

<https://dergipark.org.tr/bemarej>

Research Article

Ar-Ge harcamalarının ve çalışan sayısının Türk imalat sanayi verimliliğine etkisi

Sevcan Kapkara Kaya¹ Onur Alış² **ÖZET**

İmalat sanayinde sürdürülebilir büyüme ve rekabet avantajı, yenilikçi üretim tekniklerinin uygulanması ve araştırma-geliştirme (Ar-Ge) harcamalarıyla doğrudan ilişkilidir. Firmaların üretim süreçlerinde verimlilik artışı sağlayabilmesi, sermaye ve işgücünün etkin kullanımına bağlıdır. Bu doğrultuda, Ar-Ge harcamaları, çalışan sayısı ve verimlilik arasındaki ilişki, imalat sanayinin uzun vadeli gelişimi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışma, Türkiye’de imalat sanayi alt sektörlerinde Ar-Ge harcamalarının ve çalışan sayısının verimlilik üzerindeki etkilerini mikroekonomik bir perspektiften incelemektedir. Araştırmada, 2009-2021 dönemine ait Türk imalat sanayi alt sektör verileri, Driscoll-Kraay ve Sapması Düzeltilmiş Gölge Değişkenli En Küçük Kareler yöntemleriyle analiz edilmiştir. Bulgular, Ar-Ge harcamalarının ve çalışan sayısının firmaların üretim yapısını modernize ederek verimliliği artırdığını ve sektör genelinde rekabet gücünü pekiştirdiğini ortaya koymaktadır. Bu çerçevede, Ar-Ge yatırımları ve işgücü artışı, üretim süreçlerinde kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayarak çıktı düzeyinin yükselmesine ve üretim maliyetlerinin düşmesine katkıda bulunduğu söylenilebilir.

Anahtar Kelimeler:

Ar-Ge Harcamaları,
İmalat Sanayi,
İşgücü,
Verimlilik.

The impact of R&D expenditures and number of employees on productivity of Turkish manufacturing industry

ABSTRACT

Sustainable growth and competitive advantage in the manufacturing industry is directly related to the application of innovative production techniques and research and development (R&D) expenditures. Firms' ability to increase productivity in production processes depends on the efficient use of capital and labor. Accordingly, the relationship between R&D expenditures, number of employees and productivity plays a critical role for the long-term development of the manufacturing industry. This study examines the effects of R&D expenditures and the number of employees on productivity in manufacturing industry sub-sectors in Turkey from a microeconomic perspective. Within the scope of the study, the Driscoll-Kraay and Deviation Adjusted Least Squares with Shadow Variables estimators are used to analyze Turkish manufacturing industry sub-sector data for the period 2009-2021. The findings reveal that R&D expenditures and the number of employees increase productivity by modernizing the production structure of firms and reinforce competitiveness across the sector. In this framework, it can be said that R&D investments and labor force increase contribute to the increase in output level and decrease in production costs by ensuring more efficient use of resources in production processes.

Keywords:

R&D Expenditures,
Manufacturing Industry,
Labor,
Productivity.

¹ Corresponding author, Asst. Prof. Dr., Samsun University, Samsun, Türkiye, sevcan.kaya@samsun.edu.tr,  ORCID: 0000-0002-7864-0505

² Samsun University, Samsun, Türkiye, Bursa, Türkiye, onuralis32@gmail.com,  ORCID: 0009-0005-7135-1099

Academic Editor: Assoc. Prof. Dr. Engin ÇAKIR

Received: 07.11.2025

Acceptance: 28.11.2025

Published: 30.11.2025

Citation: Kapkara Kaya, S. & Alış, O. (2025). Ar-Ge harcamalarının ve çalışan sayısının Türk imalat sanayi verimliliğine etkisi. *Business, Economics and Management Research Journal*, 8(3), 229-239. <https://doi.org/10.58308/bemarej.1819280>



Copyright: ©2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives (CC-BY-NC-ND) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>).

1. Giriş

Küreselleşmenin etkisiyle giderek yoğunlaşan rekabet ortamında, imalat sanayinin sürdürülebilir kârlılık ve üretkenlik sağlayabilmesi, girdi-çıkı etkinliği açısından ileri üretim teknolojilerinin kullanımı, yatırım getirisi yüksek araştırma-geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri ve yenilikçilikle doğrudan ilişkilidir. Ar-Ge faaliyetleri, gelişmiş ülkelerde maliyet yapısını optimize etmek, piyasa başarısızlıklarını gidermek ve dışsallıkları yönetmek açısından yeni teknoloji geliştirilmesine ve bilgi seviyesinin artmasına katkı sağlamaktadır. Mikroekonomik açıdan bakıldığında, Ar-Ge harcamaları uzun vadede marjinal maliyetleri düşürerek firma kârlılığını artırmakta ve toplam arzı genişleterek piyasa dengesine olumlu katkılar sunmaktadır. Bu nedenle, ülkeler ve firmalar teknolojik gelişim yoluyla rekabet avantajı sağlamak amacıyla Ar-Ge çalışmalarına yönelmektedir (Doğan, 2020: 234-235). Özellikle faktör verimliliğini artırmak amacıyla ülkeler, beşeri sermaye yatırımları, Ar-Ge teşvikleri ve inovasyon ekosistemleri oluşturma gibi stratejiler benimsemektedir (Göçer, 2013: 216). Mikroekonomik perspektiften değerlendirildiğinde, firmaların üretim fonksiyonları çerçevesinde sermaye ve işgücü verimliliğini artırarak uzun vadeli büyüme sağlamaları büyük önem taşımaktadır. Literatürde yapılan çalışmalar, ileri teknoloji ve yenilikçi uygulamaların ölçek ekonomileri, verimlilik artışı ve marjinal maliyet düşüşleri üzerindeki etkilerini vurgulamaktadır.

Sanayi sektörünün ekonomik büyümedeki merkezi rolü, uzun yıllardır ekonomi literatüründe ele alınmaktadır. Pavitt (1984: 13), sektörel yenilik desenlerini analiz ederek teknoloji kullanan firmaların uzun vadeli rekabet avantajı sağladığını öne sürerken, Kaldor (1966) sanayi sektörünü ekonomik büyümenin temel itici gücü olarak değerlendirmekte ve bu sektörün katma değer yaratmada ve teknolojik yeniliklerin uygulanmasında kritik bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, sanayi sektörünün ölçek ekonomileri ve teknolojik dönüşüm süreçleri üzerindeki etkileri, endüstriyel büyüme modelleri ile yakından ilişkilidir.

Sanayi sektörünün ekonomik büyüme ve kalkınmaya katkısı, üretim faktörlerinin optimal tahsisi açısından kritik bir öneme sahiptir (Koç, Şenel & Kaya, 2023: 18). Mikroekonomik analiz bağlamında değerlendirildiğinde, makineleşme ve teknolojik üretim süreçlerindeki gelişmeler, emek-sermaye ikamesini optimize ederek girdi miktarını değiştirmeden üretim hacmini artırmakta ve bu durum sektörlerde verimlilik artışını ve toplam arz genişlemesini sağlamaktadır (Arısoy, 2008: 5-6). Sanayileşmiş ülkelerde kişi başına düşen gelir, emek verimliliği ve istihdam oranları gibi göstergeler, üretim faktörleri verimliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin mikroekonomik düzeyde analiz edilmesini gerekli kılmaktadır (Çolak & İsmayilzada, 2021: 94-95).

Sanayi üretiminde verimlilik artışını belirleyen temel faktörlerden biri, emek-sermaye bileşiminin etkin kullanımıdır (Kaymaz, 2022: 93-94). Kâr maksimizasyonu perspektifinden değerlendirildiğinde, organizasyon ve yönetim etkinliği, beşeri sermaye gelişimi, işçilere uygun makine seçimi ve hammadde israfını minimize eden üretim süreçleri, emeğin verimliliğinde belirleyici rol oynamaktadır. Mikroekonomik analizler, emek verimliliğinin firmaların toplam faktör verimliliğini artırarak piyasa dengesi üzerindeki dışsallıkları yönetmesine olanak tanıdığını göstermektedir (Taşcı, 2011: 184).

Günümüzde Ar-Ge harcamaları ve beşeri sermaye yatırımları, imalat sanayinin rekabet gücünü artırarak piyasa dengesinde etkinlik sağlamada kritik bir role sahiptir. Ar-Ge yatırımları, firmaların uzun vadeli maliyet yapılarını optimize ederek piyasa başarısızlıklarını azaltabilmektedir (Aghion & Howitt, 1992: 324; Korkmaz, 2010: 3321; Göçer, 2013: 216). Bu yatırımlar, bilgi yayılımını hızlandırarak inovasyon süreçlerini güçlendirmekte ve üretim teknolojilerindeki gelişmeler yoluyla toplam çıktı düzeyini artırmaktadır. Aynı zamanda, bu gelişmeler maliyetlerin uzun vadede azalmasına katkıda bulunarak üretim süreçlerinin verimliliğini artırmaktadır (Tahtasakal, 2021: 4-6).

Sanayi sektörü içinde, imalat sanayi, sermaye yoğun üretim süreçleri nedeniyle ekonomik kalkınmanın temel bileşenlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu sektör, ülkelerin ticaret hadleri, dış ticaret dengesi ve yatırım politikaları üzerinde doğrudan belirleyici bir rol oynamaktadır (Arısoy, 2005). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, üretim yöntemine göre Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) alt sektörleri içinde imalat sanayi sektörü 2022 yılında %22,1, 2023 yılında ise %19,5 ile en yüksek paya sahip olmuş; ancak üretim şokları ve küresel krizlerin etkisiyle dalgalanmalar göstermiştir.

Türkiye'de imalat sanayisinin büyüme ve verimlilik artışı sağlama hedefleri doğrultusunda Ar-Ge harcamaları ve nitelikli işgücü yatırımları son yıllarda önemli ölçüde artış göstermiştir. Örneğin, 2020 yılında Türkiye'deki imalat sanayinde yapılan toplam Ar-Ge harcamalarının %44,7'sinin yüksek teknoloji faaliyetlerine ayrıldığı rapor edilmiştir (TÜİK, 2020: 2). Ayrıca, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından uygulanan "Sanayi ve Teknoloji Stratejisi"

kapsamında Ar-Ge teşvikleri ve akademi-sanayi iş birlikleri desteklenerek inovatif üretim süreçleri teşvik edilmiştir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021: 15).

Bu çalışma, Türk imalat sanayinde Ar-Ge harcamaları, çalışan sayısı ve verimlilik arasındaki ilişkiyi mikroekonomik perspektiften analiz etmeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında, Ar-Ge harcamalarının sektörel bazda etkilerini mikroekonomik modeller çerçevesinde inceleyen literatürden yararlanılmıştır (Göçer, 2013: 216). Bu bağlamda, Ar-Ge yatırımları ve nitelikli işgücünün üretkenlik üzerindeki etkileri analiz edilerek Türkiye'nin sürdürülebilir ekonomik büyümesine katkı sağlayacak mikroekonomik politika önerileri sunulacaktır.

2. Literatür Taraması

Araştırma ve geliştirme faaliyetleri, ekonomik büyümeyi şekillendiren temel faktörlerden biri olarak kabul edilmekte olup, teknolojik yeniliklerin gelişimi ve üretkenlik artışı yoluyla ekonomik yapıları dönüştürmektedir. Ar-Ge harcamaları aracılığıyla geliştirilen yeni teknolojiler ve artan makineleşme, üretim süreçlerinde emek faktörünü (çalışan sayısını) doğrudan etkilemekte ve işgücü dinamiklerini değiştirmektedir. Bu bağlamda, Ar-Ge yatırımları firmaların üretim faktörlerini daha verimli kullanmasına olanak tanıyarak ekonomik büyümeye önemli katkılar sunmaktadır. Mevcut literatürde, Ar-Ge harcamaları ile verimlilik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler yoğun bir şekilde incelenmiştir (Erdil, Cilasun & Uygur, 2013: 71; Raymond, Mairrese, Mohnen & Palm, 2015: 285). Ancak, Ar-Ge yatırımları, çalışan sayısı ve verimlilik arasındaki etkileşimi değerlendiren çalışmaların sayısı görece sınırlıdır.

Akyıldız (2005), verimlilik, istihdam ve ücret faktörleri arasındaki ilişkiyi inceleyerek, Türk imalat sanayisini 1988-2004 yılları arasında analiz etmiştir. Çalışmada, üretim, istihdam, yatırım, verimlilik, birim ücret ve kapasite kullanım oranı gibi değişkenler arasındaki karşılıklı bağımlılık ilişkisi regresyon analizi kullanılarak tespit edilmiştir.

Özalp (2008), Ar-Ge yatırımları ve ihracatın verimlilik değişimi ile ilişkisini incelemiştir. 1993-2001 yıllarını kapsayan ve Türk imalat sanayindeki 103 sektörü ele alan çalışmada, panel veri analizi kullanılmış ve verimlilik değişimi Malmquist verimlilik değişim indeksi ile ölçülmüştür. Sonuçlar, Ar-Ge yatırımlarının verimlilik endeksi üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Ortega ve Marin (2011), Ar-Ge harcamaları ile verimlilik arasındaki ilişkiyi 65 ülke için 1965-2005 dönemini kapsayan bir çalışma ile analiz etmiştir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun kullanıldığı çalışmada, kişi başına düşen Ar-Ge harcamalarının üretkenlik üzerinde yüksek düzeyde dışsallık etkisi yarattığı belirlenmiştir. Analiz sonuçları, kişi başına Ar-Ge harcamalarındaki %10'luk bir artışın, uzun vadede toplam faktör verimliliğinde (TFV) ortalama %1,6 oranında bir artışa yol açtığını ortaya koymaktadır.

Erdil, Cilasun ve Eruygur (2013), iş gücü verimliliği ile Ar-Ge harcamaları arasındaki ilişkiyi 22 OECD ülkesi için 1991-2003 döneminde incelemiştir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun kullanıldığı çalışmada, fiziksel sermaye, bilgi sermayesi ve insan sermayesi, iş gücü verimliliğinin belirleyicileri olarak modellenmiştir. Sonuçlar, uzun vadede iş gücü verimliliği ile Ar-Ge harcamaları arasında pozitif bir esneklik ilişkisi bulunduğunu göstermektedir.

Raymond, Mairrese, Mohnen ve Palm (2015), Ar-Ge-inovasyon ve inovasyon-üretkenlik ilişkilerini analiz etmiştir. Çalışmada, inovasyon ve üretkenlik arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla, doğrusal olmayan dört farklı dinamik eşzamanlı denklem modeli kullanılmıştır. Bu modeller, gözlenen ikili göstergeler, gözlenen yoğunluk değişkenleri veya gözlenen yoğunluğa karşılık gelen sürekli gizli değişkenler aracılığıyla ele alınmıştır. Analiz sonuçları, inovasyondan üretkenliğe doğru güçlü ve tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunduğunu ve inovasyonun, üretkenliğin sürekliliğini daha güçlü bir şekilde desteklediğini ortaya koymaktadır.

Şenalp ve Şenalp (2020), 2009-2018 yılları arasında Türk imalat sanayinde emek verimliliğindeki değişimi incelemiştir. TÜİK'in yıllık iş kayıt verileriyle yapılan analizde, bölgesel ve sektörel farklılıklar değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, bu dönemde emek verimliliği %8 artmış; en verimli sektörler arasında kok kömürü ve rafine petrol ürünleri, eczacılık ve tütün ürünleri imalatı öne çıkmıştır. Bölgesel olarak ise İstanbul (TR10), Ankara (TR51) ve Mardin (TRC3) en yüksek verimliliğe sahip bölgeler olmuştur.

Çalışal (2021), Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerinin firma verimliliği üzerindeki etkisini incelemiştir. Dünya Bankası'nın Türkiye 2019 Girişim Anket Verileri kullanılarak, Crepon vd. (1998) tarafından geliştirilen CDM modeli uygulanmıştır. Analiz sonucunda, Türkiye'de faaliyet gösteren firmaların inovasyon ve bilgi edinim faaliyetlerinin verimlilik üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bu bulgu, Türkiye ekonomisinin bilgi teknolojileri

yerine sermaye odaklı büyümeye devam ettiğini ve henüz teknoloji ağırlıklı bir büyüme sürecine ulaşmadığını göstermektedir.

Hammar ve Belarbi (2021), Ar-Ge harcamaları, verimlilik, inovasyon ve yüksek teknoloji ihracat ürünleri arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Gonzalez tarafından geliştirilen panel pürüzsüz eşik regresyon yöntemi kullanılarak yapılan çalışmada, 2005 yılına ait veriler değerlendirilmiştir. Sonuçlar, Ar-Ge harcamaları, inovasyon ve verimlilik arasında bir eşik etkisi bulunduğunu, ancak Ar-Ge harcamaları ile yüksek teknoloji ürün ihracatı arasındaki ilişkinin farklı koşullara bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Güney (2023), Türk imalat sanayinde Ar-Ge, iş gücü ve firma verimliliği arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. 2015-2019 döneminde Ar-Ge yatırımı yapan 1318 firmayı kapsayan çalışmada, Rassal Etkiler Modeli ve Sistem GMM yaklaşımı kullanılmıştır. Analiz sonuçları, her iki yöntemle de Ar-Ge harcamalarının katma değer üzerindeki etkisinin pozitif olduğunu ortaya koymuştur.

Çeştepe ve Işıklı (2024), 1990-2019 yıllarını kapsayan çalışmalarında, Ar-Ge harcamaları, toplam faktör verimliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik testi ile analiz etmiştir. Sonuçlara göre, Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme ve toplam faktör verimliliği üzerinde tek yönlü nedensel bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Yalburdak ve Çetin (2024), Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerinin firma verimliliğine etkisini incelemiştir. Dünya Bankası tarafından sağlanan 2019 yılı Türkiye Girişim Anketi veri setinden yararlanılan çalışmada, Crepon vd. (1998) tarafından geliştirilen CDM modeli kullanılmıştır. Çalışmada inovasyon ve verimlilik denklemleri sırasıyla tahmin edilmiş, ancak analiz sonuçları Ar-Ge ve inovasyonun firma verimliliği üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığını göstermiştir. Yazarlar, Türkiye'deki teknoloji seviyesinin görece düşük olması ve ekonominin sermaye odaklı büyümeye daha yatkın olmasının bu sonuçları etkileyen faktörler arasında yer aldığını belirtmiştir.

3. Veri Seti ve Model

Çalışmada, 2009-2021 dönemi için Türk imalat sektöründe verimliliğin Ar-Ge harcamaları ve çalışan sayısı üzerindeki etkisi incelenmektedir. Verimlilik göstergesi olarak, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'ndan alınan "çalışan kişi başına katma değer" verisi kullanılmıştır. Bu doğrultuda oluşturulan model aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

$$\ln PRO_{it} = \alpha + \beta_1 \ln RD_{it} + \beta_2 \ln EMP_{it} + u_{it} \quad (1)$$

$$\ln PRO_{it} = \delta_1 \ln PRO_{i(t-1)} + \delta_2 \ln RD_{it} + \delta_3 \ln EMP_{it} + e_{it} \quad (2)$$

Modellerde, β ve δ katsayıları esneklik katsayılarını, α sabit terimi ifade etmektedir. i sektörü, t ise zaman dilimini göstermektedir. u ve e hata terimlerini temsil etmektedir. $\ln$ ifadesi, değişkenlerin doğal logaritmasının alındığını belirtmektedir. Model 1'deki bağımsız değişkenlerden $\ln RD$, Ar-Ge (Araştırma ve Geliştirme) harcamalarını, $\ln EMP$ ise imalat sanayi alt sektör çalışan sayısını ifade etmektedir. Bağımlı değişken olan $\ln PRO$, verimlilik göstergesi olarak modele dahil edilmiştir. Model 2'deki $\ln PRO_{i(t-1)}$, i sektörü ve t zaman dilimi için bağımlı değişkenin gecikmeli değerini temsil etmektedir. Ar-Ge harcamaları ($\ln RD$) ve çalışan sayısının ($\ln EMP$) verimlilik üzerinde pozitif veya negatif bir etkiye sahip olması beklenmektedir.

Analizde kullanılan veriler, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası'nın (TCMB) veri dağıtım sisteminden temin edilmiştir. Çalışma, imalat sanayi alt sektörlerinden oluşan bir örneklem üzerinde yürütülmüştür. İlgili sektör bilgileri Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Sektör Bilgileri

Sektör Kodu	Sektör Adı
10	Gıda imalatı
11	İçeceklerin imalatı
13	Tekstil ürünleri imalatı
14	Giyim eşyalarının imalatı
15	Deri ve ilgili ürünlerin imalatı
16	Ağaç, ağaç ürünleri ve mantar ürünleri imalatı (mobilya hariç)
17	Kağıt ve kağıt ürünlerinin imalatı
18	Kayıtlı medyanın basılması ve çoğaltılması
20	Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı

21	Temel eczacılık ürünlerinin ve eczacılığa ilişkin malzemelerin imalatı
22	Kauçuk ve plastik ürünlerin imalatı
23	Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı
24	Ana metal sanayii
25	Fabrikasyon metal ürünleri imalatı (makine ve teçhizat hariç)
26	Bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı
27	Elektrikli teçhizat imalatı
28	Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı
29	Motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı
30	Diğer ulaşım araçlarının imalatı
31	Mobilya imalatı
32	Diğer imalatlar

Not: C12-Tütün Ürünleri İmalatı, C33 Makine ve Ekipmanların Kurulumu ve Onarımı ve C19-Kok Kömürü ve Rafine Edilmiş Petrol Ürünleri İmalatı sektörlerine ait verilerin kısıtlı olması sebebiyle bu sektörler çalışmaya dahil edilmemiştir.

4. Yöntem ve Bulgular

İmalat sanayi alt sektörleri örneğinde Ar-Ge harcamaları ve çalışan sayısının sektörel verimlilik üzerindeki etkisini inceleyen çalışmada, kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler

	lnPRO	lnRD	lnEMP
Ortalama	10.76	11.15	11.54
Medyan	10.74	11.71	11.62
Maksimum	12.29	16.69	13.33
Minimum	9.58	1.15	9.39
Std. Sapma	0.60	2.97	0.95
Jarque-Bera	5.43	36.92	9.57
Olasılık	0.06	0.00	0.00
Gözlem Sayısı	273	273	273

Tablo 2’de sunulan istatistiksel sonuçlar, lnPRO değişkeninin %10, diğer değişkenlerin ise %1 anlam düzeyinde normal dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. Analizler, 273 gözlemden oluşan veri seti üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler, aynı zaman diliminde farklı sektörlerle ait gözlemleri içermesi nedeniyle panel veri yapısına sahiptir. Bu doğrultuda, çalışmanın amacına en uygun yöntem olarak panel veri analizi tercih edilmiştir.

Panel veri tahmini, ekonometrik analizlerde güçlü ve esnek bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Panel veri analizi, N kesit birimi (firmalar, bireyler vb.) ve T zaman dilimi (örneğin, yıllar, çeyrekler, aylar vb.) içeren veri setlerinin analizine olanak tanımaktadır. Birleştirilmiş panel veri matrisi, her bir kesitsel birim için zaman serisi gözlemlerini içermekte olup, bu yapı sayesinde gözlem sayısı artarken zaman içindeki gelişmeler de modele dahil edilmektedir (Asteriou & Hall, 2007: 344). Panel veri analizi, bireyler, firmalar ve ülkeler gibi mikro birimlerdeki heterojenliği bireye özgü değişkenler aracılığıyla dikkate alarak farklılıkları açıklayabilir. Kesit ve zaman serisi verilerini birleştirmesi, yöntemi daha bilgilendirici ve verimli hale getirirken, değişim dinamiklerini ve gözlemlenemeyen etkileri tespit etmede önemli avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca, karmaşık davranış modellerinin analiz edilmesine imkân tanır ve geniş veri setlerinde yanlılığı azaltarak daha güvenilir tahminler üretilmesine olanak tanımaktadır (Gujarati, 2004: 638). Bu yöntemin kullanılması, klasik analiz yaklaşımlarının neden olabileceği modelleme eksikliklerini gidermeye ve daha sağlam tahmin sonuçlarına ulaşmaya katkı sağlamaktadır (Tari, 2016: 475).

Çalışmanın amacı doğrultusunda kullanılan veri seti, 2009-2021 yıllarını kapsamakta olup 21 alt sektörü içermektedir. Veri setinde, birim sayısının (N) zaman uzunluğundan (T) büyük olması, $N > T$ koşulunun sağlandığını göstermektedir. Bu durum, değişkenler arasındaki ilişkinin regresyon tahmini yoluyla incelenmesini uygun kılmaktadır. Bununla birlikte, kullanılan veri setine en uygun tahminciyi belirleyebilmek amacıyla çeşitli testler uygulanmaktadır. Bu kapsamda, F testi, LM testi ve Hausman testi yöntemleri analiz sürecinde kullanılan temel testler arasında yer almaktadır.

F testi, panel veri analizinde sabit etkiler (FE) modelinin gerekliliğini değerlendiren bir istatistiksel yöntemdir. Bu test, sabit etkiler modelinin havuzlanmış regresyon modeline kıyasla üstün olup olmadığını belirleme imkânı sunmaktadır. Sıfır hipotezi, sabit etkiler modelinin uygun olmadığı, alternatif hipotez ise sabit etkiler modelinin

tercih edilmesi gerektiği yönündedir. Lagrange Multiplier (LM) testi, panel veri analizinde rassal etkiler (RE) modeli ile havuzlanmış regresyon modeli arasındaki seçim için uygulanmaktadır. Testin sıfır hipotezi, havuzlanmış regresyon modelinin uygun olduğunu, alternatif hipotez ise rassal etkiler modelinin tercih edilmesi gerektiğini öne sürmektedir. Hausman testi ise sabit etkiler ve rassal etkiler modelleri arasında seçim yapmak amacıyla kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. Bu testin sıfır hipotezi, rassal etkiler modelinin uygun olduğunu, alternatif hipotez ise sabit etkiler modelinin tercih edilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu çalışmada, kullanılacak tahminciyi belirlemek amacıyla uygulanan F testi, LM testi ve Hausman testi sonuçları Tablo 3'te sunulmaktadır.

Tablo 3. Uydun Model Seçim Test Sonuçları

Model	Test Adı	İstatistik	Karar
Model 1	F-Test	$F_{birim} = 88.47 (0.000^*)$	FE modeli geçerlidir.
		$F_{zaman} = 4.81 (0.0000^*)$	
		$F_{birim,zaman} = 56.59 (0.0000^*)$	
	LM Test	$Chi2_{birim} = 382.44 (0.000^*)$	RE modeli geçerlidir.
		$Chi2_{zaman} = 0.000 (1.000)$	
		$Chi2_{birim,zaman} = 401.18 (0.000^*)$	
	Hausman Test	$69.77 (0.000^*)$	FE modeli uygundur.

Not: *, %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 3'te sunulan istatistiksel sonuçlara göre, F testi, sabit etkiler modelinin geçerli olduğunu ortaya koyarken, LM testi, rassal etkiler modelinin uygun olduğunu göstermektedir. Ancak, bu iki model arasından hangisinin en uygun model olduğunun belirlenebilmesi için Hausman testi sonuçları dikkate alınmalıdır. Hausman testi istatistikleri, sabit etkiler modelinin en uygun tahmin yöntemi olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, sabit etkiler tahmincisi kullanılarak, Ar-Ge harcamaları ve çalışan sayısının sektör verimliliği üzerindeki etkisinin incelendiği modelin tahmin sonuçları Tablo 4'te sunulmaktadır. Ancak, model sonuçlarının güvenilirliği açısından otokorelasyon, heteroskedasite ve yatay kesit bağımlılığı gibi sorunların bulunmaması gerekmektedir. Bu tür problemlerin varlığını tespit etmek amacıyla, otokorelasyon için Durbin-Watson testi ve Baltagi-Wu testi, heteroskedasite için Modifiye Edilmiş Wald Testi, birimler arası bağımlılığı değerlendirmek için ise Pesaran CD testi uygulanmıştır. Çalışmada varsayımlardan herhangi birinin ihlal edilmesi durumunda, standart hatalar, varyans tahminleri, F testi, T testi sonuçları, R^2 değerleri ve güven aralıkları geçerliliğini yitirmektedir. Böyle bir durumda, parametrelerde değişiklik yapılmaksızın dirençli standart hatalar elde edilmeli veya uygun bir tahmin yöntemi benimsenmelidir (Yerdelen-Tatoğlu, 2013).

Tablo 4. Sabit Etkiler Modeli Tahmin Sonuçları

Model	Değişken	Katsayı	Standart hata	t-istatistiği	Olasılık
Model 1	lnRD	0.055	0.009	5.96	0.000*
	lnEMP	0.487	0.082	5.91	0.000*
	Sabit	4.517	0.876	5.15	0.000*
				F -istatistik	139.11
				F -Olasılık	0.000*
				R^2	0.526

Not:*, %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Modelin varsayımlarına ilişkin test istatistikleri Tablo 5'te sunulmaktadır.

Tablo 5. Varsayımların Sınanmasına İlişkin Sonuçlar

Test Türü	Test Adı	İstatistik
Otokorelasyon Testi	Modifiye Edilmiş Bhargava et al. Durbin-Watson	1.074
	Baltagi-Wu LBI	1.354
Değişen Varyans Testi	Modifiye Edilmiş Wald Test	1902.7 (0.000*)
Birimler Arası Korelasyon Testi	Pesaran CD test	8.070 (0.000*)

Not: *, %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 5'te sunulan bulgulara göre, tahmin edilen sabit etkiler modelinde, değişen varyans (heteroskedasite), otokorelasyon ve birimler arası korelasyonun mevcut olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, modelin standart varsayımlarının ihlal edildiğini ve tahmin sonuçlarının güvenilirliği açısından dirençli standart hataların veya alternatif tahmin yöntemlerinin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle, tahmin işlemi, dirençli bir

tahmin yöntemi olan Driscoll-Kraay tahmincisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Driscoll-Kraay tahmincisi, havuzlanmış En Küçük Kareler (EKK) ve sabit etkiler regresyonu ile elde edilen katsayılar için sağlam standart hatalar üretmektedir. Ayrıca, dengeli ve dengesiz panel veri setlerine uyum sağlayabilen esnek bir yapıya sahiptir (Dücan, 2015: 205). Bu yöntem, mikroekonometrik panellerde gözlemlenen birim sayısının (N) büyük olduğu durumlarda yetersiz kalan ve yalnızca dönem uzunluğunun (T) büyük olduğu senaryolarda tutarlı kovaryans matris tahmincileri üreten Parks-Kmenta ve PCSE yöntemlerine alternatif olarak geliştirilmiştir. Driscoll-Kraay tahmincisi, N ve T'nin büyük olduğu panel veri setlerinde, heteroskedastisite, örtüşen dönemsel ve mekânsal korelasyonlar gibi sorunlara karşı dirençli standart hatalar sağlamaktadır (Dücan & Akal, 2017: 72). Driscoll-Kraay tahminine ilişkin detaylı istatistiksel sonuçlar Tablo 6'da sunulmaktadır.

Tablo 6. Driscoll-Kraay Tahmin Sonuçları

Model	Değişken	Katsayı	Standart hata	t-istatistiği	Olasılık
Model 1	lnRD	0.055	0.006	9.09	0.000*
	lnEMP	0.487	0.136	3.57	0.002*
	Sabit	4.517	1.518	2.97	0.008*
				F -istatistik	201.32
				F -Olasılık	0.000*
				R ²	0.526
				Gecikme uzunluğu	2

Not:*, %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 6'da sunulan bulgular, sektörel verimlilik üzerinde Ar-Ge harcamaları (lnRD) ve çalışan sayısının (lnEMP) etkisini ortaya koymaktadır. Sonuçlara göre, lnRD'deki %1'lik bir artış, sektörel verimliliği yaklaşık %0.05 oranında artırırken, lnEMP'deki %1 oranındaki bir artış sektörel verimlilikte yaklaşık olarak %0.48 oranında bir artışa yol açmaktadır. Bu bulgular, çalışan sayısındaki değişimin sektörel verimlilik üzerinde Ar-Ge harcamalarına kıyasla daha güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Driscoll-Kraay tahmin sonuçlarına ek olarak, verimlilik değişkeni ile Ar-Ge harcamaları ve çalışan sayısı arasındaki ilişki dinamik panel veri yöntemi kullanılarak da test edilmiştir. İktisadi davranışlar, geçmiş dönemlerdeki deneyim ve kararların etkisiyle şekillendiğinden, ekonomik analizlerde değişkenlerin gecikmeli değerlerinin modele dahil edilmesi önemli görülmektedir (Yerdelen-Tatoğlu, 2018: 113). Bu doğrultuda, çalışmada dinamik panel veri yöntemlerinden biri olan Sapması Düzeltilmiş Gölge Değişkenli En Küçük Kareler (LSDVC) Yöntemi tercih edilmiştir. LSDVC yöntemi, bir önceki döneme ait bağımlı değişkenin mevcut dönem üzerindeki etkisini ölçme olanağı sunmaktadır (Zeren & Ergun, 2010: 76). Bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin modele dahil edilmesi, potansiyel ters nedensellik ve ihmal edilmiş değişken yanlılığından kaynaklanan içsellik sorunlarını azaltmada etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Abdelrehim & Yahya, 2023: 7). Monte Carlo simülasyonları, LSDVC tahmincisinin küçük örneklerde diğer tahmin yöntemlerine kıyasla daha tutarlı sonuçlar sağladığını göstermektedir (Samad vd, 2022: 984; Yerdelen-Tatoğlu, 2018: 119). Bu yöntemle model tahmini iki aşamada gerçekleştirilmektedir. İlk aşamada, otoregresif panel veri modeli gölge değişkenli en küçük kareler (grup içi) tahmin yöntemi ile hesaplanmakta, ikinci aşamada ise parametreler düzeltilmektedir. Düzeltilmiş parametreleri içeren modelde, standart hata tahminleri bootstrap yöntemiyle elde edilen varyans-kovaryans matrisine dayanmaktadır (Yerdelen-Tatoğlu, 2018: 119). Bu çerçevede, çalışmada Arellano ve Bond'un (AB) (1995) tutarlı tahmincisi kullanılmıştır. Tablo 7'de, ilgili yöntemle elde edilen model sonuçları sunulmaktadır.

Tablo 7. LSDVC (AB) Dinamik Regresyon Model Tahmin Sonuçları

Model	Değişken	Katsayı	Bootstrap Standart Hataları	İstatistik	Olasılık
Model 2	lnPRO (-1)	0.489	0.061	7.98	0.000*
	lnRD	0.025	0.009	2.72	0.006*
	lnEMP	0.346	0.082	4.20	0.000*

Not:*, %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

LSDVC tahmincisi ile bootstrap standart hatalardan elde edilen z istatistik değerlerine göre, verimlilik değişkeninin birinci gecikmesi, Ar-Ge harcamaları ve çalışan sayısı değişkenleri verimlilik üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir. Buna göre, lnPRO değişkeninin gecikmeli değerinde meydana gelen %1'lik bir artış, sektörel verimliliği yaklaşık %0.48 oranında artırmaktadır. Benzer şekilde, lnRD değişkenindeki %1'lik bir artış, verimliliği %0.02 oranında, lnEMP değişkenindeki %1'lik bir artış ise %0.34 oranında artırmaktadır.

Driscoll-Kraay ve LSDVC modellerinin tahmin sonuçları, verimlilik ile Ar-Ge harcamaları ve çalışan sayısı arasındaki ilişkinin yönü bakımından benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlar, literatürde yer alan Ortega & Marin (2011), Şenalp & Şenalp (2021) ve Şıklı & Çeştepe (2024) çalışmalarının bulgularıyla tutarlılık arz etmektedir.

5. Sonuç

Teknolojik yenilikler ve işgücünün etkin kullanımı, ekonomik büyüme ve sanayi sektörlerinin rekabet gücünü artırmada kritik bir rol oynamaktadır. Ar-Ge yatırımları, firmaların üretim süreçlerini modernize ederek verimlilik artışı sağlarken, işgücü faktörü de sektörel büyümenin temel dinamiklerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, Türkiye’de imalat sanayinin 21 alt sektörü için 2009-2021 dönemine ait panel veri seti kullanarak, Ar-Ge harcamaları ve çalışan sayısının verimlilik üzerindeki etkilerini mikroekonomik bir perspektiften incelemektedir.

Elde edilen bulgular, Ar-Ge harcamalarının ve çalışan sayısının sektörel verimlilik üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu göstermektedir. Driscoll-Kraay tahmincisi ile yapılan analizler, Ar-Ge harcamalarındaki %1’lik bir artışın sektörel verimliliği yaklaşık %0.05, çalışan sayısındaki %1’lik bir artışın ise %0,48 oranında artırdığını ortaya koymaktadır. LSDVC yöntemi ile yapılan analizlerde ise benzer bir eğilim gözlemlenmiştir; Ar-Ge harcamalarındaki %1’lik artış verimliliği %0.02, çalışan sayısındaki %1’lik artış ise %0,34 oranında artırmıştır. Ayrıca, bağımlı değişkenin gecikmeli değerinin pozitif ve anlamlı olması, verimlilik seviyesinin zaman içinde devamlılık gösterdiğini ve önceki dönem performansının mevcut dönem verimliliğini belirleyen önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu doğrultuda, sanayi politikalarının hem Ar-Ge yatırımlarını teşvik eden hem de işgücü piyasasını destekleyen bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir. Ar-Ge teşviklerinin genişletilmesi, özellikle yüksek teknoloji sektörlerinde verimlilik artışını hızlandıracak, KOBİ’lerin Ar-Ge projelerine erişimini kolaylaştıracak ve kamu-özel sektör iş birliklerini güçlendirecektir. Ayrıca, sanayinin ihtiyaç duyduğu nitelikli işgücünü yetiştirmek amacıyla mesleki eğitim programları yaygınlaştırılmalı, işgücü piyasasında üretkenliği artıracak yapısal reformlar uygulanmalıdır. Bunun yanı sıra, sanayide çevresel sürdürülebilirliği destekleyen politikaların benimsenmesi ve düşük karbon ekonomisine geçiş sürecinde yeşil üretim teknolojilerinin teşvik edilmesi, sektörün uzun vadeli rekabet gücünü artıracaktır.

Sonuç olarak, sanayi sektöründe sürdürülebilir büyüme ve verimlilik artışı sağlamak için teknoloji ve insan kaynağı odaklı politikaların birlikte yürütülmesi gerekmektedir. Türkiye’de imalat sanayinin küresel rekabet gücünü artırmak ve ekonomik kalkınma sürecini hızlandırmak için Ar-Ge yatırımları ve işgücü politikaları stratejik öncelikler arasında yer almalıdır.

Gelecekteki araştırmalar, sürdürülebilirlik ekseninde dönüşen küresel dinamikler doğrultusunda Türk imalat sanayisinin hangi inovatif girişimlerle bu sürece adapte olduğunu ve bu girişimlerin verimlilik üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde ele almalıdır. Ayrıca, yeşil dönüşümün imalat sanayinde çalışan profiline nasıl yansıdığı ve işgücünde meydana gelen olası değişimlerin verimlilik üzerindeki etkileri incelenmelidir. Özellikle, çalışan profilindeki "yeşilleşme" eğilimlerinin üretim süreçlerindeki performans, iş gücü verimliliği ve teknoloji adaptasyonu üzerindeki etkileri analiz edilerek, sanayi politikalarının insan kaynağı boyutuyla nasıl şekillendirilmesi gerektiği konusunda önemli bulgular elde edilebilir.

Kaynakça

- Abdelrehim, M., & Yahya, M. H. D. H. (2023). LSDVC estimation of the interaction effect of exchange rate and trade openness on fiscal discipline: Dynamic panel models. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, 27(4).
- Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60(2), 323–351. <https://doi.org/10.3386/w3223>
- Akyıldız, H. (2005). Türkiye’de özel sektör imalat sanayinde verimlilik, ücret ve istihdam ilişkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 39–58.
- Arısoy, İ. (2005). *Türkiye’de kamu harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi (1950–2003)* (No. 2005/15). Discussion Paper.
- Arısoy, İ. (2008). Teknolojik gelişmeler ve verimlilik artışı. *Ekonomi ve Teknoloji Dergisi*, 15(4), 5–6.
- Asteriou, D., & Hall, S. G. (2007). *Applied econometrics: A modern approach (Revised ed.)*. Palgrave Macmillan.

- Bravo-Ortega, C., & Marín, Á. G. (2011). R&D and productivity: A two way avenue?. *World Development*, 39(7), 1090–1107. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.11.006>
- Çalışal, M. (2021). *Türkiye’de Ar-Ge, inovasyon ve verimlilik ilişkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Çankırı Karatekin Üniversitesi.
- Çeştepe, H., & Şıklı, S. (2024). An empirical analysis of the relationship between research and development expenditures, total factor productivity, and economic growth in Turkey. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, (40), 121–133. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2024.40.1386773>
- Çolak, O., & Ismayılzade, E. (2021). Kaldor yaklaşımı çerçevesinde imalat sanayii ve hizmetler sektörünün ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin incelenmesi: Seçili geçiş ekonomileri örneği. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 82–100.
- Dücan, E., & Akal, M. (2017). Komşu ülkelerle yapılan dış ticaretin DYY girişleri üzerine etkisi: Gelişmekte olan ülkeler için panel veri analizi. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 3(1), 63–80.
- Düncan, E. (2015). Gelişmekte olan ülkelerin yakın komşularıyla dış ticaret hacminin doğrudan yabancı yatırımlar üzerine etkisi (Doctoral dissertation). Sakarya Üniversitesi.
- Doğan, S. (2020). Ar-Ge faaliyetlerinin ekonomik büyümeye etkisi. *Bilim ve Teknoloji Politikaları Dergisi*, 10(2), 234–235.
- Erdil, E., Cilasun, S., & Eruygur, A. (2013). Do R&D expenditures matter for labor productivity in OECD countries? An unresolved question. *Hacettepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 31(1), 71–82. <https://doi.org/10.17065/huniibf.103656>
- Göçer, İ. (2013). Türkiye’de Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeye üzerine etkisi. *Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 216.
- Gujarati, D. N. (2004). *Applied econometrics*. McGraw-Hill International.
- Güney, G. (2023). Ar-Ge personelinin firma verimliliğine etkisi: Türk imalat sanayi örneği. *Sosyoekonomi*, 31(57), 385–400. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2023.03.18>
- Hammar, N., & Belarbi, Y. (2021). R&D, innovation and productivity relationships: Evidence from threshold panel model. *International Journal of Innovation Studies*, 5(3), 113–126. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2021.06.002>
- Kaldor, N. (1966). *Causes of the slow rate of economic growth of the United Kingdom: An inaugural lecture*. Cambridge University Press.
- Kaymaz, Y. (2022). İşgücü verimliliği ve sanayi sektörü üzerine bir değerlendirme. *Endüstriyel İktisat Dergisi*, 8(1), 93–94.
- Koç, A., Şenel, F., & Kaya, T. (2023). Türkiye sanayi sektörü üzerine bir değerlendirme. *Sanayi ve Kalkınma Dergisi*, 5(2), 18.
- Korkmaz, S. (2010). Türkiye’de ar-ge yatırımları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin VAR modeli ile analizi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 5(20), 3320–3330.
- Özalp, M. (2008). *Exports, R&D and productivity growth in Turkish manufacturing sector*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(6), 343–373. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(84\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0048-7333(84)90018-0)
- Raymond, W., Mairesse, J., Mohnen, P., & Palm, F. (2015). Dynamic models of R&D, innovation and productivity: Panel data evidence for Dutch and French manufacturing. *European Economic Review*, 78, 285–306. <https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2015.06.002>
- Samad, K. A., Daud, S. N. M., & Rusmita, S. A. (2022). Household debt and economic growth: The role of institutional quality. *Pertanika Journal of Social Sciences & Humanities*, 30(3), 977-1001.

- Şenalp, B., & Şenalp, U. E. (2021). Türkiye imalat sanayinde emek verimliliği. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İİBF Dergisi, 23(1), 93–108.
- Tahtasakal, D. (2021). *İlaç sanayide Ar-Ge harcaması ve rekabet gücü ilişkisi: Türkiye örneği*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kırklareli Üniversitesi.
- Tarı, R. (2016). *Ekonometri (12. baskı)*. Kocaeli Üniversitesi Vakfı Yayınları.
- Taşcı, F. (2011). *Verimlilik artışında emek etkinliği üzerine bir yaklaşım: Ah-Me-T modeli*. Journal of Social Policy Conferences (No. 61, 177–199).
- TUİK. (2023). *Sanayi üretim endeksi – Ağustos 2023*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=49706>
- TUİK. (2022). *İşgücü istatistikleri – 2022*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=49390>
- Yalburdak, M., & Çetin, A. K. (2024). Türkiye'de Ar-Ge, inovasyon ve verimlilik ilişkisi. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İİBF Dergisi, 26(3), 1073–1094. <https://doi.org/10.26745/ahbvuibfd.1542168>
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2013). *Panel veri ekonometrisi: Stata uygulamalı*. Beta Yayınları.
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2018). *İleri panel veri analizi*. Beta Yayınları.
- Zeren, F., & Ergun, S. (2010). AB'ye doğrudan yabancı yatırımlar: Dinamik panel veri analizi. *İşletme ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 67–83.

ETİK VE BİLİMSEL İLKELER SORUMLULUK BEYANI

Yazarlar, bu çalışmanın hazırlık sürecinde etik kurallara ve bilimsel atf ilkelerine uyulduğunu beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN MAKALEYE KATKI ORANI BEYANI

1. yazar katkı oranı: %50

2. yazar katkı oranı: %50

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

FİNANSAL DESTEK

Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.