

PAPER DETAILS

TITLE: Ar-Ge Harcamalari Istihdam ve Büyüme'yi Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği

AUTHORS: Hakan Saraç,Ebuzer Arslan

PAGES: 779-806

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3711154>



Research Article/Araştırma Makalesi

Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyümeyi Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği

How Does R&D Expenditure Affect Employment and Growth? Understanding the Impact of Sectoral R&D Expenditures: The Case of Turkey

Hakan SARAÇ¹, Ebuzer ARSLAN²

Öz

Teknolojik gelişmelerin göstergesi olan Ar-Ge üretim sürecinde önemli bir faktördür. Ar-Ge harcamaları üretim faktörlerini etkileyerek ilgili sektörlerin istihdam yapısında değişikliğe yol açabilir. Araştırmada Ar-Ge harcamalarının istihdam ve büyüme üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla 2013-2022 dönemi TÜİK verileri kullanılarak NACE Rev2 sınıflandırma sistemine göre verilere ulaşılan on üç farklı sektöre ilişkin Ar-Ge harcama tutarları, üretim geliri ve istihdam sayısı ele alınmış ve söz konusu verilerle panel veri seti oluşturularak analiz yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda Ar-Ge harcamaları ve büyüme arasında uzun dönemli ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Oluşturulan modelde uzun dönem parametreleri sırasıyla Ar-Ge için 0,128 sabit katsayı için -1,468 olarak tespit edilmiş ve her iki değişkeninde anlamlı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla uzun dönemde Ar-Ge harcamaları büyüme değişkenini etkilemektedir. Ar-Ge harcamasındaki %1'lik artış üretimi yaklaşık %13 arttırmaktadır. Ayrıca sektörel Ar-Ge harcamaları arttığında İmalat, Elektrik, Eğitim ve Sanat Gösteri Eğlence Hizmetleri sektörleri olumlu etkilenecek üretim miktarını artırırken; Mesleki Bilimsel ve Teknik Hizmetler sektöründe ise üretim miktarını azalttığı söylenebilir. Ar-Ge harcamaları ve istihdam arasında uzun dönemli ilişkin olmadığı fakat sektörler ayrı ayrı değerlendirildiğinde Ar-Ge harcamalarının Maden, İmalat, Elektrik, Bilgi İletişim ve Sanat Gösteri Eğlence Hizmetleri alanlarında istihdamı olumlu etkilerken; İnşaat ve Toptan-Perakende Ticaret sektörlerinde ise istihdamı olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

Jel Kodları: J40, C23, E20, O32

Anahtar Kelimeler: Üretim, İstihdam, Ar-Ge, Panel Veri Analizi

¹ Dr., Sivas Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğü, hakan.sarac@iskur.gov.tr, ORCID: 0000-0001-5322-513X

² Dr. Öğr. Üyesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Yıldızeli Meslek Yüksekokulu, ebuzerarslan@cumhuriyet.edu.tr
ORCID: 0000-0001-6154-6216



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyümeyi Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

Abstract

R&D, which is an indicator of technological developments, is an important factor in the production process. R&D expenditures may lead to changes in the employment structure of the relevant sectors by affecting production factors. In this study, in order to determine the effect of R&D expenditures on employment and growth, R&D expenditure amounts, production income, and number of employments for thirteen different sectors, which their data were obtained from the NACE Rev2 classification system using TURKSTAT data for the period 2013-2022, were analyzed by creating a panel data set with these data. As a result of the analysis, it was found that there is a long-run relationship between R&D expenditures and growth. In the model, the long-run parameters are determined as 0.128 for R&D and -1.468 for the constant coefficient, and both variables are significant. Therefore, R&D expenditures affect the growth variable in the long run. A 1% increase in R&D expenditure increases production by approximately 13%. In addition, it can be said that when sectoral R&D expenditures increase, the Manufacturing, Electricity, Education, and Arts and Entertainment Services sectors are positively affected and increase the amount of production, while it decreases the amount of production in the Professional Scientific and Technical Services sector. There is no long-run relationship between R&D expenditures and employment, but when the sectors are evaluated separately, it is found that R&D expenditures have a positive effect on employment in Mining, Manufacturing, Electricity, Information Communication, and Arts and Entertainment Services, while they have a negative effect on employment in Construction and Wholesale-Retail Trade sectors.

Jel Codes: J40, C23, E20, O32

Keywords: Production, Employment, R&D, Panel Data Analysis

1. Giriş

Küreselleşme ile birlikte dünyada rekabet artmış ve firmalar serbest piyasa koşullarına uyum sağlayabilmek için rekabet etme potansiyelini arttırmak durumunda kalmışlardır. İşletmelerin rekabet etme potansiyeli ise mal ve hizmet üretiminde verimliliklerinin artması ile ilişkilidir. Üretimde verimliliğin ve rekabet edilebilirliğinin artması işletmelerin araştırma geliştirme Ar-Ge harcamalarını arttırması ile mümkündür. Ar-Ge harcamalarının teknolojik gelişmeyi olumlu yönde etkilediği, teknolojik gelişmelerin sürdürülebilir büyüme ve istihdama olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Bu olumlu etkiyi fark eden ülkeler Ar-Ge'ye ayırdıkları payı arttırmıştır.

Ar-Ge çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından farklı şekilde tanımlanmıştır. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) Ar-Ge'yi "İnsan, kültür ve toplum bilgisi de dâhil olmak üzere bilgi birikimini arttırmak ve mevcut bilginin yeni uygulamalarını tasarlamak için üstlenilen yaratıcı ve sistematik çalışmalar" şeklinde tanımlamıştır (Frascati Manual, 2015: 44). Ar-Ge temel araştırma, uygulamalı araştırma ve deneysel araştırma olmak üzere 3 kategoriye ayrılmıştır (MÜSİAD, 2012: 56).

TÜİK tarafından yayınlanan Araştırma Geliştirme Faaliyetleri Araştırması 2022 raporuna göre Ar-Ge harcamalarında %61,4 mali ve mali olmayan şirketler, %33,8 yükseköğretim kurumları ve %4,8 devlet kurumları paya sahiptir. Ar-Ge harcamaları içerisinde en büyük kalemi %47,3 ile personel harcamaları olmaktadır. Ar-Ge harcamalarının %50'si mali ve mali olmayan şirketler tarafından, %32,8'i devlet, %15,7'si yükseköğretim, %1,3'ü yurt dışı kaynaklardan, %0,02'si yurtiçi kaynaklar tarafından finanse edilmektedir (TÜİK, 2023). Üniversiteler tarafından yapılan Ar-Ge çalışmalarının daha çok ürün inovasyonu ile bağlantılı olduğu, dış kaynakların payının yüksek olduğu Ar-Ge çalışmalarının ise ürün inovasyonu ile ilişkisinin zayıf olduğu tespit edilmiştir (Medda, 2018: 339).

Ülkeler arası Ar-Ge harcamaları kıyaslaması GSYH/Ar-Ge ile ölçülmektedir. Gayri Safi Yurtiçi (GSYH) içinde Ar-Ge harcamaları payı en yüksek olan ülke %5,5 ile İsrail, %4,9 ile Güney Kore, %3,8 ile Çin, %3,5 ile ABD, %3,3 ile Japonya, %3,1 ile Almanya ve %2,9 ile Birleşik Krallık takip etmektedir. Türkiye'ye bakıldığında GSYH içinde Ar-Ge'nin payı yıllar içinde artış göstermiştir. 1990 yılında Ar-Ge'nin GSYH içindeki payı %0,24 iken, 2021 yılında bu oran %1,40'a yükselmiştir. Bu oran OECD ortalamasının (%2,72) altındadır. Gelişmiş ülkelerde Ar-Ge'nin GSYH içindeki payının %2 ile %4 arasında olduğu söylenebilir (OECD, 2023). Bu noktada gelişmiş ülkelerin geliştirmekte olan ülkelere göre daha yüksek Ar-Ge harcaması yaptığı söylenebilir. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinde yüksek büyüme rakamlarının önemli bir etkisinin olduğu düşünüldüğünde Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında bir ilişkinin olması beklenmektedir.

Ekonomik büyüme literatüründe dışsal ve içsel olmak üzere iki ana teori bulunmaktadır (Chirwa & Odhiambo, 2018: 64). Dışsal büyüme modelinin öncüsü olan Solow verimlilik artışının sadece nüfus artışı, doğrudan yatırım ve teknolojik ilerleme ile açıklanabileceğini belirtmektedir. Bu noktada Solow doğrudan yatırım ve nüfus artışının uzun dönem büyüme oranlarını etkilemediğini belirtmiştir. Teknolojik ilerlemenin ise uzun dönem büyüme oranlarını etkileyen tek faktör olduğunu varsaymaktadır. Uluslararası verimlilik farklılıklarını ise bu şekilde açıklamaktadır. Solow kişi başına düşen gelirin uzun vadede sürekli büyümesini



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyüme Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

tek kaynağının teknolojik ilerleme olduğunu belirtmiştir (Solow, 1956). Bu modele göre teknoloji dışsal bir olgu olarak ele alınmıştır.

Solow tarafından ortaya atılan neoklasik büyüme teorisinde teknolojinin dışsal olduğu tezinin gerçekleşmediğine yönelik eleştiriler ortaya çıkmıştır (Mankiw vd., 1995). Solow'un büyüme modeline eleştiri olarak iktisat teorisyenlerinden Romer, Grosman ve Helpman (1991) ve Aghion ve Howitt (1992)'in başını çektiği içsel büyüme modelleri ortaya atılmıştır. İçsel büyüme modeli ekonomik büyümenin kaynaklarının sistem içerisinde aranması gerektiğini belirtmektedir. Teknolojik değişimin içsel olduğu varsayımı ise ilk kez 1990 yılında Romer'in makalesiyle ele alınmıştır. Romer makalesinde Ar-Ge faaliyetleri ve Ar-Ge sektöründe istihdam edilen işgücünün artmasıyla uzun dönemli sürekli bir büyümenin yakalanacağını belirtilmiştir (Romer 1990: S71). Daha sonraki yıllarda Grossman ve Helpman ortaya attığı büyüme modelinde insan sermayesi ve teknoloji transferi gibi içsel faktörlerin büyümeyi nasıl etkilediğini açıklamıştır. Ayrıca ürün kalitesinde meydana gelen iyileşmenin zaman içerisinde tüketim ve sermaye malları imalatında toplam faktör verimliliğinin arttırdığını iddia etmektedir (Grossman & Helpman 1991: 43). Aghion ve Howitt ise çalışmasında ürünlerin kalitesini arttıran endüstriyel yeniliklerin modellemesini yapmıştır. Modelde rekabet ve yenilik arasındaki ilişkiye vurgu yaparak üretilen daha iyi ürünlerin öncekileri geçersiz kıldığını belirtmiştir (Aghion & Howitt, 1992: 323). Her iki teoride Schumpeter'in yaratıcı yıkım ve yenilik kavramını temel almıştır (Chirwa & Odhiambo, 2018: 78).

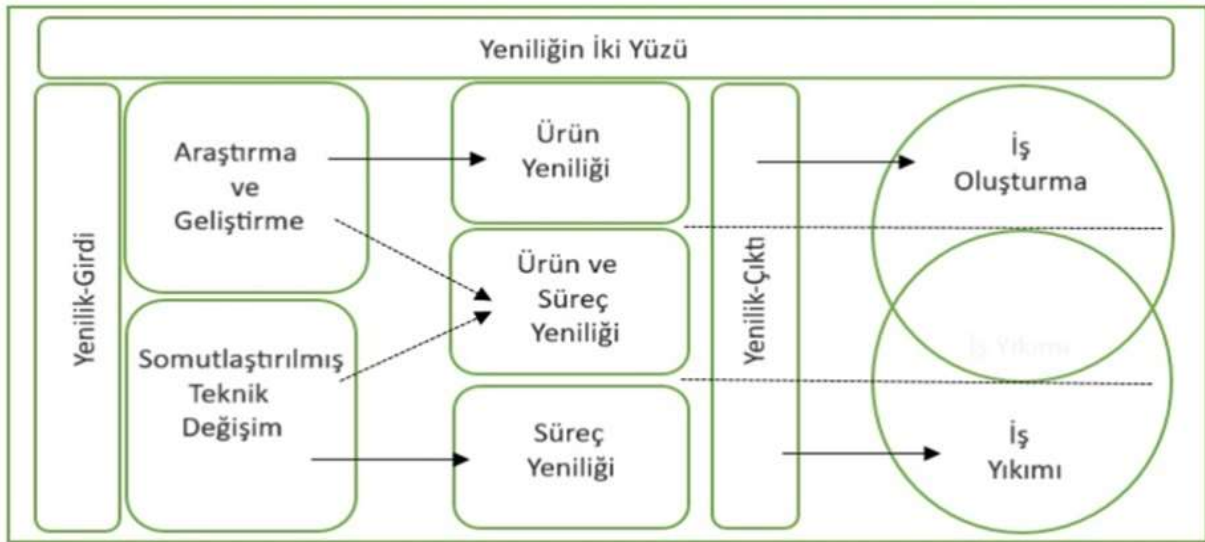
Teknolojik gelişmelerin temelinde yer alan inovasyon ve Ar-Ge kavramları birbirinden farklı anlamlara gelmektedir. İnovasyon en yaygın kullanılan tanıma göre "işletme içi uygulamalarda, işyeri organizasyonunda veya dış ilişkilerde yeni veya önemli derecede iyileştirilmiş bir ürün (mal veya hizmet), veya süreç, yeni bir pazarlama yöntemi ya da yeni bir organizasyonel yöntemin gerçekleştirilmesi" şeklinde tanımlanmaktadır. Oslo kılavuzuna göre inovasyon ürün/hizmet, süreç, organizasyonel ve pazarlama inovasyonu olarak sınıflandırılmaktadır. (Oslo Kılavuzu, 2006: 50). İnovasyonun gerçekleşebilmesi Ar-Ge ön koşuldur. Ar-Ge çıktılarının girişimci bir bakış açısı ile ele alınarak ticarileştirilmesi inovasyonu meydana getirmektedir. Aksi durumda Ar-Ge sonucu elde edilen çıktıların uygulanmaması ve ticarileştirilmemesi işletmeler ve ülkeler için kaynak israfı olmaktadır (MÜSİAD, 2012: 56). Bir firmanın Ar-Ge çalışmalarının yoğunluğu firmanın inovasyon yapma olasılığını arttırmaktadır (Martin & Nguyen-Thi, 2015: 1122). Özetle Ar-Ge inovasyonun ortaya çıkmasında önemli bir rol oynarken, inovasyonda Ar-Ge çıktılarının ticarileştirilmesini sağlayarak katma değer oluşturmaktadır. Oluşturulan katma değer ise ekonomik büyümede önemli rol oynadığı söylenebilir.

Teknolojik inovasyon süreç ve ürün inovasyonu olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Süreç ve ürün inovasyonu istihdam üzerinde farklı etkiler göstermektedir. Bunlardan ilki olan süreç inovasyonunun istihdamı azalttığı ifade edilmektedir (Piva & Vivarelli, 2017: 3). Süreç inovasyonu verimliliği artırarak firmanın daha az işçiyle aynı düzeyde çıktı üretmelerini sağlamaktadır. Bu durum süreç inovasyonunun istihdam üzerinde olumsuz etkisinin olduğu anlamına gelmektedir (Lachenmaier & Rottmann, 2011: 210). Teknolojik ilerleme sonucu meydana gelen istihdamdaki azalma farklı piyasa mekanizmalarıyla telafi edilebilir. Süreç inovasyonu birim üretim maliyetinin düşmesine neden olmaktadır. Azalan fiyatlar üretimi

dolayısıyla istihdamı teşvik eder. Fakat süreç inovasyonu sonucu işten çıkarılan işçiler azalan gelirleri nedeniyle toplam ürün talebinde düşüş meydana getirebilir. Tam rekabetin olmadığı durumda (oligopol piyasa) maliyet tasarrufu fiyatları düşürmemesi durumunda telafi mekanizması zayıflayacaktır. Öte yandan maliyetler ile fiyatlar arasındaki farkın yatırıma dönüşmesi ise yeni iş imkânları oluşturabilir. Bu noktada yeni yatırımların niteliği de önemlidir. Yani yatırımlar sermaye yoğunluklu ve süreç inovasyonunu (emek tasarrufu sağlayan) içeriyorsa telafi sınırlı olabilir (Piva & Vivarelli, 2017: 4). Süreç yeniliklerinin işgücü talebi üzerindeki etkisinin duruma göre değişebileceği söylenebilir (Lachenmaier & Rottmann, 2011: 210).

Teknolojik değişim ve inovasyonun iki ana türü vardır. Bunlar ürün yeniliğine yol açan Ar-Ge faaliyetleri ve süreç yeniliğine yol açan somutlaştırılmış teknolojik değişimdir. Bu noktada teknolojik değişimin iki ana gücünden biri olan Ar-Ge faaliyetleri ürün yeniliği ile ilgiliyken, somutlaştırılmış teknolojik değişim ise daha çok süreç yeniliği ile ilgilidir (Vivarelli, 2015: 3).

Şekil 1: Ürün ve Süreç Yeniliğinin İstihdama Etkiler



Kaynak: Vivarelli, 2015: 3

Ürün inovasyonu sonucu yeni ürünlerin piyasaya sürülmesi, yeni pazarlar ve önemli bir istihdam alanı oluşturabilir. Birçok çalışmada, ürün inovasyonunun istihdamı olumlu yönde etkilediğine dair görüş birliği bulunmaktadır. Ancak ürün inovasyonunun istihdamı arttırma potansiyeli “gelir ve ikame etkisi”ne göre farklılık göstermektedir (Piva & Vivarelli, 2017: 5). Ekonomi teorisi inovasyonun istihdama etkisi noktasında net bir cevaba sahip değildir. Bu durum süreç ve ürün inovasyonunun görece ağırlığına, kurumsal faktörlere, fiyat gelir esnekliğine bağlı olarak değişebilir. Günümüzde ekonomistlerin inovasyon ile istihdam arasındaki ilişkiye yönelik ampirik çalışmalara daha fazla odaklandığı görülmektedir (Barbieri vd., 2016: 3).

Çalışmada öncelikle kavramlar, Ar-Ge ile istihdam ve ekonomik büyüme ilişkisi ve bu konuda literatürde yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Yapılan literatür taramasında çalışmaların çoğunda sektörel incelemenin yapılmadığı ya da sadece belirli sektörlerle odaklanıldığı

görülmüştür. Bu noktada Ar-Ge'nin istihdam ve büyümeye etkisinin sektörel boyutta ele alınması oldukça önemlidir. Bu çalışmada NACE Rev2 sistemine göre on üç farklı sektörde yapılan Ar-Ge harcamalarının o sektörde istihdamı ve ekonomik büyümeyi nasıl etkilediği incelenmiştir. Çalışma iki açıdan literatürdeki diğer çalışmalardan farklılaşmaktadır. Birincisi sektörel düzeyde yapılan Ar-Ge harcamalarının o sektördeki istihdamı nasıl etkilediğini; ikincisi ise sektörel Ar-Ge harcamalarının o sektördeki büyümeyi nasıl etkilediğini tespit etmek ve literatürdeki boşluğu doldurmaktır. Sonraki bölümde çalışmada kullanılan veri seti ve model açıklanmıştır. Ar-Ge harcamalarının istihdam ve üretim gelirleri üzerindeki etkisine yönelik çalışma panel veri analizi yöntemiyle yapılmıştır. Sonuç bölümünde ise elde edilen bulgular tartışılmıştır.

2. Literatür Özeti

Bu bölümde literatür iki kısımda incelenmiştir. İlk kısım Ar-Ge harcamalarının istihdamı nasıl etkilediğine yönelik çalışmalar ve sonuçlarıdır. İkincisi ise Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çalışmalardır. Literatür taraması sonucu hangi sektörlerde yapılan Ar-Ge harcamalarının o sektördeki istihdamı ve ekonomik büyüme nasıl etkilediğine yönelik çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Tablo 1'de Ar-Ge harcamaları ile istihdam arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar görülmektedir.

Tablo 1: Literatür Taraması- Ar-Ge İstihdam İlişkisi

Yazar	Dönem	Ülkeler	Bulgular
Reenen (1997)	1976-1982	Birleşik Krallık	598 firmayı kapsayan çalışması sonucu yeniliğin istihdam üzerinde olumlu bir etkisinin olduğunu bulmuştur
Greenhalgh vd. (2001)	1987-1994	Birleşik Krallık	Ar-Ge'nin istihdam üzerine olumlu etkisinin yalnızca yüksek teknoloji sektörleri kapsadığını tespit etmiştir
Lachenmaier & Rottmann (2011)	1982-2002	Almanya	İmalat sektöründe faaliyet gösteren firmalarından elde edilen veriler üzerinden inovasyonun istihdam üzerindeki etkisini belirlemeye çalışmıştır. Farklı inovasyon (yenilik) çalışmalarının istihdam üzerinde yüksek düzeyde olumlu etkisinin bulunduğunu gözlemlemiştir
Bogliacino vd. (2011)	1990-2008	Avrupa Birliği	İmalat ve hizmet sektöründe faaliyet gösteren 677 firma incelenerek işletmelerde Ar-Ge harcamalarının istihdam oluşturma etkisi test edilmiştir. Ar-Ge harcamalarının istihdam üzerindeki pozitif ve anlamlı etkisinin hizmetler ve yüksek teknoloji imalat sektöründe tespit edilirken, geleneksel imalat sektöründe etki tespit edilememiştir
Kunapatarawong & Martínez-Ros (2016)	2007-2011	İspanya	Yeşil inovasyon ile istihdam arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Barbieri vd. (2016)	1998-2010	İtalya	265 firmayı kapsayan çalışmada Ar-Ge harcamaların istihdamı nasıl etkilediği araştırılmıştır. Ar-Ge harcamaları yüksek teknolojiye büyük şirketlerde istihdamı olumlu etkilerken, geleneksel sektörlerde ve KOBİ'lerde herhangi bir istihdam artışında etkisinin olmadığı tespit edilmiştir
Triguero vd. (2017)	2009-2011	İspanya	6000'den fazla firma üzerinden çevresel inovasyon ile istihdam arasındaki ilişki incelemiştir. Ar-Ge yoğunluğunun fazla olması eko-yenilikçi davranışı kontrol ederek istihdamı olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir
Piva & Vivarelli (2018)	2002-2013	Avrupa Birliği	Ar-Ge harcamalarının istihdama olumlu etkisinin orta ve yüksek teknolojiye sektörlerde meydana geldiği tespit edilmiştir. Düşük teknolojiye sektörlerde herhangi bir etki tespit edilememiştir.
Konya vd. (2022)	1996-2020	25 Ülke	Kısa dönemde Ar-Ge harcamaları ile istihdam arasında bir ilişki bulunurken, uzun dönemde iki değişken arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır.

Tablo 2'de Ar-Ge ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar özetlenmiştir.

Tablo 2: Literatür Taraması-Ar-Ge Büyüme İlişkisi

Yazar	Dönem	Ülkeler	Bulgular
Şahin (2015)	1990-2013	15 OECD Ülkesi	Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir.
Tuna vd. (2015)	1990-2013	Türkiye	Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.
Bilas vd. (2016)	2003-2013	AB Ülkeleri	Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.
Szarowská (2016)	1995-2013	AB Ülkeleri	Ekonomik büyümede kamunun Ar-Ge harcamalarının pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Kriz sonrası dönemde yükseköğretimdeki Ar-Ge harcamaları olumlu etki ederken, özel sektör harcamalarının etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur. Nitelikli insan kaynağının payının yüksek olması yatırımın bir kısmını oluşturmalarına rağmen olumlu etki ettiği tespit edilmiştir.
Yüksel (2017)	1996-2014	AB Ülkeleri	Ekonomik büyüme ile Ar-Ge arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmadığı tespit edilmiştir.
Cao vd. (2018)	1990-2013	Çin	Ar-Ge harcamaları ile bölgesel ekonomik büyüme arasında uzun vadeli ve istikrarlı ilişki bulunmaktadır.

Yazgan & Yalçınkaya (2018)	1996-2015	OECD-20 OECD-9	Gelir düzeyi daha yüksek olan OECD-20 ülkelerinin gelir düzeyi nispeten daha düşük olan OECD-9 ülkelerine göre Ar-Ge'nin büyümeye etkisinin iki kattan daha fazla olduğu tespit edilmiştir.
Uçak vd. (2018)	1990-2016	Türkiye	Ar-Ge harcamasındaki %1'lik artış uzun dönemde ekonomik büyümeyi %5,9 arttırdığı tespit edilmiştir.
Dinçer vd. (2019)	1996-2006	E7	Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme ve işsizlik oranı arasında nedensellik ilişkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.
Hafeez vd. (2019)	1998-2015	Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler	Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ancak kısa vadede Ar-Ge harcamaları ekonomik büyüme ilişkisinin gelişmekte olan ülkeler için önemsiz olduğu tespit edilmiştir.
Sezgin (2020)	2000-2019	Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler	Ar-Ge harcamaları ve paten sayısının hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde ekonomik büyümeyi olumlu etkilediği tespit edilmiştir.
Bayraktar vd. (2022)	2000-2018	BRICS-T	Ar-Ge harcamaları ile büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.

3. Veri Seti ve Yöntem

Çalışma kapsamında sırasıyla (Tarım, Maden, İmalat, Elektrik, İnşaat, Toptan Perakende ve Ticaret, Bilgi İletişim, Mali Hizmetler ve Sigortacılık Hizmetleri, Mesleki Bilimsel ve Teknik, İdari ve Destek Hizmetleri, Eğitim, Sağlık ve Sanat Gösteri Eğlence Hizmetleri) olmak üzere on üç sektörün verilerine ulaşılmıştır. Çalışma kapsamında ulaşılan serilerin logaritmik formları alınarak değerler küçültülmüş ve bu verilerle 2013-2022 dönemini kapsayan panel veri seti oluşturulmuştur. Değişkenlerin arasındaki ilişkin anlamlılığını ve sahte regresyon probleminden kaçınmak için öncelikle yatay kesit bağımlılığı ve birim kök testi incelenecektir. Yatay kesit bağımlılığını incelemek için Pesaran (2004) CD testi kullanılmıştır. Test için,

$$\Delta Y_{i,t} = \alpha_i + \mu_i t + \delta_i Y_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{pi} Y_{ij} \Delta Y_{i,t-j} + \theta_i \bar{Y}_{t-1} + \sum_{j=0}^{pi} \vartheta_{ij} \Delta \bar{Y}_{i,t-j} + u_{it}$$

$$t = 1, \dots, T \quad i = 1, \dots, N$$

olarak tanımlanan modelde tahmin edilen artıklar, basit korelasyon katsayılarının sıfıra eşit olup olmadığını test etmek için kullanılır. Bu amaçla, her bir yatay kesit birimi için hata terimlerinin oto korelasyonu, $\underline{Y}_t$ ve $\Delta \underline{Y}_t$ 'nin gecikmeli değerlerini içeren bir modelden elde edilir. Yatay kesit birimleri arasında korelasyon olup olmadığını araştırmak amacıyla hipotezler,

" H_0 : Birimler arasında bağıllık (korelasyon ilişkisi) yoktur"

" H_a : Birimler arasında bağıllık (korelasyon ilişkisi) vardır"

biçiminde oluşturulur. Test istatistiği, N ve T sonsuza giderken,

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T\hat{\rho}_{ij}^2 - 1)$$

formülüyle hesaplanmaktadır. N ve T'nin büyük ya da N'nin büyük T'nin küçük olduğu durumda ise,

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right)$$

formülüyle hesaplanmaktadır. Her iki istatistikte de N ve T sonsuza giderken asimptotik olarak standart dağılmaktadır. Test sonucunda ($p < 0,05$) anlamlılık düzeyinde H_0 hipotezi kabul edilirse birinci nesil birim kök testi; H_0 reddedilir ise ikinci nesil birim kök testinin yapılmasına karar verilecektir. Sonrasında uygulanan birim kök testi sonucunda serilerin durağanlığı test edilecektir. Eğer seriler birim köke sahipse durağan olamaz, seriler durağan olmadığı sürece de seriler arasında anlamlı bir ilişkiden söz etmek mümkün değildir (Uçan, 2013: 162). Bir serinin durağan olması serinin ortalaması ile varyansının sabit olması iki zaman değeri arasındaki farka bağlıdır (Aktaş, 2009: 37). Serilerin tümü $I(0)$ seviyede durağansa Panel OLS, serilerin tümü $I(1)$ seviyede durağansa eşbütünleşme analizi, bağımlı değişken $I(1)$ seviyede durağan bağımsız değişkenlerden bazıları $I(0)$ seviyede bazıları $I(1)$ seviyede durağansa Panel ARDL analizi yapılmalıdır. Ortalama Grup Tahmincisi Pesaran & Smith (1995) tarafından önerilen bu yaklaşım, heterojen ve birimler arası korelasyonsuz panel veri modellerinin tahmininde ve heterojen testlerin türetilmesinde sıklıkla kullanılan tutarlı bir yöntemdir (Tatoğlu, 2023; 60). Bu yöntemde grup tahmincinin elde edilmesinde, ilk aşamada her bir birimin T adet gözlemi kullanılarak, parametreler en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilmekte ($\hat{\beta}_i$) ve daha sonra bu bireysel tahmincilerin ortalamaları alınarak β' nin ortalama değerlerinin tahmincilerine ulaşılabilmektedir:

$$\hat{\beta}_{MG} = N^{-1} \sum_{i=1}^N \hat{\beta}_i$$

Pesaran & Smith (1995) ortalama grup tahmincinin $T \rightarrow \infty, N \rightarrow \infty$ ve

$\sqrt{N}/T \rightarrow 0$ durumunda tutarlı olduğunu belirtmişlerdir (Tatoğlu, 2023: 61).

4. Analiz ve Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde öncelikle veri setine tanımlayıcı istatistiksel analizler yapılmış ve değişkenlere ilişkin grafikler verilmiştir. Sonrasında yatay kesit bağımlılığı ve birim kök testi yapılarak uygun analiz yöntemi seçilerek incelenmiştir.

4.1. Tanımlayıcı İstatistikler ve Değişkenlere İlişkin Grafikler



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyümeyi Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

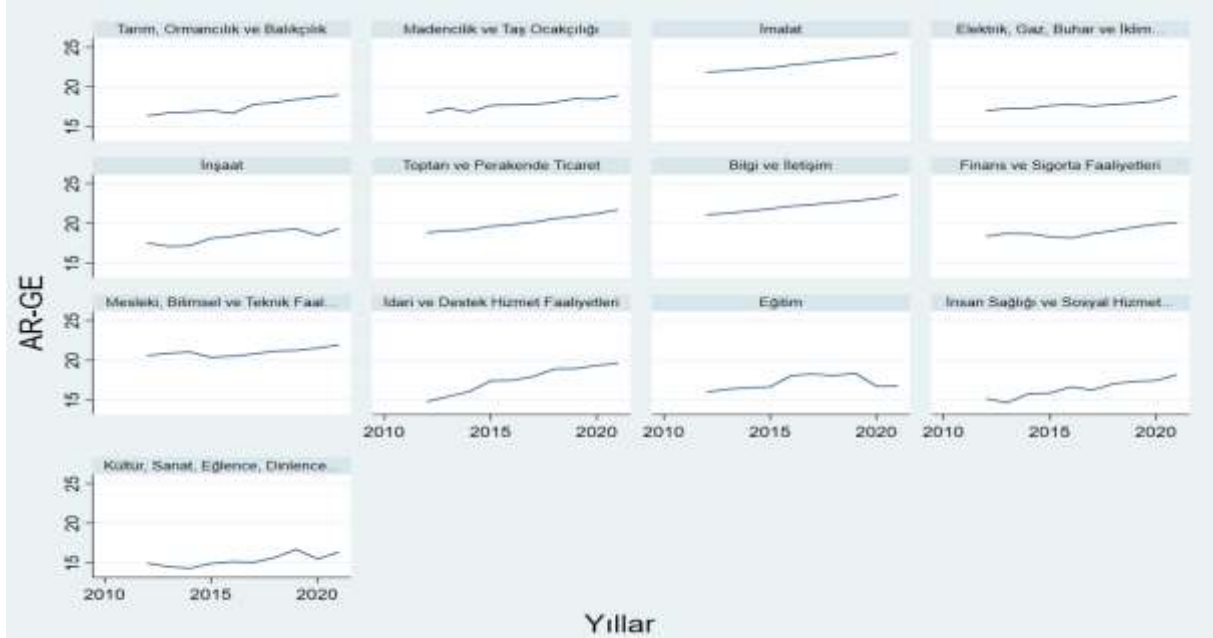
Çalışmada 2013-2022 yıllarına ait on üç farklı sektör için Ar-Ge harcamaları, istihdam sayısı ve üretim geliri verileri kullanılmıştır. Bu verilerin logaritması alınarak hesaplanan tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 3: Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler		Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Gözlemler
Üretim	Dönüştürülmüş	18,441	0,987	16,413	21,202	N=130
	Gruplar Arası		0,884	17,238	20,109	n=13
	Grup içi		0,498	17,616	19,670	T=10
İstihdam	Dönüştürülmüş	6,725	1,277	4,654	8,716	N=130
	Gruplar Arası		1,317	4,852	8,589	n=13
	Grup içi		0,134	6,309	7,058	T=10
Ar-Ge	Dönüştürülmüş	18,710	2,347	14,339	24,287	N=130
	Gruplar Arası		2,601	15,318	22,930	n=13
	Grup içi		0,869	15,912	20,757	T=10

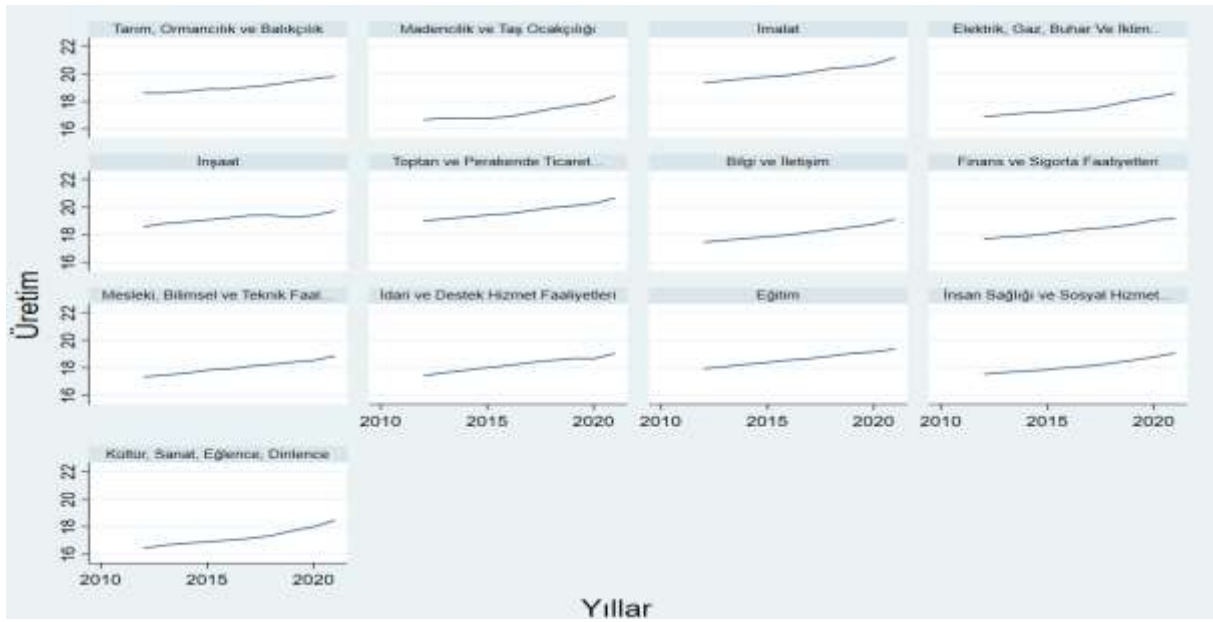
Tablo 3’te yer alan tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde değişkenlere ilişkin ortalama, standart sapma, maksimum, minimum ve gözlem sayıları verilmiştir. On üç farklı sektöre ilişkin on üç yıllık verilerin incelendiği tabloda üretim, istihdam ve Ar-Ge harcamaları genel ortalamaları sırasıyla 18,44, 6,73 ve 18,71 olduğu görülmektedir. Ayrıca standart sapma değerleri incelendiğinde üretim, istihdam ve Ar-Ge değişkenleri için değişkenliğin, sektör içerisinde daha fazla olduğu görülmektedir. Sonrasında yatay kesit bağımlılığı ve durağanlık sınavasından önce serilere ilişkin genel bir eğilimi gözlemlemek için sırasıyla grafikler incelenmiştir.

Şekil 2: Sektörlerin Ar-Ge Harcamalarına Ait Grafik



Sektörlerin Ar-Ge harcamalarına ilişkin grafikler incelendiğinde tüm sektörler için dalgalanmalarla birlikte yukarı yönlü bir trendin olduğu gözlenmektedir. Ayrıca grafiklerden de anlaşıldığı üzere yıllar itibarıyla Ar-Ge harcamalarının tüm sektörlerde artış gösterdiği görülmektedir.

Şekil 3: Sektörlerin Üretim Gelirine Ait Grafik



Sektörler açısından üretim geliriye ait grafikler incelendiğinde inşaat sektöründe dalgalanma olmakla birlikte genel eğilimin yukarı yönlü bir tendin olduğu gözlemlenmektedir.

Şekil 4: Sektörlerin İstihdam Sayısına Ait Grafik



İstihdam sayılarına ait grafikler incelendiğinde ise tüm sektörlerde Ar-Ge ve üretim geliri değerlerine göre daha durağan olduğu ve bariz bir trendin olmadığı söylenebilir. Serilere ilişkin birim kök analizinden önce yatay kesit bağımlılığı incelenecek ve analizin sonucuna göre birim kök analizi yapılacaktır.

4.2. Yatay Kesit Bağımlılığı ve Birim Kök Testi

Çalışma kapsamında öncelikle sektörlerin bir birilerini etkileyip etkilemediğini tespit etmek ve yatay kesit bağımlılığının varlığını test etmek amacıyla Pesaran (2004) CD test istatistiği kullanılmıştır. Bu test ile tüm yatay kesit birimlerinin kalıntılarına ait olan “korelasyon ilişkisi yoktur” şeklindeki temel hipotez sınanmıştır. Teste ilişkin korelasyon tablosu Tablo 4’te verilmiştir.



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyüme Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. Fiscaeconomia, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

Tablo 4: Kalıntıların Korelasyon Tablosu

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
R1	1,00												
R2	0,68	1,00											
R3	0,79	0,90	1,00										
R4	0,75	0,92	0,92	1,00									
R5	0,41	0,49	0,53	0,46	1,00								
R6	0,79	0,91	0,99	0,93	0,55	1,00							
R7	0,79	0,93	0,98	0,97	0,49	0,99	1,00						
R8	0,81	0,59	0,84	0,76	0,36	0,82	0,81	1,00					
R9	0,83	0,68	0,90	0,82	0,31	0,87	0,87	0,95	1,00				
R10	-0,20	0,26	-0,15	-0,04	-0,06	-0,10	-0,08	-0,54	-0,44	1,00			
R11	0,68	0,86	0,78	0,74	0,63	0,78	0,79	0,43	0,57	0,21	1,00		
R12	-0,08	0,37	0,18	0,20	0,45	0,16	0,17	-0,16	-0,02	0,50	0,48	1,00	
R13	0,76	0,85	0,88	0,81	0,82	0,89	0,86	0,68	0,71	-0,02	0,88	0,40	1,00
Pesaran's test of cross sectional independence = 15,488, Pr = 0,000													
Ortalama korelasyon katsayıları & Pesaran (2004) CD testi													
Değişkenler				CD-Test			p- value		corr		Abs(corr)		
Kalıntılar				15,49			0,000		0,555		0,603		
Notlar: Kesitin sıfır hipotezi altında bağımsızlık CD ~ N (0,1)													

Sonuçlar incelendiğinde yatay kesit bağımsızlığını ifade eden sıfır hipotezinin reddedildiği görülmektedir. Araştırılmak istenen değişkenlerde yatay kesit bağımlılığı söz konusudur. Bu aşamada etkin tahmin sonuçlarının elde edilebilmesi için yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil panel birim kök testlerinin uygulanması gereklidir. Bu amaca yönelik, Pesaran tarafından geliştirilen, hata terimlerinin faktör yapılarının tahmin edilmesi yerine uygulama kolaylığı sağlayan ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan Pesaran panel birim kök testi tercih edilmiştir. Bu test ile serilerin durağanlık dereceleri trenden arındırılmış olarak sabitli birim kök test sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Pesaran Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler		Z [t-bar]	Olasılık Değeri (p)
Üretim	Düzeyde	-0,265	0,395
	Bir Farkta	-5,331	0,000
Ar-Ge	Düzeyde	0,556	0,711
	Bir Farkta	-4,505	0,000
İstihdam	Düzeyde	1,202	0,885
	Bir Farkta	-7,170	0,000

Tablo 5 incelendiğinde, Ar-Ge, üretim ve istihdam serilerin düzeyde durağan olmadığı, birinci farkları alındığında ($p < 0,01$) durağan oldukları görülmektedir. Dolayısıyla, Tablo 4'e göre, çalışmada kullanılan seriler hem heterojendir hem de yatay kesit bağımlılığı içermektedir. Bu nedenle çalışmada Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG) Tahmincisi kullanılarak analiz edilecektir. Genişletilmiş Ortalama Grup Tahmincisi (AMG) Elberhardt & Bond (2009), Eberhardt & Teal (2010) tarafından Pesaran'ın CCEMG tahmincisine alternatif olarak geliştirilmiştir. AMG tahmincisinde, birimlere özgü regresyonlarda ortak dinamik sürecin içerilmesi ile yatay kesit bağımlılık hesaba katılmaktadır. Değişkenlerin birinci farkları alınarak havuzlanmış regresyon (FD-OLS) T-1 adet zaman gölge değişken katsayıları ile genişletilmekte



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyüme Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

ve bu katsayıların tahminleri elde edilmektedir (Tatoğlu, 2023: 96). Ar-Ge harcamalarının Üretim miktarına etkisi ve Ar-Ge harcamalarının istihdama etkisi ayrı ayrı analiz edilmiş ve edilen sonuçlar tablolar halinde verilmiştir.

4.3. Ar-Ge Harcamalarının İstihdama Etkisi

Ar-Ge harcamalarının işletmelerdeki yenilikçi yaklaşımları yakalayabilme olanaklarını artırmasıyla birlikte üretim süreçlerinde makineleşmeyi de artırmaktadır. Bu süreç istihdam olanaklarını negatif yönde etkilediği ancak kuvvetinin zayıf olduğu yönde görüşler olsa da Ar-Ge harcamalarının işsizlik üzerine etkileri konusunda tartışmalar devam etmektedir (Manga & Tuna, 2023: 555). Ar-Ge harcamalarının istihdam üzerindeki etkisini tespit etmeye yönelik Ortalama Grup Tahmincisi (AMG) analizi yapılarak sonuçlar yorumlanmaya çalışılmıştır.

Tablo 6: İstihdam Ar-Ge Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG) Tahmincisi

Mean Group type estimation				Number of obs=	129	
AMG				Wald chi2(1)=	3,03	
				Prob>chi2=	0,082	
distihdam	Sabit Katsayı	Standart Hata	z-testi	P olasılığı	(%95 Güven Aralığı)	
darge	0,446	0,256	1,74	0,082	-0,056	0,948
_00000R_c	1,536	0,797	1,93	0,054	-0,027	3,098
_cons	-0,076	0,075	-1,00	0,315	-0,224	0,072
Root Mean Squared Error (sigma): 0.2267						
Variable __00000R_c refers to the common dynamic process.						

Analiz sonuçları incelendiğinde istihdam ve Ar-Ge değişkeni arasında uzun dönemli ilişkinin Pesaran & Smith'in (1995) AMG tahmincisi ile tahmini görülmektedir. Parametrelerin birimlere göre tahmin edilmiş ve ortalamalarının alınmış fakat model anlamlı çıkmamıştır. Bu sonuca göre istihdam ile Ar-Ge harcamaları arasında uzun dönemli bir ilişki söz konusu değildir. Ayrıca sektörlere ilişkin veriler ayrıntılı olarak incelendiğinde elde edilen bulgular Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7: Sektörlere Göre İstihdam Ar-Ge Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG) Tahmincisi

Maden ve Taş Ocaklığı Sektörü						
distihdam	Sabit Katsayı	Standart Hata	z-testi	P olasılığı	(%95 Güven Aralığı)	
darge	1,261	0,248	5,10	0,000	0,776	1,747
_00000R_c	7,358	5,175	1,42	0,155	-2,785	17,502
_cons	-0,298	0,203	-1,47	0,143	-0,969	0,100
İmalat Sektörü						
distihdam	Sabit Katsayı	Standart Hata	z-testi	P olasılığı	(%95 Güven Aralığı)	
darge	1,234	0,048	25,57	0,000	1,140	1,329
_00000R_c	1,55	0,979	1,18	0,238	-0,764	3,075
_cons	-1,293	0,047	-6,14	0,000	-0,386	-0,199
Elektrik, Gaz, Buhar ve İklimlendirme Sektörü						
distihdam	Sabit Katsayı	Standart Hata	z-testi	P olasılığı	(%95 Güven Aralığı)	
darge	0,440	0,143	30,77	0,000	0,412	0,468
_00000R_c	1,083	0,801	1,35	0,177	-0,487	2,654
_cons	-0,038	0,034	-1,12	0,262	-0,103	0,281
İnşaat Sektörü						
distihdam	Sabit Katsayı	Standart Hata	z-testi	P olasılığı	(%95 Güven Aralığı)	
darge	-0,465	0,223	2,09	0,037	-0,903	-0,028
_00000R_c	0,291	3,755	0,08	0,938	-7,069	7,652
_cons	0,192	0,146	1,31	0,191	-0,096	0,480
Toptan ve Perakende Ticaret Sektörü						
distihdam	Sabit Katsayı	Standart Hata	z-testi	P olasılığı	(%95 Güven Aralığı)	
darge	-0,676	0,139	-4,84	0,000	-0,951	-0,403
_00000R_c	-0,861	0,942	-0,91	0,360	-2,709	0,985
_cons	0,236	0,048	4,88	0,000	0,142	0,332
Bilgi İletişim Sektörü						
distihdam	Sabit Katsayı	Standart Hata	z-testi	P olasılığı	(%95 Güven Aralığı)	
darge	2,869	0,360	7,95	0,000	2,161	3,575
_00000R_c	-0,218	2,534	-0,09	0,931	-5,187	4,750
_cons	-0,821	0,123	-6,67	0,000	-1,061	-0,579
Sağlık Sektörü						
distihdam	Sabit Katsayı	Standart Hata	z-testi	P olasılığı	(%95 Güven Aralığı)	
darge	0,282	0,078	3,62	0,000	0,129	0,435
_00000R_c	0,009	1,495	0,01	0,995	-2,921	2,940
_cons	-0,052	0,062	-0,84	0,401	-0,172	0,068
Sanat, Gösteri ve Eğlence Hizmetleri Sektörü						
distihdam	Sabit Katsayı	Standart Hata	z-testi	P olasılığı	(%95 Güven Aralığı)	
darge	0,724	0,093	7,81	0,000	0,543	0,906
_00000R_c	8,039	2,757	2,92	0,004	2,635	13,443
_cons	-0,068	0,105	-0,65	0,514	-0,273	0,136

Tablo 7 incelendiğinde, Ar-Ge harcamalarının Maden, İmalat, Elektrik, Bilgi İletişim ve Sanat, Gösteri ve Eğlence Hizmetleri Sektöründe istihdam olanaklarını olumlu etkilerken; İnşaat ve Toptan ve Perakende sektörlerinde istihdam olanaklarını olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyüme Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

Yüksek petrol fiyatları, petrol ithal eden ülkelerde enerjiye yönelik Ar-Ge harcamalarını arttırırken, petrol ihraç eden ülkelerde ise Ar-Ge harcamalarını azalttığı tespit edilmiştir. Artan petrol fiyatları yenilenebilir enerji sektöründe inovasyonu arttırmaktadır. Öte yandan yüksek işsizlik oranlarının enerji sektöründe yeni iş fırsatları oluşturmayı teşvik ettiği ve yüksek inovasyona yol açtığı ifade edilmektedir (Brutschin & Fleig, 2016: 29). Bir diğer çalışmada yeşil inovasyon ile istihdam arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Kunapatarawong & Martínez-Ros, 2016: 1218). Türkiye enerji ithal eden ve OECD ülkelerine göre işsizliğin nispeten yüksek olduğu bir ülke konumundadır. Enerji sektöründe Ar-Ge harcamalarının artmasının istihdamı arttırması literatürle uyumlu olduğu söylenebilir.

İmalat sektöründe Ar-Ge harcamalarının artmasının istihdamı olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Bu noktada teknolojinin gelişmesi ile işgücünde meydana gelebilecek istihdam artışı “telafi teorisi” ile açıklanabilir. Bu teoriye göre teknolojik yenilikler nedeniyle üretim maliyetleri azalabilir. Üretim maliyetlerinin azalması fiyatların düşmesine neden olabilir. Fiyatları düşen ürünlere talep artacağından istihdam olumlu etkilenebilir. İkinci olarak teknolojik değişimler sonucu karlılığın artması yeni yatırımları destekleyerek istihdamı arttırabilir. Üçüncüsü ise teknolojik yenilikler sonucu elde edilen kazançların yeniden dağıtılması sonucu gelir artışı meydana gelebilir. Bu durumun harcamaları arttıracığı dolayısıyla da istihdamı arttırması beklenmektedir. Yeni teknolojilerle birlikte üretimde kullanılan bilgisayar, makine, alet gibi sermaye mallarının üretilmesi ek istihdam oluşturabilir. Son olarak yeni teknolojilerin kullanımı yeni ürünlerin üretilmesini sağlayabilir. Yeni ürünlerin üretilmesi istihdamı arttırabilir (Vivarelli, 1995: 26-38). Bir diğer görüşe göre ürün ve süreç yeniliği emek verimliliğini arttırdığından dolayı doğrudan istihdamda azalmaya neden olacağı beklenmektedir. Fakat bu olumsuz istihdam etkisi satışlardaki artışla, fazlasıyla telafi edilmektedir. Bu durum hem ürün hem de süreç yeniliğinin istihdamı arttırdığı şeklinde değerlendirilmiştir (Woltjer, 2021: 89). Ayrıca dijitalleşmenin gelişmekte olan ülkelerde imalat sektöründe ticareti yapılan mallarda çeşitlilik (ürün yeniliği) meydana getirdiği belirtilmiştir (Matthess & Kunkel, 2020: 1). Firma içi Ar-Ge çalışmalarına ağırlık veren firmalarda ürün yeniliği getirme olasılığının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ürün inovasyonunun ise verimlilik düzeyleri üzerinde önemli bir etkisi bulunmamaktadır (Martin & Nguyen-Thi, 2015: 1116-1118). Çalışmada imalat sektöründe Ar-Ge harcamalarının artmasının istihdamı da arttırdığı tespit edilmiştir.

Madencilik sektöründe firmaların Ar-Ge ve inovasyon yapabilme kapasiteleri büyük ölçüde emtia fiyatlarına bağlı olarak firmaların karları ile ilişkilidir. Emtia fiyatlarında meydana gelen artış Ar-Ge ve inovasyon yatırımlarını pozitif etkilemektedir (Olvera & Lizuka, 2023: 1). Ayrıca madencilik sektörüne özgü zorluklar nedeniyle sektörde inovasyon önemli hale gelmiştir. Çalışanların sağlık ve güvenliğinin sağlanması, patlama stratejilerinin geliştirilmesi, kaliteli cevher elde edilmesi gibi nedenlerden dolayı sektörde Ar-Ge yatırımları önemli hale gelmiştir (Blundi vd., 2022: 202). Çalışmada madencilik sektörüne yapılan Ar-Ge yatırımlarının istihdamı arttırdığı tespit edilmiştir.

Türkiye’de KOBİ’lerin büyüklük grubuna göre mikro ölçekli girişimlerin %89,3’ü küçük ölçekli girişimlerin %81,6’sı ve orta ölçekli girişimlerin %79,7’si düşük ve orta düşük teknoloji sınıfında üretim yapmaktadır (TÜİK, 2022). Düşük ve orta teknolojlili endüstrilerde yapılan yenilikler ileri



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyüme Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

teknolojili ürünler ve teknolojiler ile etkileşim içinde olabilir. Yani yeni ürünler ve üretim süreçlerinin geliştirilmesinde Bilgi ve İletişim Teknolojisi (BİT) kullanılabilir (Oslo Kılavuzu, 2005: 42). Ar-Ge harcamalarının artması ile bilgi iletişim sektöründe çalışan sayısının da artması beklenmektedir. Çalışmada Türkiye’de Ar-Ge harcamalarının artması bilgi ve iletişim sektöründe istihdamı arttırdığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulguların literatür ile uyumlu olduğu söylenebilir.

Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak hızlı büyüme gösteren endüstrilerde orta vasıflı işgücüne olan talebin azaldığı tespit edilmiştir (Ju, 2014: 301). Türkiye özelinde yapılan çalışmada bilgi iletişim sektörünün doğrudan en fazla girdi talep ettiği sektör hizmetler sektörüdür. Diğer bir deyişle bilgi iletişim teknolojisi ürünlerini en fazla kullanan sektörün hizmetler sektörü olduğu tespit edilmiştir (Tulin vd., 2022: 437). Hizmetler sektörü içerisinde istihdam en yüksek oranda (%27,1) toptan perakende sektöründedir. Ayrıca 2022 TÜİK verilerine göre toptan perakende sektöründe lise ve dengi eğitim seviyesine sahip çalışan oranı ile (%35,3) Türkiye ortalamasının (%24,4) oldukça üzerindedir (TÜİK, 2023). Toptan perakende sektöründe orta vasıflı işgücünün yoğun olduğu görülmektedir. Bu noktada sektör iş kutuplaşmasına uygun bir sektördür. Ayrıca toptan ve perakende sektörü e-ticarete elverişli olması nedeniyle BİT kullanımına uygun bir sektör görünümündedir. Bundan dolayı toptan perakende sektöründe Ar-Ge ile istihdam arasında negatif bir ilişkinin olması beklenmektedir. Çalışmada literatürle uyumlu olarak Ar-Ge’nin artmasının toptan ve perakende sektöründe istihdamı azalttığı bulunmuştur.

Medeniyetlerin gelişmişlik göstergesi ülkelerin inşaat yapıları (Çin Seddi, Eyfel Kulesi vb.) ile ilişkili olduğu kabul edilmektedir. Gelişmiş yapıların mühendislik ve Ar-Ge çalışmaları sonucu ortaya çıktığı söylenebilir. Günümüzde küresel rekabetin artması güvenlik, çevrenin korunması ve teslim tarihi gibi konuların iş şartnamelerinde istenmesi dolayısıyla küresel sistemde rekabet etmek isteyen firmalar Ar-Ge çalışmalarını arttırmıştır (Sew & Meng, 2007: 1). Lin vd. yaptığı çalışmada inşaat sektöründe iş performansının artmasının beşeri sermaye ile ilişkili olduğunu tespit etmiştir (2017: 232). İnşaat sektörü 2023 TÜİK verisine göre tarımdan sonra en düşük eğitim seviyesine sahip çalışanların bulunduğu sektördür. Türkiye’de inşaat sektöründe lise altı eğitim seviyesine sahip çalışan oranı %62,7’dir. Bu oran Türkiye ortalamasının (%45,7) oldukça üzerindedir. Yükseköğrenime sahip çalışan oranı ise %13,6 ile Türkiye ortalamasının (%28,7) oldukça altındadır (TÜİK, 2023). İnşaat sektörü emek yoğun bir sektör olup aynı zamanda küreselleşme ile birlikte rekabet kapasitesini yükseltmek zorunda olan bir sektör görünümündedir. Sektörde Ar-Ge harcamalarının artması ile meydana gelen verimlilik artışının istihdamı azaltması beklenen bir durumdur. Çalışmada inşaat sektöründe yapılan Ar-Ge harcamalarının artmasının istihdamı azalttığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürle uyumludur.

4.4. Ar-Ge Harcamalarının Üretim Miktarına Etkisi

Sektörlerdeki rekabetçi ortamın artması ve işletmelerin hızla gelişen büyüyen bir sürecin içerisinde olmaları, hedef kitlerinin zevk ve tercihlerinin sürekli değişmesi ve yenilenmesi onları yenilikçi bir yaklaşıma itmektedir. Bu yenilikçi yaklaşımı yakalayabilmek ancak Ar-Ge harcamalarını artırmakla mümkün olacaktır. Fakat yapılan bu harcamaların üretime yansması



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyümeyi Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

ve beklenen faydayı sağlayıp sağlamadığı da bir o kadar önemli faktördür. Ar-Ge harcamalarının üretim gelirleri üzerindeki etkisini tespit etmeye yönelik Ortalama Grup Tahmincisi (AMG) analizi yapılarak sonuçlar yorumlanmaya çalışılmıştır.

Tablo 8: Üretim Ar-Ge Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG) Tahmincisi

Mean Group type estimation AMG				Number of obs=	129
				Wald chi2(1)=	4,65
				Prob>chi2=	0,0311
düretim	Sabit Katsayı	Standart Hata	z-testi	P olasılığı	(%95 Güven Aralığı)
darge	0,128	0,059	2,16	0,031	0,012 0,244
_00000R_c	1,114	0,190	5,85	0,000	0,740 1,488
_cons	-1,468	0,267	-5,50	0,000	-1,992 -0,945
Root Mean Squared Error (sigma): 0.0725					
Variable __00000R_c refers to the common dynamic process.					

Analiz sonuçları incelendiğinde üretim geliri ve Ar-Ge değişkeni arasında uzun dönemli ilişkinin Pesaran & Smith'in (1995) AMG tahmincisi ile tahmini görülmektedir. Parametrelerin birimlere göre tahmin edilmiş ve ortalamalarının alınmış olduğu görülmektedir. Modele göre denklem aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$düretim = -1,468 + 0,128.darge$$

Modelde uzun dönem parametreleri sırasıyla Ar-Ge için 0,128 sabit katsayı için -1,468 olarak tahmin edilmiş ve her iki değişkeninde anlamlı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla uzun dönemde Ar-Ge harcamaları üretim değişkenini etkilemektedir. Ar-Ge harcamasına ilave edilecek %1'lik artış üretimde yaklaşık %13'lük artış sağlayacağı söylenebilir. Ayrıca sektörlere ilişkin veriler ayrıntılı olarak incelendiğinde elde edilen bulgulara Tablo 9'de verilmiştir.

Tablo 9: Sektörlere Göre Üretim Ar-Ge Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG) Tahmincisi

İmalat Sektörü						
düretim	Sabit Katsayı	Standart Hata	z-testi	P olasılığı	(%95 Güven Aralığı)	
darge	0,700	0,150	4,68	0,000	0,406	0,993
_00000R_c	0,796	0,279	2,85	0,004	0,284	1,343
_cons	-1,130	0,443	-2,55	0,011	-1,998	-0,262
Elektrik Sektörü						
düretim	Sabit Katsayı	Standart Hata	z-testi	P olasılığı	(%95 Güven Aralığı)	
darge	0,370	0,175	2,11	0,035	0,026	0,713
_00000R_c	1,214	0,904	1,34	0,179	-0,557	2,984
_cons	-1,638	1,270	-1,29	0,197	-4,126	0,851
Mesleki, Bilimsel ve Teknik Hizmetler Sektörü						
düretim	Sabit Katsayı	Standart Hata	z-testi	P olasılığı	(%95 Güven Aralığı)	
darge	-0,165	0,055	-3,01	0,003	-0,272	-0,058
_00000R_c	1,340	0,039	34,08	0,000	1,263	1,417
_cons	-1,742	0,057	-30,38	0,000	-1,855	-1,630
Eğitim Sektörü						
düretim	Sabit Katsayı	Standart Hata	z-testi	P olasılığı	(%95 Güven Aralığı)	



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyüme Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

darge	0,057	0,166	3,42	0,001	0,024	0,089
_00000R_c	0,719	0,051	14,15	0,000	0,619	0,819
_cons	-0,887	0,071	-12,46	0,000	-1,026	-0,747
Sanat, Gösteri ve Eğlence Hizmetleri Sektörü						
düretim	Sabit Katsayı	Standart Hata	z-testi	P olasılığı	(%95 Güven Aralığı)	
darge	0,057	0,026	2,19	0,028	0,006	0,108
_00000R_c	1,867	0,071	26,32	0,000	1,728	2,006
_cons	-2,478	0,098	-25,34	0,000	-2,670	-2,286

Tablo 9'deki analiz sonuçları incelendiğinde, Ar-Ge harcamalarının İmalat, Elektrik, Eğitim, Sanat, Gösteri ve Eğlence Hizmetleri Sektörü olmak üzere dört sektörde üretim miktarını arttırdığı tespit edilmiştir. Ar-Ge harcamalarının İmalat, Elektrik ve Sanat, Gösteri ve Eğlence Hizmetleri Sektöründe o sektörde hem istihdamı hem de üretim miktarını arttırdığı tespit edilmiştir.

Eğitim sektöründe Ar-Ge harcamalarının artmasıyla istihdam değişmemiş fakat üretim miktarı artmıştır. Eğitim sektöründe Ar-Ge harcamalarının artmasıyla istihdam değişmezken üretim miktarının artması işgücü verimlilik artışı ile açıklanabilir. Eğitim sektöründe dijitalleşmenin artmasının bu sonuca neden olduğu düşünülmektedir. Yapılan analiz sonucunda Ar-Ge harcamaları ve üretim gelirleri arasında uzun dönemli ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Ar-Ge harcamalarının büyümeye katkı yapabilmesi ürüne dönüşmesi ile mümkündür. Ar-Ge çıktısının ürüne dönüşmesinin uzun dönemde gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu doğrultuda Ar-Ge harcamaları ile üretim gelirleri arasında uzun dönemli ilişkinin olması beklenen bir durumdur. Öte yandan Mesleki, Bilimsel ve Teknik Hizmetler Sektörüne yapılan Ar-Ge harcamalarının ise üretim miktarının azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir.

5. Sonuç

Ar-Ge harcamalarının büyümeyi olumlu etkilediği literatürde sıkça belirtilmektedir. Hangi sektörlere yapılan Ar-Ge harcamalarının büyümeyi daha fazla etkileyeceği ise ülkelerin çeşitli dinamiklerine bağlı olarak değişmektedir. Öte yandan Ar-Ge harcamalarının istihdam üzerindeki etkisinin karmaşık olduğu söylenebilir. İşletmelerin faaliyette bulunduğu sektörlere göre farklılık olmakla beraber üretim gelirlerini artırma ve istihdam olanaklarını gerçekleştirmede Ar-Ge harcamalarının önemli etkisi olduğu belirtilmektedir. İşletmeler müşterilerin beklenti ve isteklerini karşılamak için Ar-Ge harcamalarına önem verirken; yapılan bu harcamalarla tasarlanan yeni ürün ve hizmetler ancak istihdamla üretilmekte ve nihai tüketiciye ulaştırılmaktadır.

Çalışmada 2013-2022 yılları arasında sektörel Ar-Ge harcamaları, sektördeki istihdam sayıları kullanılırken, ekonomik büyümeyi temsilen üretim gelirleri kullanılmıştır. Sektörlere göre Ar-Ge harcamasına ayrılan kaynakların üretim miktarı ve istihdam olanaklarını nasıl etkilediğini tespit etmek amacıyla yapılan modellemede üretim ve Ar-Ge harcamaları arasında uzun dönemli ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Oluşturulan modelde uzun dönem parametreleri sırasıyla Ar-Ge için 0,128 sabit katsayı için -1,468 olarak tespit edilmiş ve her iki değişkeninde anlamlı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla uzun dönemde Ar-Ge harcamaları üretim



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyüme Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

değişkenini etkilemektedir. Ar-Ge harcamasına ilave edilecek %1’lik artış üretimde yaklaşık %13’lük artış sağlayacağı söylenebilir. Ar-Ge ile büyüme arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığına dair çalışmalar olmakla birlikte Tuna vd. (2015), Yüksel (2017), Dinçer vd. (2019) literatürde çalışmaların büyük kısmında Şahin (2015), Bilas vd. (2016), Çao (2018), Hafeez vd. (2019), Bayraktar vd. (2022) Ar-Ge ile büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirtmiştir.

Çalışmada Ar-Ge’nin ekonomik büyümeyi önemli oranda arttırdığına dair sonuçlar elde edilmiştir. Türkiye’de Ar-Ge harcamalarının önemli derecede büyümeye neden olması şu şekilde açıklanabilir: (1) Ar-Ge/GSYH oranının OECD ülke oranının altında olması ve önemli bir Ar-Ge potansiyelini barındırmasına, (2) verilerin sadece özel sektör Ar-Ge harcamalarını kapsaması, (3) çalışma veri setinin küresel bir kriz dönemine denk gelmemesi ve ülkenin pazarlama ağının etkin olması, (4) Ar-Ge çıktılarının ürüne dönüşmesi şeklinde açıklanabilir.

Sektörel Ar-Ge harcamalarının sektörel büyümeyi nasıl etkilediğine dair çalışmalar ise oldukça sınırlıdır. Literatürde oluşan bu boşluğu doldurmak amacıyla veri setine ulaşılan on üç sektörde yapılan Ar-Ge harcaması ile ekonomik büyüme ilişkisi incelenmiştir. İmalat, Elektrik, Eğitim ve Sanat, Gösteri ve Eğlence Hizmetleri sektörlerine yapılan Ar-Ge harcamalarının artmasının o sektörlerde üretim miktarını arttırdığı tespit edilmiştir. Mesleki Bilimsel ve Teknik Hizmetler sektöründe Ar-Ge harcamalarının artmasının üretim miktarını azalttığı bulunmuştur.

İstihdam ve Ar-Ge harcamaları arasında uzun dönemli ilişkin olmadığı fakat sektörler ayrı ayrı değerlendirildiğinde Maden, İmalat, Elektrik, Bilgi İletişim ve Sanat, Gösteri ve Eğlence Hizmetleri sektörüne yapılan Ar-Ge harcamalarının istihdamı olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Maden, İmalat ve Elektrik sektörlerinin sanayi sektörünü oluşturduğu düşünüldüğünde özetle sanayi sektörüne yapılan Ar-Ge harcamalarının istihdamı arttırdığı söylenebilir. İnşaat ile Toptan ve Perakende Ticaret sektörlerinde yapılan Ar-Ge harcamalarının ise istihdamı olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Toptan perakende sektöründe orta vasıflı işgücünün yoğun olduğu dolayısıyla iş kutuplaşmasına uygun bir sektördür. Ayrıca toptan perakende sektörü e-ticarete elverişli bir sektördür. Toptan ve Perakende Ticaret sektöründe yapılan Ar-Ge harcamaları o sektördeki istihdamı azalttığı tespit edilmiştir. Sektördeki Ar-Ge harcamaları ile istihdamın azalması sektörün iş kutuplaşmasına ve e-ticarete uygun bir sektör olması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla toptan perakende sektöründe Ar-Ge ile istihdam arasında negatif bir ilişkinin olması beklenen bir durumdur. İnşaat sektöründe yapılan Ar-Ge harcamalarının süreç inovasyonuna ve dolayısıyla işgücü verimliliğine yol açtığı düşünülmektedir. Bu durum inşaat sektöründeki Ar-Ge harcamaları ile sektördeki istihdamın negatif ilişki içinde olduğu sonucunu doğurmaktadır.

Bundan sonraki çalışmalar için Ar-Ge ile istihdam ve büyüme ilişkisini farklı dönemler ve analiz yöntemleri ile yapılması, Ar-Ge harcamalarının istihdam ve ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini sektörel olarak tespit etmeye yönelik çalışmalara ağırlık verilmesi önerilmektedir.

Kaynakça



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyüme Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

-
- Aktaş, Cengiz. (2009). Türkiye'nin İhracat, İthalat ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik Analizi, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (2), 35-47.
- Barbieri, L., Piva, M. & Vivarelli, M. (2016). *The Employment Impact of Different Forms of Innovation: Evidence from Italian Community Innovation Survey*. Milan: Vita E Pensiero.
- Bayraktar, Y., DüNDAR, N. & Özyılmaz, A. (2022). The Relationship between R&D Expenditures and Economic Growth in BRICS-T Countries. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 17(3), 893-910.
- Bilas, V., Bosnjak, M. & Cizmic, T. (2016). Relationship Between Research and Development and Economic Growth in the EU Countries. *13th International Scientific Conference on Economic and Social Development*, Barcelona, Spain, 14–16 April.
- Blundi, D., Nonato, A. C., Loureiro, da S., Medeiros, S. R. de, Carvalho, P. de, Jorge, M. F., Lopes, F. V., Travassos, G., Silva, P. da & Orind, V. (2022). IP Use and Technology Transfer in the Brazilian Mining Sector. A. Daly, D. Humphreys, J. Raffo & G. Valacchi (Eds.), *Global Challenges for Innovation in Mining Industries* (202-230). Cambridge University Press: Cambridge.
- Bogliacino, F., Piva, M. & Vivarelli, M. (2011). R&D and Employment: Some Evidence from European Microdata. *IZA Discussion Paper*.
- Brutschin, E. & Fleig, A. (2016). Innovation in the Energy Sector-The Role of Fossil Fuels and Developing Economies. *Energy Policy*, 97, 27-38.
- Calzada Olvera, B. & Iizuka, M. (2023). The Mining Sector: Profit-Seeking Strategies, Innovation Patterns, and Commodity Prices. *Industrial and Corporate Change*, dtad020.
- Cao, X. (2018). The Relationships between Research and Development (R&D) Investment and Regional Economic Growth. *Anthropologist*, 31(1-3), 34-47.
- Chirwa, T. G., & Odhiambo, N. M. (2018). Exogenous and endogenous growth models: A critical review. *Comparative Economic Research*. Central and Eastern Europe, 21(4), 63-84
- Dinçer, H., Yüksel, S., Adalı, Z. & Aydın, R. (2019). Evaluating the Role of Research and Development and Technology Investments on Economic Development of E7 Countries. *Organizational Transformation and Managing Innovation in the Fourth Industrial Revolution*. IGI Global.
- Eberhardt M. & Bond S., (2009). Cross-Section Dependence in Nonstationary Panel Models: A Noel Estimator, MPRA WP 17870.
- Eberhardt M. & Teal F., (2010). Productivity Analysis in Global Manufacturing Production, Department of Economics, University of Oxford, WP.
- Greenhalgh, C., Longland, M. & Bosworth, D. (2001). Technological Activity and Employment in a Panel of UK Firms. *Scottish Journal of Political Economy*, 48(3), 260-282.
- Grossman, G.M. & Helpman, E. (1991). Quality ladders in the theory of growth, *The Review of Economic Studies*, 58(1), 43–61.



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyümeyi Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

-
- Hafeez, A., Syed, K. B. S. & Qureshi, F. (2019). Exploring the Relationship between Government R & D Expenditures and Economic Growth in a Global Perspective: A PMG Estimation Approach. *International Business Research*, 12(4), 163-174.
- Ju, J. (2014). The Effects of Technological Change on Employment: The Role of ICT. *Korea and the World Economy*, 15(2), 289-307.
- Konya, S., Şakalak, A. & Karaçor, Z. (2022). Can R&D Activities Trigger Economic Growth and Employment? Empirical Evidence from Selected Countries. *Journal of Management and Economics Research*, 20(3), 351-372.
- Kunapatarawong, R. & Martínez-Ros, E. (2016). Towards Green Growth: How Does Green Innovation Affect Employment?. *Research Policy*, 45(6), 1218-1232.
- Lachenmaier, S. & Rottmann, H. (2011). Effects of Innovation on Employment: A Dynamic Panel Analysis. *International Journal of Industrial Organization*, 29(2), 210-220.
- Lin, D. J., Yu, W. D., Wu, C. M., & Cheng, T. M. (2018). Correlation between intellectual capital and business performance of construction industry—an empirical study in Taiwan. *International Journal of Construction Management*, 18(3), 232-246.
- Mankiw, N.G., Phelps, E.S. & Romer, P.M. (1995), The growth of nations, *Brookings Papers on Economic Activity*, 1995(1), 275–326.
- Manga, S. & Tuna, A. (2023). Yükselen Piyasa Ekonomilerinde Teknolojik Gelişim ve İşsizlik İlişkisinin İncelenmesi: Dinamik Panel Veri Analizi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 555-570.
- Martin, L. & Nguyen-Thi, T. U. (2015). The Relationship Between Innovation and Productivity Based on R&D and ICT Use: An Empirical Analysis of Firms in Luxembourg. *Revue Économique*, 66(6), 1105-1130.
- Matthess, M. & Kunkel, S. (2020). Structural Change and Digitalization in Developing Countries: Conceptually Linking the Two Transformations. *Technology in Society*, 63, 101428.
- Medda, G. (2020). External R&D, Product and Process Innovation in European Manufacturing Companies. *The Journal of Technology Transfer*, 45(1), 339-369.
- MÜSİAD. (2012), Küresel Rekabet İçin Ar-Ge ve İnovasyon. *Müsiad Araştırma Raporları*: 76. İstanbul.
- OECD. (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>
- OECD. (2005). *Eurostat, Oslo Klavuzu: Yenilik Verilerinin Toplanması ve Yorumlanması için İlkeler* (3.Baskı). Ankara, TÜBİTAK.



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyüme Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaoconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

- OECD. (2023). Gross Domestic Spending on R&D. <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm> (07.12.2023)
- Pesaran, M. H. & Smith, R. (1995). Estimating Long-Run Relationships from Dynamic Heterogeneous Panels. *Journal of the American Statistical Association*, 94, 621-634.
- Piva, M. & Vivarelli, M. (2018). Is Innovation Destroying Jobs? Firm-Level Evidence from the EU. *Sustainability*, 10(4), 1279.
- Romer, P. M., (1990). Endogenous Technological Change, *The Journal Of Political Economy*, 98(5, Part 2), 71-102.
- Uçak, S., Kuvat, Ö. & Aytekin, A. G. (2018). Türkiye’de Arge Harcamaları-Büyüme İlişkisi: ARDL Yöntemi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(2), 129-160.
- Sezgin, F. H. (2020). Analysis of the Relationship Between R&D Expenditure and Economic Growth: Comparison Between Developing and Developed Countries. *The Effects of Technological Innovations on Competitiveness and Economic Growth*.
- Sew, G. S., & Meng, C. C. (2007). Bridging the gap between R&D and construction industry. *Master Builders* (1st Quarter), 54-68.
- Szarowská, I. (2016). Impact of Public R&D Expenditure on Economic Growth in Selected EU Countries. *The 9th International Scientific Conference Business and Management*.
- Şahin, E. (2015) The Relationship between R&D Expenditures and Economic Growth: Panel Data Analysis 1990-2013. *EY International Congress on Economics 11 “Growth, Inequality and Poverty”*, Ankara.
- Tatoğlu Yerdelen, F. (2023). *İleri Panel Veri Analizi Stata Uygulamalı* (5. Baskı). Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- Triguero, Á., Cuerva, M. C. & Álvarez-Aledo, C. (2017). Environmental Innovation and Employment: Drivers and Synergies. *Sustainability*, 9(11), 2057.
- Tuna, K., Kayacan, E. & Bektaş, H. (2015). The Relationship Between Research & Development Expenditures and Economic Growth: The Case of Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, 501-507.
- Tunç, T., Nas, Ş. & Demir, E. E. (2022). Türkiye’de Bilgi ve İletişim Teknolojileri Sektörü Kapsamında Bir Girdi-Çıktı Analizi. *Sosyoekonomi*, 30(53), 425-445.
- TÜİK. (2022). *Araştırma Geliştirme Faaliyetleri Araştırması*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Arastirma-Gelistirme-Faaliyetleri-Arastirmasi-202249408#:~:text=Gayrisafi%20yurt%20i%C3%A7i%20Ar%2DGe,670%20milyon%20TL'ye%20y%C3%BCKseldi.&text=Gayrisafi%20yurt%20i%C3%A7i%20Ar%2DGe%20harcamas%C4%B1n%C4%B1n%20GSYH%20i%C3%A7indeki%20oran%C4%B1%202021,oran%C4%B1%20%251%2C32%20oldu> (07.12.2023)



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyüme Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

TÜİK. (2022). *Küçük ve Orta Büyüklükteki Girişim İstatistikleri*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kucuk-ve-Orta-Buyuklukteki-Girisim-Istatistikleri-2022-49438> (26.01.2024)

TÜİK. (2023). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (29.01.2024)

Uçan, O. (2013). *Döviz Kuru Dinamikleri* (1. Baskı).

Van Reenen, J. (1997). Employment and Technological Innovation: Evidence from UK Manufacturing Firms. *Journal of Labor Economics*, 15(2), 255-284.

Vivarelli, M. (1995). The Economics of Technology and Employment: Theory and Empirical Evidence. *The Economics of Technology and Employment*. Edward Elgar Publishing.

Vivarelli, M. (2015). Innovation and employment, *IZA World of Labor*.

Woltjer, G., Van Galen, M. & Logatcheva, K. (2021). Industrial Innovation, Labour Productivity, Sales and Employment. *International Journal of The Economics of Business*, 28(1), 89-113

Yazgan, Ş. & Yalçinkaya, Ö. (2018). The Effects of Research and Development (R&D) Investments on Sustainable Economic Growth: Evidence from OECD Countries (1996-2015). *Review of Economic Perspectives*, 18(1), 3-23.

Yüksel, S. (2017). The Impacts of Research and Development Expenses on Export and Economic Growth. *International Business and Accounting Research Journal*, 1(1), 1-8.

Çıkar Beyanı: Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

Etik Beyanı: Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde Fiscaeconomia Dergisinin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazarlarına aittir.

Yazar Katkısı: Yazarların katkısı aşağıdaki gibidir;

Giriş: 1. yazar

Literatür: 1. yazar

Metodoloji: 2. yazar

Sonuç: 1. yazar

1. yazarın katkı oranı: %50 2. yazarın katkı oranı: %50

Conflict of Interest: The authors declare that they have no competing interests.

Ethical Approval: The authors declare that ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In the case of a contrary situation, Fiscaeconomia has no responsibility, and all responsibility belongs to the study's authors.

Author Contributions: author contributions are below;

Introduction: 1. author



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyüme Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

Literature: 1. author

Methodology: 2. author

Conclusion: 2. author

1st author's contribution rate: %50, 2nd author's contribution rate: %50.



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyüme Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

How Does R&D Expenditure Affect Employment and Growth? Understanding the Impact of Sectoral R&D Expenditures: The Case of Turkey

Hakan Saraç, Ebuzer Arslan

Extended Abstract

With globalization, competition has increased in the world and firms have had to increase their competitive potential to adapt to free market conditions. The competitive potential of enterprises is associated with the increase in their productivity in the production of goods and services. Increasing productivity and competitiveness in production is possible by increasing the research and development R&D expenditures of enterprises. It has been determined that R&D expenditures positively affect technological development and that technological developments have positive effects on sustainable growth and employment. Countries that have realized this positive effect have increased the share they allocate to R&D.

The comparison of R&D expenditures between countries is measured by GDP/R&D. The country with the highest share of R&D expenditures in Gross Domestic Product (GDP) is Israel with 5.5%, followed by South Korea with 4.9%, China with 3.8%, the USA with 3.5%, Japan with 3.3%, Germany with 3.1% and the UK with 2.9%. In Turkey, the share of R&D in GDP has increased over the years. While in 1990, the share of R&D in GDP was 0.24%, this ratio increased to 1.40% in 2021. This ratio is below the OECD average (2.72%). It can be said that the share of R&D in GDP in developed countries is between 2% and 4% (OECD, 2023). At this point, it can be said that developed countries spend more on R&D than developing countries. Considering that high growth rates have a significant impact on the development levels of countries, it is expected that there will be a relationship between R&D expenditures and economic growth.

According to the Research and Development Activities Survey 2022 report published by TurkStat, 61.4% of R&D expenditures are made by financial and non-financial companies, 33.8% by higher education institutions, and 4.8% by state institutions. The largest item in R&D expenditures is personnel expenditures, with 47.3%. R&D expenditures are financed 50% by financial and non-financial companies, 32.8% by the state, 15.7% by higher education, 1.3% by foreign sources, and 0.02% by domestic sources (TurkStat, 2023). It has been determined that R&D studies conducted by universities are mostly related to product innovation, while R&D studies with a high share of external sources have a weak relationship with product innovation (Medda, 2018: 339).

The concepts of innovation and R&D, which are at the basis of technological developments, have different meanings. R&D is a prerequisite for innovation. Commercialization of R&D outputs with an entrepreneurial perspective creates innovation. Otherwise, not applying and commercializing the outputs obtained as a result of R&D is a waste of resources for businesses and countries (MÜSIAD, 2012: 56). The intensity of a firm's R&D activities increases the likelihood of innovation (Martin & Nguyen-Thi, 2015: 1122). While R&D plays an important role in the emergence of innovation, innovation creates added value by commercializing R&D outputs. It can be said that the added value created plays an important role in economic growth.



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyüme Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

Technological innovation is divided into two classes: process and product innovation. Process and product innovation have different effects on employment. It can be said that process-oriented innovation reduces costs by increasing productivity, while product-oriented innovation leads to the improvement of existing products or the production of new products. Process innovation increases productivity and enables firms to produce the same level of output with fewer workers. This means that process innovation has a negative impact on employment (Lachenmaier & Rottmann, 2011: 210). The reduction in employment resulting from technological progress can be compensated by different market mechanisms. Process innovation leads to a decrease in the unit cost of production. Decreasing prices stimulate production and thus employment. However, workers laid off as a result of process innovation may lead to a decline in aggregate product demand due to their reduced income. In the absence of perfect competition (oligopoly market), the compensation mechanism will be weakened if cost savings do not reduce prices. On the other hand, turning the difference between costs and prices into investment may create new job opportunities. At this point, the nature of new investments is also important. That is if investments are capital-intensive and involve process innovation (labor-saving), even though compensation may still be limited (Piva & Vivarelli, 2017: 4). It can be said that the impact of process innovations on labor demand may vary according to the situation (Lachenmaier & Rottmann, 2011: 210).

It is frequently stated in the literature that R&D expenditures have a positive impact on growth. Which sectors' R&D expenditures will affect growth more depends on various dynamics of countries. On the other hand, it can be said that the effect of R&D expenditures on employment is complex. Although there are differences depending on the sectors in which enterprises operate, it is stated that R&D expenditures have a significant impact on increasing production revenues and realizing employment opportunities.

In this study, R&D expenditure amounts, number of employment, and production income representing economic growth for thirteen different sectors, for which data were obtained from the NACE Rev2 classification system using TURKSTAT data, were analyzed by creating a panel data set with these data. Modeling was performed to determine how the resources allocated to R&D expenditures by sectors affect the amount of production and employment opportunities. As a result of the study, it was determined that there is a long-run relationship between production and R&D expenditures. In the model, the long-run parameters are determined as 0.128 for R&D and -1.468 for the constant coefficient, respectively, and both variables are significant. Therefore, R&D expenditures affect the production variable in the long run. It can be said that a 1% increase in R&D expenditures will lead to a 13% increase in production. Although there are studies indicating that there is no significant causality relationship between R&D and growth, Tuna et al. (2015), Yüksel (2017), Dinçer et al. (2019), Şahin (2015), Bilas et al. (2016), Çao (2018), Hafeez et al. (2019), Bayraktar et al. (2022) stated that there is a positive relationship between R&D and growth.

The results of the study indicate that R&D significantly increases economic growth. The fact that R&D expenditures cause significant growth in Turkey can be explained as follows: (1) the R&D/GDP ratio is below that of OECD countries, and Turkey has a significant R&D potential, (2) the data covers only the private sector R&D expenditures, (3) the study data set did not



Saraç, H. & Arslan, E. (2024). Ar-Ge Harcamaları İstihdam ve Büyüme Nasıl Etkiler? Sektörel Ar-Ge Harcamalarının Etkisini Anlamak: Türkiye Örneği. *Fiscaeconomia*, 8(2), 779-806.

Doi: 10.25295/fsecon.1432766

coincide with a global crisis period and the country's marketing network is effective, (4) R&D outputs are transformed into products.

Studies on how sectoral R&D expenditures affect sectoral growth are quite limited. In order to fill this gap in the literature, the relationship between R&D expenditures and economic growth in thirteen sectors for which a data set is available is analyzed. It is found that an increase in R&D expenditures in the Manufacturing, Electricity, Education and Arts, Performing, and Entertainment Services sectors increases the amount of production in those sectors. A long-run relationship was found between R&D expenditures and production revenues. R&D expenditures can contribute to growth only if they are transformed into products. The transformation of R&D output into products is expected to take place in the long run. Accordingly, a long-run relationship between R&D expenditures and production revenues is expected. It is found that an increase in R&D expenditures in the Professional Scientific and Technical Services sector decreases the amount of production.

There is no long-run relationship between employment and R&D expenditures, but when the sectors are evaluated separately, it is found that R&D expenditures in the Mining, Manufacturing, Electricity, Information Communication and Art, Performance, and Entertainment Services have a positive effect on employment. Considering that the Mining, Manufacturing, and Electricity sectors constitute the industrial sector, it can be summarized that R&D expenditures in the industrial sector increase employment. On the other hand, R&D expenditures in the Construction and Wholesale and Retail Trade sectors have a negative impact on employment. The wholesale and retail sectors have a high concentration of middle-skilled labor. At this point, the sectors are suitable for job polarization. In addition, the wholesale and retail sectors appear to be suitable for the use of ICT as it is conducive to e-commerce. Therefore, it is expected that there will be a negative relationship between R&D and employment in the wholesale and retail sectors. R&D expenditures in the construction sector are thought to lead to process innovation and, thus, labor productivity. This leads to the conclusion that R&D expenditures in the construction sector and employment in the sector are negatively related. R&D expenditures in the Wholesale and Retail Trade sectors are found to reduce employment in that sector. This result is thought to be related to the sector's business polarization and being suitable for e-commerce.

For future studies, it is recommended to analyze the relationship between R&D and employment and growth with different periods and analysis methods, and sectoral studies should be focused on determining the effects of R&D expenditures on employment and economic growth.