünün giderek genişlediğini vurgulamaktadır. Bu yönüyle çalışma, çevre vergilerinin maliye politikası içindeki yerinin sadece gelir yaratma perspektifiyle değil, sonuç odaklı kamu yönetimi ve denetlenebilir politika tasarımı anlayışıyla ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Bu çerçevede politika düzeyinde dört temel sonuç öne çıkmaktadır. İlk olarak, enerji vergilerinde çevresel etkinliğin korunabilmesi için maktu tutarların yüksek enflasyon dönemlerinde reel olarak aşınmasını önleyecek otomatik ya da yarı otomatik bir güncelleme mekanizmasına ihtiyaç vardır. Bu doğrultuda, vergi oranlarının yalnızca enflasyona değil, çevresel performans göstergelerine de duyarlı biçimde güncellenmesi düşünülebilir. Örnek olarak, böyle bir endeksleme kuralı aşağıdaki gibi kurgulanabilir:

$$\text{ÇV}_t = [\text{BazOran} \times (1 + \text{TÜFE}_t)] + [\alpha \times (\text{EY}_t/\text{EYref} - 1)]$$

Burada baz oran, çalışmada ampirik olarak elde edilen eşik değerin politika tasarımında referans alınabilecek düzeyini; TÜFE_t dönemsel enflasyon oranını; EY_t emisyon yoğunluğunu; EYref ise seçilecek bir referans dönem ya da politika hedefini göstermektedir. α katsayısı ise çevresel hassasiyet derecesini yansıtan ve ampirik bulgular ile politika önceliklerine göre idari olarak belirlenecek bir ayarlama parametresidir. Bu tür bir kural, verginin reel değerini korurken aynı zamanda çevresel hedeflerle bağını güçlendirebilir. İkinci olarak, MTV'nin emisyon yoğunluğu ve yakıt türü gibi çevresel

göstergelere kademeli biçimde bağlanması yerinde olacaktır. Üçüncü olarak, çevre vergilerine ilişkin istisna ve muafiyetler mali kayıp yanında çevresel etki bakımından da denetlenmelidir. Dördüncü olarak, çevre vergilerinin performansı tahsilat tutarlarıyla sınırlı kalmamalı; emisyon azaltma kapasitesi, reel vergi yükü, uygulama sürekliliği ve politika hedefleriyle uyum göstergeleriyle izlenmelidir. Bu çerçevenin Özdemir'in (2025) önerdiği yeşil bütçe etiketleme mekanizmalarıyla bütünleştirilmesi, çevre vergisi gelirlerinin iklim hedefleriyle uyumunu daha sistematik biçimde denetlenebilir hale getirebilir.

Türkiye'nin 2053 net sıfır hedefi dikkate alındığında, çevre vergileri tek başına yeterli bir araç değildir; ancak reel değeri korunan, emisyon sinyali güçlendirilmiş ve yenilenebilir enerji teşvikleri ile düzenleyici standartlarla uyumlu hale getirilmiş bir vergi yapısı, çevresel dönüşümü destekleyen etkili bir tamamlayıcı maliye politikası aracı olabilir. Bu nedenle çevre vergileri, bütçe geliri sağlayan pasif araçlar olarak değil, tasarımı, güncelleme mekanizması ve denetim çerçevesi birlikte düşünülmesi gereken aktif çevresel maliye araçları olarak ele alınmalıdır.

KAYNAKÇA

Abdullah, S. ve Morley, B. (2014). Environmental Taxes and Economic Growth: Evidence from Panel Causality Tests. Energy Economics, 42, 27–33. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.11.013.

Akbulut Yıldız, G., ve Yıldız, B. (2022). Çevresel Sürdürülebilirlik Çerçevesinde Ekolojik Ayak İzi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Analiz. Sayıştay Dergisi, 33(126), 473-498. https://doi.org/10.52836/Sayistay.1145290

Akın, S., ve Adıgüzel, Ş. (2025). Göç ve Çevre Yönetiminin Kamu Politikaları ve Bütçesine Etkileri: Avrupa Birliği ve Üye Ülke Sayıştay Raporlarından Kanıtlar. Sayıştay Dergisi, 36(138), 427-458. https://doi.org/10.52836/sayistay.1720374

Andersen, M. S., Barker, T., Christie, E., Ekins, P., Fitz Gerald, J., Jilkova, J., Junankar, S., Landesmann, M., Pollitt, H., Salmons, R., Scott, S. ve Speck, S. (Eds.). (2007). Competitiveness Effects of Environmental Tax Reforms. (COMETR) Publishable Final Report to the European Commission. National Environmental Research Institute, University of Aarhus. http://www2.dmu.dk/Pub/COMETR_Summary_Report.pdf.

Balcılar, M., Özdemir, Z. A. ve Arslantürk, Y. (2010). Economic Growth and Energy Consumption Causal Nexus Viewed Through a Bootstrap Rolling Window. Energy Economics, 32(6), 1398–1410. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.05.015.

Baumol, W. J. ve Oates, W. E. (1988). The Theory of Environmental Policy. (2. Baskı). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139173513.

Bosquet, B. (2000). Environmental Tax Reform: Does it work? A Survey of the Empirical Evidence. Ecological Economics, 34(1), 19–32.

Bovenberg, A. L. ve Goulder, L. H. (2002). Environmental Taxation and Regulation. Handbook of Public Economics, 3, 1471–1545.

Breitung, J. ve Candelon, B. (2006). Testing for Short and Long-Run Causality: A Frequency-Domain Approach. Journal of Econometrics, 132(2), 363–378.

Bruvoll, A. ve Larsen, B. M. (2004). Greenhouse Gas Emissions in Norway: Do Carbon Taxes Work? Energy Policy, 32(4), 493–505.

Carattini, S., Carvalho, M. ve Fankhauser, S. (2018). Overcoming Public Resistance to Carbon Taxes. WIREs Climate Change, 10(1), Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, https://doi.org/10.1002/wcc.531

Ceylan, F. ve Kahyaoğlu, H. (2021). Türkiye'de Petrol Fiyatlarından ve Döviz Kurundan Enflasyona Geçişkenlik: Zamana Göre Değişen Parametreli Bir Analiz. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 24(46), 999–1015.

Çadırcı, Ç. (2024). Türkiye'de Çevre Vergileri ve Karbon Emisyonu (CO2) Arasındaki Nedensellik İlişkisinin İncelenmesi. İzmir İktisat Dergisi, 39(4), 1125–1144.

Çamkaya, S. (2024). Türkiye'de Çevresel Teknolojilerin Çevresel Kirlilik Üzerindeki Etkisi: Fourier yaklaşımlarından ampirik kanıtlar. Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, 59(4), 2024–2043.

Çelikkaya, A. (2017). Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerde Yenilenebilir Enerjiye Sağlanan Teşvikler Üzerine Bir İnceleme. Sayıştay Dergisi, 104, 1-26.

Doğan, M. (2025). Analysis of the Effect of Environmental Taxes on Climate Change Mitigation in Türkiye by KRLS Technique. Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 26(3), 426-445. https://doi:10.53443/anadoluibfd.1666310. Erişim: 03.02.2026

Dickey, D. A. ve Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. Journal of the American Statistical Association, 74(366), 427–431.

Dikmen, S. (2024). Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına Ulaşılmasında Çevre Denetimlerinin Rolü. Sayıştay Dergisi, 131, 543-570. https://doi.org/10.52836/sayistay.1390111

Enders, W. (2014). Applied Econometric Time Series (4. Baskı). Wiley.

EUROSTAT (2024). Environmental tax revenues. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ac_tax/default/table?lang=en

Fredriksson, P. G. ve Svensson, J. (2003). Political Instability, Corruption and Policy Formation. Journal of Public Economics, 87(7-8), 1383–1410.

Hansen, B.E. (2000). Sample Splitting and Threshold Effects. Econometrica, 68(3), 575–603.

International Energy Agency (IEA). (2024). CO_2 Emissions from Fuel Combustion. https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/co2-emissions-from-fuel-combustion. Erişim: 17.01.2026

INTOSAI (2016). Environmental Auditing and Sustainable Development: Principles and Practices. https://www.environmental-auditing.org. Erişim Tarihi: 28.02.2026

Karaer, M. (2024). Türkiye'de Yüksek Enflasyon Dönemlerinin Vergi Sistemi Üzerindeki Etkileri. Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR), 11(115), 2838–2850.

Kılınç, E.C. ve Altıparmak, H. (2020). Çevre ve CO2 Emisyonu Üzerindeki Etkisi Üzerine Bir Uygulama. Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 10(1), 217–227.

Lee, J. ve Strazicich, M.C. (2003). Minimum LM Unit Root Test with Two Structural Breaks. Review of Economics and Statistics, 85(4), 1082–1089. Erişim Tarihi: 25.01.2026

Loganathan, N., Shahbaz, M. ve Taha, R. (2014). The Link Between Green Taxation and Economic Growth on CO2 Emissions: Fresh Evidence from Malaysia. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 38, 1083–1091. https://doi.org10.1016/j.rser.2014.07.057

Meireles, M., Robaina, M. ve Magueta, D. (2021). The Effectiveness of Environmental Taxes in Reducing CO2 Emissions in Passenger Vehicles: The Case of Mediterranean Countries. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(10), 5442. https://doi.org/10.3390/ijerph18105442.

Özdemir, H. (2025). Kamu Maliyesinde Yeşil Dönüşüm: Yeşil Bütçe Etiketleme Uygulamaları ve Türkiye'ye Yönelik Politika Önerileri. Sayıştay Dergisi, 36(138), 545-573. https://doi.org/10.52836/sayistay.1704203

Özkan, D, H. ve Akıncı, A. (2024). Çevre Vergileri Ekonomik Büyüme ve CO2 Emisyonu Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Ampirik Bir Uygulama. Eğitim Yayınevi. https://www.egitimyayinevi.com/doc/846

Pearce, D. (1991). The Role of Carbon Taxes in Adjusting to Global Warming. Economic Journal, 101(407), 938–948.

Perron, P. (1989). The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. Econometrica, 57(6), 1361–1401.

Pesaran, M. H. ve Shin, Y. (1999). An Autoregressive Distributed Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis. S. Strom (Ed.), Econometrics and Economic Theory in the 20th Century içinde (371–413). Cambridge University Press.

Pesaran, M. H., Shin, Y. ve Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. Journal of Applied Econometrics, 16(3), 289–326.

Pigou, A.C. (1920). The Economics of Welfare. Macmillan. 31(122), 206-214

Rapanos, V.T. ve Polemis, M. L. (2005). Energy Demand and Environmental Taxes: The Case of Greece. Energy Policy, 33(14), 1781–1788. Erişim: 13.01.20265

Rosiek, J. (2015). The Impact of Environmental Tax Policy on Sustainable Development of the EU Economies. 11th International Conference of ASECU, Krakow, Poland. https://www.asecu.gr/files/11th_conf_files/18.pdf

Shahbaz, M., Patel, N., Du, A. M. ve Ahmad, S. (2024). From Black to Green: Quantifying the Impact of Economic Growth, Resource Management, and Green Technologies on CO2 Emissions. Journal of Environmental Management, 360, 121091. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121091. Erişim: 21.02.2026

Silajdzic, S. ve Mehic, E. (2018). Do Environmental Taxes Pay Off? The Impact of Energy and Transport Taxes on CO2 Emissions in Transition Economies. Southeast European Journal of Economics and Business, 13(2), 126–143.

Smith, S. (1992). Taxation and the Environment: A survey. Fiscal Studies, 13(4), 21–57.

Söyler, H. ve Kızılkaya, O. (2023). Türkiye'de CO_2 Emisyonlarının Belirleyicileri: Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları ile Bir Uygulama. Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 12(ÖS), 105-116. https://doi:10.33206/mjss.1320873

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (2023). Döviz Kurundan Tüketici Fiyatlarına Geçişkenlik: Büyüklük, Zaman İçindeki Seyir, Etki Kanalları ve Sektörel Farklılaşma. Enflasyon Raporu 2023-III, Kutu 2.5.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2024). Çevresel Vergi İstatistikleri. https://data.tuik.gov.tr. Erişim: 08.12.2025

Yavuz, E. ve Ergen, E. (2022). Çevre Vergilerinin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkisi: Seçilmiş G20 Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama. International Journal of Public Finance, 7(1), 113–136.

Zivot, E. ve Andrews, D. W. K. (1992). Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis. Journal of Business and Economic Statistics, 10(3), 251–270.

THE EFFECTIVENESS OF ENVIRONMENTAL TAXES ON CARBON EMISSIONS: A THRESHOLD AND TIME-VARYING ANALYSIS FOR TÜRKİYE

Ömer EMİRKADI

EXTENDED ABSTRACT

Environmental taxes are market-based instruments for internalizing carbon externalities through price signals. Despite strong Pigouvian foundations, empirical evidence remains mixed, suggesting a relationship more complex than linear, time-invariant models assume. Two mechanisms are central. First, a critical tax-intensity threshold likely exists below it, the price signal is too weak to alter production and consumption patterns. Second, in high-inflation economies with specific rather than ad valorem taxes, inadequate indexation erodes real values—a fiscal drag—progressively undermining effectiveness.

Türkiye exemplifies these dynamics. Post-2018, high inflation and exchange-rate volatility substantially eroded the real value of specific environmental and energy taxes, transforming them increasingly into revenue instruments rather than emission-reducing tools, despite Türkiye's formal commitment to net-zero emissions by 2053.

This study investigates the dynamic, nonlinear relationship between environmental taxes and CO_2 emissions in Türkiye over 1997–2022, addressing three questions. Does a long-run equilibrium relationship exist between environmental tax intensity and emissions? Has tax effectiveness weakened after 2018 consistent with fiscal drag? Is there a critical tax-intensity threshold that must be exceeded for a statistically significant deterrent effect? The analysis employs annual data from the World Bank, OECD, and TÜIK, integrating ARDL bounds testing for long-run cointegration, rolling-window Granger causality for time-varying dynamics, Hansen's threshold regression for nonlinear effects, and frequency-domain causality analysis to distinguish short-, medium-, and long-run horizons.

The ARDL bounds test confirms a long-run cointegrating relationship. Among tax subcategories, only energy taxes yield a statistically significant negative long-run effect on emissions. Transportation taxes remain insignificant, consistent with their indirect, ownership-based design in the Turkish context. The error-correction term indicates that 46 percent of short-run deviations are corrected annually, with full adjustment requiring approximately 2.2 years.

Threshold regression identifies a critical energy tax intensity of approximately 1.22 percent of GDP. Below this threshold, the emission elasticity is statistically insignificant, indicating that low-intensity taxation functions primarily as a revenue device incapable of generating a credible price signal. Once the threshold is exceeded, the elasticity rises sevenfold and becomes strongly significant, confirming that tax intensity, not mere existence, is the decisive determinant of environmental effectiveness.

Rolling-window Granger causality reveals pronounced time variation. A robust causal relationship from environmental taxes to emissions is observed during 2004–2012, a period of relative macroeconomic stability and higher real tax intensity. This relationship weakens markedly after 2018 and collapses entirely by 2019–2022, coinciding with persistent high inflation and real-value erosion of specific taxes. Frequency-domain results further demonstrate that environmental taxes influence emissions primarily over medium-term horizons of three to five years, implying that behavioural and technological adjustments require sustained tax pressure rather than producing immediate effects.

These findings carry clear policy implications. Environmental taxes reduce emissions only when intensity exceeds the critical threshold and real tax values are institutionally preserved. The results underscore an urgent need for automatic or semi-automatic indexation mechanisms linking specific tax rates to an appropriate price index. Transportation taxes should be redesigned to target emission intensity directly—through carbon content or actual fuel consumption—rather than relying on vehicle ownership and engine-size criteria. By identifying a critical tax-intensity threshold, documenting fiscal drag as a structural source of policy ineffectiveness, and demonstrating nonlinear, time-varying dynamics through an integrated multi-method framework, this study offers novel insights for environmental fiscal policy in inflation-prone emerging economies pursuing market-based decarbonization.

YÜKSEK DENETİM DÜNYASINDAN HABERLER

NEWS FROM SUPREME AUDIT WORLD

SAYIŞTAY DERGİSİ
JOURNAL OF TURKISH COURT OF ACCOUNTS

Cilt/Volume: 37
Sayı/Issue: 141
Haziran/June 2026

ISSN: 1300-1981
eISSN: 2651-351X
Haberler/News

SAYIŞTAYIN 164'ÜNCÜ KURULUŞ YIL DÖNÜMÜ

164TH ANNIVERSARY OF TURKISH COURT OF ACCOUNTS

Kübra TULUN[1]

Sayıştayımızın 164'üncü kuruluş yıl dönümü 01-03 Haziran 2026 tarihleri arasında gerçekleştirilen etkinliklerle kutlandı. Sayıştay Başkanı Sayın Metin YENER başkanlığında kalabalık bir heyetle 01 Haziran 2026 tarihinde Anıtkabir ziyareti gerçekleştirildi. 02 Haziran 2026 tarihinde ise Sayıştay Başkanlığı Kongre ve Kültür Merkezinde, Cumhurbaşkanımız Sayın Recep Tayyip ERDOĞAN'ın teşrifleriyle kuruluş yıl dönümü kutlama etkinlikleri sürdürülmüştür. 03.06.2026 tarihinde gerçekleştirilen 164'üncü Kuruluş Yıl Dönümü Sempozyumunda ise "Dijitalleşme, Dönüşüm ve Denetim" konuları ele alındı.

KURULUŞ YIL DÖNÜMÜ KONUŞMALARI

Kuruluş yıl dönümü anma programında ilk konuşma, Sayıştay Başkanı Sayın Metin YENER tarafından gerçekleştirilmiştir. Sayın YENER, ağırlıklı olarak tüm dünyada yaşanan hızlı değişim ve dönüşümün Sayıştay'ın rol ve sorumlulukları ile gelecek vizyon ve stratejileri üzerindeki etkilerine odaklanmıştır. Cumhurbaşkanımız Sayın Recep Tayyip ERDOĞAN ise bu tarihi günün anlam ve önemine temas eden, tarihten geleceğe uzanan bir projeksiyon etrafında Sayıştay'ın devlet yapısı içerisindeki önemli misyonuna, kattığı değere ve bundan sonraki süreçte artan beklentilerine vurgu yapan bir konuşma gerçekleştirmiştir.

1- Sayıştay Dergisi Sorumlu Yazı İşleri Müdürü, Sayıştay Başkanlığı, kubra.tulun@sayistay.gov.tr, ORCID: 0009-0006-7703-3494

Atıf/To Cite: Tulun, K. (2026). Sayıştayın 164'üncü Kuruluş Yıl Dönümü. Sayıştay Dergisi, 37(141), 447-458.

CUMHURBAŞKANI SAYIN RECEP TAYYİP ERDOĞAN'IN HİTAPLARI

Devletin en köklü kurumlarından biri olan Sayıştay Başkanlığının 164'üncü sene-i devriyesinin Sayıştay ailesi başta olmak üzere, ülke ve millet için hayırlara vesile olmasını dileyerek konuşmasına başlayan Cumhurbaşkanımız Sayın Recep Tayyip ERDOĞAN, Sayıştayın, her ne kadar Sultan Abdülaziz Han'ın irade-i seniyyesiyle Divan-ı Muhasebat adıyla 29 Mayıs 1862'de ihdas edilse de köklerinin çok daha eskilere uzandığını; temellerinin Karahanlılar'dan Selçuklu ve Gazneliler'e, geçmişte kurulan devletlerde mali denetim vazifesini yerine getiren Divan-ı İşraf kurumuna dayandığını vurgulayarak, neredeyse 1200 yıllık köklü bir birikimden hafıza ve kurumsal tecrübeden söz ettiklerine dikkat çekti ve konuşmasını şu şekilde sürdürdü:

"Bu yönüyle Sayıştay Başkanlığımız devletimizin devamlılık ilkesinin kurumsal anlamda ete kemiğe büründüğü bir müessesedir. Kamuda hesap verme sorumluluğu ile mali şeffaflığa katkı sağlamak üzere denetim, yargı ve rehberlik faaliyetlerini yürüten Sayıştayımızı tebrik ediyor, mensuplarına Rabb'imden muvaffakiyetler diliyorum. Bu çatı altında devletine ve milletine hakkıyla hizmet eden dünya defterini kapatıp ebedi âleme irtihal eden Sayıştay mensuplarımıza Cenab-ı Allah'tan rahmet niyaz ediyorum. Bugüne kadar Sayıştayda vazife üstlenmiş, bu kuruma yıllarca emek vermiş, bilgisiyle, birikimiyle, en önemlisi de kutsal bir mesuliyet bilinciyle bu ailenin yeni fertlerine örnek olmuş emekli Sayıştay mensuplarına şükranlarımı ifade ediyorum. Görevlerini yüksek bir şuurla ve geçmişten devraldıkları bu zengin mirasın hakkını tam olarak ifa eden hâlihazırdaki Sayıştay çalışanlarına vazifelerinde üstün başarılar temenni ediyorum."

"Kamu maliyesinin iyi yönetilmesi büyük önem arz ediyor"

Medeniyetin en büyük mütefekkirlerinden İbn-i Haldun'a göre insan için cemiyet düzeni içinde yaşamanın şart olduğunu; toplumsal hayatın sağlıklı bir şekilde işlemesi, kendisini nesilden nesle aktarabilmesi için bazı kurumların tesis ve muhafazasının zaruri olduğunu vurgulayan Cumhurbaşkanı ERDOĞAN, şunları söyledi:

"Devlet işte bu müesseselerden biridir. Devletin sebeb-i vücudu yani varlık gayesi, evvelemirde adalettir, devamında emniyettir. Son noktada huzur ve selamettir. Tabii şurası da önemlidir, bizim zihin haritamızda bu kavramların her biri insanı ve toplumu merkeze alarak şekillenmiştir. Adaleti mülkün

yani devletin temeli olarak gören ecdat tam da bu yüzden 'insanı yaşat ki devlet yaşasın' demiştir. Buradan hareketle devletlerin kudreti hem beşerî sermayenin hem de mevcut kaynakların hikmeti de kuşatan rasyonel bir bakış açısıyla değerlendirilmesine bağlıdır. Kaynaklarını etkin ve verimli kullanamayan devletlerin muktedir ve müessir olması elbette mümkün değildir. Bunun için kamu maliyesinin iyi yönetilmesi büyük önem arz ediyor."

"Vesayetin kamu maliyesine etkisi"

Türkiye'nin geçmişte savrukluğun, özensizliğin, popülizmin sıkıntısını çok çekmiş bir ülke olduğunu, milletin dişinden, tırnağından artırdığı kaynakların nasıl har vurup harman savrulduğunu gayet iyi hatırladıklarını anlatan Cumhurbaşkanı ERDOĞAN, şunları kaydetti:

"SSK'nın göz göre göre nasıl batırıldığını, bankaların içinin nasıl boşaltıldığını, devletin hazinesinin nasıl hortumlandığını, rantiyenin halkın cebinden nasıl palazlandığını hiçbirimiz unutmadık. Şunu da söylemek isterim ki; tamahkârlar ve beceriksizler kadar kamu maliyesine en büyük darbeyi indirenlerden biri de vesayetçiler olmuştur. Geçen hafta 66. yıl dönümü geride kalan 27 Mayıs 1960 darbesinden başlayarak tüm antidemokratik müdahaleler bu ülkeye milyarlarca dolar zarar vermiş, halkımızı fakirleştirmiş, Türkiye'yi geride bırakmıştır. İşte, en son FETÖ'nün elebaşılığını yaptığı 15 Temmuz kanlı darbe girişiminin Türk ekonomisine faturası 350 milyar dolardan fazladır. Millî iradeyi gasp etmeye çalışan darbeciler bunda muvaffak olamasalar dahi her bir vatandaşımızın cebinden binlerce dolar gasp etmişlerdir. Yine bir darbe girişimi olan gezi olaylarının doğrudan maliyeti 1,5 milyar doları, dolaylı maliyeti ise 10 milyarlarca doları bulmaktadır. Kamu kaynaklarının halkın yararına olacak şekilde kullanılmasından bahsederken bunların da hesaba katılması gerektiğine inanıyorum. İster sokak olayları ister FETÖ vari terör örgütleri isterse cuntacılar vasıtasıyla olsun millî iradeyi hedef alan vesayet teşebbüslerinin ülkemize ve milletin kesesine verdiği zarar maalesef yeterince tartışılmıyor. Türkiye'nin her türlü vesayet odağına karşı mücadelesi aynı zamanda bu yüklerden de tamamen kurtulma mücadelesidir. İnşallah bu mücadele zafere ulaşınca ülkemizin ekonomik şahlanışı daha da hızlanacak, milletin kaynakları milletin cebine daha fazla akacaktır."

"Millî iradenin savunulmasını nasıl namus borcu olarak görüyorsak kamu malının israf edilmesine, yasa dışı ve usulsüz yollarla istismar edilmesine, bilhassa ikbal hesaplarına merdiven yapılmasına da göz yummuyoruz." ifadelerini kullanan Cumhurbaşkanı ERDOĞAN, bu konuda tavır ve duruşlarının gayet net olduğunu belirtti. Kamu malında 86 milyon vatandaşın her birinin hakkı olduğunu, garip gurebanın, tüyü bitmemiş yetim ve öksüzün payının bulunduğunu, beytülmalın aynı zamanda gelecek kuşakların emaneti olduğunu söyledi.

Konuşmasında, "Makamı, ünvanı, mevkisi ne olursa olsun kamuda görevli tüm personelin kaynak kullanırken hassasiyetle hareket etmesi kırmızı çizgimizdir." diyen ve görevi veya konumu icabı kamu personeline tahsis edilen kaynakların kimsenin babasının malı olmadığını vurgulayan Cumhurbaşkanı ERDOĞAN, "Kapısının üstünde ne yazarsa yazsın hiçbir kamu görevlisi bunu şahsi cüzdanı gibi kullanamaz, kullanmamalıdır. Biz buna izin veremeyiz. Son dönemde kimi zaman hayretle, kimi zaman utançla takip ettiğimiz yerel yönetimler merkezli skandallar asla mazur görülemez. Her kim olursa olsun milletin emanetini ganimet olarak görenlerle hukuk ve yasalar çerçevesinde mücadele etmek bizlerin boynunun borcudur. Ödediği verginin en yüksek kalitede hizmete dönüşmesini bekleyen 86 milyon vatandaşımıza karşı unutmayın hepimiz sorumluyuz." değerlendirmesini yaptı.

"Modern kamu yönetimi, şeffaf ve hesap vermeye dayalı bir sistem"

Sayıştay'dan beklentilerinin, bir taraftan yargı ve denetim faaliyetiyle halkın emanetine sahip çıkarken diğer taraftan rehberlik çalışmalarıyla Türkiye Yüzyılı'nın inşasına aktif katkı yapması olduğunu, ulusal stratejilerin hazırlanması başta olmak üzere Sayıştay'ın idarenin takdir yetkisini gözeterek hazırlayacağı raporlara duyulan ihtiyacın günden güne arttığını dile getiren Cumhurbaşkanı ERDOĞAN, farklı kurumları, süreçleri ve yöntemleri aynı anda görebilme imkanına sahip Sayıştay'ın veriye dayalı, sistem bazlı ve katma değer odaklı bir yaklaşımla daha nice yıllar millete ve devlete önemli hizmetler sunacağına inandığını belirtti.

Modern kamu yönetiminin, vatandaş ile devletin göz hizasında iletişim kurduğu, şeffaf ve hesap vermeye dayalı bir sistem olduğuna işaret eden Cumhurbaşkanı ERDOĞAN, bu sistemde mali denetim ne kadar sıkı, planlı ve sonuç odaklı olursa kamu hizmetlerinin de o kadar verimli olacağını belirterek;

ekonominin büyümesi, refah seviyesinin yükselmesi, huzur ve güven ikliminin her alanda tesis edilmesinin kamu maliyesinin yönetim ve denetimiyle doğrudan ilişkili olduğunu, Sayıştay'ın burada da kritik rol oynadığını kaydetti.

"Sayıştay'ın yüksek denetim organı olarak kendisini yenilemesini sağladık"

Son 23 yılda attıkları adımlarla Sayıştay'ın kapsama alanını daha da genişlettiklerini hatırlatan Cumhurbaşkanı ERDOĞAN, sözlerini şöyle sürdürdü:

"Özellikle 2010'da çıkardığımız 6085 sayılı Kanunla Sayıştay'ımızı 21. yüzyılın ihtiyaçlarına cevap veren, uluslararası standartlara göre şekillenen bir yapıya kavuşturduk. Bu düzenleme ile Sayıştay Başkanlığımızın yüksek denetim organı ve yüksek hesap yargı mercii olarak kendisini yenilemesini sağladık.

Anayasal hukuk devletini güçlendirme yönünde hayata geçirdiğimiz demokratikleşme reformları sayesinde Sayıştay, kamu kaynağı kullanan kurum ve kuruluşları denetleme yetkisine sahip oldu. Sayıştay, dijital denetim, yeni teknolojilerin sisteme entegrasyonu ve veri analitiğinin yaygınlaştırılması olmak üzere her birini destekler nitelikteki üç alanda önemli bir dönüşüme imza attı. Kamu yararı üretmeyen bürokratik süreçler devre dışı bırakılarak verimliliği artırmaya dönük her çabayı son derece kıymetli buluyoruz."

Geçen Kasım ayında Azerbaycan, Kazakistan, Kırgızistan ve Özbekistan Sayıştaylarının katılımıyla İstanbul'da kurulan Türk Devletleri Sayıştaylar Birliği'nden büyük memnuniyet duyduklarını ifade ederek, Türkiye'nin 3 yıl boyunca dönem başkanlığını yürüteceği birliğin Türk dünyası ile ilişkilere farklı bir boyut kazandıracağına inandığını; sonbaharda Türkiye'nin ev sahipliğinde düzenlenecek Türk Devletleri Teşkilatı 13. Liderler Zirvesi'yle yeni bir dönemin kapılarını aralayacaklarını belirtti ve konuşmasını Sayıştay'ın 164. kuruluş yıl dönümünün ülke ve millet için hayırlara vesile olması temennisiyle sonlandırdı.

Konuşmasının ardından Cumhurbaşkanımız Sayın Recep Tayyip ERDOĞAN'a Sayıştay Başkanı Sayın Metin YENER tarafından İhlas Suresinin yer aldığı hat tablosu takdim edildi.

SAYIŞTAY BAŞKANI SAYIN METİN YENER'İN KONUŞMASI

Sayıştay Başkanı Sayın Metin YENER, Sayıştay'ın yargı ve denetim faaliyetleriyle kamu idarelerinin hukuka uygun, etkili ve verimli bir şekilde işlemesine katkı sağlamaya devam ettiğini vurgulayarak, kuruluş yıl dönümü vesilesiyle, yaşanmakta olan hızlı değişim ve dönüşümün Sayıştay'a etkileri, Sayıştay'ın gelişen vizyonu ve bu kapsamda gerçekleştirdiği faaliyetleri paylaşmak istediğini belirtti.

"Kurumsal mimarimizi bütüncül bir yaklaşımla sürekli gözden geçiriyoruz"

Küresel gelişmelerin, devletleri mevcut sistemlerini korumanın ötesinde, geniş kapsamlı bir yapısal dönüşümle kurumsal dayanıklılık ve esneklik kapasitelerini eşzamanlı artırmaya zorladığını ifade eden Sayın YENER ayrıca ülkelerin dönüşüme uyumu, kurumsal yapılar üzerinden hayata geçirildiğini belirtti. Kurumların dönüşümünü gerçekleştirme becerilerinin ise bunu öngörme ve yönetebilmelerine bağlı olduğunu; Sayıştay olarak küresel düzeydeki yüksek belirsizliği, karmaşık süreçleri ve değişimin hızını dikkate alarak kurumsal mimarilerini bütüncül bir yaklaşımla sürekli gözden geçirdiklerini ifade etti. Buradaki temel amacın ise değişen koşullara uyum sağlayarak vatandaşlarımızın beklentilerine cevap verebilmek olduğunu ifade etti.

"Uluslararası denetim standartlarına uyum"

2010 yılında yürürlüğe giren Kanunumuzun, Sayıştay denetimlerinin uluslararası standartlara göre yürütülmesini zorunlu kıldığını belirten Sayın YENER ayrıca uluslararası denetim standartlarında Sayıştayların en temel görevinin "vatandaşların yaşamında fark meydana getirmek" olarak tanımladığını ifade etti. Geleneksel denetimin ötesine geçen bu yaklaşım ile Sayıştayların temel önceliğinin sadece hata bulmak değil, kamuda hesap verebilirliği ve şeffaflığı destekleyerek kamu hizmetlerinin kalitesi ile kaynakların etkili ve verimli kullanımına katkı sağlayarak vatandaş refahının artırılması olduğunu belirtti.

Sayın YENER, bu çerçevede denetimin değerinin, yalnızca hata ve uygunsuzluk sayısıyla değil; karar alma süreçlerine sağladığı katkı ve kaynak kullanımının etkililiğini artırma yeteneğiyle de ölçülmekte olduğunu belirterek aynı zamanda uluslararası iyi uygulamalara ve vizyon belgelerine bakıldığında; modern denetimin, cezalandırma mekanizmasından, kurumların zafiyetlerini teşhis edici, risk önleyici ve kurumsal kapasiteyi geliştirici bir

işleve dönüştüğünün görülmekte olduğunu ifade etti. Geleneksel denetimin, modern kamu yönetiminin ihtiyaç duyduğu stratejik öngörüyü, sistemsel risk analizini ve yönetsel katma değeri sağlamakta tek başına yetersiz kaldığını ifade eden Sayın YENER, aynı zamanda denetimden hataları üreten yapısal boşlukları tespit ederek, kurumların yönetsel kapasitelerini de güçlendirmesinin beklendiğini kaydetti.

"Kriz yönetimi ve acil durum harcaması " uyarısı

Hızlı değişim ve dönüşümlerin yaşandığı kritik eşiklerde; boşluk ve riskleri öngörüp gelmekte olana hazırlık yapmanın, salt geçmişe dayalı tedbir almaktan daha kıymetli hale geldiğini ifade eden Sayın YENER, dünyada kamu mali yönetiminin giderek daha fazla "kriz yönetimi ve acil durum harcaması" döngüsüne sürüklenmesinin de dinamik ve öngörücü denetime dönüşümü zorlayan diğer bir neden olduğunu belirtti. Bu anlamda kamu mali yönetiminin dönüşümü ile Sayıştay denetiminden beklentilerin değişiminin, birbirini besleyen ve tamamlayan iki temel süreç olarak ortaya çıktığını ifade etti.

Dönüşümün üç bölünmesi: Dijitalleşme, veri analitiği, denetçi yetkililiği

Sayıştayın dönüşümünün üç temel eksende, denetimin dijitalleşmesi ile yeni teknolojilerin kullanımı, veri analitiği kullanımının yaygınlaşması ve denetçi yetkinliğinin dönüşümü alanlarında gerçekleştiğini ifade eden Sayın YENER, dijitalleşme stratejilerinin mevcut iş, işlem ve süreçlerin stratejik bir sorgulamaya tabi tutularak kamu yararı üretmeyen tüm bürokratik katmanların kökten elimine edilmesini, bu şekilde bir verimlilik sıçraması yakalamayı hedeflediğini belirtti. Duraksama ve eylemsizlik üreten, süreçleri yavaşlatan etkenlerin olmadığı bir sistem hedeflediklerini belirterek, yapay zekâ ve büyük veri analizini denetimlerin merkezine aldıklarını ve bu hibrit modelin denetçi muhakemesi ile makine analitiği birlikteliğine dayandığını belirtti.

"Geleneksel bilgi testlerinin yerini makine öğrenmesinin alması bir zaruret"

Sayın YENER, kamu mali yönetiminde genişleyen ve karmaşıklaşan işlem hacmi ile geleneksel denetim mekanizmalarının kapasitesi arasındaki orantısızlığın hızla artmakta olduğunu ifade ederek şunları kaydetti:

"Yüksek hacimli işlemlerin manuel yöntemlerle denetiminin sürdürülmesi mümkün değildir. Geleneksel uygunluk testlerinin yerini makine öğrenmesi

algoritmalarının alması hem bir verimlilik tercihi hem de denetim kapasitemizin yeterliliği açısından zarurettir. Makine öğrenmesi algoritmaları riskli davranış kalıplarını tanımlayabilmekte ve bu kalıpların tekrar ortaya çıkma olasılığını hesaplayabilmektedir. Yapay zekâ modelleri ise bütçe kalemlerini kısa sürede tarayarak kurumlar arası fiyat tutarsızlıklarını ve mükerrer harcamaları anlık tespit edebilmektedir."

"Büyük ölçekli veri setlerinde, anomalileri saptayan modeller ve öngörücü analizler sayesinde; hata ve usulsüzlük riskleri oluşma aşamasında tespit edilebilmektedir. Milyarlarca satırlık verinin kısa sürede analiz edilebildiği, hata ve usulsüzlük risklerinin makine öğrenmesi modelleriyle önceden tahmin edilebildiği bir dijital denetim sistemi kuruyoruz. Bu sistemin tam anlamıyla işlevsel hale gelmesi, kurumlar arası veri entegrasyonunun kesintisiz sağlanması ve sistemlerin birbirini okuyabilmesine bağlıdır."

"Yapay zekanın kontrolü, geleceğin en büyük sorunlarından biri"

Yapay zekânın önümüzdeki 20 yılda hayatın her alanını dönüştüreceği, insanlık için pandemi ve nükleer savaş kadar ciddi bir risk oluşturabileceği yönünde endişeler olduğu, bu nedenle geleceğin en büyük sorunlarından birisi "yapay zekânın kontrolü" meselesi olduğunu vurgulayan Sayın YENER, şu hususların altını çizdi:

"Yapay zekânın denetlenmesi gereken güçlü bir yardımcı olduğunu düşünüyoruz. Bu nedenle insan denetimi ve etik çerçeve ihtiyacı zaruridir. Sayıştay olarak kendi imkanlarımızla geliştirdiğimiz yapay zekâ destekli denetim asistanı teknik düzeyde kullanıma hazır olup, etik ve yasal çerçevesine yönelik çalışmalarımız devam etmektedir."

"İşlemlerin dijital olarak kaydedilip ölçülebildiği bir sistemde veri, yan bir ürün olmaktan çıkıp, ekonomik ve yönetsel gücün temel kaynağı olmuştur. Devletlerin etkililiği artık yalnızca ekonomik büyüklükleriyle değil; veri toplama, işleme ve anlamlandırma kapasiteleriyle de ölçülmektedir. Bu dönüşüm, veri temelli ve algoritmik karar alma süreçlerinin merkezde olduğu yeni bir yönetim ve denetim anlayışını ortaya çıkarmaktadır."

"Büyük veri setlerinden seçilen örneklemeye dayalı geleneksel denetim, veri hacminin yönetilebilir olduğu dönemlerde rasyonel ve maliyet-etkin bir yöntemdi. Ancak milyarlarca işlem içeren sistemler karşısında geleneksel yöntem; hata payını, asimetrik bilgi riskini ve tespit edilemeyen uygunsuzluk riskini artırmaktadır. Büyük veri teknolojilerinin sunduğu imkanlarla, verinin yalnızca bir bölümünü değil, tamamını eş zamanlı analiz edebilen algoritmik modellere geçiyoruz. Böylece denetim, örnekleme temelli sınırlı incelemeden çıkarak tüm verileri kapsayan sürekli ve gerçek zamanlı bir güvence mekanizmasına dönüşecektir."

"Algoritmik boyutların hukuka uygunluğu"

"Günümüzde kurumların hesap verebilirliği, yalnızca mali tablolarının doğruluğu ile değil, bu tabloları üreten bilişim sistemlerinin güvenilirliği ile de ölçülmektedir. Sayıştay olarak algoritmik süreçlerin hukuka uygunluğunu, etik olup olmadığını ve ayrımcılık yapıp yapmadığını denetlemeye başlıyoruz. Denetimlerimizi bilgi güvenliği düzenlemelerine uyum, yazılımların yerlilik oranı, kritik altyapılardaki bağımlılık, siber dayanıklılık, veri standartlarının bütünlüğü ve kurumlar arası veri asimetrileri gibi alanları kapsayacak şekilde tasarlıyoruz. Bu denetimlerle; teknolojik dönüşümün hukuki sınırlarını korumayı ve dijital dünyada kamusal dürüstlüğe güvence sağlamayı amaçlıyoruz."

"Dijital becerilerin kamu yönetiminin merkezinde olduğu günümüzde, kurumsal kapasiteyi teknolojik altyapılarla güçlendirmek tek başına yeterli değildir. Bu altyapıları etkin şekilde kullanabilecek ve ilave katma değer üretebilecek insan kaynağı elzemdir. Küresel düzeyde hızlı teknolojik dönüşüm, meslekleri de dönüşüme zorlamaktadır. İşin gerektirdiği ile iş gücünün sahip olduğu nitelikler arasında giderek artan yetenek açığı, "Tıkanmış İlerleme" olarak tanımlanan, büyük bir riski içermektedir. Bu risk denetim mesleği için de geçerlidir."

"Kamu yönetiminin dijitalleştiği bir sistemde, muhasebe ve mevzuat uzmanlığı, denetim için artık tek başına yeterli değildir. Denetçilerimiz, veri analizi yapabilen, algoritmaları anlayabilen ve teknolojiyi etkin kullanabilen profesyoneller olmak zorundadır. Nitekim AB Yapay Zekâ Yasası, belirli mesleklerin yeterli düzeyde yapay zekâ okuryazarlığına sahip olmasını zorunlu kılmıştır. Başkanlığımızın süreç kaynaklı olası beceri açığını giderici stratejik planlamaya sahip olduğunu belirtmek isterim."

Uluslararası iş birlikleri ve "Türk Devletleri Sayıştaylar Birliği"

Uluslararası ilişkiler kapsamında son bir yılda Arnavutluk, Kosova, Özbekistan ve Somali Sayıştaylarına eğitim desteği verildiğini, Libya Sayıştay'ının denetim bilişim sistemleri ile veri analiz sistemlerinin kurulmasına destek sunulduğunu, Türk devletleri arasındaki iş birliğini kurumsal bir yapıya kavuşturmak amacıyla da 22 Kasım 2025'te İstanbul'da "Türk Devletleri Sayıştaylar Birliği" kurulduğunu ve üç yıl süreyle bu birliğin dönem başkanlığına seçildiğimizi belirten Sayın YENER, Devletimizin belirlediği hedeflerden kurum olarak üzerimize düşenleri yerine getirme gayretinde olduklarını ifade etti.

Son olarak, yeni Anayasa çalışmalarında Yüce Meclisimizin talep ettiği her türlü katkıyı vermeye hazır olduklarını belirterek, Sayın Cumhurbaşkanımıza programı onurlandırması ve her daim destekleri için şükranlarını arz etti.

164'ÜNCÜ KURULUŞ YIL DÖNÜMÜ SEMPOZYUMU

Kuruluş yıl dönümü anma etkinlikleri kapsamında 03.06.2026 tarihinde gerçekleştirilen 164'üncü Kuruluş Yıl Dönümü Sempozyumunda "Dijitalleşme, Dönüşüm ve Denetim" ele alındı.

Anayasa Mahkemesi Üyesi ve Sayıştay Onursal Başkanı Doç. Dr. Recai AKYEL'in oturum başkanlığını yürüttüğü etkinlikte;

- Cumhurbaşkanlığı Siber Güvenlik Başkanlığı Dijital Devlet Genel Müdürü Furkan CİVELEK tarafından "Dijital Teknolojilerin Dönüştürücü Gücü: Dijital Devlet ve Yansımaları",
- Mevzuat Uyum Derneği Kurucu ve Onursal Başkanı Gürdoğan YURTSEVER tarafından "Dijital Teknolojilerin Finansı Dönüştürücü Etkisi ve Finansın Geleceği",
- Cumhurbaşkanlığı Siber Güvenlik Başkanlığı Kamu Yapay Zeka Genel Müdürü Dr. Osman Gazi GÜÇLÜTÜRK tarafından "Dijital Egemenlik, Siber Güvenlik ve Hukuk",
- KPMG Türkiye Şirket Ortağı ve ISACA İstanbul Başkanı Ehtiram İSMAYİLOV tarafından "Kurumsal Dayanıklılık, Stratejik Risk Yönetimi ve Yeni Nesil Denetim",
- Sayıştay Başkanlığı Bilişim Sistemleri Denetimi Grup Başkanı İhsan ÇULHACI tarafından "Dijital Ekosistemde Sayıştayların Dönüşen Rolleri"

konulu sunumlar gerçekleştirildi.

Sempozyumun ilk konuşmacısı olan Furkan CİVELEK, Dijital Devletin tarihsel evrimini aktardı ve bu bağlamda 1960'lı yıllarda otomasyonun başlangıcı, 1970-1990 yılları arasında bilgi sistemlerinin kullanımının yaygınlaşması, 1990-2010 yılları arasında e-Devlet kavramının ortaya çıkışı ve 2010-2020 yılları arasında Dijital Devletin temellerinin inşası aşamalarından geçildiğini ifade etti. Günümüzde gelişen yapay zeka, nesnelerin interneti ve süreçlerin otomasyonu aracılığıyla Dijital Devlet anlayışı çerçevesinde proaktif, öngörüsel ve kişiselleştirilmiş kamu hizmetlerine nasıl ulaşıldığını ele aldı. Kurumlar arası izole silolardan arınarak entegre ve katmanlı bir ulusal dijital mimariye nasıl ulaşılacağından ve Dijital Devletin paradigma değişimlerinden bahseden Sayın CİVELEK, hali hazırda kamu kurumlarının ellerinde müstakil halde bulunan ve birbirleriyle paylaşılamayan verilerin tek bir veri havuzu gibi kullanılmasına ve veri analitiği uygulamalarının gerçekleştirilmesine imkan sağlayacak Kamu Veri Alanı Projesinin önemini vurguladı.

Gürdoğan YURTSEVER ise finansı dönüştüren dijital teknolojilerden, finansın geleceğinden ve geleceğin dinamiklerinden söz ederek bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerin baş döndürücü hızının finansın dönüşümüne etkisini anlattı. Bu çerçevede FinTech, InsurTech, Startup, TechFin, Blok Zinciri ve Merkeziyetsiz Finans kavramlarını ele alarak, yeni dijital finansal teknoloji çözümlerinin artması, fiziksel hizmet mekanlarının azalması, dijital banka/finans kuruluşlarındaki artış, aracı olmadan yapılan karşılıklı doğrudan finansal işlemlerin yaygınlaşması gibi gelişmelere değindi. Sayın YURTSEVER, kurum değil hizmet odaklı ekosistem ve platform temelli, dışa açık stratejiler ile hızlı ve esnek inovasyon sayesinde finansın geleceğinin nasıl şekillendiğini ve bu gelişmelerin denetime etkilerini özetleyerek sunumunu tamamladı.

Dr. Osman Gazi GÜÇLÜTÜRK sunumunda, hukukun dijitalleşmesinin yansımalarını; dijital egemenlik ve siber güvenlik alanında artan riskleri aktararak veri egemenliği bağlamında yerlileşme ve millileşmenin önemine vurgu yaptı. Dijital dünyaya ilişkin hukuki düzenlemelerin gerek devletler gerek uluslararası birlikler ve teşkilatlar ölçeğinde günden güne arttığını ve olgunlaştığını belirten Sayın GÜÇLÜTÜRK, ayrıca, yabancı/küresel tedarikçilerden temin edilen kritik altyapı bileşenlerinin ve yazılımların, tedarikçilerin yerleşik oldukları ülkenin hukukuna tabi olmaları nedeniyle, uyruğunda bulundukları devletler tarafından belirli kısıtlama ve müdahalelere açık olmasının yaratacağı risklerle ilgili örnekler sundu.

Ehtiram İSMAYİLOV ise sunumunda; dijitalleşen denetim ortamı, yeni nesil riskler, stratejik risk yönetimi ve kurumsal dayanıklılık konularına vurgu yaparak, geleneksel denetim yaklaşımında ağırlıklı olarak yapılandırılmış finansal verilerin kullanıldığı, kısıtlı örneklemler ve geriye dönük analizlerin geç tespit edilen sorunlara etkili müdahaleyi sınırlandırdığı, buna karşın dijital ve sürekli denetim yaklaşımı ile veri evreninin %100'ünü kapsayan denetimlerin mümkün hale geldiğini, gerçek zamanlı, sürekli ve proaktif risk tespiti yapılabildiğini, yapılandırılmamış, büyük ve çok hızlı değişen karmaşık verilerin yapay zeka ve makine öğrenmesi yoluyla analiz edilebildiğini, bu yolla anomalileri anında fark eden ve uyarı veren sistemlerin geliştirildiğini belirtti. Yeni nesil riskler bağlamında siber güvenlik ve veri ihlali riskleri, veri kalitesi ve veri yönetişimi riskleri, regülasyon ve uyum riskleri ile tedarikçi ve dış kaynak kullanımı risklerine değinen Sayın İSMAYİLOV, kontrolsüz bulut altyapılarının, gölge yapay zeka kullanımının, zayıf erişim ve kontrol mekanizmalarının artan zafiyetlere yol açtığını söyledi.

Son olarak İhsan ÇULHACI, dijital ekosistemde Sayıştayların dönüşen rollerini dijital devlet, veri, yapay zeka, dijital egemenlik, siber güvenlik, hukuk ve finansal teknolojiler başlıkları altında ele aldı. Sayıştayların, günümüzde, "dijitalleşmeye harcanan para sonucunda kurumlar ve yürüttükleri faaliyetler daha verimli hale geldi mi, vatandaşın hayatı gerçekten kolaylaştı mı?" sorularına cevap aradığını belirten ÇULHACI, kurumlar arası eşgüdümü sağlayacak mekanizmaların ve kamu sektörünü dış kaynak bağımlılığından kurtaracak iç yetkinlik stratejilerinin geliştirilmesinde, ayrıca kamuda yapay zeka kullanımının verimlilik ve etkinliğinin sağlanmasında Sayıştay'ın sunacağı katkının önemini vurguladı. Dijital egemenlik, siber dayanıklılık gibi alanlarda Sayıştaylar tarafından yürütülen faaliyetler hakkında bilgi sunan Sayın ÇULHACI, kamu kesiminin bütününe dışarıdan yapıcı bir bakış açısıyla bakabilen yegane kurum olan Sayıştayların, finansal teknolojiler karşısında denetimde yeni sorular sorması gerektiğini, bu çerçevede "gören"in ötesinde "öngören", kurumlara model olan ve vizyon çizen bir rol üstlenmeleri gerektiğini belirtti.

Sempozyum, sunumların ardından gerçekleştirilen soru-cevap bölümüyle sona erdi.

Zengin birikiminden, köklü değerlerinden, bilimin ve yeni teknolojilerin sunduğu fırsatlardan en iyi şekilde yararlanarak gelecek vizyonunu inşa eden Sayıştay'ın, şeffaf ve hesap verebilir kamu yönetiminin en büyük güvencesi olarak nice yıllara ulaşmasını temenni ediyoruz. Nice 164 yıllara...

SAYIŞTAY KARARLARI

DECISIONS OF TURKISH COURT OF ACCOUNTS

Temyiz Kurulu Kararları

Decisions of Board of Appeal

TEMYİZ KURULU KARARI

Tarih : 04.02.2026
No : 58812

Konu: Belediyeye ait sosyal tesislerin temizlik, bakım, kullanım organizasyonlarının yaptırılması, tiyatro sanatçısı ve destek elemanı hizmet alımında toplu iş sözleşmesi kapsamında bulunmayan ve haftalık çalışma saatinin tamamını idarede geçirmeyen ve sadece çalıştıkları saat başına ücret alan işçilere, toplu iş sözleşmesinden kaynaklı ücret farkı, sosyal yardım ve ikramiye ödemesi yapılarak kamu zararına sebebiyet verildiği hk.

Dosyada mevcut bilgi ve belgelerin okunup incelenmesi sonucunda;

GEREĞİ GÖRÜŞÜLDÜ:

Gerçekleştirme Görevlisi ... tarafından karar düzeltilmesi dilekçesinde yeni bir husus ileri sürülmeden yalnızca 17.04.2024 tarihli ve 56731 sayılı Temyiz Kurulu Kararına itirazının kabul edilmesi ve 18.08.2020 tarihli dilekçesinin yeniden incelenmesi talep edilmiştir.

Karar düzeltilmesinin sebepleri 6085 sayılı Sayıştay Kanunu'nun "Karar düzeltilmesi" başlıklı 57'nci maddesinde sayılmıştır. Buna göre, karar düzeltilmesi isteminde bulunabilmek için:

a) Hükmün esasına etkili iddia ve itirazların kararda karşılanmamış olması,

b) Bir kararda aynı konu hakkında birbirine aykırı hükümler bulunması,

c) Temyiz incelemesi sırasında hükmün esasını etkileyen belgelerde hile ve sahtekarlığın ortaya çıkmış olması,

ç) Temyiz sebeplerinden en az birinin mevcut olması gerekmektedir.

Yapılan inceleme ve değerlendirmede, sorumlunun temyiz dilekçesinde belirtmiş olduğu hususların düzeltilmesini talep ettiği Temyiz Kurulu Kararında dikkate alındığı, Kararın kanuna aykırı bir yönü bulunmadığı anlaşıldığından ve ayrıca sorumlu tarafından 6085 sayılı Kanun'un 57'nci maddesinde belirtilen karar düzeltilmesini gerektiren yeni bir husus ileri sürülmediğinden karar düzeltilmesine ilişkin talebin reddi ile 87 sayılı İlamın 23'üncü maddesinin tasdikine ilişkin 17.04.2024 tarihli ve 56731 sayılı Temyiz Kurulu Kararının DÜZELTİLMESİNE MAHAL OLMADIĞINA,

TEMYİZ KURULU KARARI

Tarih : 11.02.2026
No : 58819

Konu: Belediye sınırları içerisinde bulunan hastanelerde çalışmakta olan sağlık çalışanlarına dağıtılmak üzere gıda paketi alımı yapılması ve bedelinin belediye bütçesinden karşılanması suretiyle kamu zararına neden olunması hk.

Dosyada mevcut bilgi ve belgelerin okunup incelenmesi sonucunda;

GEREĞİ GÖRÜŞÜLDÜ:

73 sayılı İlam'ın 1'inci maddesi ile, Belediye sınırları içerisinde bulunan hastanelerde çalışmakta olan sağlık çalışanlarına dağıtılmak üzere gıda paketi alımı yapılması ve bedelinin belediye bütçesinden karşılanması suretiyle oluşan ... TL'lik kamu zararının sorumlularına ödettirilmesine karar verilmiştir.

Söz konusu tazmin hükmü, Harcama Yetkilisi (Sağlık İşleri Müdürü) ...'un temyiz başvurusu sonucu 19.03.2025 tarih ve 57833 Tutanak sayılı Temyiz Kurulu Kararının 1'inci maddesi ile Gerçekleştirme Görevlisi (Programcı) ...'nın temyiz başvurusu sonucu aynı tarih ve 57832 Tutanak sayılı Kararın 1'inci maddesi ile tasdik edilmiştir.

Bu defa, Harcama Yetkilisi (Sağlık İşleri Müdürü) ... 54846 sayılı dosya, Gerçekleştirme Görevlisi (Programcı) ... 54845 sayılı dosya kapsamında karar düzeltilmesi kanun yoluna başvurmuştur.

Mevzuat:

5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 14'üncü maddesinde:

"Belediye, mahallî müşterek nitelikte olmak şartıyla;

a) İmar, su ve kanalizasyon, ulaşım gibi kentsel alt yapı; coğrafî ve kent bilgi sistemleri; çevre ve çevre sağlığı, temizlik ve katı atık; zabıta, itfaiye, acil yardım, kurtarma ve ambulans; şehir içi trafik; defin ve mezarlıklar; ağaçlandırma, park ve yeşil alanlar; konut; kültür ve sanat, turizm ve tanıtım, gençlik ve spor orta ve yüksek öğrenim öğrenci yurtları (Bu Kanunun 75 inci maddesinin son fıkrası, belediyeler, il özel idareleri, bağlı kuruluşları ve bunların üyesi oldukları birlikler ile ortağı oldukları Sayıştay denetimine tabi şirketler tarafından, orta ve yüksek öğrenim öğrenci yurtları ile Devlete ait her derecedeki okul binalarının yapım, bakım ve onarımı ile tefrişinde uygulanmaz.); sosyal hizmet ve yardım,

nikâh, meslek ve beceri kazandırma; ekonomi ve ticaretin geliştirilmesi hizmetlerini yapar veya yaptırır. (Mülga son cümle: 12/11/2012-6360/17 md.) (...) (Ek cümleler: 12/11/2012-6360/17 md.) Büyükşehir belediyeleri ile nüfusu 100.000'in üzerindeki belediyeler, kadınlar ve çocuklar için konukevleri açmak zorundadır. Diğer belediyeler de mali durumları ve hizmet önceliklerini değerlendirerek kadınlar ve çocuklar için konukevleri açabilirler.

b) Devlete ait her derecedeki okul binalarının inşaatı ile bakım ve onarımını yapabilir veya yaptırabilir, her türlü araç, gereç ve malzeme ihtiyaçlarını karşılayabilir; sağlıkla ilgili her türlü tesisi açabilir ve işletebilir; mabetlerin yapımı, bakımı, onarımını yapabilir; kültür ve tabiat varlıkları ile tarihî dokunun ve kent tarihi bakımından önem taşıyan mekânların ve işlevlerinin korunmasını sağlayabilir; bu amaçla bakım ve onarımını yapabilir, korunması mümkün olmayanları aslına uygun olarak yeniden inşa edebilir; cemevlerinin yapım, bakım ve onarımını yapabilir. (Değişik ikinci cümle: 12/11/2012-6360/17 md.) Gerektiğinde, sporu teşvik etmek amacıyla gençlere spor malzemesi verir, amatör spor kulüplerine ayni ve nakdî yardım yapar ve gerekli desteği sağlar, her türlü amatör spor karşılaşmaları düzenler, yurt içi ve yurt dışı müsabakalarda üstün başarı gösteren veya derece alan öğrencilere, sporculara, teknik yöneticilere ve antrenörlere belediye meclisi kararıyla ödül verebilir. Gıda bankacılığı yapabilir.

...",

1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'nun 20'nci maddesinde

"Belediyelerin umumi hıfzıssıhha ve içtimai muavenete taallük eden mesailden ifasile mükellef oldukları vazifelere aşağıda zikredilmiştir.

...

10 - Sari hastalıklarla mücadale işlerine muavenet.

..."

Denilmektedir.

Değerlendirme:

5393 sayılı Belediye Kanunu'nun "Belediyenin görev ve sorumlulukları" başlıklı 14'üncü maddesinin birinci fıkrasının (a) ve (b) bentlerinde; belediyelerin, mahallî müşterek nitelikte olmak şartıyla yapabilecekleri hizmetler ile görev

ve sorumluluklarının kapsamı belirtilmiştir. Bazı sağlık çalışanlarına gıda paketi dağıtılması; gerek mahalli müşterek ihtiyaç kapsamında olmadığından, gerek 14'üncü maddede sayılan görev ve sorumluluklar arasında bulunmadığından, gıda paketi alımının belediye bütçesinden karşılanması suretiyle kamu zararına sebebiyet verilmiştir.

Sorumlular tarafından gönderilen ortak nitelikteki savunmalarda özetle; belediyelerin görevlerinin sadece Belediye Kanunu ile verilen görevlerle sınırlı olmadığı, 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'nun 20'nci maddesi gereği, salgın hastalıklarda mücadelede belediyelerin yardım görevi bulunduğu ve Kovid salgınının gerektirdiği salgınla mücadele kapsamında değerlendirilebilecek her türlü faaliyetin bu kapsama gireceği ifade edilmiştir. Fakat; 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'nun 20'nci maddesinin 10. sırası ile belediyelere salgın hastalıklarla mücadele işlerine yardım etme görevi verilmiş olsa da; burada, Belediyelere verilen görev, salgın hastalıklarla mücadelede görevli kurumların işlerine yardımcı olmaktır; bu işleri gören diğer kamu görevlilerinin kişisel ihtiyaçlarını karşılamak değildir. Sağlık personeline gıda paketi dağıtılmasının, bu personele özel bir faydası olabilse bile hastalıkla mücadeleye yönelik yapılan kurumsal görev ve hizmetlere direkt bir katkısı bulunmamaktadır.

Bu itibarla, sorumluların karar düzeltilmesi itirazları reddedilerek, (73 sayılı İlamın 1'inci maddesiyle verilen ... TL'lik tazmin hükmünü tasdik eden) 19.03.2025 tarih ve 57833 Tutanak sayılı Temyiz Kurulu Kararının 1'inci maddesi ile aynı tarih ve 57832 Tutanak sayılı Temyiz Kurulu Kararlarının 1'inci maddesinde KARAR DÜZELTİLMESİNE MAHAL OLMADIĞINA,

TEMYİZ KURULU KARARI

Tarih : 01.04.2026
No : 59141

Konu: "Teknik şartnamede belirtilen özellikleri taşımayan araç çalıştırılmasına rağmen sözleşmede öngörülen ceza kesintisinin yapılmamasının kamu zararına sebebiyet vermesi.

Dosyada mevcut bilgi ve belgelerin okunup incelenmesi sonucunda;

GEREĞİ GÖRÜŞÜLDÜ:

Temyize konu Daire Kararında, ... yükleniminde bulunan ... ihale kayıt numaralı "... İlçesi Dahilindeki Kentsel Temizlik İşi Kapsamında Kullanılmak Üzere Araç ve İş Makinası Kiralanması İşi"nde teknik şartnamede belirtilen özellikleri taşımayan araç çalıştırılmasına rağmen sözleşmede öngörülen ceza kesintisinin yapılmadığı gerekçesiyle ... TL'nin tazminine hükmedilmiş, söz konusu tazmin hükmünden ödeme emri belgelerinde imzaları bulunan harcama yetkilileri ve gerçekleştirme görevlileri ile hakedişlerde imzaları bulunan diğer gerçekleştirme görevlileri sorumlu tutulmuştur.

İlgili mevzuat:

İhale konusu işe ait Teknik Şartname'nin "İşin kapsamı" başlıklı 4'üncü maddesinde yüklenicinin temin edeceği araçların sayısı ve yapılacak işin kapsamı belirtilmiş, "Yüklenici tarafından temin edilecek araçların teknik özellikleri" başlıklı 6'ncı maddesinde bu araçların teknik özelliklerine yer verilmiştir.

Aynı Şartname'nin "Genel çalışma prensipleri" başlıklı 7'nci maddesinde; araç ve iş makinalarının yüklenici tarafından teslim tutanağı düzenlenerek idareye teslim edileceği, araçların istenilen model yılı ve özelliklerde olmadığı takdirde teslim alınmayacağı, her gün için dokümanlarda belirtilen ücret kesintileri ve cezai işlemlerin uygulanacağı ifade edilmiştir.

Belediye ile yüklenici firma arasında imzalanan sözleşmenin 16.1.1. maddesinde; işin tekrar eden kısımlarının sözleşmeye uygun olarak gerçekleştirilmemesi halinde, her bir aykırılık için ayrı ayrı olmak üzere sözleşme bedelinin onbinde 0.5'i oranında ceza kesileceği, bu aykırılıkların 30'dan fazla olması halinde ayrıca 4735 sayılı Kamu İhale Sözleşmeleri Kanunu'nun 20'nci

maddesinin (b) bendine göre protesto çekmeye gerek kalmaksızın sözleşmenin feshedilebileceği, 16.1.2. maddesinde ise; işin tekrar eden kısımlarının sözleşme ve teknik şartnameye uygun olarak gerçekleştirilmemesi halinde, işe başlama tarihinden itibaren teknik şartnamede belirtilen sayıda ve belirtilen modelde makine ve ekipmanın şantiyede hazır bulunmaması, idari ve teknik şartnamede belirtilen sayıda ve belirtilen modelde makine ve ekipmanla çalışılmaması (idarenin talebi doğrultusunda çalışılmama durumu hariç) durumunda, eksik her bir makine ve ekipman için günlük; idarece tespit edilen tutanakla beraber sözleşme bedelinin onbinde 0.5'i oranında ceza kesileceği belirtilmiştir.

Yukarıda belirtilen hükümlere göre, yüklenicinin temin edeceği araçların teknik şartnamede belirtilen özellikleri taşımaması halinde sözleşme bedelinin onbinde 0.5'i oranında günlük ceza kesilmesi gerekmektedir.

Somut olay:

Somut olayda, ihale konusu iş kapsamında çalıştırılan araçların teknik özelliklerine ilişkin ruhsat bilgileri ve AİTM Münferit Araç Uygunluk Belgeleri üzerinden ilgili denetim ekibi tarafından yapılan incelemelerde;

- En az 325 hp gücünde, 10 m3 atık tankı hacmine sahip, 6 ton temiz su tankı olması gereken vakumlu yol süpürme ve yıkama aracının 155 kw (207.86 hp) motor gücünde, 8 m3 atık tankı hacmine ve 1,5 ton temiz su tankına sahip olduğu,

- 3 ton temiz su tankı olması gereken diğer vakumlu yol süpürme ve yıkama aracında 1,5 ton temiz su tankı bulunduğu,

- 7+1 m3 çöp hazneli, ... plakalı hidrolik sıkıştırmalı çöp kamyonunun (ikame araç) ise bazı hakedişlerde 9 m3, bazılarında 13 m3 ve 18 m3 çöp toplama kapasitesi olması gereken hidrolik sıkıştırmalı çöp kamyonları yerine ikame olarak kullanıldığı görülmüştür.

Bu incelemelerden, teknik şartnamede belirtilen özellikleri taşımayan araçların yüklenici tarafından çalıştırıldığı anlaşılmaktadır. Ancak belediye tarafından bu aykırılıklar için sözleşme uyarınca uygulanması gereken cezalar uygulanmamıştır.

Sorumlular temyiz dilekçelerinde özetle, belediye tarafından fiili durumun kayıt altına alınarak bu kapsamda yasal prosedüre uyularak iş eksilişi ve iş artışı yapıldığından, ceza kesintisinin uygulanabilirliğinin ortadan kalktığını,

bu sebeple ceza kesintisi yapılmamasında kamu görevlisi olarak hukuka aykırı bir karar, işlem veya eylemlerinin söz konusu olmadığını, teknik şartnamede belirtilen araç büyüklüklerinde ilçenin nüfusu, yüz ölçümü ve tasarruf için verimliliği artırmak adına 10 m3 büyüklüğündeki vakumlu yol süpürme aracının 6 m3 büyüklüğündeki vakumlu yol süpürme aracı ile değiştirilmesine yönelik iş eksilişi ve iş artışına gidildiğini, yükleniciye ödemelerin de bu tutanaklara göre yapıldığını, ayrıca teknik şartnameye göre ikame aracın istenen model yılını sağlamaması halinde cezai işlem uygulanabileceğini, ancak ikame aracın yıl şartını sağladığını ifade etmişlerdir.

Daire Kararında da ifade edildiği üzere ihale konusu işe ait Teknik Şartname'nin "Yüklenici tarafından temin edilecek araçların teknik özellikleri" başlıklı 6'ncı maddesinde araçların teknik özelliklerine yer verilmiş, ihale aşamasında da istekliler tarafından şartnamede belirtilen bu özellikler dikkate alınarak teklif verilmiştir.

Belediye ile yüklenici firma arasında imzalanan sözleşmenin 8.1. maddesinde; ihale dokümanının, bu sözleşmenin eki ve ayrılmaz parçası olduğu, idareyi ve yükleniciyi bağlayacağı; İdari Şartname'nin "İhale dokümanının kapsamı" başlıklı 5'inci maddesinde ise teknik şartnamenin ihale dokümanını oluşturan belgeler arasında olduğu belirtilmiştir. Dolayısıyla, ihale dokümanının bir parçası olan teknik şartnamede belirtilen hükümlere aykırı hareket edilmemesi, yüklenici tarafından temin edilen araçların belirtilen özellikleri taşımaması durumunda ise idare tarafından ceza kesintisi uygulanması gerekmektedir. İşin fiilen gerçekleştirilmiş olması, teknik şartnameye aykırı olarak çalıştırılan araçlar için sözleşmede öngörülen cezai şartların uygulanmayacağı anlamına gelmemektedir.

Öte yandan, yüklenici firma, teknik şartnamede öngörülen nitelikleri haiz araçları temin etme yükümlülüklerini bilerek ihaleye katılmış, bu şartlar doğrultusunda teklif vermiş ve ihaleyi kazanmıştır. Diğer istekliler ise talep edilen araçların özelliklerini esas alarak maliyet belirlemiş ve ihaleyi kazanamamışlardır. Bu durum da ihaleyi kazanan firmanın teknik şartnamede öngörülen nitelikleri taşımayan araçları ikame olarak temin etmek suretiyle rekabeti zedeleyici şekilde avantaj sağlamasına yol açmıştır.

İş artışı ve iş eksilişi ile ilgili değerlendirme:

Sorumlular tarafından bahsi geçen araçlarla ilgili iş artışı ve eksilişi yapıldığı ifade edilmiştir. Dosya kapsamında yapılan incelemelerde;

29.07.2022 tarihinde düzenlenen gerekçe raporuyla; "... Vakumlu yol süpürme ve yıkama aracının (en az 10 metreküp, en az 325 hp motor gücünde) belediye mücavir alanlarının tamamında kullanılamaması, motor gücü sebebi ile akaryakıt sarfiyatının fazla olması nedeni ile kaynakların verimli kullanılması adına kamu zararı oluşturmaması için iş eksilişi yapılması hususunda gereğinin yapılması harcama yetkilisinin onayına sunulmuştur." denilerek ... TL tutarında iş eksilişi yapıldığı,

Yine 29.07.2022 tarihinde düzenlenen gerekçe raporuyla; "... birim fiyat cetvelinde fiyatı yüksek olan, verimli bir şekilde kullanılamayan, motor gücü yüksekliği nedeni ile akaryakıt sarfiyatının yüksek olduğu 10 m3 vakumlu yol süpürme aracı için iş eksilişi yapılmış olup, nüfus yoğunluğu ve belediyenin yüz ölçümünün büyük olmasından dolayı mevcut araç parkı yetersiz kalması nedeniyle daha verimli kullanılmak üzere 6m3 vakumlu yol süpürme aracı ihtiyacının iş artışı ile karşılanması hususunda gereğinin yapılması harcama yetkilisinin onayına sunulmuştur." denilerek ... TL tutarında iş artışı yapıldığı görülmektedir.

İşe ait teknik şartname incelendiğinde, iki tip vakumlu yol süpürme ve yıkama aracı olduğu, bunlardan birinin dizel motorlu, en az 325 hp motor gücünde, en az 10 m3 atık tankı hacmine sahip, en az 3 ton temiz su tankı, istenildiğinde araç önüne moloz ve atık küreme aparatı takılabilir özelliğe sahip olması gerektiği, ikinci vakumlu yol süpürme ve yıkama aracının ise en az 145 hp gücünde, en az 6 m3 atık tankı hacmine sahip, en az 3 ton temiz su tankı, istenildiğinde araç önüne moloz ve atık küreme aparatı takılabilir özelliğe sahip olması gerektiği görülmektedir.

İşe ait teknik şartnamede yer alan "Vakumlu Yol Süpürme ve Yıkama Aracı 1"de belirtilen şartlara uymadığı ifade edilen ... plakalı aracın 207 hp gücünde, 8 m3 atık tankı hacmine ve 1,5 ton temiz su tankına sahip bir yol süpürme ve yıkama aracı olduğu anlaşılmaktadır. İşe ait hakediş belgeleri incelendiğinde, ... plakalı vakumlu yol süpürme ve yıkama aracının yüklenici tarafından aynı şekilde kullanılmaya devam edildiği, ancak ödemesinin "Vakumlu Yol Süpürme ve Yıkama Aracı 1" (Teklif birim fiyatı günlük 800,00 TL) yerine, "Vakumlu Yol Süpürme ve Yıkama Aracı 2" (Teklif birim fiyatı günlük 650,00 TL) üzerinden yapıldığı görülmektedir. Yani esasen bir iş artışı ya da eksilişi olmamış, yüklenicinin teknik şartnameye uygun olmayan aracı iş eksilişi ve iş artışı adı altında teknik şartnameye uygun hale getirilmeye çalışılmıştır. Kaldı ki, ... plakalı

araç 1,5 ton temiz su tankına sahip olduğundan, en az 3 ton temiz su tankı olması gereken "Vakumlu Yol Süpürme ve Yıkama Aracı 2" için belirtilen şartları da tam olarak sağlamamaktadır.

Yine teknik şartnamede "Vakumlu Yol Süpürme ve Yıkama Aracı 2" için belirtilen 3 ton temiz su tankına sahip olma özeliğini sağlamayan ... plakalı araç da aynı şekilde çalışmaya devam etmiş, herhangi bir cezai müeyyide uygulanmamıştır.

İkame araca ilişkin değerlendirme:

... plakalı ikame araç ile ilgili olarak ise; yine Daire Kararında ifade edildiği üzere Teknik Şartnamenin 7.7'nci maddesinde yer verilen "Araçların arıza, bakım, onarım vb. nedenlerden dolayı işe çıkmaması halinde yüklenici, ihale dokümanlarında istenen model yılını sağlamak şartıyla hemen ikame araç temin edilecektir. İkame aracın istenen model yılını sağlamaması durumunda idari şartname ve sözleşmede belirtilen ücret kesintileri ve cezai işlemler uygulanacaktır." düzenlemesinin, istenen model yılını sağlamak şartının ikame araç olabilmesi için yegane koşul olduğu şeklinde dar kapsamlı yorumlamak doğru değildir. Teknik Şartnamenin 6'ncı maddesinde her bir araç ve ekipmanının sahip olması gereken özelliklere ayrı ayrı yer verilmiş olup, araçların herhangi bir sebeple kullanılamaması durumunda idareye sunulacak ikame araçların da asgari olarak bu şartları sağlamaları gerekmektedir. Aksi takdirde teslim edilen aracın ikame olarak kabul edilmesi mümkün değildir.

Diğer taraftan, Teknik Şartnamenin 7.11'inci maddesinde de "Araç ve iş makinaları yüklenici tarafından "Teslim Tutanağı" düzenlenerek idareye teslim edilecektir. Araçlar istenilen model yılı ve özelliklerde olmadığı takdirde teslim alınmayacak, her gün için dokümanlarda belirtilen ücret kesintileri ve cezai işlemler uygulayacaktır." hususlarına yer verilmiş, ikame araçlar için farklı bir düzenleme öngörülmemiştir. Dolayısıyla, herhangi bir aracın arıza, bakım vs. sebeplerle çalışmaması durumunda yerine verilecek ikame araçta da teknik şartnamenin 6'ncı maddesinde istenen özellikler aranmalı, şartları uyan ikame araç "teslim tutanağı" düzenlenerek idareye teslim edilmelidir. Teknik şartlara haiz olmayan araç teslim alınmamalı ve dokümanda belirtilen ücret kesintileri uygulanmalıdır.

Öte yandan, aynı konuda 2022 yılı hesabı ile ilgili olarak verilen tazmin hükmüne ilişkin temyiz dilekçesinde sorumlular tarafından söz konusu işin kesin kabulünün yapıldığı, 2021-2024 yılları arasını kapsayan kamu zararı tutarlarının yükleniciden tahsil edildiği, belgelerin Mali Hizmetler Müdürlüğünde mevcut olduğu söylenmiş, sonrasında tahsilata ilişkin belgeler Kurulumuza gönderilmiştir. Ancak, tahsilata ilişkin belgelerin incelenmesi temyizin konusu olmadığından, tahsilat işlemleri ile ilgili olarak Kurulumuzca yapılacak işlem bulunmamaktadır. Söz konusu belgelerin, temyiz talebinde bulunan sorumlular tarafından tazmin hükmünü veren Daireye bildirilmesi gerekir.

Açıklanan nedenlerle, ... yükleniminde bulunan ... ihale kayıt numaralı "... İlçesi Dahilindeki Kentsel Temizlik İşi Kapsamında Kullanılmak Üzere Araç ve İş Makinası Kiralanması İşi" kapsamında yüklenici firma tarafından temin edilen araçların teknik şartnamede belirtilen özellikleri taşımamasına rağmen bu araçlar için sözleşmede öngörülen ceza kesintisinin yapılmaması sonucu kamu zararına sebebiyet verilmiştir.

Bu itibarla, sorumlu talebinin reddi ile 29 sayılı İlamın 1'inci maddesiyle verilen ... TL tutarındaki tazmin hükmünün TASDİKİNE,

Karar verilmiştir.

T.C.

SAYIŞTAY BAŞKANLIĞI

Sayıştay Dergisi Editörlüğü

06520 Balgat/ANKARA

dergi@sayistay.gov.tr

ISSN: 1300-1981 eISSN: 2651-351X