

Araştırma Makalesi / Research Article

TÜRKİYE VE AB ÜLKELERİNDE AR-GE HARCAMALARI EKONOMİK BÜYÜMEYİ ETKİLİYOR MU?

Zekiye ÖRTLEK¹ 

ÖZET

Çalışmanın amacı, 2012-2020 dönemi için Türkiye ve Avrupa Birliği (AB) üyesi 24 ülkede Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi tespit etmek ve elde edilen bulgular doğrultusunda politika önerileri sunmaktır. Bu ilişkinin analizinde Arellano ve Bover/Blundell ve Bond'un iki aşamalı Sistem Genelleştirilmiş Momentler Modeli (Sistem GMM) kullanılmıştır. Analiz kapsamında değerlendirilen göstergeler arasında kişi başına gayri safi yurt içi hasıla (GSYH) oranı, Ar-Ge harcamaları, karbondioksit (CO2) emisyonları, bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) ihracatı, işgücüne katılım oranı ve okullaşma oranı bulunmaktadır. Öncelikle bu değişkenler arasında korelasyon ilişkisi incelenmiş ve ardından Ar-Ge harcamaları, CO2 emisyonları, BİT ihracatı, işgücüne katılım oranı ve okullaşma oranının kişi başına GSYH oranı ile olan ilişkisi Sistem GMM yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analizde kişi başına GSYH oranında meydana gelen artışın Ar-Ge harcamaları üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğunu ve bu etkinin istatistiksel olarak anlamlı (0.044) olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeye olan katkısının her zaman pozitif olmayabileceğini ve bu ilişkinin ülkelerin ekonomik yapıları, inovasyon kapasitesi ve Ar-Ge yatırımlarının etkinliği gibi faktörlere bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ar-Ge, İnovasyon, Ekonomik Büyüme, Sistem GMM

JEL Sınıflandırması: O30, O32, O47, C10

DO R&D EXPENDITURES IMPACT ECONOMIC GROWTH IN TURKEY AND EU COUNTRIES?

ABSTRACT

The aim of the study is to determine the relationship between R&D expenditures and economic growth in Turkey and 24 European Union (EU) member countries during 2012-2020 and to provide policy recommendations in line with the findings. Arellano and Bover/Blundell and Bond's two-stage System Generalized Moments Model (System GMM) was used to analyze this relationship. The indicators considered in the analysis include gross domestic product (GDP) per capita, R&D expenditures, carbon dioxide (CO2) emissions, information and communication technologies (ICT) exports, labor force participation rate and schooling rate. First, the correlation relationship between these variables was examined and then the relationship between R&D expenditures, CO2 emissions, ICT exports, labor force participation rate and schooling rate and GDP per capita ratio was analyzed using the System GMM method. This analysis reveals that an increase in the GDP per capita ratio has a negative effect on R&D expenditures and this effect is statistically significant (0.044). These results indicate that the contribution

¹ Öğr. Gör. Dr., Aksaray Üniversitesi, Eski Meslek Yüksekokulu, Aksaray, Türkiye, zekiyeortlek@aksaray.edu.tr

of R&D expenditures to economic growth may not always be positive and this relationship may vary depending on factors such as the economic structures of countries, innovation capacity and the efficiency of R&D investments.

Keywords: R&D, Innovation, Economic Growth, System GMM

JEL Classification Codes: O30, O32, O47, C10

EXTENDED SUMMARY

Purpose

The study investigates the relationship between Research and Development (R&D) expenditures and economic growth across Turkey and 24 European Union (EU) countries for the period of 2012-2020. Utilizing the System Generalized Method of Moments (System GMM) approach, the study aims to identify the dynamics of this relationship and provide policy recommendations based on the findings. Key variables include GDP per capita, R&D expenditures, CO2 emissions, ICT exports, labor force participation, and schooling rates. The analysis evaluates whether R&D investments consistently foster economic growth or if their impact varies depending on contextual factors such as innovation capacity and economic structure.

Literature Review

R&D plays a critical role in driving innovation and fostering economic competitiveness. Previous studies reveal mixed findings regarding the R&D-economic growth relationship. Ulku (2004) identified a strong positive link between innovation and GDP per capita, while Özcan & Arı (2014) found that R&D expenditures generally support growth, with variations across countries. Other studies, like Yıldırım & Kantarcı (2018), concluded that R&D's impact on economic growth was statistically insignificant. Additionally, Khan & Pazir (2023) emphasized the growth-enhancing effects of high innovation activities, while Dritsaki & Dritsaki (2023) highlighted R&D as a determinant of socio-economic development. These inconsistencies suggest that the effect of R&D on growth is influenced by factors such as national innovation systems, resource allocation efficiency, and economic policy frameworks.

Methodology

This empirical analysis employs a balanced panel dataset covering 25 countries over nine years (2012-2020). The data, sourced from the World Bank, includes variables such as GDP per capita, R&D expenditures, CO2 emissions, ICT exports, labor force participation, and schooling rates. The study uses the System GMM approach to address endogeneity concerns and account for dynamic panel data characteristics. Lagged values of GDP per capita were incorporated as explanatory variables to capture persistence in economic growth trends. The econometric model also tests the validity of instruments using the Sargan test and assesses autocorrelation with Arellano-Bond tests.

Results and Conclusion

The analysis finds that GDP per capita's lagged value positively and significantly influences current economic growth. However, R&D expenditures negatively impact GDP per capita, with a statistically significant coefficient (-0.248). CO2 emissions, labor force participation

rates, and schooling rates also exhibit negative relationships with economic growth. Conversely, ICT exports positively contribute to GDP per capita, emphasizing the importance of digital innovation in fostering growth.

These findings indicate that the contribution of R&D to economic growth is not uniformly positive. Instead, its effectiveness depends on factors like technological advancements, the quality of innovation outputs, and structural differences among countries. The negative impact of R&D expenditures could stem from inefficiencies in translating research activities into marketable innovations, particularly in less developed regions.

The study highlights the nuanced and context-dependent relationship between R&D expenditures and economic growth in Turkey and EU countries. While R&D is a vital component of innovation-driven growth, its impact varies based on economic structures, resource allocation efficiency, and innovation ecosystems. Policy recommendations include fostering high-value-added technological exports, improving the efficiency of R&D investments, and addressing regional disparities in innovation capabilities. Future research could explore these dynamics using alternative methods and extended datasets to enrich the understanding of R&D's role in economic growth.

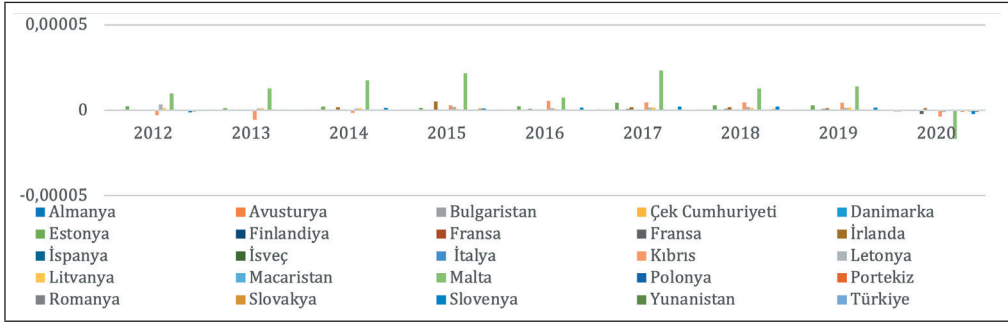
1. Giriş

Ar-Ge, işletmelerin, hükümetlerin ve kuruluşların yeni ürün ve hizmetler geliştirmek veya teknolojiler yaratmak için sunduğu sistematik faaliyetleri kapsamaktadır. Aynı zamanda Ar-Ge, bilgi ve teknolojinin yayılımını da hızlandırarak işletme gelirlerinin artmasına yardımcı olmaktadır (Dritsaki & Dritsaki, 2023: 1). Ar-Ge, yeni ürün ve hizmetlerin geliştirilmesinin ve potansiyel üretim sürecinin ilk basamağını oluşturmaktadır. Sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanmasında ve rekabet edilebilirliğin artırılmasında, Ar-Ge harcamalarının GSYH'deki oranı ve inovatif faaliyetler etkili olmaktadır. Aynı zamanda Ar-Ge, inovasyonun lokomotifleri olarak kabul edilmektedir. Ayrıca teknolojik ilerleme sonucu enerji verimliliği sağlayan teknolojik gelişmelerle birlikte enerji tüketiminin artması, olağanüstü düzeyde ekonomik büyümeyi de tetikleyebilmektedir (Tay Bayramoğlu & Yıldırım, 2017: 172). Bu durum aynı zamanda, çevrenin de korunması doğrultusunda, yabancı şirketlerden teknoloji transferi artırılarak çevre dostu üretim tekniklerinin yaygınlaştırılmasını da sağlayabilmektedir (Öztürk & Öz, 2016: 284). İnovasyon ise araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin piyasada rekabet edilebilirliğini sağlamaktadır (Aghion & Howitt, 2004: 1). Ülkelerin teknoloji düzeyleri ve üretim yapısındaki gelişmeler küreselleşme süreci (Ersoy & Karşıyakalı, 2022: 513) ile şekillenerek geçen süreç içerisinde küreselleşme de giderek hızlanmıştır (Tolgay & Çakır, 2022: 1681). Bu bağlamda ülkelerin büyüme ve kalkınma hedeflerinin temelini Ar-Ge ve inovasyon faaliyetleri oluşturmaktadır. İnovasyon, yeni ürünler, endüstriler ve pazarların gelişmesini sağlayarak istihdam yaratmakta, ekonomik büyüme ve üretkenliği artırmaktadır. Çeşitli sektörlerde ekonomik büyümeyi teşvik ederek yaşam standartlarını ve gelir seviyesini etkilemektedir. Dolayısıyla inovasyon, maliyetleri minimize ederek etkinlik ve verimliliği artırmakta ve aynı zamanda rekabetçi yapıyı güçlendirmektedir. Ar-Ge ve ekonomik büyüme ilişkisine yönelik literatür incelendiğinde; Ulku (2004), inovasyon ile GSYH arasında pozitif, güçlü bir ilişki olduğunu ve Ar-Ge'ye yönelik yatırımlar teşvik edilerek inovasyonların artacağı sonucuna ulaşmıştır. Fakat Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme ile ilişkisinin negatif yönlü ve anlamsız olduğu yönündedir.

Dolayısıyla Özcan ve Arı (2014), Ar-Ge harcamaları genel olarak büyümeyi pozitif, bazı ülkelerde ise büyümeyi negatif yönde etkilediği; Yıldırım ve Kantarcı'nın (2018) çalışması ise Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde istatistiki olarak anlamsız bir etki yarattığı yönünde olup çalışmamızı destekler niteliktedir. Aynı şekilde, Khan & Pazir'in (2023) çalışması da yüksek inovasyon faaliyetlerinin büyümeyi desteklediği yönündedir.

Bu çalışmayla Sistem GMM'yi uygulayarak Türkiye ve AB ülkelerinde, ekonomik büyüme ile Ar-Ge'nin nasıl bir ilişki içerisinde olup olmadığını ortaya koymak ve elde edilen bulgular ışığında ekonomik büyümeyi geliştirmek için Ar-Ge konusunda neler yapılabileceğine yönelik politika önerileri sunmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda bu ülke grubunda, bağımlı değişken olarak Ar-Ge harcamalarını kullandığımızda Ar-Ge harcamalarının bir dönem gecikmesi negatif ve anlamlı bir etkiye sahip olmaktadır.

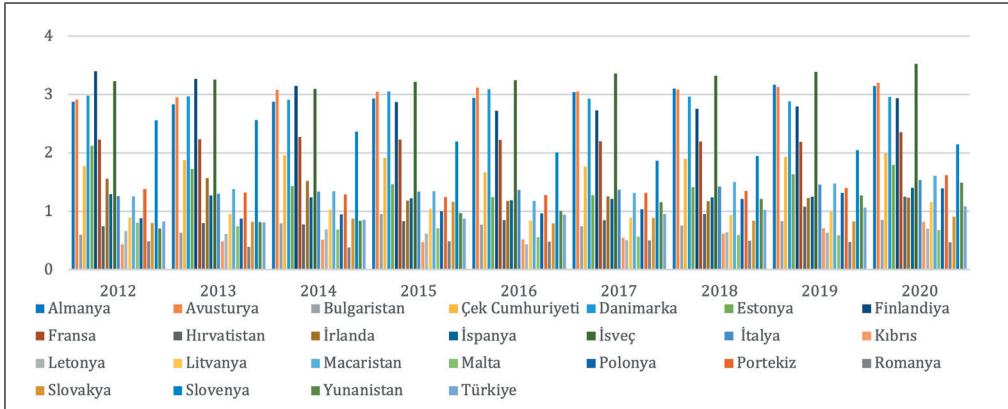
Şekil 1: Kişi Başına GSYH Oranı



Kaynak: World Bank, 2023.

Şekil 1'de 2012-2020 yılları arasında AB ülkeleri ve Türkiye'nin kişi başına GSYH oranları gösterilmektedir. Grafikte görüldüğü üzere AB ülkeleri içerisinde 2012-2019 döneminde Malta'nın kişi başına GSYH diğer AB ülkelerine göre yüksek olmaktadır. 2020 yılı içerisinde ise Malta, 25 ülke içerisinde kişi başına GSYH'si en düşük olan ülke konumundadır.

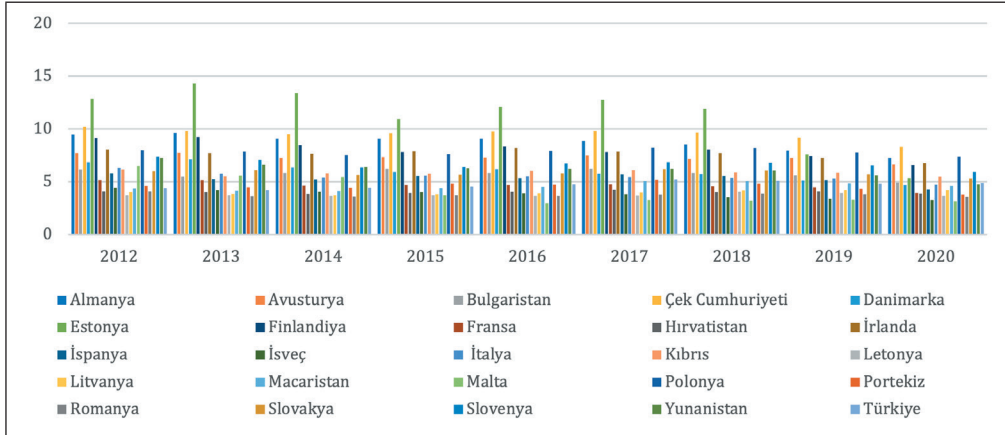
Şekil 2: Ar-Ge Harcamaları



Kaynak: World Bank, 2023.

Şekil 2’de 2012-2020 yılları arasında AB ülkeleri ve Türkiye’nin Ar-Ge’nin GSYH içerisindeki yeri gösterilmektedir. Ar-Ge harcamalarının GSYH içerisindeki payının en yüksek olduğu ülke 2012-2014 yılları arasına kadar Finlandiya iken 2015 yılından itibaren en fazla olduğu ülke İsveç’tir. Sonrasında ise genel olarak Avusturya, Almanya ve Danimarka izlemektedir. Ar-Ge harcamalarının GSYH içerisindeki payının en düşük olduğu ülkeler ise Romanya, Malta, Kıbrıs ve Letonya olmaktadır.

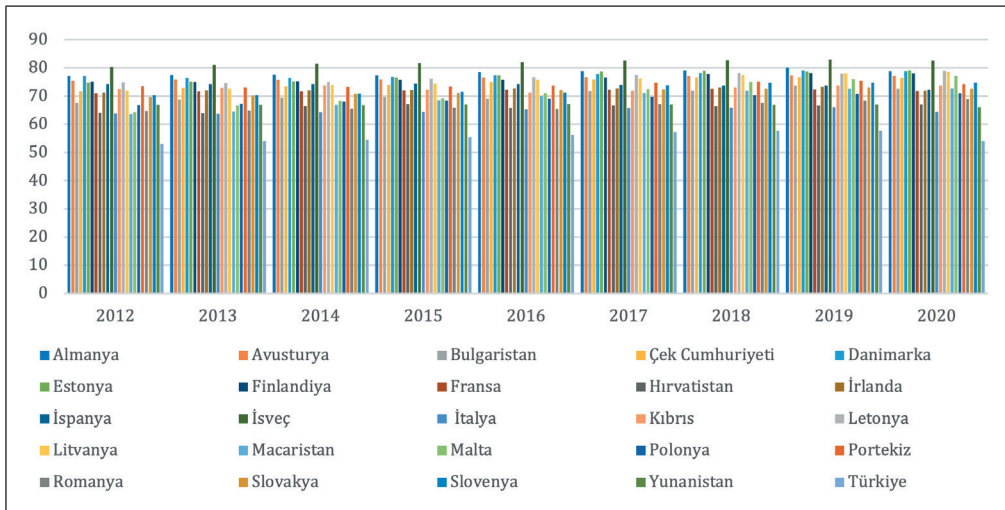
Şekil 3: CO₂ Emisyonu



Kaynak: World Bank, 2023.

Şekil 3’te, 2012-2020 yılları arasında AB ülkeleri ve Türkiye’nin CO₂ emisyonları gösterilmektedir. 2012-2018 yılları arasında CO₂ emisyonunun en yüksek olduğu ülke, Estonya iken; 2019-2020 yılları arasında Çek Cumhuriyeti olduğu görülmektedir.

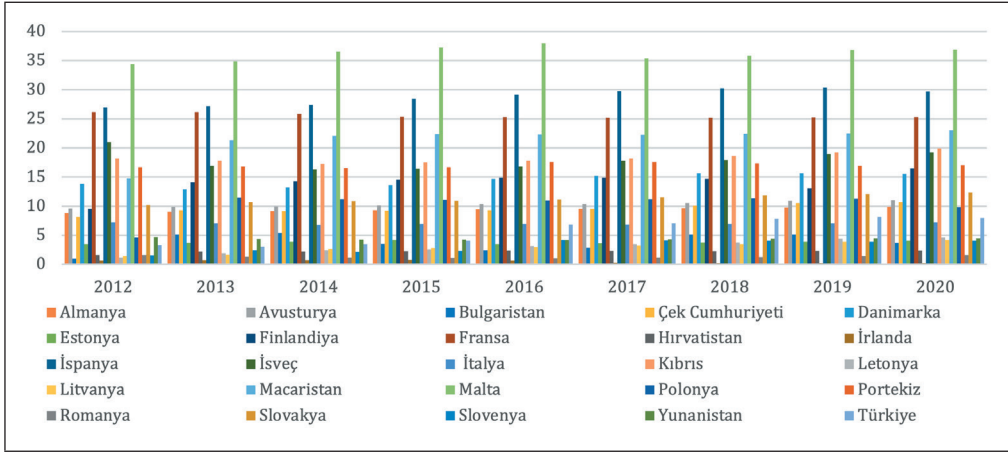
Şekil 4: İşgücüne Katılım Oranı



Kaynak: World Bank, 2023.

Şekil 4'te, 2012-2020 yılları arasında AB ülkeleri ve Türkiye'nin işgücüne katılım oranları gösterilmektedir. Yıllar itibarıyla işgücüne katılım oranının en yüksek olduğu ülke İsveç iken; en düşük olduğu ülke Türkiye'dir. Bu noktada işgücüne katılım oranı göstergeleri ülke bazında farklılık göstermektedir. Bu sonucun ortaya çıkma nedenleri arasında; kadınların işgücü piyasasına entegrasyonunu kolaylaştıran kurumsal yapıların mevcudiyeti, erken çocukluk bakım hizmetlerinin yaygınlığı, cinsiyet eşitliğini önceleyen sosyal politika uygulamaları ve eğitim düzeyindeki farklılıklar sayılabilmektedir. Ayrıca, İsveç'te uygulanan aktif işgücü piyasası politikalarının ve esnek çalışma modellerinin işgücüne katılımı teşvik ettiği, buna karşın Türkiye'de yapısal işgücü piyasası zorlukları, kadınların geleneksel aile rolleri nedeniyle işgücünden uzak kalması gibi faaliyetler katılım oranlarının düşük olma nedenleri arasında sıralanabilmektedir.

Şekil 5: Okul Kaydı



Kaynak: World Bank, 2023.

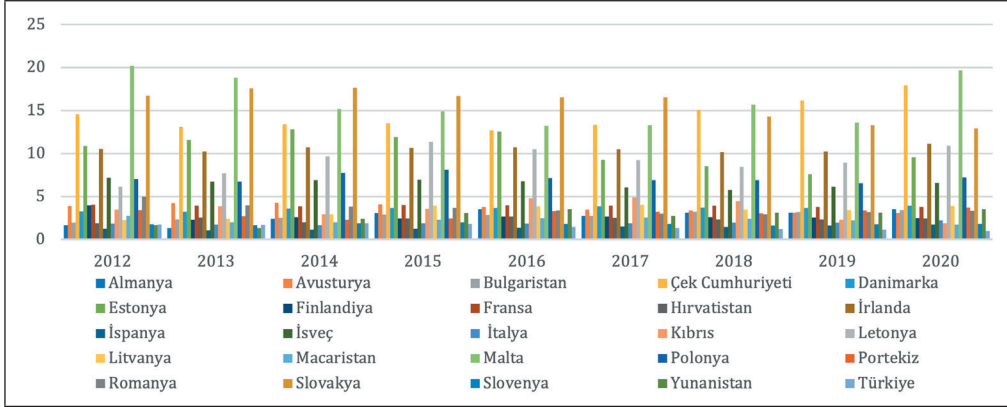
Şekil 5'te, 2012-2020 yılları arasında AB ülkeleri ve Türkiye'nin okul kaydı gösterilmektedir. Okul kaydı AB ülkeleri ve Türkiye'ye göre en yüksek olan ülke Malta olup sonrasında sırası İspanya ve Fransa izlemektedir. Bir toplumun temel unsurları olan bireylerin gelişim süreçlerinde, eğitim alanında yapılan harcamalar, derinden etki etmektedir (Çalışkan vd., 2018: 77).

Şekil 6'da, 2012-2020 yılları arasında AB ülkeleri ve Türkiye'nin bilgi ve iletişim teknolojileri ihracatı gösterilmektedir. Malta'nın bilgi ve iletişim teknolojileri ihracatı 2012 yılında diğer AB ülkelerine ve Türkiye'ye göre en yüksek olup zaman içerisinde dalgalı seyir izleyerek 2019 yılında yeniden artışa geçmiştir.

Çalışmada ele alınan temel değişkenler (Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme) grafik halinde sunulmaktadır. Grafikleri genel olarak değerlendirdiğimizde, AB ülkeleri içerisinde İsveç'in Ar-Ge harcamalarında yüksek olduğu görülmektedir. İsveç'in GSYH içerisinde Ar-Ge harcamalarının payının yüksek olmasının nedenleri arasında teknolojik ve bilimsel gelişmelerin etkisi söz konusu olmaktadır. Aynı zamanda İsveç, kişi başına en fazla bilimsel çalışma

düşen ve araştırma etkinlikleri oldukça yüksek olan ülke konumunda yer almaktadır (www.swedenabroad.se). Bu açıdan Türkiye ve AB ülkelerinde girişimcileri destekleyen yeni ürün ve süreçlerin gelişimini destekleyen çalışmalara ağırlık verilmelidir.

Şekil 6: Bilgi ve İletişim Teknolojileri İhracatı



Kaynak: World Bank, 2023.

Bu çalışma, beş kısımdan oluşacak şekilde yapılandırılmıştır. Giriş kısmının ardından, ikinci kısımda ilgili literatürün gözden geçirilmesine yer verilmektedir. Bu kısımda, Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalar incelenmiştir. Üçüncü kısım, bu çalışmanın metodolojisi ve kullanılan veriler hakkında bilgi sunmaktadır. Son olarak, bulgular bir araya getirilerek sonuç bölümü ile tamamlanmaktadır.

2. Literatür İncelemesi

Ar-Ge harcamaları yeni malzemeler, süreçler ve ürünler ortaya koyarak üretim kapasitesini devamlı bir şekilde geliştirmektedir (Altıntaş & Mercan, 2015: 347). İnovasyon, yeni veya önemli derecede iyileştirilmiş süreç ve ürünlerin geliştirilmesidir (Çütcü & Bozan, 2019: 289). Ar-Ge, ekonomik büyüme ve uluslararası düzeyde rekabet avantajının sağlanmasında, ekonomik istikrarsızlığın önlenmesinde önemli roller üstlenmektedir (Altıntaş & Mercan, 2015: 347). Tablo 1’de, Ar-Ge’nin ekonomik büyüme ile ilişkisi kapsamında mevcut literatürü özetleyen çalışmalar aşağıda özetlenmektedir.

Literatür taraması sonucunda, Tablo 1’de, Goel & Ram (1994), Özer & Çiftçi (2009), Kim (2009), Altın & Kaya (2009) (uzun dönem), Gülmez & Yardımcıoğlu (2012), Özcan & Arı (2014), Altıntaş & Mercan (2015), Güneş (2019), Tung & Hoang (2023) Ar-Ge ve ekonomik büyüme arasında direkt veya dolaylı yoldan bir ilişkiye ulaşırlarken; Samimi & Alerasoul (2009), Altın & Kaya (2009) (kısa dönem), Yıldırım & Kantarcı (2018), Güneş (2019)’in çalışmalarında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Segerstrom (2000), Ar-Ge teşviklerinin uzun dönemde, ekonomik büyümeyi hem negatif hem de pozitif etkilediğini ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte Khan & Pazir (2023), yüksek inovasyon faaliyetlerinin büyümeyi desteklediği; Dritsaki & Dritsaki (2023), Ar-Ge ve inovasyonun iktisadi ve sosyal kalkınmanın belirleyicisi

konumunda olduğundan dolayı ekonomik büyümenin, ekonomik faaliyetlerin tüm boyutlarında belirleyici olduğu; Acar & Kesici (2024), Ar-Ge harcamalarının büyüme üzerindeki marjinal etkisi artan eğilimli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. İslam vd. (2024), kısa vadede Ar-Ge ve sermaye stokunun etkili olduğu bulgusunu desteklemektedirler.

Tablo 1: Ar-Ge ve Ekonomik Büyüme İlişkisi

Yazar	Ülke	Dönem	Yöntem	Sonuç
Goel & Ram (1994)	52 Ülke/32 az gelişmiş ülke ve 18 gelişmekte olan ülke	1960-1985	Yatay kesit analizi	Ekonomik büyüme üzerinde Ar-Ge pozitif bir etki yaratsa da istatistiksel anlamlılığı çok düşüktür.
Segerstrom (2000)	ABD, Fransa, Japonya, İsviçre, Birleşik Krallık	1965-1993	Model	Ar-Ge teşvikleri, uzun vadeli ekonomik büyümeyi hem pozitif hem de negatif etkilemektedir.
Zachariadis (2004)	10 OECD	1971-1995		Ar-Ge yoğunluğunun çıktı ve verimlilik artışı üzerinde pozitif bir etkisi vardır.
Ulku (2004)	OECD ülkeleri	2004	Panel veri	Kişi başına GSYH ile inovasyon arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğu ve Ar-Ge'ye yatırımlar teşvik edilerek inovasyonların artacağı sonucuna ulaşılmaktadır.
Kim (2009)	Kore	1976-2009	Model	Ar-Ge stokları, ekonomik büyümeye katkı sağlamaktadır.
Altın & Kaya (2009)	Türkiye/	1990-2005	VEC modeli	Ar-Ge harcamaları ile büyüme arasında kısa dönemde, ilişki bulunmazken; Ar-Ge'nin ekonomik büyümenin sebebi olduğuna yönelik tespitler, uzun dönemde analiz edilmiştir.
Samimi & Alerasoul (2009)	30 gelişmekte olan ülke	2000-2006	Panel regresyon yöntemi	Ar-Ge harcamaları ile büyüme arasında anlamlı bir ilişki yoktur.
Özer & Çiftçi (2009)	OECD ülkeleri	1993-2005	Panel veri	Ar-Ge harcamaları, araştırmacı ve patent sayıları ile GSYH büyüme oranları arasında yüksek oranlı pozitif bir ilişki söz konusudur.
Gülmez & Yardımcıoğlu (2012)	21 OECD ülkesi	1990-2010	Pedroni ve Kao eşbütünleşme testleri, Pedroni FMOLS, DOLS, testleri, Pedroni panel nedensellik analizi	Ekonomik büyüme ile Ar-Ge harcamaları arasında uzun dönemde karşılıklı olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Tablo 1 devam

Özcan & Arı (2014)	15 OECD ülkesi	1990-2011	Panel veri	Ar-Ge harcamaları genel olarak büyümeyi pozitif etkilerken bazı ülkelerde büyümeyi negatif etkilemektedir.
Altıntaş & Mercan (2015)	21 OECD ülkesi	1996-2011	Yeni nesil panel veri yöntemi	Ar-Ge’de meydana gelen artış ekonomik büyümeyi artırıcı bir etki yaratmaktadır.
Bozkurt (2015)	Türkiye	1998-2013	Johansen eş-bütünleşme testi	Ekonomik büyüme sürecinde Ar-Ge yatırımları büyük öneme sahiptir.
Yıldırım & Kantarcı (2018)	15 Gelişmekte olan ülke	1998-2013	Panel veri	Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip değildir.
Güneş (2019)	32 OECD ülkesi	2000-2014	Panel veri	Ekonomik büyümeden Ar-Ge harcamalarına yönelik tek yönlü nedensellik vardır.
Tung & Hoang (2023)	Gelişmekte Olan 29 Ülke	1996-2019	Panel veri	Politika yapıcılara göre Ar-Ge, ekonomik büyümeyi desteklemede temel kalkınma stratejisidir.
Khan & Pazir (2023)	Gelişmekte olan 40 ülke	1996-2020	Panel veri	Yüksek inovasyon faaliyetleri büyümeyi desteklemektedir.
Dritsaki & Dritsaki (2023)	AB Ülkeleri	2007-2020	PVAR modeli	Ar-Ge ve inovasyon ekonomik büyümenin, ekonomik faaliyetlerin tüm boyutlarında belirleyicidir.
Acar & Kesici (2024)	Türkiye	1990 – 2021	Zaman serisi	Ar-Ge harcamaları ekonomik büyüme üzerinde anlamlı ve pozitif etkilidir.
İslam vd. (2024)	25 orta gelirli ülke	1996 – 2021	Panel ARDL modeli, Westerlund eşbütünleşme testi	Ar-Ge harcamaları orta gelirli ülkelerde uzun vadede ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve anlamlı etkiye sahiptir.

Kaynak: Yazarın kendisi tarafından hazırlanmıştır.

Sonuç olarak tablo, farklı bölge ve ülkelerde, Ar-Ge ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çok sayıda akademik çalışmanın bir özetini sunmaktadır. Bu ilişkiyi araştırmak için panel veri analizi, kesit analizleri ve modeller gibi çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Dolayısıyla Ar-Ge’nin ekonomik büyüme üzerinde genel olarak olumlu bir etkisi olduğunu, ancak bu etkinin anlamlılığının çalışmalar arasında farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Politika yapıcılara göre, ekonomik büyümeyi teşvik etmek için Ar-Ge birincil kalkınma stratejisi olarak kullanılmalıdır.

3. Veri ve Metodoloji

Bu çalışma ile amaçlanan Ar-Ge'nin ekonomik büyüme ile olan ilişkisini ampirik olarak analiz etmektir. Bu amaç kapsamında AB ülkeleri ve Türkiye'ye ait veriler derlenerek panel veri seti oluşturulmuştur. 2012-2020 dönemi için bir veri seti elde edilmiştir. Analizde kullanılan veri setine yönelik temel bilgiler ise Tablo 2'de rapor edilmiştir. Kişi başına GSYH, Ar-Ge harcamaları, CO₂ emisyonu, işgücüne katılım oranı, bilgi ve iletişim teknolojileri ve eğitim ile ilgili değişkenler, Dünya Bankası'nın veri tabanından derlenmiştir.

Tablo 2: Analizde Kullanılan Değişkenlere Yönelik Temel Bilgiler

Değişken	Açıklamalar	Kısaltma	Periyod	Kaynak
Kişi başına GSYH	\$	kgdp	2012-2020	WB
Ar-Ge Harcamaları	Ar-Ge harcamaları (GSYH %)	arge	2012-2020	WB
Karbondioksit Emisyonu	Kişi başına metrik ton	co ₂	2012-2020	WB
İşgücüne katılım oranı	(% 15-64 yaş arası toplam nüfus)	iko	2012-2020	WB
Eğitim	Okula kayıt (Toplam ortaöğretim %)	okul	2012-2020	WB
Bilgi ve İletişim Teknolojileri	BİT mal ihracatı (toplam mal ihracatının yüzdesi)	ict	2012-2020	WB

Not: Serilerin doğal logaritmaları alınarak analiz edilmiştir. WB: World Bank, WIPO: World Intellectual Property Organization

Çalışmada Ar-Ge ve inovasyonun ekonomik büyüme ile ilişkisi araştırılırken Ar-Ge harcamaları, CO₂ emisyonu, işgücüne katılım oranı, bilgi ve iletişim teknolojileri ile eğitim göstergelerinden yararlanılmaktadır. Samimi & Alerasoul (2009) ve Yıldırım & Kantarcı (2018)'nin çalışmaları dikkate alınarak AB ülkelerinde Ar-Ge'nin ekonomik büyüme ile ilişkisini belirleyebilmek için bir model oluşturulmuştur. Dolayısıyla kişi başına GSYH oranı, Ar-Ge harcamaları, CO₂ emisyonu, işgücüne katılım oranı, bilgi ve iletişim teknolojileri ile eğitim değişkenleri modele dahil edilerek ekonomik büyüme üzerindeki etkisi incelenmektedir. Ar-Ge'yi ölçmek açısından GSYH içerisinde Ar-Ge'nin payı ve GSYH büyüme oranı dikkate alınmaktadır. Ar-Ge harcamaları, CO₂ emisyonu, işgücüne katılım oranı, bilgi ve iletişim teknolojileri ile eğitim için WB'den elde edilen verilerle Stata-17 paket programları kullanılarak iki aşamalı Sistem GMM tahmincisi kullanılmıştır. Dolayısıyla Sistem GMM yönteminin seçilme nedenlerini açıklayacak olursak;

- Sistem GMM yöntemi, panel veri setlerinde endojenlik sorununu ortadan kaldırmak için güçlü bir araçtır. Çalışmada kullanılan değişkenlerin (özellikle GSYH, Ar-Ge harcaması gibi) hem gecikmeli değerlerinin hem de içsel niteliklerinin bulunması, bu yöntemin tercih edilmesinin temel nedenidir.
- Arellano & Bover (1995) ile Blundell ve Bond (1998) tarafından geliştirilen iki aşamalı Sistem GMM yöntemi, hem birinci fark hem de seviye denklemlerini içerecek şekilde tahmin yapılmasına olanak tanımaktadır. Bu, özellikle kısa zaman diliminde (T küçük) ve geniş örnekleme (N büyük) daha güvenilir sonuçlar sağlamaktadır.

- Bu yöntem, oto-korelasyon, heteroskedastisite ve içsellik gibi sorunlara karşı dayanıklı olduğu için sabit etkiler (FE) ya da rastgele etkiler (RE) modellerine kıyasla daha uygundur.

Aynı zamanda System GMM modelinin güvenilirliği ve geçerliliği için Sargan testi ve Arellano-Bond testi uygulanmıştır. Sargan testi, modelde kullanılan araç değişkenlerinin geçerliliğini test etmektedir. Aşırı tanımlı kısıtlamalarla ilişkili olarak araçların uygunluğu sınanmaktadır. Anlamlı olmayan ($p > 0.05$) bir Sargan test sonucu, kullanılan araç değişkenlerin modelle tutarlı olduğunu göstermektedir. Arellano-Bond otokorelasyon testi ise modelde birinci dereceden AR(1) ve ikinci dereceden AR(2) otokorelasyon olup olmadığını test etmektedir. AR(1) testinin anlamlı, AR(2) testinin ise anlamlı olmaması beklenmektedir. Çünkü model varsayımlarına göre ikinci dereceden otokorelasyonun olmaması gerekmektedir. Bu sonuçlar, modelin dinamik yapıya uygunluğunu ve tahminlerin güvenilirliğini göstermek açısından önemli taşımaktadır.

Tablo 3'te tanıtılan verilere yönelik temel betimleyici istatistikler raporlanmıştır.

Tablo 3: Veri Setine Yönelik Temel Betimleyici İstatistikler ve Korelasyon Tablosu

	kgdp	arge	co ₂	ıko	ıct	okul
Ortalama	8.38E-0	1.549	5.973	72.124	5.492	11.297
Medyan	1.59E-0	1.275	5.595	72.735	3.483	9.551
Maksimum	2.33E-0	3.527	14.299	82.930	20.204	37.979
Minimum	-1.67E-0	0.381	2.969	52.998	1.004	0.207
Standart Hata	3.31E-0	0.887	2.086	5.611	4.595	9.246
Çarpıklık	3.224	0.740	1.190	-0.908	1.370	1.001
Basıklık	26.089	2.221	4.680	4.273	3.808	3.339
Gözlem Sayısı	225	225	225	225	225	225
Korelasyon	kgdp	arge	co₂	ıko	ıct	okul
lkgdp	1.0000					
large	-0.370	1.0000				
Lco₂	-0.093	0.435	1.0000			
lko	0.207	0.486	0.237	1.0000		
lct	0.490	-0.162	0.187	0.319	1.0000	
lokul	-0.167	0.317	-0.051	0.189	-0.049	1.000

Çalışmada kullanılan veriler yıllık frekansta incelenmiş olup, analiz kapsamında yer alan panel veri seti dengeli panel özelliği taşımaktadır. Bu durum, örneğin Ar-Ge harcamalarının 225 gözlemden oluşması ve diğer bağımsız değişkenlerin de aynı gözlem sayısına sahip olmasıyla açıkça görülmektedir. Tablo 4'te sunulan betimleyici istatistikler, değişkenlerin logaritması alınmadan, doğrudan ham değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Tablo 4'ün alt panelinde ise, değişkenler arasındaki ikili korelasyon katsayıları rapor edilmiştir. Bu korelasyon analizleri, özellikle çoklu doğrusal bağlantı (multicollinearity) probleminin var olup olmadığını belirlemek açısından önemli bir ön test işlevi görmektedir. Tablo 4'te bağımlı değişken Ar-Ge harcamaları iken ele alınan bağımsız değişkenlerin VIF değerleri incelenmektedir.

Tablo 4: Çoklu Doğrusal Bağlantı

Değişken	VIF	1/VIF
Large	2.17	0.460
Liko	1.69	0.591
lco ₂	1.44	0.692
Lict	1.45	0.689
Lokul	1.18	0.849
Mean VIF	1.59	

Ar-Ge harcamaları 2.17, bilgi ve iletişim teknolojileri ihracatı 1.45, okul kaydı 1.18, işgücüne katılım oranı 1.69, CO₂ emisyonları 1.44 ve tüm değişkenlerin VIF değerleri 5'in altında olduğundan dolayı çoklu doğrusal bağlantı sorunu yoktur. Ortalama VIF değeri (1.59) 5'in üzerinde olmadığından çoklu doğrusal bağlantı problemine rastlanmamıştır.

Tanımlanmış değişkenlerin bulunduğu temel regresyon eşitliği Eşitlik 1'de gösterilmektedir;

$$\ln kbgsh_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln kbgsh_{it-1} + \beta_2 \ln arge_{it} + \beta_3 \ln lko_{it} + \beta_4 \ln co2_{it} + \beta_5 \ln ict_{it} + \beta_6 \ln okul_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Eşitlik 1'de bağımlı değişken Ar-Ge harcamaları, *i* ülkeyi, *t* zamanı, bağımsız değişkenler ise marka, marka sayısını, *dyy* doğrudan yabancı yatırımları (net girişler %), *ict* bilgi ve iletişim teknolojileri ihracatını (toplam mal ihracatı %), okul kaydını (toplam ortaöğretim %) ve ε rassal hata terimini ifade etmektedir. Bununla birlikte Ar-Ge ve ekonomik büyüme ilişkisini test etmek için bağımlı ve bağımsız değişkenler logaritmik formda gösterilmektedir. Dolayısıyla temel modellerimiz Eşitlik 2'de aşağıdaki şekilde gösterilmektedir;

$$kbgsh_{it} = \beta_0 + \beta_1 kbgsh_{it-1} + \beta_2 arge_{it} + \beta_3 lko_{it} + \beta_4 co2_{it} + \beta_5 ict_{it} + \beta_6 okul_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Bu çalışmanın ampirik analizlerinde, panel veri analiz tekniklerinden iki aşamalı Sistem GMM yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Yatay kesit birim boyutunun, zaman serisi boyutunu aşması sebebiyle derlenen veri setini de göz önünde bulundurduğumuzda (T=9 ve N=25) Sistem GMM yönteminin analiz için uygun olduğu kanısına varılmaktadır.

Arellano & Bond tahmincisi, birim etkilerin varyansının hata teriminin varyansına göre oldukça yüksek olduğu durumlarda ya da modelde kullanılan otoregresif parametre sayısının fazlalığı halinde, zayıf sonuçlar verebilmektedir. Ayrıca, zaman boyutu kısa olan veya dengesiz panel veri setleriyle çalışıldığında, kullanılan birinci fark dönüşümü yöntemi yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenlerle, birinci fark yerine alternatif dönüşüm tekniklerinin kullanılması önerilmektedir. Yerdelen (2020) bu bağlamda, ileri ortogonal sapmalar ya da ortogonal sapmalar yöntemlerini önermektedir. Arellano & Bover (1995) ise dinamik panel veri modellerinde daha etkin araç değişkenlerinin elde edilmesi amacıyla ortogonal sapmalar yöntemine dikkat çekmektedir. Bu yöntemde, bir değişkenin tüm gelecekteki gözlemlerinin ortalamasının çıkarılması yoluyla sapma değeri hesaplanmakta ve böylece modeldeki bireysel sabit etkiler ortadan kaldırılmaktadır.

4. Analiz ve Ampirik Bulgular

Ar-Ge ve ekonomik büyüme ilişkisine yönelik analiz için derlenen veri seti 25 ülke ve 9 yılı kapsamaktadır. Bu sebeple panel veri analizi teknikleri uygulanacaktır. Bu panel veri analizi içerisinde dinamik panel veri yöntemi, küçük T ve büyük N tipi veri seti ile analizler gerçekleştirildiği için iki aşamalı Sistem GMM yöntemi kullanılmıştır.

Sistem GMM yöntemine ilişkin bazı sınırlılıklar da dikkate alınmalıdır. Bunlar ise;

- Özellikle küçük örneklemelerde (düşük T ve N) bu yöntem, araç değişkenlerin çokluğu nedeniyle sonuçların dengesiz ve sapmalı olmasına yol açabilir. Bu nedenle, örneklem büyüklüğünün yöntemeye uygunluğu değerlendirilmelidir.
- Ar-Ge harcamaları gibi bazı makroekonomik göstergeler, veri tanımlama farklılıkları ve ölçüm hataları nedeniyle karşılaştırmalı analizlerde sapmalara neden olabilir.
- Ayrıca kullanılan veri seti, bazı ülkelerde veri eksiklikleri veya tahmini değerler içeriyor olabilir. Bu durum, sonuçların genellenebilirliğini sınırlandırabilir.
- Ek olarak, model sadece ekonomik büyüme ile Ar-Ge arasındaki ilişkiyi analiz etmektedir. Ancak bu ilişki, eğitim düzeyi, teknolojik altyapı, hukuk sistemi gibi dışsal faktörlerden de etkilenebilmektedir. Bu tür değişkenlerin model dışında kalması, olası kontrol değişkeni eksikliği sorununa yol açarak tahminlerin doğruluğunu zayıflatır.

Tablo 5'te, bağımlı değişken Ar-Ge harcamaları olup Sistem GMM tahmin sonuçları verilmektedir.

Tablo 5: Sistem GMM Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken: Kişi Başına GSYH (log)				
	Katsayı	Standart Hata	z	P>z
Kişi Başına GSYH t-1	0.320	0.098	3.25	0.001
Ar-Ge Harcamaları (log)	-0.248	0.123	-2.01	0.044
CO ₂ Emisyonları (log)	-0.398	0.207	-1.92	0.055
İşgücüne Katılım Oranı (log)	-2.448	0.358	-6.82	0.000
Bilgi ve İletişim Teknolojileri İhracatı (log)	0.854	0.145	5.88	0.000
Okul (log)	-0.086	0.054	-1.58	0.115
Sistem GMM Tahmin Sonuçları				
Gözlem sayısı	147			
Grup sayısı	25			
Araç değişken sayısı	13			
Birinci Farklarda AR(1) Süreci için Arellano–Bond testi	-2.62 [0.009]			
Birinci Farklarda AR(2) Süreci için Arellano–Bond testi	-0.20 [0.840]			
Aşırı Belirlenim Kısıtlamaları için Sargan Testi	13.11 [0.069]			

Not: *, ** ile *** sembolleri sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerinde istatistiki yönden anlamlılığı göstermektedir. Köşeli parantez içindeki değerler olasılık değerlerini açıklamaktadır. Sistem GMM tahminine yönelik dirençli standart hatalar rapor edilmiştir. Tahmin için Stata paket programı ve xtabond2 komutu kullanılmıştır.

Gecikmeli bağımlı değişken kişi başına GSYH (lkbgsyh) değişkeni (0.001) bağımlı değişkeni açıklamakta anlamlı (%1 anlamlılık düzeyinde) ve işareti de pozitifdir. Bununla birlikte bilgi ve iletişim teknolojileri ihracatı (ict) (0.007) anlamlı ve işareti pozitifdir. Aksi yönde Ar-Ge harcamaları (large) (0.044), CO₂ emisyonları (lco₂) (0.055), işgücüne katılım oranı (lko) (0.000) ve okul kaydı (lokul) (0.131) bağımlı değişkeni açıklamakta anlamlı ve negatiftir.

Genelleştirilmiş momentler tahmininde faydalanılan araç değişkenlerin geçerliliğini test etmek için Sistem GMM tahmincileri kullanılmıştır. Sargan test istatistikleri sonucuna göre prob değeri 0.05'i aştığı için aşırı tanımlama kısıtlamaları geçerlidir.

Gecikmeli bağımlı değişken GSYH büyüme oranı değişkeni bağımlı değişkeni açıklamakta anlamlı ve işareti de pozitifdir. Otokorelasyon test sonuçları, birinci mertebeden (0.009) otokorelasyon varken ikinci mertebeden (0.840) otokorelasyonun olmadığını doğrulamaktadır. Sargan testi (0.069) aşırı tanımlama kısıtlamalarının geçerli olduğunu göstermektedir.

5. Politika ve Öneriler

Bu çalışmada Türkiye ve 24 Avrupa Birliği ülkesine ait veriler doğrultusunda yapılan analizler sonucunda, kişi başına düşen GSYH ile Ar-Ge harcamaları arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Bu bulgu, Ar-Ge faaliyetlerinin ekonomik büyüme açısından kritik bir belirleyici olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda, özellikle Türkiye için aşağıda sıralanan politika önerileri geliştirilmiştir:

- Türkiye’de Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki olumlu etkisi dikkate alındığında, kamu kaynaklı desteklerin artırılması, özel sektörün Ar-Ge harcamalarına katılımının teşvik edilmesi ve uzun vadeli finansman mekanizmalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, TÜBİTAK, KOSGEB ve benzeri kurumlar aracılığıyla sağlanan fonların etkinliğinin artırılması önem arz etmektedir.
- Üniversiteler, araştırma merkezleri ve özel sektör arasında etkin iş birliğini sağlayacak kurumsal yapılar oluşturulmalıdır. Teknokentlerin sadece fiziksel alanlar değil, aynı zamanda bilgi paylaşımı ve yenilik üretimi için işlevsel platformlara dönüştürülmesi gerekmektedir. Ar-Ge faaliyetlerini destekleyen mevzuat, patent süreçleri ve ticarileşme olanakları daha erişilebilir hale getirilmelidir.
- Türkiye’de Ar-Ge faaliyetleri büyük ölçüde belirli büyükşehirlerde yoğunlaşmaktadır. Bu durum, bölgesel eşitsizlikleri artırmakta ve ulusal Ar-Ge kapasitesinin potansiyelini sınırlandırmaktadır. Bu nedenle, kalkınma ajansları ve yerel yönetimler aracılığıyla, bölgesel Ar-Ge altyapısı güçlendirilmeli; özellikle gelişmekte olan bölgelerde üniversite-sanayi iş birliği desteklenmeli ve yerel yenilik stratejileri uygulanmalıdır.
- Ar-Ge faaliyetlerinin etkinliği, büyük ölçüde nitelikli insan kaynağının mevcudiyetine bağlıdır. Bu nedenle, bilim ve mühendislik alanlarında eğitim kalitesi artırılmalı, araştırmacıların ücret, iş güvencesi ve kariyer olanakları iyileştirilmelidir. Ayrıca, yurtdışına giden nitelikli bireylerin geri dönüşünü teşvik edecek programlar ve cazip çalışma koşulları oluşturulmalıdır.
- Türkiye’de Ar-Ge çalışmalarının ekonomik faydaya dönüşmesinde çeşitli engeller bulunmaktadır. Bu engellerin aşılması için teknoloji transfer ofislerinin etkinliği artırılmalı, özel

sektörün Ar-Ge çıktılarından yararlanabilmesi için finansal ve teknik destekler sağlanmalıdır. Ayrıca, girişimcilik kültürünün teşviki ile yeniliklerin ekonomik değere dönüşümü hızlandırılmalıdır.

- Türkiye'nin Avrupa Birliği ve diğer uluslararası araştırma programları ile olan iş birlikleri artırılmalıdır.
- Ar-Ge politikalarının etkinliğini ölçmek için düzenli olarak performans değerlendirmeleri yapılmalı; hangi teşviklerin ekonomik büyüme üzerinde daha yüksek etki yarattığı bilimsel yöntemlerle analiz edilmelidir. Böylece kaynaklar daha verimli yönlendirilebilir.

6. Sonuç

Çalışma kapsamında Türkiye ve AB ülkelerinde (24 ülke) 2012-2020 dönemine yönelik Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Ar-Ge harcamalarının büyüme ile olan ilişkisinde iki aşamalı Sistem GMM yöntemi kullanılmış olup kişi başına GSYH'nin bağımlı değişken olması durumunda Ar-Ge harcamaları (0.044), CO₂ emisyonları (lco₂) (0.055), işgücüne katılım oranı (lko) (0.000) ve okul kaydı (lokul) (0.131) anlamlı ve negatif etkilemektedir. Aksi yönde bilgi ve iletişim teknolojileri ihracatı (0.007) kişi başına GSYH'yi artırmaktadır.

Türkiye özelinde elde edilen bulgular, Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkide bulunduğunu göstermektedir; ancak bu etkinin düzeyi, AB ülkelerine kıyasla daha sınırlıdır. Bu durum, Türkiye'de Ar-Ge'ye yapılan yatırımların hem düzey hem de etkinlik açısından iyileştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Özellikle kamu ve özel sektör Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payının AB ortalamasının oldukça altında olması, Türkiye'nin inovasyon kapasitesini sınırlayan başlıca faktörlerden biridir. Ayrıca, Türkiye'de Ar-Ge faaliyetlerinin bölgesel olarak belirli merkezlerde yoğunlaşması, ulusal düzeyde dengeli ve kapsayıcı bir büyüme hedefinin önünde bir engel oluşturmaktadır.

Bulgular, aynı zamanda Ar-Ge harcamalarının sadece ekonomik büyüme ile sınırlı kalmadığını; işgücü niteliğini artırma, üretimde verimliliği teşvik etme, sanayi dönüşümünü hızlandırma ve dış ticaret yapısında yüksek teknoloji ürünlerinin payını artırma gibi çok boyutlu etkiler yarattığını da göstermektedir. Bu yönüyle Ar-Ge harcamaları, hem mikro düzeyde firmaların rekabet gücünü artırmakta hem de makro düzeyde ülkenin yapısal dönüşümünü desteklemektedir.

AB ülkeleriyle karşılaştırıldığında, İsveç, Almanya, Finlandiya gibi yüksek Ar-Ge yoğunluklu ekonomilerde bu harcamaların ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin çok daha belirgin olduğu görülmektedir. Bu ülkelerde Ar-Ge faaliyetleri, yalnızca finansman politikaları ile değil; aynı zamanda güçlü kurumsal yapılar, etkin eğitim sistemleri, fikri mülkiyet hakları ve Ar-Ge çıktılarından ticarileştirilmesine olanak sağlayan mekanizmalarla desteklenmektedir. Bu yönüyle, Türkiye'nin Ar-Ge performansını artırabilmesi için sadece harcama miktarını değil, aynı zamanda sistemin işleyişini ve kurumsal kapasiteyi de geliştirmesi gerekmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre, kişi başına GSYH oranı hem Türkiye hem de 24 AB ülkesinde anlamlı ve pozitif bir ilişki göstermektedir. Bu bağlamda, Ar-Ge harcamalarının Türkiye ve AB ülkelerinde ekonomik büyümeyi teşvik eden güçlü bir faktör olduğu ortaya konulmuştur.

Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeyle ilişkisinde literatür karmaşık olup çalışmada Türkiye ve AB ülkelerinde, Ar-Ge harcamalarında meydana gelen bir artış, ekonomik büyüme oranını azaltmakta ve anlamlı bir biçimde etkilemektedir. Bu durumun oluşmasına ise bu ülke grupları arasında gelir düzeylerindeki farklılıklar, GSYH içerisinde Ar-Ge harcamalarının payı, okullaşma düzeyi, CO₂ emisyonları, bilgi ve teknoloji ihracat oranı, işgücüne katılım oranı ve inovatif faaliyetleri destekleme faaliyetlerindeki farklılıklar neden olabilmektedir.

Sistem GMM tahmin sonuçlarına göre, gecikmeli bağımlı değişken olan kişi başına GSYH (lkbgsyh), bağımlı değişken üzerinde %1 düzeyinde anlamlı ve pozitif bir etkiye sahiptir. Bu durum, ekonomik büyümenin dinamik yapısına işaret etmekte ve geçmiş dönem büyüme seviyelerinin mevcut dönem büyümesini anlamlı şekilde etkilediğini göstermektedir. Bilgi ve iletişim teknolojileri ihracatı (ict) değişkeni de pozitif ve anlamlı (p=0.007) bulunmuş; bu sonuç, dijitalleşme ve teknoloji ihracatının büyüme üzerindeki destekleyici etkisini doğrulamaktadır. Bu bulgu, Ar-Ge harcamalarının ve işgücü piyasası göstergelerinin büyüme üzerindeki etkisinin sadece niceliksel düzeyde değil, aynı zamanda niteliksel faktörlerle de ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle işgücüne katılım oranındaki negatif etki, istihdama katılan bireylerin üretkenlik düzeyinin ya da sektör dağılımının büyüme ile uyumlu olmadığını düşündürülebilir.

Modelin geçerliliğini test etmek amacıyla uygulanan Sargan testi sonucunda elde edilen p-değeri (0.069), %5 anlamlılık düzeyinin üzerinde çıktığı için aşırı tanımlama kısıtlamalarının geçerli olduğunu ve modelde kullanılan araç değişkenlerin uygunluğunu göstermektedir. Ayrıca, Arellano-Bond otokorelasyon test sonuçları, birinci dereceden otokorelasyonun varlığını (p=0.009), ancak ikinci dereceden otokorelasyonun bulunmadığını (p=0.840) ortaya koymuştur. Bu durum, modelin dinamik yapıya uygun olarak kurulduğunu ve tahmin sonuçlarının istatistiksel açıdan güvenilir olduğunu desteklemektedir.

Çalışma sonuçlarından da görüleceği üzere Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisinde farklı sonuçlara ulaşılmaktadır. Literatür taraması kısmında Samimi & Alerasoul (2009) ile Yıldırım ve Kantarcı'nın çalışmalarında Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme ile ilişkisinin anlamsız olduğunu ortaya koymaktadır. Ar-Ge harcamalarının pozitif ve anlamsız olması ise seçilen ülke örnekleme bağlamında dünyanın gelişmiş ülkelerini de kapsadığından dolayı Ar-Ge harcamalarının AB ülkelerinde zaten yüksek olduğu yönündedir. Bununla birlikte ekonomik büyüme ve Ar-Ge arasındaki negatif ilişkinin sebebi olarak AB ülkelerinden bazılarının Ar-Ge çıktılarından ürünlerin yaratılması sürecinde etkinlik gücünün zayıf olması gösterilebilir.

Analizlerden elde edilen bulgular doğrultusunda; farklı ülke gruplarının gelir düzeylerini de dikkate alarak yenilik çabalarını destekleyen uygulamalara, katma değeri yüksek teknoloji ürünler ile bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik ihracatın geliştirilmesine çalışılmalıdır. Ayrıca farklı örneklemeler üzerinde benzer çalışmaların farklı analiz yöntemleri ve dönemlerle yapılması durumunda literatüre önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir.

Katkı Oranı Beyanı

Makale tek yazarlı olup tüm çalışma yazar tarafından yapılmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışmada herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederim.

Kaynakça

- Acar, Y. & Kesici, İ. (2024). The impact of R&D expenditures on economic growth in Türkiye: New evidence from machine learning method. *Verimlilik Dergisi*, 107-118.
- Altın, O. & Kaya, A. (2009). Türkiye’de ar-ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkinin analizi. *Ege Akademik Bakış*, 9(1), 251-259.
- Aghion, P. & Howitt, P. (2005). Growth with quality-improving innovations: An integrated framework. *Handbook of Economic Growth*, 1, 67-110.
- Altıntaş, H. & Mercan, M. (2015). Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: OECD ülkeleri üzerine yatay kesit bağımlılığı altında panel eşbütünleşme analizi. *Ankara Üniversitesi, SBF Dergisi*, 70(2), 345-376.
- Bozkurt, C. (2015). R&D expenditures and economic growth relationship in Turkey. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 5(1), 188-198.
- Çalışkan, Ş., Karabacak, M. & Meçik, O. (2018). Türkiye’de uzun dönemde eğitim ve sağlık harcamaları ile ekonomik büyüme ilişkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(1), 75-96.
- Çütçü, İ. & Bozan, T. (2019). İnovasyon ve ekonomik büyüme ilişkisi: G7 ülkeleri üzerine panel veri analizi/The relationship between innovation and economic growth: Panel data analysis on G7 countries. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 3(2), 289-310.
- Dritsaki, M. & Dritsaki, C. (2023). R&D expenditures on innovation: A panel cointegration study of the EU countries. *Sustainability*, 15(8), 6637.
- Embassy of Sweden (2023). http://www.swedenabroad.se/Page____50008.aspx, sayfasından erişilmiştir. Erişim Tarihi: 17.10.2023.
- Ersoy, G. & Karşıyakalı, B. (2022). The effect of globalization on poverty: The case of Turkey. *Journal of Economics and Administrative Sciences*, 23(2), 502-517.
- Goel, R. K. & Ram, R. (1994). Research and development expenditures and economic growth: A cross-country study. *Economic Development and Cultural Change*, 42(2), 403-411.
- Gülmez, A. & Yardımcıoğlu, F. (2012). OECD ülkelerinde ar-ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel eşbütünleşme ve panel nedensellik analizi (1990-2010). *Maliye Dergisi*, 163(1), 335-353.
- Güneş, H. (2019). Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme ilişkisi: OECD ülkeleri için panel veri analizi. *Sakarya İktisat Dergisi*, 8(2), 160-176.
- Islam, M. Z., Rahaman, S. H. & Chen, F. (2024). How do R&D and remittances affect economic growth? Evidence from middle-income countries. *Heliyon*, 10(9).
- Khan, S. & Pazir, D. (2023). Innovation, economic growth, and inequalities: A panel dynamic threshold analysis for dynamic economies. *Annals of Financial Economics*, 2350004.
- Kim, J. W. (2011). The economic growth effect of R&D activity in Korea. *Korea and the World Economy*, 12(1), 25-44.
- Özcan, B. & Arı, A. (2014). Araştırma-geliştirme harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel veri analizi. *Maliye Dergisi*, 166(1), 39-55.
- Özer, M. & Çiftçi, N. (2009). Ar-Ge tabanlı içsel büyüme modelleri ve ar-ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerine etkisi: OECD ülkeleri panel veri analizi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 8(16), 219-240.
- Öztürk, Z., & Öz, D. (2016). The relationship between energy consumption, income, foreign direct investment, and CO₂ emissions: the case of Turkey. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 269-288.

- Samimi, A. J. & Alerasoul, S. M. (2009). R&D and economic growth: New evidence from some developing countries. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4), 3464-3469.
- Segerstrom, P. S. (2000). The long-run growth effects of R&D subsidies. *Journal of Economic Growth*, 5(3), 277-305.
- Tay Bayramoğlu, A. & Yıldırım, E. (2017). The relationship between energy consumption and economic growth in the USA: A non-linear ARDL bounds test approach. *Energy and Power Engineering*, 9(3), 170-186.
- Tolgay, C. & Çakır, Ö. (2022). Ne eğitimde ne istihdamda olan gençlerin genç işsizliğine yönelik algıları üzerine bir araştırma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(4), 1680-1707.
- Tung, Le T. & Le Hoang, N. (2023). Impact of R&D expenditure on economic growth: Evidence from emerging economies. *Journal of Science and Technology Policy Management. Journal of Science and Technology Policy Management*, 15(3), 636-654.
- Ulku, H. (2004). R&D, Innovation, and economic growth: An empirical analysis. <https://ssrn.com/abstract=879010>
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2020). İleri panel veri analizi *stata uygulamalı*, (4. Baskı), Beta Yayınları.
- Yıldırım, D. Ç. & Kantarcı, T. (2018). Araştırma geliştirme harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine bir panel veri analizi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(5), 661-670.
- Zachariadis, M. (2004). R&D-induced growth in the OECD? *Review of Development Economics*, 8(3), 423-439.
- WIPO (2023). <https://www.wipo.int/ipstats/en/> sayfasından erişilmiştir. Erişim Tarihi: 10.10.2023.
- World Bank (2023). <https://databank.worldbank.org/> sayfasından erişilmiştir. Erişim Tarihi: 10.10.2023.