



Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi

The International Journal of Economic and Social Research

2026, 22(1)

Türkiye’de İhracat, Ar-Ge Harcamaları ve Vergi Gelirleri İlişkisi: Toda Yamamoto Nedensellik Yaklaşımı

The Relationship Between Exports, R&D Expenditures And Tax Revenues in Turkey: Toda Yamamoto Causality Approach

Cem KALAYCI¹ Kutay ŞENEL²

Geliş Tarihi (Received): 19.02.2026

Kabul Tarihi (Accepted): 03.06.2026

Yayın Tarihi (Published): 30.06.2026

Öz: Ekonomi politikalarının etkin olarak yürütülmesi için ihracat, ar-ge harcamaları ve vergi gelirleri arasındaki ilişkinin ortaya konulması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı Türkiye’de ihracat, ar-ge harcamaları ve vergi gelirleri arasındaki ilişkinin birlikte incelenmesidir. 1996-2022 yılları arasında kapsayan veriler Dünya Bankası ve OECD veri tabanlarından elde edilmiştir. Çalışmanın özgünlüğü, literatürde genellikle ayrı ayrı ele alınan bu değişkenler arasındaki ilişkinin Türkiye ekonomisi için farklı bir yöntem kullanılarak bütüncül bir yaklaşımla incelenmesidir. Çalışmada öncelikle serilerin durağanlık analizleri yapılmış ve serilerin birinci dereceden durağan oldukları tespit edilmiştir. Ardından durağanlık derecelerine uygun yöntem olarak ARDL sınır testi ile seriler arasındaki eşbütünlük ilişkisi araştırılmış, Toda-Yamamoto nedensellik analizi ile değişkenler arasındaki nedensellik ilişkileri incelenmiştir. ARDL sınır testi bulgularına göre uzun dönemde ihracat ve araştırma geliştirme harcamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir eşbütünlük ilişkisi bulunmuştur. Nedensellik analizinde ise ihracat ve araştırma geliştirme harcamaları ile ihracat ve vergi gelirleri arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Araştırma geliştirme harcamaları ve vergi gelirleri arasında ise tek yönlü nedensellik bulunduğu anlaşılmıştır. Tanımlayıcı testleri de anlamlı bulunan bu bulgular doğrultusunda ihracatın hem araştırma geliştirme harcamalarını hem de vergi gelirlerini olumlu yönde etkilediği, araştırma geliştirme harcamalarının vergi gelirlerini etkilediği ancak bunun tersi yönde bir ilişkinin bulunmadığı söylenebilir. Elde edilen bu bulgular doğrultusunda inovasyon destekleri, vergi politikası, maliye politikası ve kamu yatırım stratejisi alanlarında politika önerileri yapılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik Büyüme, Vergi Geliri, İhracat, Ar-Ge Harcamaları, Nedensellik Analizi.

&

Abstract: To ensure the effective implementation of economic policies, it is of great importance to establish the relationship between exports, R&D expenditure and tax revenues. The aim of this study is to examine the relationship between exports, R&D expenditure and tax revenues in Turkey. Data covering the period 1996–2022 were obtained from the World Bank and OECD databases. The originality of the study lies in its comprehensive examination of the relationship between these variables – which are typically addressed separately in the literature – using a different methodology specific to the Turkish economy. The study first conducted stationarity analyses of the time series and determined that the series are first-order stationary. Subsequently, the cointegration relationship between the series was investigated using the ARDL boundary test – a method appropriate for the degree of stationarity – and the causal relationships between the variables were examined using the Toda-Yamamoto causality analysis. According to the findings of the ARDL boundary test, a statistically significant cointegration relationship was found between exports and research and development expenditure in the long run. In the causality analysis, a bidirectional causality relationship was identified between exports and R&D expenditure, as well as between exports and tax revenue. It was also found that there is a unidirectional causality between R&D expenditure and tax revenue. In light of these findings, which were also confirmed by confirmatory tests, it can be concluded that exports have a positive impact on both research and development expenditure and tax revenue; whilst research and development expenditure affects tax revenue, no inverse relationship was found. Based on these findings, policy recommendations are made in the areas of innovation support, tax policy, fiscal policy and public investment strategy.

Keywords: Economic Growth, Tax Revenue, Exports, R&D Expenditure, Causality Analysis.

Atıf/Cite as: Kalaycı, C. & Şenel, K. (2026). Türkiye’de İhracat, Ar-Ge Harcamaları ve Vergi Gelirleri İlişkisi: Toda Yamamoto Nedensellik Yaklaşımı. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 22(1), 120-142.

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2005 – Bolu

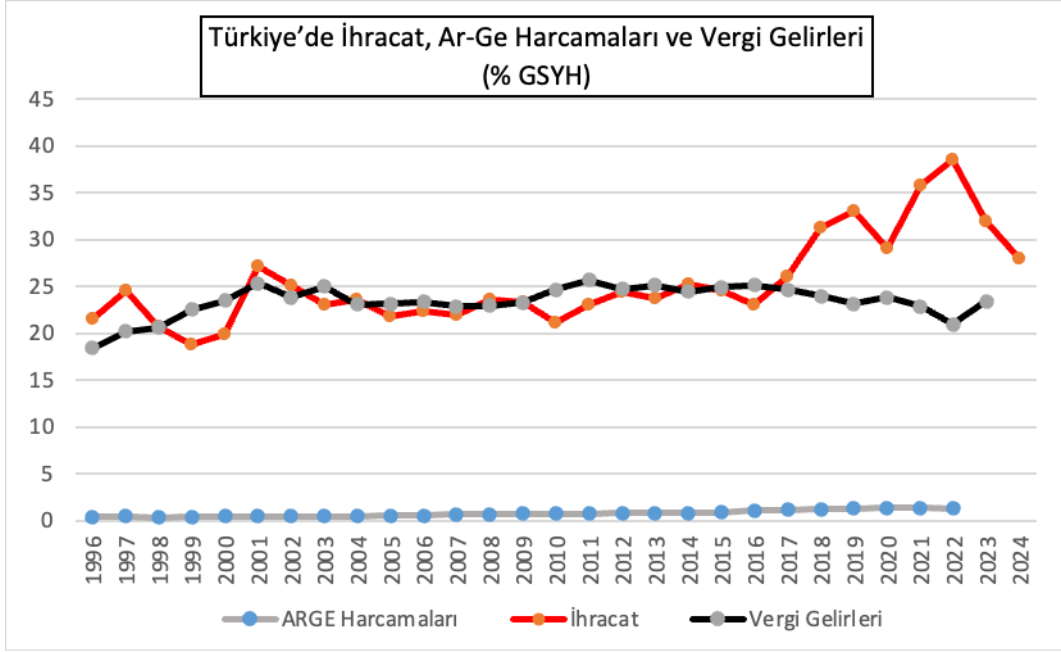
¹ Dr. Cem Kalaycı, KOSGEB Ordu Müdürlüğü, cem.kalayci@kosgeb.gov.tr

² Dr. Kutay Şenel, KOSGEB Giresun Müdürlüğü, kutay.senel@kosgeb.gov.tr

1. Giriş

Araştırma geliştirme (ar-ge) harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, Schumpeter’in (1942) ülkeler arası gelişmişlik farklarını teknolojinin büyüme üzerindeki etkileriyle ve teknolojinin içselliği varsayımıyla inceleyen çalışmasıyla yeniden şekillenmiştir. Ekonomik büyümeyle birlikte ülkelerin ihracatı doğrudan ve dolaylı yollarla etkilenmektedir. Bundan dolayı araştırma geliştirme harcamaları ve ihracat ilişkisini araştıran çalışmalar bulunmaktadır (Landesmann ve Pfaffermayr, 1997, ss. 179-196; Özer ve Çiftçi, 2009, ss. 39-50; Yıldırım ve Kesikoğlu, 2012, ss. 53-68; Kaya ve Uğurlu, 2013, ss. 269-282; Sungur, Aydın ve Eren, 2016, ss. 173-192; Dumrul ve Kılıçarslan, 2018, ss. 234-241). Ülkelerin ihracat performansı da araştırma geliştirme faaliyetleriyle kazanılan yenilikler ve teknolojilerle doğrudan etkilenmektedir. Üretimin verimini yeni teknolojilerle artırmaya yönelik yapılan araştırmalar, alternatif pazarlar yaratabilmekte, mevcut pazarları daha verimli hale getirebilmektedir (Avdar, 2019, s. 207). Ayrıca vergi gelirlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisine yönelik yapılan çalışmalarda (Garba, 2014, ss. 1-168; Egbunike, Emudainohwo, ve Gunardi, 2018, ss. 213-220) ihracat bir ekonomik değişken olarak kullanılmaktadır. Bu doğrultuda vergi gelirleri ve ihracat ilişkisi de literatürde önemli bir araştırma alanıdır (Stotsky ve Woldemariam, 1997, ss. 1-56; Pala ve Aksaraylı, 2017, ss. 67-80; Karabulut ve Şeker, 2018, ss. 1049-1070; Lestari ve Yolanda, 2023, ss. 1287-1298; Vivien, Emmanuel, Marcel ve Georges, 2023, ss. 118-125) Böylece ar-ge harcamalarının inovasyonu teşvik ederek ihracatın artmasına yardımcı olduğu ve ihracattaki artışın da ekonomik büyümeye katkıda bulunarak vergi gelirlerini artırabileceği söylenebilir.

Dünya’da ar-ge harcamalarının GSYH’a oranı 1996 yılında % 1,97 iken, 2022 yılında % 2,67’ye yükselmiştir. Bu oran AB bölgesinde 2022 yılında % 2,28, OECD ülkelerinde % 3,02’dir (Dünya Bankası, 2024a). İhracatın GSYH’a oranı 1996’da % 21,1 iken, 2024 yılında % 29’a yükselmiştir. Bu oran 2024 yılında AB’de % 49,6, OECD ülkelerinde % 28,2’dir (Dünya Bankası, 2024b). Vergi gelirlerinin GSYH’a oranı 2023 yılında OECD’de % 33,9’dur (OECD, 2024). Türkiye son yıllarda ihracatını artırarak dış ticarete daha etkin bir konuma gelmiştir. Şekil 1’de de görüleceği üzere ihracat dalgalı bir seyir izlemekle birlikte 1996’da % 21,54 olan oran 2024’te % 28,04’e ulaşmıştır. Türkiye 2024 yılında dünya ortalamasına (% 29) oldukça yakındır. Teknolojik altyapısını geliştirmeye önem veren Türkiye 1996’da % 0,45 olan Ar-Ge harcamalarını 2022’de % 1,32 seviyesine ulaştırmıştır. Bu veri yayınlandığı son yıl olan 2022’de dünya ortalamasının (% 2,67) altındadır (Dünya Bankası, 2024a; 2024b). Vergi gelirlerinde ise genel bir artış eğilimi görülmektedir. 1996’da % 18,45 olan oran 2005’te % 23,14’e, 2015’te ise % 24,95 seviyelerine çıkmış, 2023’te ise % 23,45 seviyesine gerilemiştir. Bu veri 2023 yılı OECD ortalamasının (% 33,9) altındadır (OECD, 2024). Dünya Bankası verilerine göre ise bu veri 2023 yılı dünya ortalamasının (% 13,6) üzerindedir (Dünya Bankası, 2025).



Şekil 1: Türkiye'de İhracat, Ar-Ge Harcamaları ve Vergi Gelirleri Grafiği (% GSYH)

Bu çalışmada Türkiye'nin 1996-2022 yılları arası ihracat, ar-ge harcaması ve vergi geliri ilişkisi Toda Yamamoto nedensellik analiziyle incelenmektedir. Çalışmanın özgünlüğünü, Türkiye için güncel veriler kullanılarak, değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkisinin Toda Yamamoto nedensellik analiziyle ortaya koyulması oluşturmaktadır. Çalışmanın kısıtı ise Ar-Ge harcamaları verisinin Dünya Bankası veri tabanında 2022 yılına kadar olmasıdır. Çalışmada giriş ve literatür özetinden sonra sırasıyla veri seti ve yöntem, ekonometrik bulgular bölümlerine yer verilmiştir. Son bölümde çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve çeşitli politika önerileri yapılmıştır.

2. Literatür Araştırması

Bu çalışmadaki literatür araştırması, ihracat, ar-ge harcamaları ve vergi gelirleri özelindeki ilişkileri araştıran çalışmalara odaklanacak şekilde yapılmıştır. Tablo 1'de ar-ge harcamaları ve ihracat gibi ekonomik büyüme açısından önemli olan iki değişken arasındaki ilişkiyi analiz eden çalışmalara yer verilmiştir.

Tablo 1: Ampirik Literatür Özeti (Ar-ge Harcamaları-İhracat)

Yazar	Dönem	Yöntem	Amaç	Bulgu(lar)
Landesmann ve Pfaffermayr (1997)	1967-1987	Neredeyse İdeal Talep Sistemi (AIDS)	8 OECD ülkesi için sektörel bazda Ar-Ge harcamalarıyla ihracatın ilişkisi	Ar-GE harcamalarının İngiltere, Japonya ve ABD'de ihracatı olumlu etkilemesi
Özer ve Çiftçi (2009)	1993-2005	Panel veri analizi	19 OECD ülkesinde ihracat ile Ar-Ge harcamaları, ileri teknoloji ihracatıyla bilgi ve iletişim teknolojileri ihracatı arasındaki ilişkinin belirlenmesi	İhracat ile Ar-Ge arasında pozitif ilişki

Türkiye’de İhracat, Ar-Ge Harcamaları ve Vergi Gelirleri İlişkisi: Toda Yamamoto Nedensellik Yaklaşımı

Yıldırım ve Kesikoğlu (2012)	1996-2008	GMM-sistem tahmini ve Wald testi	Türkiye’de 25 alt sektöründe Ar-Ge harcamaları ile ihracat arasındaki nedensellik ilişkisi	Ar-Ge harcamalarından ihracata doğru tek yönlü nedensellik
Göçer (2013)	1996-2012	Panel Veri Analizi	Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatı, bilgi-iletişim teknolojileri ihracatı, toplam ihracat ve ekonomik büyüme (GSYİH) üzerindeki etkilerini belirlemek	Düşük katma değerli ürün satmak yerine Ar-Ge harcamalarını artırarak yüksek teknoloji üretime geçmenin; dış ticaret açıklarını kapatmada ve sürdürülebilir bir ekonomik büyüme yakalamada en etkili çözüm olduğu tespit edilmiştir.
Kaya ve Uğurlu (2013)	1990-2011	İhracat payları ve ar-ge harcamalarının oransal analizi	Türkiye’nin Ar-Ge faaliyetleri ve ihracat ilişkisini incelemek	Son 9 yılda Türkiye’nin Ar-Ge harcamaları % 7,3 artmış, milli geliri % 6,2 artmış ve ihracatı da % 10,5 artmıştır
İnal, Altıntaş ve Çalışkan (2016)	1990-2013	Johansen Eşbütünleşme – Granger Nedensellik Analizi	Türkiye’de yapılan Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) harcamalarının ekonomik büyüme (GSYH) üzerindeki etkisini ve bu iki değişken arasındaki nedensellik ilişkisinin varlığını ve yönünü belirlemek	Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik
Sungur, Aydın ve Eren (2016)	1990-2013	Granger ile Hatemi-J asimetrik nedensellik testi	Türkiye’de araştırmacı sayısı, patent, Ar-Ge harcamaları ve inovasyon faaliyetlerinin büyüme ve ihracat büyüme üzerindeki etkisi	İhracattan Ar-Ge harcamalarının milli gelir içindeki payına, tek yönlü nedensellik
Dumrul ve Kilicarslan (2018)	2000-2015	Panel FMOLS and DOLS	16 OECD ülkesinde Ar-Ge faaliyetlerinin ihracat üzerindeki etkisi	İhracat ve Ar-Ge harcamaları arasında uzun vadeli ve anlamlı ilişki

Karabulut ve Şeker (2018)	2002-2016	Çoklu doğrusal regresyon analizi	Vergi gelirleri ile döviz kuru, incelenen mükellef sayısı, toplam mükellef sayısı, ihracat miktarı, gayrisafi yurtiçi hasıla, yapılan iadeler, enflasyon oranı ilişkisi	Vergi gelirleri ile ihracat arasında anlamlı ilişki
Külünk (2018)	1996 – 2016	Çoklu doğrusal regresyon analizi	Türkiye'nin ihracat, Ar-Ge harcamaları ve GSYİH'si arasındaki ilişki	Ar-Ge harcamalarının ihracat üzerinde pozitif etkisi
Canbay (2020)	2004-2017	ARDL sınır testi	Türkiye için Ar-ge harcamalarının ihracata etkileri	Ar-Ge harcamalarının kısa ve uzun dönemde ihracat üzerinde pozitif etkisi
Coşkun ve Eygü (2020)	1990-2018	ARDL sınır testi	Türkiye'de Ar-Ge harcamalarının ihracat üzerindeki etkisi	Ar-Ge harcamalarının ihracat üzerinde uzun dönemli ve pozitif etkisi
Duman (2021)	2000-2019	Engle Granger ve Hatemi-J asimetrik nedensellik testi	Türkiye 'de Ar-Ge, yatırım harcamaları, endüstriyel tasarım ihracatı, patent sayısı ve reel ekonomik büyüme arasındaki ilişki	Engle Granger testine göre ihracattan ar-ge yatırım harcamalarına ve ar-ge yatırım harcamalarından ihracata nedensellik Hatemi-J asimetrik nedensellik analizine göre çift yönlü bir nedensellik
Hammar ve Belarbi (2021)	2002-2014	Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (PSTR) Analizi	36 ülkede Ar-Ge harcamaları, inovasyon, verimlilik ve yüksek teknoloji ihracat ürünleri arasındaki ilişki	Ar-Ge yoğunluğunun gelişmiş ülkelerdeki yüksek teknoloji ihracatının yoğunluğu üzerinde pozitif bir etkisi
Sey ve Aydın (2021)	1990-2018	ARDL Sınır Testi ve Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi	Türkiye ekonomisinde inovasyon ile yüksek teknoloji mal ihracatı arasındaki uzun dönemli ilişkiyi ve bu değişkenler arasındaki nedenselliğin yönünü ekonometrik olarak incelemek	Türkiye ekonomisinde Ar-Ge harcamaları, patent başvuruları ve yüksek teknoloji ürün ihracatı arasında uzun dönemde pozitif bir ilişki saptanmıştır. Ar-Ge harcamalarından yüksek teknoloji mal ihracatına doğru tek yönlü nedensellik

Türkiye'de İhracat, Ar-Ge Harcamaları ve Vergi Gelirleri İlişkisi: Toda Yamamoto Nedensellik Yaklaşımı

Duman (2022)	2010-2020	Panel Veri Analizi	Türkiye ve seçilen 7 Asya ülkesinde ileri teknolojik ürün ihracatı, ekonomik büyüme (GSYİH), dış ticaret (dış ticaret dengesi) ve Ar-Ge yatırım harcamaları arasındaki karşılıklı ilişkileri incelemek	Ar-Ge yatırımlarının ileri teknolojik üretimi tetiklediğini, bunun dış ticareti olumlu etkilediğini ve büyüyen ekonomilerin tekrardan Ar-Ge'yi fonladığı döngüsel ve pozitif bir mekanizmayı ortaya koymaktadır.
Benfratello, Bottasso ve Piccardo (2022)	1992-2003	Sansürlü Kantil Regresyon Analizi	İtalyan imalat firmalarının yenilikçi çaba ile ihracat yoğunluğu arasındaki ilişki	Ar-Ge harcamaları ihracat yoğunluğunu olumlu etkilemekte
Aksoy, Yılmaz, Golgeci, Tatoglu, ,Canci ve Hızarcı (2023)	2014-2021	Tobit regresyon modeli	Borsa İstanbul'da işlem gören 141 firmanın Ar-Ge yoğunluğunun ihracat yoğunluğu üzerindeki etkisi	Ar-ge ve ihracat yoğunluğu arasında pozitif ilişki
Karagöz ve Yıldırım (2023)	1996-2019	Hacker ve Hatemi-J (2006) Bootstrap Granger Nedensellik Testi	Türkiye'de Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) harcamaları ile ihracat arasındaki uzun dönemli ilişkiyi ampirik olarak ortaya koymak ve bu iki makroekonomik değişken arasındaki nedenselliğin yönünü belirlemek	Ar-Ge harcamalarından ihracata doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. İhracattan Ar-Ge harcamalarına doğru ise istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik bağı bulunamamıştır.
Turan, Berber, ve Zeren (2023)	1981-2020	Fourier ADL Eşbütünleşme Testi Fourier Nedensellik Testi	G7 ülkeleri için Ar-Ge harcamalarının ihracat üzerindeki etkisi	İngiltere ve ABD'de Ar-ge harcamalarından ihracata doğru tek yönlü, Japonya da ise çift yönlü nedensellik ilişkisi
Campos, Lopes, ve Carreira (2024)	2011 -2017	Mekansal Otokorelasyon ve Kümelenme yaklaşımı Analizi	Portekiz'deki Ar-Ge yoğunluğuna dayalı mekansal otokorelasyonları ve ihracat kümeleri oluşumunun analizi	Ar-Ge harcamalarıyla ilişkili ihracat için pozitif bir mekansal otokorelasyon

Karaca (2024)	2009-2022	Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	Türkiye imalat sanayi özelinde Ar-Ge personeli istihdamı ile ihracat performansı arasındaki uzun dönemli ilişkiyi ampirik olarak incelemek ve bu iki değişken arasındaki nedenselliğin yönünü tespit etmek	Türkiye imalat sanayinde Ar-Ge personeli sayısından ihracata doğru tek yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. İhracattan Ar-Ge personeli istihdamına doğru ise anlamlı bir nedensellik bağı bulunamamıştır.
Özkurt (2024)	1990-2021	ARDL Sınır Testi ve Hacker ve Hatemi-J (2006) Bootstrap Granger Nedensellik Testi	Türkiye’de inovasyon göstergeleri (Ar-Ge ve patent) ile ekonomik büyüme arasındaki kısa ve uzun dönemli dinamik ilişkileri ampirik olarak ortaya koymak ve bu değişkenler arasındaki nedenselliğin yönünü analiz etmek	Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü anlamlı bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Benzer şekilde, patent başvurularından ekonomik büyümeye doğru da tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir. Ekonomik büyümeden inovasyon göstergelerine doğru ise istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik yönü bulunamamıştır.
Rauf ve Bao (2024)	1998-2020	İki aşamalı ve üç aşamalı en küçük kareler yöntemleri	Teknolojik inovasyonun gelişmekte olan ülkelerdeki sanayi işletmelerinin ihracat kapasitesi ve yoğunluğu üzerindeki etkisi	İhracat performansını artırmada iç Ar-Ge'nin önemli bir faktör olduğu
Balkanlı, A. O. (2025)	2000-2023	ARDL Yaklaşımı	Ar-Ge faaliyetinin Türkiye’de ihracat ve ileri teknoloji ihracatı üzerindeki etkisi	Türkiye’de Ar-Ge harcamaları ile ihracat arasında pozitif ve anlamlı etki

Tablo 1’de yer alan çalışmalar genel olarak ar-ge faaliyetlerinin ihracatı desteklediği yönünde bulgular ortaya koymaktadır. OECD ülkelerinde Landesmann ve Pfaffermayr (1997), Özer ve Çiftçi (2009), Dumrul ve Kılıçarslan (2018) ar-ge ile ihracat arasında uzun dönemli pozitif ilişki tespit etmişlerdir. Türkiye’ye yönelik yapılan çalışmalar da benzer sonuçlar göstermektedir. Canbay (2020) ve Coşkun, Eygü (2020), Sey ve Aydın (2021) ile Duman (2022) uzun dönemde pozitif etkiler tespit etmiştir. Balkanlı (2025) da ar-ge harcamalarının ihracat ve ileri teknoloji ihracatı üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu bulmuştur. Yıldırım ve Kesikoğlu (2012) ile Karagöz ve Yıldırım (2023) ar-ge harcamalarından ihracata doğru tek yönlü nedensellik; Sungur, Aydın ve Eren (2016) ihracattan ar-ge harcamalarına doğru nedensellik olduğunu; Duman (2021) ise çift yönlü nedensellik tespit etmiştir. Göçer

(2013), ar-ge harcamalarını artırıp yüksek teknolojiye üretime geçmenin ihracatı artırdığını Türkiye ve 10 Asya ülkesi özelinde ortaya koymuştur. Turan, Berber ve Zeren (2023) ise G7 ülkelerinde ar-ge ve ihracat arasındaki nedenselliğin yönünün ülkeye göre değiştiğini saptamıştır. Hammar ve Belarbi (2021) de gelişmiş ülkelerde ar-ge yoğunluğunun yüksek teknoloji ihracatını pozitif etkilediğini ortaya koyarken, Benfratello, Bottasso ve Piccardo (2022) ile Aksoy vd. (2023) firma düzeyinde ar-ge yoğunluğunun ihracat performansını artırdığını göstermiştir. Karaca (2024), Türkiye özelinde yaptığı Toda Yamamoto nedensellik analiziyle, sadece teknolojik makine-teçhizat yatırımı yapmanın yeterli olmadığını, bu sistemleri yönetecek ve yenilik üretecek nitelikli ar-ge personeli istihdamının doğrudan bir ön koşul (tetikleyici) olduğunu göstermiştir. Genel olarak literatür, ar-ge faaliyetlerinin hem ülke hem de firma düzeyinde ihracat performansını güçlendiren temel bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Tablo 2'de ise vergi gelirleri ve ihracat arasındaki ilişkiyi analiz eden çalışmalara yer verilmektedir.

Tablo 2: Ampirik Literatür Özeti (Vergi Gelirleri-İhracat)

Yazar	Dönem	Yöntem	Amaç	Bulgu(lar)
Stotsky ve Woldemariam, (1997)	1990-1995	Panel veri analizi	43 Sahra altı Afrika ülkesinin vergi payının belirleyicilerinin ölçülmesi	Vergi gelirleri üzerinde ihracat pozitif etkili
Eltony (2002)	1994- 2000	Panel veri analizi	16 Arap ülkesi için vergi gelir paylarının belirleyicilerini incelenmesi	İhracatın vergi oranı ile anlamlı ve negatif ilişkisi
Agbeyegbe, Stotsky ve WoldeMariam (2006)	1980-1996	Genelleştirilmiş Moment Yöntemi	Sahra Altı Afrika'daki 22 ülkede ticaretin serbestleştirilmesi, döviz kurları ve vergi geliri arasındaki ilişki	İhracatın artması veya ticaretin serbestleşmesi, gelir vergileri üzerinden dolaylı bir pozitif ilişki ortaya çıkarmakta
Addison ve Levin (2011)	1980-2005	Genelleştirilmiş Moment Yöntemi	Sahra Altı Afrika'daki 39 ülkede vergi gelirinin belirleyicilerinin tespit edilmesi	Vergi geliri ile dışa açıklık arasında olumlu ilişki
Pala ve Aksaraylı (2017)	2013-2015	Veri Zarflama Analizi (VZA)	34 OECD ülkesinde ekonomik performans etkinliği	Türkiye için vergi geliri ile ihracat ilişkisi değeri etkin değil
Gnangnon (2021)	1980-2014	Blundell ve Bond iki adımlı sistem Genelleştirilmiş Momentler Yöntemleri	111 ülkede hem ihracat hem de yoksulluğun kaynak dışı vergi geliri üzerindeki etkisi	Daha düşük yoksulluk oranları yaşayan ülkelerde ihracat ürünü çeşitlendirmesinin kaynak dışı vergi gelirini olumlu etkilemesi

Minh Ha, Tan Minh ve Binh (2022)	2000 -2016	Driscoll-Kraay ve GMM regresyonları	Güneydoğu Asya'daki sekiz ülkede vergi geliri performansının belirleyicilerinin etkisi	Ekonominin dışa açık olması ve ihracat faaliyetlerinin dolaylı olarak vergi gelirlerini artırması.
Lestari ve Yolanda (2023)	1991-2021	Çoklu doğrusal regresyon analizi	Endonezya'daki vergilendirme ile insani gelişme endeksi arasındaki ilişki	İhracatın kısa ve uzun dönemde vergi gelirleri üzerinde pozitif etkisi
Vivien, Emmanuel, Marcel ve Georges (2023)	1985-2020	Granger Nedensellik	Fildişi Sahili'nde finansal gelişmenin vergi gelirlerinin mobilizasyonu üzerindeki etkileri	İhracat ile vergi geliri arasında tek yönlü ve uzun dönemli bir ilişki
Zhang, Guo ve Hu (2024)	2008-2013	IV-2SLS yaklaşımı	Çin'de vergi paylaşımı ile firma ihracat kalitesi arasındaki ilişkiyi inceleme	Vergi paylaşım oranı arttıkça ihracat kalitesinde düşüş, ihracat hacminde artış gözlenmiştir.
Makun ve Singh (2025)	2010-2021	Pedroni ve Kao Uzun Dönem Nedensellik	Pasifik Ada ülkelerinden ticaret düzenlemelerinin kaldırılmasının vergi geliri üzerindeki etkileri	Ticaretin serbestleşmesinin yurt içi dolaylı vergi gelirlerini olumlu etkilemesi

Tablo 2'de yer alan çalışmalar genel olarak ticaretin serbestleşmesi ve ihracat artışının vergi gelirleri üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Stotsky ve Woldemariam (1997) Sahra Altı Afrika ülkelerinde ihracatın vergi gelirleri üzerinde pozitif etkili olduğunu saptarken, Eltony (2002) Arap ülkelerinde ihracat ile vergi oranı arasında negatif bir ilişki bulmuştur. Agbeyegbe, Stotsky ve WoldeMariam (2006) ile Addison ve Levin (2011), Makun ve Singh (2025) ticaret serbestleşmesi ve dışa açıklığın vergi gelirlerini özellikle dolaylı vergiler üzerinden artırdığını ortaya koymuştur. Daha geniş örneklerle yapılan Gnanon (2021) ve Minh Ha, Tan Minh ve Binh (2022) çalışmaları da ihracat çeşitliliği ve dışa açıklığın vergi gelirlerini olumlu etkilediğini tespit etmiştir. Ülke bazlı çalışmalarda da benzer sonuçlar tespit edilmiştir. Lestari ve Yolanda (2023) ise Endonezya'da ihracatın hem kısa hem de uzun dönemde vergi gelirlerini pozitif etkilediğini belirtmiştir. Zhang, Guo ve Hu (2024) Çin'de vergi paylaşım oranının ihracat kalitesini azaltmasına rağmen hacmi artırdığını göstermiştir.

Bu doğrultuda literatürdeki yer alan çalışmaların ar-ge harcamalarıyla ihracat, ar-ge harcamalarıyla vergi ya da ihracatla vergi gelirleri gibi iki değişken arasındaki ilişkiyi inceledikleri görülmektedir. Ancak ihracat, ar-ge harcamaları ve vergi gelirleri arasındaki ilişkiyi birlikte araştıran pek fazla çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmanın özgünlüğünü bu değişkenler arasındaki ilişkinin Türkiye açısından ortaya koyulması oluşturmaktadır.

3. Veri Seti ve Ekonometrik Yöntem

Bu çalışmada, Türkiye'nin 1996-2022 yılları arası ihracat, ar-ge harcaması ve vergi gelirleri arasındaki ilişkisi Toda Yamamoto (1995) nedensellik analiziyle incelenmektedir. Bu doğrultuda GSYH'ye oran

olarak yer alan ihracat ve ar-ge harcamaları verileri Dünya Bankası'dan, vergi gelirleri ise OECD'nin veri tabanından alınmış ve analize logaritmik olarak dahil edilmiştir.

Ekonometrik analizlerde, nedensellik ilişkilerinin incelenmesi, Granger (1969) tarafından geliştirilen ve öngörüye dayalı nedensellik kavramını temel alan çerçeveye dayanmaktadır (Granger, 1969). Bu yaklaşıma göre, bir X zaman serisi, bir Y zaman serisinin geçmiş değerlerinde bulunmayan ve Y'nin gelecekteki değerlerini tahmin etmeye yardımcı olan bilgiler içeriyorsa, X'in Y'nin Granger nedeni olduğu kabul edilmektedir. Bu hipotezin testi, tipik olarak bir Vektör Otoregresif (VAR) modelinin tahmin edilmesini ve nedensel olduğu varsayılan değişkenin gecikmeli değerlerinin katsayıları üzerinde bir ortak hipotez testinin (örneğin Wald veya F-testi) yapılmasını içermektedir (Moneta, Chlaß, Entner ve Hoyer, 2011).

Standart Granger nedensellik testinin temel ön koşulu, analize dahil edilen tüm zaman serilerinin durağan olmasıdır. Durağanlık, bir serinin ortalamasının, varyansının ve otokovaryansının zaman içinde sabit kalması olarak tanımlanmaktadır. Makroekonomik ve finansal zaman serilerinin büyük bir çoğunluğu, bu varsayımı ihlal etme eğilimindedir ve genellikle birim kökler içermektedir. Dolayısıyla veriler genellikle birinci veya daha yüksek mertebeden bütünleşik yapıdadır (Ryan, Haslbeck ve Waldorp, 2025). Bu doğrultuda durağan olmayan serilere standart VAR modelleri ve Granger testlerinin uygulanması, ciddi ekonometrik sorunlara yol açabilmektedir. Bu sorunların başında, Granger ve Newbold (1974) tarafından tanımlanan sahte regresyon olgusu gelmektedir. Bu durumda, aralarında gerçek bir ilişki olmayan iki durağan olmayan değişken arasındaki regresyon analizi, istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki varmış gibi görünebilmekte ve bu durum hatalı nedensellik çıkarımlarına neden olabilmektedir (Granger ve Newbold, 1974, ss.114). Daha temel ve teorik olarak daha kritik olan sorun ise, Sims, Stock ve Watson (1990) tarafından ortaya konduğu üzere, test istatistiklerinin asimptotik dağılımlarıyla ilgilidir. VAR modelleri I(1) değişkenler içerdiğinde, katsayı kısıtlamalarına yönelik standart test istatistikleri (Wald istatistiği gibi) artık sıfır hipotezi altında standart asimptotik dağılımlarına (örneğin, ki-kare) uymamaktadır. Bu dağılımlar, standart olmayan parametrelere bağlı hale gelmekte, bu da geleneksel hipotez testlerini ve istatistiksel çıkarımı geçersiz kılmaktadır (Umar ve Dahalan, 2016, ss.424). Bu sorunların çözümüne yönelik geliştirilen geleneksel çözümler ise kendi içlerinde önemli sınırlılıklar barındırmaktadır. Serilerin farkını alarak durağanlık sağlamak yaygın bir uygulama olmakla birlikte, bu işlem seriler arasında uzun dönemli bir ilişki (eşbütünleşme) varsa, bu ilişkinin kaybolmasına neden olmaktadır. Alternatif olarak, Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) kullanımı geçerli bir yaklaşım olsa da, bu yöntem eşbütünleşme ilişkisinin varlığını ve sayısını belirlemek için karmaşık ve potansiyel olarak yanlılığa yol açabilen ön test prosedürleri gerektirmektedir. Bu ön testlerin (birim kök ve eşbütünleşme testleri) her birinin kendi boyut ve güç sorunları bulunmaktadır. Bu durum, nihai nedensellik testinin sonucunun önceki testlerin sonuçlarına koşullu hale geldiği bir ön test yanlılığı sorununa yol açmaktadır (Clarke ve Mirza, 2006, ss.223).

Toda ve Yamamoto'nun (1995), yukarıda belirtilen sorunlara yönelik geliştirdiği metodolojinin temel üstünlüğü ise değişkenlerin durağan, birinci dereceden bütünleşik veya herhangi bir mertebeden eşbütünleşik olup olmadığına bakılmaksızın düzey değerleriyle tahmin edilen VAR modellerine uygulanabilmesidir. Bu yaklaşım, potansiyel olarak sorunu olan birim kök ve eşbütünleşme ön testlerine olan ihtiyacı ortadan kaldırarak, ön test yanlılığı riskini bertaraf etmektedir (Toda ve Yamamoto, 1995, ss.238). Toda Yamamoto yaklaşımının temelindeki yenilikçi fikir, VAR modelini sistemdeki değişkenlerin maksimum bütünleşme derecesi d_{max} kadar ek gecikme ile kasıtlı olarak aşırı belirleyerek, orijinal k gecikme üzerindeki Granger nedensellik testi için kullanılan Wald test istatistiğinin standart bir asimptotik ki-kare dağılımına sahip olmasını sağlamasıdır (Simionescu, Schneider ve Gavurova, 2022, ss.7). Bu, Sims, Stock ve Watson (1990) tarafından tespit edilen standart olmayan dağılım sorununu doğrudan çözmektedir. Bu metodolojik atılımın geçerliliği, Dolado ve Lütkepohl (1996) tarafından bağımsız ve eş zamanlı olarak benzer bir prosedürün geliştirilmesiyle de pekiştirilmiştir. Bu nedenle, bu yöntem literatürde bazen Toda-Yamamoto-Dolado-Lütkepohl (TYDL) yaklaşımı olarak da anılmaktadır.

Durağan olmayan seriler için nedensellik testleri arasında karşılaştırma yapılması çalışmada kullanılan ekonometrik yöntem tercihinin nedenini anlamak açısından önemlidir. Bu doğrultuda Granger nedensellik testi, verilerde fark almayı gerektirmektedir. Fark alındıktan sonra eşbütünleşme ön testi gerekli değildir. Standartlığıyla öne çıkan testte standart ki kare ya da F test istatistiği dağılımı kullanılmaktadır. Testin dezavantajı uzun dönem bilgisinin kaybıdır. VECM bazlı Granger nedensellik testinde veri dönüşümüne gerek yoktur. Düzey verileriyle işlem yapılabilir. Eş bütünleşme ön testinin yapılması zorunludur. Uzun ve kısa dönem nedenselliği ayıran test, standart ki kare test istatistiği dağılımı kullanılmaktadır. Ön test yanlılığı ve karmaşık uygulama testin dezavantajıdır. Toda Yamamoto nedensellik testinde ise düzey verilerle işlem yapılmaktadır. Veri dönüşümü gerekli değildir. Eş bütünleşme ön testine ihtiyaç duyulmamaktadır. Ön test yanlılığını önleyen ve uzun dönem bilgisini koruyan test, standart ki kare test istatistiği dağılımını kullanılmaktadır. Dezavantajı özellikle eşbütünleşik sistemlerde düşük güç riski taşımasıdır.

Toda Yamamoto (1995) nedensellik analizi yaklaşımı VAR (vektör otoregresyon modeli) modeline dayanmaktadır. Çözülen VAR modelinde optimal gecikme uzunluğu ve serilerin en yüksek durağanlık derecesi ($k+d_{max}$) tespit edilmektedir. Ardından belirlenen gecikme uzunluğu ve durağanlık derecesine göre VAR modeli aşağıdaki formüllere göre tahmin edilmektedir:

$$Y_t = \omega + \sum_{i=1}^k \alpha_{1i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} Y_{t-i} + \sum_{j=m+1}^{d \max} \delta_{1j} X_{t-j} + \sum_{j=m+1}^{d \max} \theta_{1j} Y_{t-j} + \varepsilon_{1t} \quad (1)$$

$$X_t = \vartheta + \sum_{i=1}^k \alpha_{2i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{2i} Y_{t-i} + \sum_{j=m+1}^{d \max} \delta_{2j} X_{t-j} + \sum_{j=m+1}^{d \max} \theta_{2j} Y_{t-j} + \varepsilon_{2t} \quad (2)$$

Bu eşitliklerdeki (1 ve 2), k bulunan uygun gecikme uzunluğunu, dmax en yüksek bütünleşme derecesini göstermektedir. Hata terimlerinin (ε_{1t} ve ε_{2t}) sabit kovaryans matrisine ve sıfır ortalamaya sahip oldukları varsayılmaktadır. Mevcut değişkenler arasındaki nedensellik, $H_0: \alpha_{1i} = 0$ ve $H_0: \alpha_{2i} = 0$ hipotezleriyle düzeltilmiş Wald testi istatistiğiyle sınanmaktadır. Hesaplanan test istatistiği tablo değerleriyle kıyaslanmaktadır, değer tablo değerinden büyük ise hipotezler reddedilmektedir (Gazel, 2019, s.294).

4. Bulgular

Toda-Yamamoto nedensellik analizinde serilerin aynı durağanlık derecesinde bütünleşik olma şartı aranmamaktadır. Aynı zamanda uzun dönemde serilerin eşbütünleşme ilişkisi olup olmadığı da önemli değildir. Nedensellik testleri arasında avantajlı ve esnek bir test olması sebebiyle değişkenler farklı durağanlık derecelerine sahip olabilmektedir (Çalışkan, Karabacak ve Meçik, 2017, s. 51). Bu doğrultuda Toda Yamamoto testinde en yüksek bütünleşme derecesini belirlemek için serilerin öncelikle birim kök testlerine bakılmaktadır. Testin sonraki aşamasında da uygun gecikme katsayısı belirlenmektedir (Toda ve Yamamoto, 1995, s. 241).

Birim kök testi, zaman serisinin durağan olup olmadığını test eden bir yöntemdir. Bir serinin durağan olması, ortalamasının ve varyansının zamanla değişmemesi ve kovaryansın sadece iki gözlem arasındaki mesafeye bağlı olması anlamına gelmektedir. Eğer seride birim kök varsa, seri durağan değildir (Temel hipotez H_0 : Seri birim kök içeriyor.), bu durumda doğrudan regresyon analizleri yanıltıcı olabilir. Temel hipotezin reddedilmesi durumunda ise alternatif hipotez (H_A) serinin birim kök içermediği ve durağan olduğu biçimindedir.

Bu çalışmada Augmented Dickey Fuller (ADF) testi ve Phillips Perron (PP) birim kök testleri kullanılmaktadır. ADF testinde serideki otokorelasyonu gidermek için gecikmeli fark terimleri eklenmektedir. Test şu şekilde (3) kurulmaktadır:

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Test edilen temel hipotez $H_0: \gamma=0$ ise, birim kök vardır (seri durağan değildir) (Dickey ve Fuller, 1979).

Phillips Perron (PP) testi ise ADF testine benzer şekilde birim kök sınaması yapmaktadır. Ancak otokorelasyon ve değişen varyans (heteroskedastisite) problemini parametrik olmayan yöntemle düzeltmektedir. Bu doğrultuda ADF'de olduğu gibi fark terimleri eklenmemekte; onun yerine hata terimlerinin kovaryans yapısı Newey–West tipi düzeltme ile hesaba katılmaktadır. Testin notasyonu aşağıdaki (4) gibidir:

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \gamma Y_{t-1} + u_t \quad (4)$$

u_t hata terimidir ve otokorelasyon/heteroskedastisite içerebilmektedir. Phillips ve Perron, u_t 'nin varyans-kovaryans yapısına dayanarak test istatistiğini düzeltmektedir. (Phillips ve Perron, 1988). Test edilen temel hipotez $H_0: \gamma=0$ ise birim kök vardır (seri durağan değildir). PP testinin ADF'den farkı; ADF otokorelasyonu fark terimleri ekleyerek giderirken, PP'nin otokorelasyonu ve değişen varyansı istatistiksel düzeltmeyle gidermesidir. Yapılan birim kök testlerine ait sonuçlar Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3: Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	Augmented Dickey-Fuller (ADF) Testi		Phillips-Perron (PP) Testi	
	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
Veri Seti: 27 Yıl				
LNİHR (1996-2022)	Sabitli	Sabitli	Sabitli	Sabitli
	t istatistiği: -0,738996	t istatistiği: -5,336352	t istatistiği: -0,444868	t istatistiği: -5,634799
	p: 0,8195	p: 0,0002*	p: 0,8869	p:0,0001*
	Sabitli ve trendli	Sabitli ve trendli	Sabitli ve trendli	Sabitli ve trendli
t istatistiği: -2,101616	t istatistiği: -5,778147	t istatistiği: -2,004222	t istatistiği: -11,92854	
	p: 0,5210	p: 0,0005*	p: 0,5720	p:0,0000*
LNARGE (1996-2022)	Sabitli	Sabitli	Sabitli	Sabitli
	t istatistiği: -0,405191	t istatistiği: -7,135838	t istatistiği: -0,405191	t istatistiği: -7,135838
	p: 0,8943	p: 0,0000*	p: 0,8943	p: 0,0000*
	Sabitli ve trendli	Sabitli ve trendli	Sabitli ve trendli	Sabitli ve trendli
t istatistiği: -4,723295	t istatistiği: -7,130094	t istatistiği: -3,679915	t istatistiği: -7,130094	

	p: 0,0060*	p: 0,0000*	p: 0,0422**	p: 0,0000*
LNVERG (1996-2022)	Sabitli	Sabitli	Sabitli	Sabitli
	t istatistiği: -3,381775	t istatistiği: -4,652825	t istatistiği: -3,354088	t istatistiği: -4,679407
	p: 0,0212**	p: 0,0011*	p: 0,0225**	p: 0,0010*
	Sabitli ve trendli	Sabitli ve trendli	Sabitli ve trendli	Sabitli ve trendli
	t istatistiği: -2,108922	t istatistiği: -5,773465	t istatistiği: -2,046378	t istatistiği: -5,726672
	p: 0,5172	p: 0,0004*	p: 0,5499	p: 0,0005*
Not: * Seriler 0,01 düzeyinde, **Seriler 0,05 düzeyinde anlamlıdır.				

Tablo 3'te hesaplanan Augmented Dickey Fueller (ADF) ve Philips Perron (PP) test istatistiklerine göre serilerin büyük bölümü düzey değerde (I(0)) durağan değildir. Ancak seriler birinci derece farkları alınarak analize sokulduğunda, % 1 anlamlılık düzeyinde durağan çıkmaktadır. Bu sonuçlara göre Toda Yamamoto testinin ilk aşamasında belirlenmesi gereken en yüksek bütünleşme derecesi (d_{max}) 1 olarak belirlenmiştir. Tablo 4'te kullanılacak serilerin korelasyon matrisi gösterilmektedir.

Tablo 4: Verilerin Korelasyon Matrisi

	LNİHR	LNARGE	LNVERG
LNİHR	1	0,748498	0,009427
LNARGE	0,748498	1	0,321924
LNVERG	0,009427	0,321924	1

Tablo 4'teki korelasyon analizi sonuçları, ihracat ve ar-ge harcamaları arasında yüksek düzeyde pozitif ilişki olduğunu göstermektedir ($r = 0,74$). Ancak Toda-Yamamoto yaklaşımı, durağanlık ve eşbütünleşme varsayımlarına bağımlı olmaması nedeniyle çoklu doğrusal bağlantıdan kaynaklanan sapmalara karşı görece dayanıklıdır. Ayrıca yapılan VIF testi sonuçları (LNİHR-LNARGE vif=1,11) 5'in altında bulunmuş olup, modelde ciddi bir çoklu doğrusal bağlantı sorunu olmadığını göstermektedir.

Değişkenlerin arasındaki uzun dönem ilişkinin belirlenmesi amacıyla, değişkenlerin bir kısmı seviyede durağan I(0), bir kısmı ise birinci farkında durağan I(1) olduğundan, Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilen ARDL (Autoregressive Distributed Lag Model) Sınır Testi tercih edilmiştir. Tablo 5'te ayrı ayrı oluşturulan modeller için ARDL Sınır testi sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 5: Modellerin ARDL Sınır Testi Sonuçları

Model	K	M	F İstatistiği	Önem Düzeyi	Alt Sınır	Üst Sınır	HDM (ECM) (p)
LNİHR – LNARGE ARDL (1, 0)	1	2	27,99*	% 1	8,74	9,63	-0,416 (0,025)
				% 5	6,56	7,3	
				% 10	5,59	6,26	
LNİHR – LNVERG ARDL (1, 1)	1	2	13,94*	% 1	8,74	9,63	-0,184 (0,311)
				% 5	6,56	7,3	
				% 10	5,59	6,26	
LNARGE – LNVERG ARDL (2, 0)	1	2	116,93*	% 1	8,74	9,63	0,0049 (0,928)
				% 5	6,56	7,3	
				% 10	5,59	6,26	

Not: *%1 önem seviyesinde anlamlı. Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde AIC kullanılmıştır (Maksimum 2). Alt ve üst sınırlar için kullanılmış olan kritik değerler Pesaran vd. (2001) çalışmasındaki tablodan elde edilmektedir (Tablo CI(ii)).

Gözlem sayısı (28) zaman serileri için sınırda bir örneklem boyutu olduğundan, maksimum gecikme uzunluğu 2 ile sınırlandırılmıştır. ARDL sınır testi sonuçlarına göre 3 model (LNİHR-LNARGE, LNİHR-LNVERG, LNARGE-LNVERG) için de F istatistiği % 1 anlamlılık düzeyi için kritik değerlerden büyüktür. Ancak hata düzeltme modeli (ECM) sonuçlarına göre; LNİHR-LNVERG ve LNARGE-LNVERG modellerinin p değerleri 0,05'ten büyük olduğundan kısa dönemli şoklar uzun dönemde sistemi dengeden uzaklaştırmaktadır. Bu doğrultuda sondaki iki model için eşbütünlüşme ilişkisi bulunmamaktadır.

LNİHR-LNARGE modeli için yapılan ARDL sınır testi ve hata düzeltme modeli sonuçlarına göre, uzun dönem katsayılarından elde edilen hata düzeltme terimi negatif (-0,416) ve istatistiksel olarak anlamlı ($0,025 < 0,05$) bulunmuştur. Bu katsayının negatif ve anlamlı olması, değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünlüşme ilişkisinin varlığını doğrulamaktadır. Katsayının büyüklüğü (-0,416) kısa dönemde meydana gelen bir şokun veya dengesizliğin yaklaşık %41,6'sının bir sonraki dönemde (yılda) düzeldiğini ve serilerin hızla yeniden uzun dönem dengesine yakınsadığını göstermektedir. Sistemin tam dengeye gelmesi yaklaşık 2,4 yıl ($1/0,416$) sürmektedir. Kurulmuş olan modelin güvenilir olduğunu gösteren tanımlayıcı testler Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6: LNİHR-LNARGE ARDL Modelinin Tanımlayıcı Testleri

LNİHR=f(LNARGE) Modeli Tanımlayıcı Testler	Test İstatistiği (Ki Kare / F)	p
Düzeltilmiş R ²	0,0000	0,6922
ARCH LM (Gecikmeli Değişen Varyans)	0,433	0,5103
Breusch-Godfrey (Otokorelasyon)	0,420	0,5169
Breusch-Pagan-Godfrey (Değişen Varyans)	0,74	0,3886
Skewness/Kurtosis (Normallik)	0,0742 (Sk) – 0,1344 (Ku)	0,0720
Jarque-Bera (Normallik)	3,501	0,1737
Ramsey Reset	1,27	0,3141

Modelin hata terimlerinde otoregresif koşullu değişen varyans (ARCH) probleminin olup olmadığını test etmek amacıyla yapılan ARCH LM testi sonucunda, kurulan ARDL modelinin hata terimlerinde ARCH etkisinin bulunmadığı, başka bir ifadeyle varyansın zaman içinde kararlı olduğu sonucuna varılmıştır. Kalanlar (hata terimleri) arasında ardışık bağımlılık olup olmadığını belirlemek için Breusch-Godfrey LM testi uygulanmıştır. Elde edilen test sonucuna göre ($p = 0,5169 > 0,05$), modelde otokorelasyon sorununa işaret eden H_0 hipotezi reddedilememiştir. Bu durum, modelin geçmiş dönem hata terimlerinin bugünkü hata terimleri üzerinde sistematik bir etkisi olmadığını, dolayısıyla katsayı tahminlerinin etkin ve sapmasız olduğunu göstermektedir. Bağımsız değişkenlerin farklı seviyelerinde hata terimlerinin varyansının değişip değişmediğini kontrol etmek için Breusch-Pagan-Godfrey testi yapılmıştır. Elde edilen p-değerinin 0,05'ten büyük olması ($p = 0,3886 > 0,05$), modelde değişen varyans (heteroskedastisite) probleminin olmadığını ve değişmeyen (sabit) varyans varsayımının sağlandığını ortaya koymaktadır. Modelden elde edilen kalıntıların normal dağılıp dağılmadığı Skewness-Kurtosis ve Jarque-Bera normallik testleri ile incelenmiştir. Test sonucunda elde edilen olasılık değerleri, hata terimlerinin normal dağıldığına yönelik H_0 hipotezinin reddedilemeyeceğini göstermektedir. Hata terimlerinin normal dağılması, katsayılar üzerine uygulanan t ve F istatistiklerine dayalı anlamlılık testlerinin geçerli olduğunu teyit etmektedir. Modelde değişken dışlama hatası (omitted variable bias) veya yanlış fonksiyonel kalıp seçimi olup olmadığını kontrol etmek amacıyla Ramsey Reset testi uygulanmıştır. Test sonucunda elde edilen olasılık değeri istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p = 0,3141 > 0,05$). Bu bulgu doğrultusunda, modelde önemli bir değişkenin dışarıda bırakılmadığını ve doğrusal model kalıbının doğru seçildiğini savunan H_0 hipotezi reddedilememektedir. Sonuç olarak, LNİHR ve LNARGE serileri arasında kurulan ARDL modelinin fonksiyonel formunun doğru yapılandırıldığı (spesifikasyon hatası içermediği) teyit edilmektedir.

Toda Yamamoto nedensellik analizi için modellerin ikili oluşturulması uygun görülmüştür. Bu bilgiler çerçevesinde aşağıda yer alan modeller test edilmektedir.

$$LNİHR_{it} = \beta_0 + \beta_1 LNARGE_{it} + e_{it} \quad (5)$$

$$LNİHR_{it} = \beta_0 + \beta_1 LNVERG_{it} + e_{it} \quad (6)$$

$$LNARGE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LNVERG_{it} + e_{it} \quad (7)$$

Bu modellerde (5, 6 ve 7) yer alan seriler, LNİHR mal ve hizmet ihracatının GSYH'a oranını, LNARGE araştırma geliştirme harcamalarının GSYH'a oranını, LNVERG vergi gelirlerinin GSYH'a oranını temsil etmektedir.

Tablo 3'e göre Toda Yamamoto testinin ilk aşaması olan maksimum bütünleşme derecesi (dmax) her model için 1 olarak bulunmuştur. Sonraki aşamada VAR modelleri için optimal gecikme uzunluğu (k) belirlenmektedir. Modellerin uygun gecikme uzunluğu test sonuçları Tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo 7: Modellerin Uygun Gecikme Uzunluğu Test Sonuçları

LNİHR - LNARGE						
Gecikme	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	6,368987	NA	0,002417	-0,349519	-0,252009	-0,322474
1	45,21635	68,37136*	0,000149*	-3,137308*	-2,844778*	-3,056173*
2	49,19839	6,371268	0,000151	-3,135872	-2,648321	-3,000646
LNİHR - LNVERG						
Gecikme	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	45,97881	NA	0,000102	-3,518304	-3,420794	-3,491259
1	71,67325	45,22222*	1,80e-05*	-5,253860*	-4,961330*	-5,172725*
2	73,48902	2,905229	2,16e-05	-5,079121	-4,591571	-4,943896
LNARGE - LNVERG						
Gecikme	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	25,24979	NA	0,000534	-1,859983	-1,762473	-1,832938
1	67,36595	74,12445*	2,54e-05*	-4,909276*	-4,616746*	-4,828141*
2	70,33286	4,747060	2,78e-05	-4,826629	-4,339079	-4,691403

Tablo 7'de yer alan VAR modellerine göre hem LNİHR-LNARGE modelinde, hem LNİHR-LNVERG modelinde hem de LNARGE-LNVERG modelinde uygun gecikme uzunluğu ilgili bilgi kriterlerine göre 1 olarak tespit edilmiştir. Tablo 8'de Toda Yamamoto nedensellik testi sonuçları verilmektedir.

Tablo 8: Toda Yamamoto Nedensellik Testi Sonucu

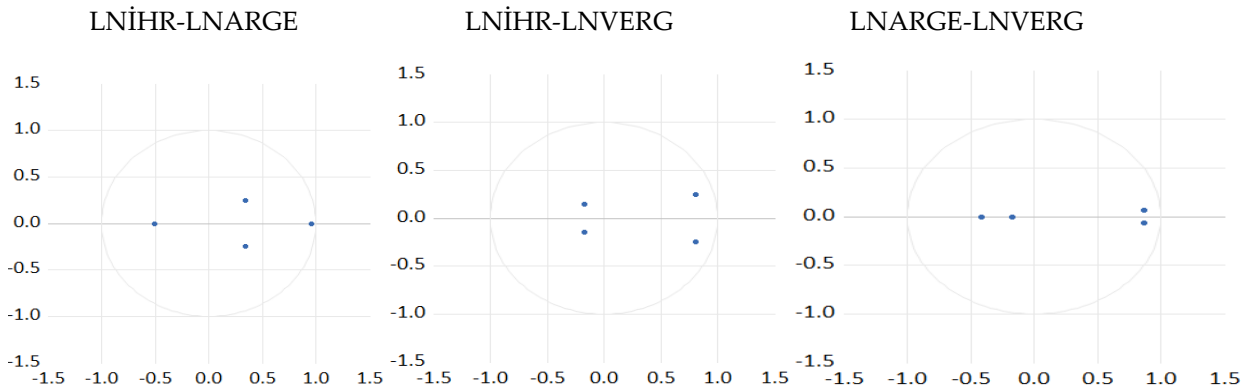
Model	$k+d_{max}$	Olasılık Değeri ve İşareti	Nedenselliğin Yönü
LNİHR-LNARGE	1+1 = 2	0,000397	LNİHR→LNARGE
LNARGE-LNİHR	1+1 = 2	0,007081	LNARGE→LNİHR
LNİHR-LNVERG	1+1 = 2	0,023489	LNİHR→LNVERG
LNVERG-LNİHR	1+1 = 2	0,0000388	LNVERG→LNİHR
LNARGE-LNVERG	1+1 = 2	0,043535	LNARGE →LNVERG
LNVERG-LNARGE	1+1 = 2	0,058561	LNVERG X LNARGE

Tablo 8'e göre Toda Yamamoto testinde nedensellik sorgulanırken, temel alınan katsayıların topluca sıfır olması ve sıfırdan farklı olması test edilmektedir. Kurulmuş olan vektör otoregresyon sonuçlarına uygulanan Wald testi sonucunda elde edilen olasılık değerleri dikkate alınmamış, bu olasılık değerleri 1.serbestlik derecesine göre yeniden hesaplanmıştır. Tabloda hesaplanan bu olasılık değerleri gösterilmektedir. Elde edilen olasılık değerleri aşağıdaki hipotezleri test etmektedir:

H_0 : Birinci değişkenden ikinciye doğru nedensellik ilişkisi yoktur.

H_A : Birinci değişkenden ikinciye doğru nedensellik ilişkisi vardır.

Eğer tespit edilen olasılık değeri 0,05'ten küçük ise H_0 ret edilmektedir. Eğer olasılık değeri 0,05'ten büyük ise H_0 ret edilememektedir. Sonuçlara göre ihracat ve araştırma geliştirme harcamaları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Yine ihracat ve vergi geliri arasında da çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Araştırma geliştirme harcamalarından vergi gelirlerine doğru ise tek yönlü bir nedensellik bulunmuş, tersi yönde herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Şekil 2'de kurulan modeller için AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri yer almaktadır.



Şekil 2: Modeller için AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri

Şekil 2'ye göre VAR modellerindeki tüm değişkenlerin AR polinomlarının ters köklerinin birim çemberin içinde yer aldığı ve sistemin bu istikrar koşulunu sağladığı görülmektedir. Buna göre oluşturulan modeller, değişen varyans ya da otokorelasyon problemi taşımamaktadır.

5. Sonuç

Bu çalışmada 1996-2022 yılları arasında Türkiye'nin ihracat, araştırma geliştirme harcamaları ve vergi geliri arasındaki ilişki Toda Yamamoto nedensellik analiziyle test edilmiştir. Toda Yamamoto nedensellik yönteminin seçilme nedeni testin esnek ve avantajlı bir test oluşundandır. Seçilen serilerin bazılarının arasındaki korelasyon oldukça yüksek çıktığından değişkenlerin teste ikili olarak sokulması uygun bulunmuştur. Kurulan modellerin doğrulanmasına yönelik istatistikî tanı testlerine göre modeller istatistikî olarak anlamlı bulunmuştur. Bununla birlikte, uygulanan Toda-Yamamoto nedensellik testi ilişkinin yönünü ortaya koymakta olup, değişkenlerden hangisinin daha güçlü bir etkiye sahip olduğunu doğrudan göstermemektedir.

Literatürde ihracatın ar-ge harcamalarıyla ve vergi gelirleriyle arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Bu değişkenler arasında tek yönlü nedensellik ilişkisinin dışında bazı çalışmalarda da çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Çalışmada da Türkiye'nin seçilen dönemi için ihracat ve araştırma geliştirme harcamaları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Dolayısıyla elde edilen bulgular, ihracattaki artışların Ar-Ge harcamalarını teşvik edebildiğini, benzer şekilde Ar-Ge harcamalarındaki artışların da ihracat performansı üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Elde edilen bu sonuç, literatürdeki Özer ve Çiftçi (2009, s. 46), Dumrul ve Kilicarslan (2018, s. 240), Canbay (2020, s. 248), Coşkun ve Eygü (2020, s. 241), Duman (2021, s. 167), Duman (2022, s. 315), Sey ve Aydın (2021, s. 248) ve Karagöz ve Yıldırım'ın (2023, s. 280) çalışmalarıyla da benzer niteliktedir. Ancak çalışmada kullanılan toplam Ar-Ge harcaması verileri, ihracata dönük Ar-Ge faaliyetleri ile iç pazara yönelik Ar-Ge faaliyetleri arasında ayırım yapmamaktadır. Çalışmada ihracat ve vergi gelirleri arasında Türkiye'nin seçilen dönemi için çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, ihracattaki değişimler vergi gelirlerini etkilerken, vergi gelirlerindeki değişimler de ihracatı etkileyebilmektedir. Bu bağlamda ihracatın ekonomik büyümeye katkıda bulunarak vergi tabanını genişlettiği dolayısıyla vergi gelirlerini artırdığı değerlendirilmektedir. Ayrıca artan vergi gelirleri de devletin ihracatı destekleyici politikalar uygulamasını sağlayarak ihracatı teşvik etmesini sağlayabilir. Literatürdeki Stotsky ve Woldemariam (1997, s. 49), Eltony (2002, s. 13), Karabulut ve Şeker (2018, s. 1068), Lestari ve Yolanda (2023, s. 1295-1296), Vivien, Emmanuel, Marcel ve Georges'un (2023, s. 124) çalışmaları da ortaya çıkan bu sonucu desteklemektedir. Çalışmada ayrıca araştırma geliştirme harcamaları ve vergi gelirleri arasında Türkiye'nin seçilen dönemi için tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle ar-ge harcamaları artışı, vergi gelirlerinin artışına neden olurken; vergi gelirleri artışı ise ar-ge harcamalarının artışına neden olmamaktadır. Ar-ge harcamalarından vergi gelirlerine doğru bulunan nedensellik ilişkisi, ar-ge harcamalarının gelirleri artırma yönünde ortaya çıkan çarpan etkisinden kaynaklanabilmektedir. Ticarileştirilen ar-ge yatırımları, süreçte ortaya çıkan başka ihtiyaçlarla endüstride yeni yatırımları tetikleyerek vergi gelirlerini artırmaktadır.

Türkiye'nin ar-ge harcamalarının GSYH'ye oranı, % 1,32 ile dünya (% 2,67) ve OECD (% 3,02) ortalamalarının oldukça altındadır. Bu durum, kısıtlı kamu ve özel sektör kaynaklarının en yüksek katma değeri ve ihracat potansiyelini yaratacak alanlara stratejik olarak yönlendirilmesinin önemli olabileceğini göstermektedir. Bu sektörler için, temel araştırmadan ürün geliştirmeye, uluslararası sertifikasyondan pazar girişine kadar tüm değer zincirini kapsayan özel "Ar-Ge'den İhracata" yol haritaları oluşturulmalıdır. Çalışmadan elde edilen bulgular, Türkiye'de ihracat ile Ar-Ge yatırımları arasında karşılıklı bir etkileşim bulunduğunu ve bu ilişkinin, Ar-Ge destek politikalarının tasarımında pazar sinyallerinin dikkate alınmasının önemli olabileceğini göstermektedir. Mevcut durumda TÜBİTAK'ın 1501 Sanayi Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı ve 1507 KOBİ Ar-Ge Başlangıç Destek Programı gibi destek mekanizmaları, proje başvurularını büyük ölçüde projenin teknolojik yenilik düzeyi, ar-ge içeriği ve genel ticarileşme potansiyeli gibi kriterlere göre değerlendirmektedir. Ancak çalışmanın ortaya koyduğu ihracat, Ar-Ge nedenselliği; pazar talebinin de en az teknoloji arzı kadar kritik bir itici güç olduğunu ampirik olarak desteklemektedir. İhracat yapan firmalar, hem artan gelirleriyle Ar-Ge'yi finanse etme kapasitesine sahip olmakta hem de küresel pazarlardan edindikleri bilgilerle hangi alanlarda ar-ge yapılması gerektiğine dair daha isabetli kararlar alabilmektedir. Bu doğrultuda, kamu

kaynaklarının daha verimli ve pazara dönük projelere yönlendirilmesi için mevcut destek mekanizmalarının değerlendirme süreçleri revize edilmelidir.

Türkiye Cumhuriyeti, 5746 sayılı Araştırma, Geliştirme ve Tasarım Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun ve 4691 sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu kapsamında oldukça kapsamlı vergi teşvikleri sunmaktadır. Bu teşvikler arasında ar-ge harcamalarının tamamının kurumlar vergisi matrahından indirilmesi, personelin gelir vergisi stopajı ve SGK işveren primi desteği gibi önemli unsurlar bulunmaktadır. Ancak bu teşvikler, temel olarak ar-ge harcamasının yapılmasına odaklanmakta ve bu harcamanın somut çıktısı olan ihracat performansı ile doğrudan bir bağ kurmamaktadır. Nitekim Türkiye’de Ar-Ge harcamalarında gözlenen artışa rağmen yüksek teknoloji ürün ihracatının toplam ihracat içerisindeki payının sınırlı düzeyde kalması mevcut teşvik sisteminin çıktı odaklı bir yapıya yeterince sahip olmadığını göstermektedir. Bu nedenle, firmaları yalnızca Ar-Ge harcaması yapmaya değil, aynı zamanda bu faaliyetleri ihracata ve katma değerli üretime dönüştürmeye yönlendirecek performans temelli teşvik kriterlerinin sisteme entegre edilmesi önemli bir politika aracı olarak değerlendirilebilir.

Türkiye'nin inovasyon ekosistemindeki en kritik darboğazlardan biri, geliştirilen bir teknolojinin küresel pazarda rekabetçi bir ürüne dönüşmesi sürecinde yaşanan zorluklardır. Bu sorunun aşılması, sadece teknolojik yetkinlik ve finansal kaynağı değil, aynı zamanda uluslararası pazar bilgisini ve stratejisini de gerektirmektedir. Bu doğrultuda Teknoloji Transfer Ofisleri (TTO'lar) ve Teknoparklar, üniversite-sanayi işbirliğini kolaylaştırma, fikri mülkiyet yönetimi ve ticarileştirme konularında hayati bir rol oynamaktadır. Ancak uluslararası pazarlama ve ihracat stratejisi geliştirme ise genellikle ikincil bir faaliyet olarak kalmaktadır. Bu kapsamda TÜBİTAK 1513 TTO Destekleme Programı'nın performans kriterleri arasında "desteklenen projelerden kaynaklanan ihracat geliri" veya "uluslararası lisanslama anlaşması sayısı" gibi kriterler eklenebilir. Ayrıca TTO'lar bünyesinde, Ticaret Bakanlığı ve Türk Eximbank gibi kurumların uzmanlarının daimi veya rotasyonel olarak görev alacağı "Uluslararası Pazarlama ve İhracat Stratejisi" birimlerinin kurulması teşvik edilebilir.

Çalışmada tespit edilen ihracat ve vergi gelirleri arasındaki çift yönlü nedensellik, maliye politikalarının sadece bir sonuç değil, aynı zamanda ihracat odaklı büyüme stratejisinin aktif bir aracı olabileceğini göstermektedir. Uzun vadede ihracat ve inovasyon odaklı bir vergi ortamının tasarımı önemli bir husustur. Türkiye'nin vergi gelirlerinin GSYH'ye oranının % 23,45 ile OECD ortalaması olan % 33,9'un altında olması, kamu hizmetleri ve yatırımları için mali alanın kısıtlı olduğuna işaret etmektedir. Uzun vadeli strateji, ihracattan elde edilen istikrarlı ve genişleyen vergi tabanını, sadece doğrudan teşviklere değil, aynı zamanda ihracatçı firmaların rekabet gücünü dolaylı yoldan artıran kritik kamu mallarına ve hizmetlerine yatırıma odaklanmalıdır. Bu doğrultuda ihracatçıların finansman maliyetlerini düşürmek ve uluslararası risklerini yönetmek hedefinde olan Türk Eximbank'ın sermaye yapısını güçlendirmek veya Sevk Öncesi İhracat Kredileri (SÖİK) gibi kritik programlarda faiz sübvansiyonlarını artırmanın faydalı olabileceği değerlendirilmektedir.

Çalışmada tespit edilen tek yönlü ar-ge, vergi gelirleri nedenselliği de politika yapıcılar açısından önemlidir. Türkiye’de dolaylı ar-ge teşviklerinin önemli bir boyuta ulaştığı görülmektedir. Politika yapıcıların, bu teşviklerin bütçe üzerindeki kısa vadeli maliyetini değerlendirirken, bu ampirik bulguyu dikkate alması gerektiği söylenebilir. Böylece teşviklerin uzun vadede yaratacağı teknolojik ilerleme, katma değer artışı, istihdam ve daha geniş vergi tabanı gibi hususlar karar alma süreçlerine dahil edilmelidir. Ayrıca bu bulgu, ar-ge ve inovasyon desteklerinin mali sürdürülebilirliğinin en güçlü destekleyicisi olup, kamu desteklerinin artırılarak devam ettirilmesi için rasyonel bir gerekçe sunmaktadır.

Bu çalışmanın içeriği farklı yılları kapsayacak şekilde, tamamlayıcı diğer değişkenlerle genişletilebilir. Ayrıca başka ülkelere ait verilerle de analizler yapılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir. Nedensellik ilişkileri farklı teknoloji yoğunluğuna sahip sektörler açısından da (yüksek, orta-yüksek, orta-düşük, düşük) analiz edilerek incelenebilir.

Kaynaklar

- Addison, T. & Levin, J. (2011). The determinants of tax revenue in Sub-Saharan Africa. *Journal of International Development*, 1–19.
- Agbeyegbe, T. D., Stotsky, J. & WoldeMariam, A. (2006). Trade liberalization, exchange rate changes, and tax revenue in Sub-Saharan Africa. *Journal of Asian Economics*, 17(2), 261-284. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2005.09.003>
- Aksoy, M., Yilmaz, M. K., Golgeci, I., Tatoglu, E., Canci, M. & Hızarcı, A. E. (2023). Untangling the influence of corporate sustainability on export intensity: The moderating role of R&D intensity. *Journal of International Marketing*. <https://doi.org/10.1177/1069031X231214233>
- Avdar, R. (2019). Ar-Ge çalışmalarının ihracat ve ekonomik büyüme üzerine etkisi: Türkiye örneği. *Econder International Academic Journal*, 3(2), 203-220. <https://doi.org/10.35342/econder.665074>
- Balkanlı, A. O. (2025). Analysis of The Impacts of R&D Expenditures on Export (An ARDL Bounds Test for Turkey, 2000-2023 Period). *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 17(2), 1630-1647. <https://doi.org/10.20491/isarder.2025.2056>
- Benfratello, L., Bottasso, A. & Piccardo, C. (2022). 'R&D and export performance: exploring heterogeneity along the export intensity distribution'. *Journal of Industrial and Business Economics*, 49(2), 189-232. <https://doi.org/10.1007/s40812-022-00209-1>
- Campos, A. C., Lopes, L. & Carreira, C. (2024). Spatial autocorrelation of exports and R&D expenditures in Portugal. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(2), 8632-8653. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01425-3>
- Canbay, Ş. (2020). Türkiye'de araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) harcamalarının ihracat üzerindeki etkileri. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (63), 131-140.
- Coşkun, H. & Eygü, H. (2020). Ar-Ge harcamaları ve ihracat ilişkisinin incelenmesi: Türkiye Örneği. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(İktisadi ve İdari Bilimler), 233-242. <https://doi.org/10.18506/anemon.761623>
- Çalışkan, Ş., Karabacak, M. & Meçik, O. (2017). Türkiye ekonomisinde eğitim harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Bootstrap Toda-Yamamoto nedensellik testi yaklaşımı. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (33), 45-56.
- Clarke, J. A. & Mirza, S. (2006). A comparison of some common methods for detecting Granger noncausality. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 76(3), 207-231. <https://doi.org/10.1080/10629360500107741>
- Dickey, D. A. & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431. <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>
- Dolado, J. J. & Lütkepohl, H. (1996). Making Wald tests work for cointegrated VAR systems. *Econometric Reviews*, 15(4), 369-386. <https://doi.org/10.1080/07474939608800362>
- Duman, E. (2021). In Turkey Economy Analysis of the Relationship Between R & D Investment Expenditures, Patent, Industrial Design, Exports and Real Economic Growth. *Turkish Studies-Economics, Finance, Politics*. <https://doi.org/10.7827/turkishstudies.46378>
- Duman, E. (2022). İleri Teknolojik Ürün İhracatı, Ekonomik Büyüme, Dış Ticaret ve Ar-Ge Yatırım Harcamalarının Analizi: Türkiye ve 7 Asya Ülke Örneği. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 23(2), 307-318. <https://doi.org/10.31671/doujournal.1003285>

- Dumrul, Y. & Kilicarslan, Z. (2018). The effect of research and development (R&D) expenditures on export: evidence from a panel of selected OECD countries. *Journal of Economics Finance and Accounting*, 5(3), 234-241. <https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2018.932>
- Dünya Bankası (2024a). *Ar-ge harcamaları*, <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> (Erişim Tarihi: 17 Ekim 2025)
- Dünya Bankası (2024b). *İhracat*. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> (Erişim Tarihi:17 Ekim 2025)
- Dünya Bankası (2025). *Vergi Gelirleri*. <https://data.worldbank.org/indicator/GC.TAX.TOTL.GD.ZS> (Erişim Tarihi:17 Ekim 2025)
- Egbunike, F. C., Emudainohwo, O. B. & Gunardi, A. (2018). Tax revenue and economic growth: A study of Nigeria and Ghana. *Signifikan: Jurnal Ilmu Ekonomi*, 7(2), 213-220. <http://dx.doi.org/10.15408/sjie.v7i2.7341>
- Eltony, N. M. (2002). The Determinants Of Tax Effort In Arab Countries. Kuwait: Arab Plannig Institue, API-Working Paper No 207, 1-44.
- Garba, L.S. (2014). Tax revenue and economic growth in Nigeria (Unpublished thesis). Zaria: Ahmadu Bello University.
- Gazel, S. (2019). BİST sinai endeksi ile çeşitli metaller arasındaki ilişki: Toda-Yamamoto nedensellik testi. *The Journal of Academic Social Science*, 52(52), 287-299. <https://doi.org/10.16992/ASOS.12637>
- Gnangnon, S. K. (2021). Export product diversification, poverty and tax revenue in developing countries. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 30(7), 957-987. <https://doi.org/10.1080/09638199.2021.1919182>
- Göçer, İ. (2013). Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatı, dış ticaret dengesi ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri. *Maliye Dergisi*, 165(2), 215-240.
- Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 424-438. <https://doi.org/10.2307/1912791>
- Granger, C. W. J. & Newbold, P. (1974). Spurious regressions in econometrics. *Journal of Econometrics*, 2(2), 111-120.
- 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>
- İnal, V., Altıntaş, N., & Çalışkan, M. (2016). Ar-Ge Harcamalarının Ekonomik Büyüme Etkisi: Türkiye Özelinde Nedensellik Analizi. *Sakarya Üniversitesi İktisat Dergisi*, 5(1), 34-47. <https://izlik.org/1A28HK98YX>
- Karabulut, R. & Şeker, K. (2018). Belirlenmiş değişkenlerin vergi gelirleri üzerindeki etkisi: çoklu doğrusal regresyon analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(3), 1049-1070.
- Karaca, Z. (2024). Türkiye İmalat Sanayinde Ar-Ge Personeli ve İhracat İlişkisi: Toda Yamamoto Nedensellik Analizi ile Bir Uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 20(ICMEB'24 Özel Sayı), 282-289. <http://dx.doi.org/10.17130/ijmeb.1487530>
- Karagöz, B. & Yıldırım, M. (2023). Türkiye’de ar-ge ve ihracat arasındaki nedensellik ilişkisi:1996- 2019 uygulaması. *Five Zero*, 3(2), 267-283. <https://doi.org/10.54486/fivezero.2023.28>
- Kaya, V. & Uğurlu, S. (2013). Ar-Ge harcamaları ile ihracat arasındaki ilişki: Türkiye örneği, 1990-2011. *Ekev Akademi Dergisi*, (57), 269-282.

- Külünk, İ. (2018). Türkiye’de Arge harcamaları, ihracat ve büyüme arasındaki ilişki: 1996-2016. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 73-82.
- Landesmann, M. & Pfaffermayr, M. (1997). Technological competition and trade performance. *Applied Economics*, 29(2), 179-196. <https://doi.org/10.1080/000368497327254>
- Lestari, F. A. P. & Yolanda, Y. (2023). Determinants of Tax Revenues and Human Development Index in Indonesia. *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research*, 4(4), 1287-1298. <https://doi.org/10.11594/ijmaber.04.04.24>
- Makun, K. & Singh, B. (2025). Trade deregulation and fiscal revenue in selected Pacific Island countries. *PLoS One*, 20(1), e0315733. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0315733>
- Minh Ha, N., Tan Minh, P. & Binh, Q. M. Q. (2022). The determinants of tax revenue: A study of Southeast Asia. *Cogent Economics & Finance*, 10(1), 2026660. <https://doi.org/10.1080/23322039.2022.2026660>
- Moneta, A., Chlaß, N., Entner, D. & Hoyer, P. (2011). Causal search in structural vector autoregressive models. In *NIPS Mini-Symposium on Causality in Time Series* (pp. 95-114). PMLR.
- OECD. (2024). Vergi Gelirleri, <https://www.oecd.org/en/data.html> (Erişim Tarihi: 11 Haziran 2025)
- Özer, M. & Çiftçi, N. (2009). Ar-Ge harcamaları ve ihracat ilişkisi: OECD ülkeleri panel veri analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(3), 39-50.
- Özkurt, İ. C. (2024). Türkiye’de İnovasyon Faaliyetleri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Nedensellik Analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26(1), 164-176. <https://doi.org/10.32709/akusosbil.1103377>
- Pala, O. & Aksaraylı, M. (2017). Veri zarflama analizi ve kümeleme analizi kullanılarak OECD’ye üye ülkelerin ekonomik performansları, yaşam memnuniyeti ve inovasyon düzeyleri açısından incelenmesi. *Aydın İktisat Fakültesi Dergisi*, 2(2), 67-80.
- Phillips, P. C. & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346. <https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335>
- Rauf, A. & Bao, Y. (2024). Assessing the effect of domestic and foreign R&D on export: Empirical evidence from China. *International Journal of Emerging Markets*, 19(11), 3828-3847. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-02-2022-0282>
- Ryan, O., Haslbeck, J. M. & Waldorp, L. J. (2025). Non-stationarity in time-series analysis: Modeling stochastic and deterministic trends. *Multivariate Behavioral Research*, 60(3), 556-588. <https://doi.org/10.1080/00273171.2024.2436413>
- Sey, N., & Aydın, B. (2021). Türkiye’de yüksek teknoloji ürün ihracatı ve inovasyon ilişkisi üzerine ekonometrik bir inceleme. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 11(1), 238-252. <https://doi.org/10.48146/odusobiad.785193>
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York: Harper and Row.
- Simionescu, M., Schneider, N. & Gavurova, B. (2022). Decarbonized energies and the wealth of three European nations: A comparative nexus study using Granger and Toda-Yamamoto approaches. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 817982. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.817982>
- Sims, C. A., Stock, J. H. & Watson, M. W. (1990). Inference in linear time series models with some unit roots. *Econometrica*, 58(1), 113-144. <https://doi.org/10.2307/2938337>
- Stotsky, J. & Woldemariam, A. (1997). Tax Efforts in Sub-Saharan Africa, (WP/97/107), IMF Working Paper

- Sungur, O., Aydın, H. & Eren, M. (2016). Türkiye’de ar-ge, inovasyon, ihracat ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Asimetrik nedensellik analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 173-192.
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of econometrics*, 66(1-2), 225-250. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01616-8](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01616-8)
- Turan, A., Berber, D. & Zeren, F. (2023). Ar-Ge Harcamalarının İhracata Etkisi: G7 Ülkeleri Örneği. *Ekonomi İşletme ve Yönetim Dergisi*, 7(1), 43-63. <https://doi.org/10.7596/jebm.30062023.002>
- Umar, M. & Dahalan, J. (2016). An application of asymmetric Toda-Yamamoto causality on exchange rate-inflation differentials in emerging economies. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 6(2), 420-426.
- Vivien, O. P., Emmanuel, D. K. M., Marcel, A. K., & Georges, F. E. (2023). Financial Development and Its Impact on Tax Revenue in Côte d’Ivoire. *International Journal of Economics and Finance*, 15(9). <https://doi.org/10.5539/ijef.v15n9p118>
- Yıldırım, E., & Kesikoğlu, F. (2012). Ar-Ge harcamaları ile ihracat arasındaki nedensellik ilişkileri: Türkiye örneğinde panel nedensellik testi kanıtları. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 32(1), 165-180.
- Zhang, K., Guo, Y. & Hu, X. (2024). Does Tax Sharing Matter for Export Quality Upgrading? Evidence from China. *Sustainability*, 16(11), 4748. <https://doi.org/10.3390/su16114748>