

AR-GE HARCAMALARININ, ENERJİ TÜKETİMİNİN VE BEŞERİ SERMAYENİN BÖLGESEL EKONOMİK PERFORMANS ÜZERİNDEKİ ETKİSİ¹



Kafkas Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi
KAÜİBFD
Cilt, 14, Sayı 28, 2023
ISSN: 1309 – 4289
E – ISSN: 2149-9136

Makale Gönderim Tarihi: 28.04.2023 Yayıma Kabul Tarihi: 18.09.2023

Halim TATLI
Doç. Dr.
Bingöl Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,
Bingöl, Türkiye
htatli@bingol.edu.tr
ORCID ID: 0000-0002-7940-0087

ÖZ | Bu çalışma, Türkiye'deki düzey 1 bölgelerinde AR-GE harcamalarının, enerji tüketiminin ve beşeri sermayenin bölgesel ekonomik performans üzerindeki etkisini rassal katsayılı panel modelini kullanarak araştırmayı amaçlamaktadır. Düzey 1 bölgelerine ait 2010-2021 dönemi için yıllık veriler kullanılmıştır. Bağımlı değişken olarak bölgesel ekonomik performansın temsilcisi olan bölgesel gayrisafi yurt içi hasıla kullanılmıştır. Bağımsız değişkenler olarak bölgesel elektrik tüketimi, AR-GE harcamaları ve beşeri sermayenin temsilcisi olan yükseköğretim mezunu iş gücü kullanılmıştır. Yatay kesit bağımlılığı, panel birim kök testi, homojenlik ve rassal katsayılı panel veri analiz yöntemleri kullanılmıştır. Rassal katsayılı panel veri modelinin panel sonuçlarına göre tüm bağımsız değişkenlerin %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir biçimde bölgesel gayrisafi yurt içi hasılayı etkilemektedir. Çalışma modelinin kesit sonuçları, birçok bölgede AR-GE harcamalarının bölgesel gayrisafi yurt içi hasıla üzerinde pozitif ve anlamlı etkisinin olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: AR-GE harcamaları, bölgesel ekonomik performans, rassal katsayılı panel modeli

JEL Kodları: O18, R11, P25

Alan: İktisat

Türü: Araştırma

DOI: 10.36543/kauibfd.2023.031

Atıfta bulunmak için: Tatlı, H. (2023). Ar-Ge harcamalarının, enerji tüketiminin ve beşeri sermayenin bölgesel ekonomik performans üzerindeki etkisi. *KAÜİBFD*, 14(28), 764-788.

¹ İlgili çalışmanın etik kurallara uygunluğu beyan edilmiştir.

THE EFFECT OF R&D EXPENDITURES, ENERGY CONSUMPTION, AND HUMAN CAPITAL ON REGIONAL ECONOMIC PERFORMANCE



Kafkas University
Economics and Administrative
Sciences Faculty
KAUJEASF
Vol. 14, Issue 28, 2023
ISSN: 1309 – 4289
E – ISSN: 2149-9136

Article Submission Date: 28.04.2023

Accepted Date: 18.09.2023

Halim TATLI

Associate Professor

Bingöl University

Faculty of Economics and

Administrative Sciences,

Bingöl, Türkiye

htatli@bingol.edu.tr

ORCID ID: 0000-0002-7940-0087

ABSTRACT

This study aims to investigate the impact of R&D expenditures, energy consumption, and human capital on regional economic performance in level 1 regions in Turkey, using a random coefficient panel model. Annual data for the period 2010-2021 for level 1 regions were used. Regional gross domestic product, which is representative of regional economic performance, was used as the dependent variable. Regional electricity consumption, R&D expenditures, and the proportion of the workforce with higher education were used as independent variables. The study used panel data analysis methods, including horizontal panel dependency, panel unit root test, homogeneity, and random coefficient panel. According to the panel results of the random coefficient panel data model, all independent variables have a statistically significant and positive effect on the regional gross domestic product at a 1% level of significance. The cross-sectional results of the study indicate that R&D expenditures have a positive and significant effect on regional gross domestic product in many regions.

Keywords: R&D expenditures, regional economic performance, random coefficient panel model

JEL Codes: O18, R11, P25

Scope: Economics

Type: Research

1. GİRİŞ

Bir bölgenin kalkınmasında temel bir unsur olan bölgesel ekonomik performansı ölçen gayrisafi yurt içi hasılayı (GSYH) etkileyen birçok faktör vardır. Bölgesel GSYH, bölgedeki iş gücünün eğitimi ve üretkenliği, teknolojik gelişmeler, AR-GE (araştırma geliştirme) harcamaları ve ucuz ve temiz enerji gibi birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörlerin başında AR-GE harcamaları ve beşeri sermaye yer alır. Nitekim AR-GE uzun dönemli verimlilik artışının en önemli itici güçleri arasında yer almaktadır (Romer, 1990, s.72). Bölgesel olarak AR-GE'ye yapılan yatırımların artması, bölgesel teknolojik potansiyelin artmasına, dolayısıyla bölgesel yeniliklerin ve büyümeyenin artışına yol açmaktadır. Daha yüksek GSYH'ye sahip bölgeler, rekabette daha fazla önde olma potansiyeline ve daha fazla bir ekonomik büyüklüğe sahiptirler.

Bölgesel verimliliği ve sektörlerin ekonomiye katkısının bir göstergesi olan GSYH, tek başına bölgesel ekonomik performansı ölçmede yeterli bir gösterge olmadığı düşüncesi son yıllarda giderek yaygınlaşmaktadır. Bunun yerine, bölgesel ekonomik performansın belirlenmesinde çeşitli faktörlerin etkileşimini dikkate almak önem kazanmaktadır. Bu bağlamda bölgesel AR-GE harcamaları, elektrik tüketimi ve yükseköğretim mezunu iş gücü, bölgesel ekonomik performansı açıklamak için potansiyel bağımsız değişkenler olarak seçilmiştir. Çalışmanın hedefi, bölgesel ekonomik performansı etkileyen faktörleri incelemek, bölgesel GSYH'nin belirlenmesinde rol oynayan farklı faktörleri anlamak ve bu faktörler arasındaki ilişkileri analiz etmek olarak belirlenmiştir.

Bir bölgedeki teknolojik yenilikleri ve üretkenliği artırmanın yolu bölgesel AR-GE harcamalarının artırılmasıdır. Çünkü bir bölgedeki AR-GE faaliyetleri, bölgedeki firmaların yenilik yapma kapasitesini artırabilir ve yeni teknolojilerin, ürünlerin veya hizmetlerin ortaya çıkmasına yardımcı olabilir. Bu da, bölgedeki firmaların rekabet gücünü artırabilir ve yerel iş gücüne yeni iş imkânları yaratabilir. Bu nedenle, AR-GE harcamalarındaki artış, bölgedeki yenilikçi faaliyetleri, firmaların rekabet gücünü ve yerel ekonominin üretkenliğini artırır. Bunun sonucunda bölgedeki ekonomik büyüme teşvik edilebilir ve bölgesel üretim artırabilir. Ayrıca AR-GE harcamaları bir bölgenin kendi teknolojik yeteneklerini geliştirmesi için önemli bir araçtır. Öte yandan, yükseköğretim mezunu iş gücü, beşeri sermayenin bir ölçüsüdür ve bölgesel ekonomik performans için önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir. Yükseköğretim mezunu iş gücü, yüksek kaliteli işgücüne erişimi olan bölgelerde daha fazla ekonomik fırsat ve yenilik potansiyeli yaratma eğilimindedir. Yükseköğretim mezunu iş gücünün inovasyon, teknolojik ilerleme ve ekonomik büyüme gibi bir çok faktör üzerinde olumlu etkisi vardır (Aghion & Howitt, 2008,

s. 288). Yükseköğretim mezunu iş gücü, daha yüksek beceri seviyelerine sahip olabilir ve daha ileri teknolojiyi kullanabilir (Nelson & Phelps, 1966, s. 69). Bu da, bölgesel ekonomideki üretkenliği artırarak bölgesel GSYH'yi yükseltebilir. Bununla birlikte yükseköğretim mezunu iş gücü AR-GE faaliyetlerine daha fazla katkıda bulunabilir ve bölgede yeni üretim yöntemlerini ve yeni ürünleri meydana getirebilir. İktisat bilimi çerçevesinde geliştirilen büyüme teorilerinde yeniliklerin ve beşeri sermayenin ekonomik büyüme için önemli olduğu belirtilmiştir (Romer, 1986). Standart neoklasik anlayışın aksine, içsel büyüme modelleri, uzun dönemde ekonomik büyümenin bilinçli bilgi birikiminin veya AR-GE faaliyetlerinin (Romer, 1990) ve beşeri sermayenin (Lucas, 1988) sonucundan meydana geldiği vurgulanmıştır. Geleneksel büyüme modellerinden farklı olarak, bu modeller, sermaye birikiminin ve teknolojik ilerlemenin yanı sıra, beşeri sermaye, inovasyon ve bilgi gibi içsel faktörlerin de büyüme üzerinde etkili olduğunu vurgular. Bu modellere göre ekonomideki kaynaklar AR-GE'ye aktararak yenilikler teşvik edilebilir ve böylece sanayide oluşan teknik bilgi pozitif dışsallık yoluyla diğer sanayilere yayılabilir (Thorbecke, 2007, s. 15). Ayrıca içsel büyüme modellerine göre, beşeri sermaye yoğunluğundaki bir azalma sanayileşmenin yaratacağı ölçek ekonomilerini olumsuz etkileyebilir. Schultz (1961) ve Becker (1964) bir ekonomideki üretim düzeyinin ve kalitesinin artırılması için fiziksel sermaye ile birlikte beşeri sermayenin de gerekli ve önemli olduğunu ileri sürmüşlerdir. Yapılan çeşitli ampirik çalışmalarda, AR-GE harcamaları ile GSYİH arasında pozitif bir olduğunu olduğu tespit edilmiştir (Hulten, Bennathan & Srinivasan, 2006; Alaali, Roberts & Taylor, 2013; Freimane & Bâliņa, 2016).

Enerji, üretimi faaliyetleri için önemli temel bir girdi olmasının yanı sıra ekonomik kalkınma için önemli girdi faktörlerinden biridir. Son yıllarda dünya çapındaki ekonomik ve sosyal gelişmeler nedeniyle, geleneksel enerji kaynaklarına olan talep son elli yılda hızla artmıştır (Aslan, Apergis & Yıldırım, 2014, s. 1). Geleneksel enerji kaynakları içinde yer alan elektrik enerjisine olan talep teknolojik yeniliklerden dolayı hızla artmaktadır. Zira elektrik enerjisi insan yaşamının her alanında kullanılmaktadır. Aşağıdan yukarıya ekonomik kalkınmanın önemli hale geldiği günümüzün ekonomik yapısında, enerji tüketimi bölgesel ekonomik performans için önemli hale gelmekte ve bölgesel düzeyde enerjiye olan talep de giderek artmaktadır. Bölgesel elektrik tüketimi, ekonomik faaliyetlerin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Elektrik tüketimi, bölgesel sanayi üretimi, ticaret hacmi ve nüfus yoğunluğu gibi faktörlerle yakından ilişkilidir. Bir bölgedeki enerji tüketimi, o bölgenin ekonomik faaliyetleri ve buna bağlı olarak bölgesel GSYH üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Çünkü enerji, üretim, ticaret, ulaşım, iletişim ve hizmet sektörleri de dahil olmak üzere birçok

sektörde kullanılan temel bir üretim faktörüdür. Ayrıca elektrik tüketimi, bölgelerdeki teknolojik ilerleme ve verimlilik artışı için temel bir sürücü görevini üstlenir. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki hakkında geniş bir literatür bulunmaktadır (Wolde-Rufael, 2009; Sinha, Shahbaz, & Sengupta, 2018; Sinha & Shahbaz, 2018). Yukarıda ele alınan faktörlerin bölgesel büyüme sürecinde ele alınması, bölgesel kalkınma stratejileri ve politikalarının daha etkili bir şekilde tasarlanmasına katkıda bulunabilir.

Türkiye 2006 yılında aşağıdan yukarıya bir kalkınma biçimini benimseyerek Düzey-2 bölge sınıflandırmasına uygun olarak 26 bölgede bölgesel ve yerel kalkınmayı gerçekleştirmek amacıyla 26 bölgesel kalkınma ajansını kurmuştur. 26 ajansın tamamı 2009 yılında faaliyete geçmiştir. Bu ajansalar bölgelerde gerçekleştirdiği uygulamalar ve verdikleri desteklerle yerel ve bölgesel kalkınmayı artırmaya çalışmaktadır. Yukarıda önemi vurgulanan ve bölgesel ekonomik performansın temsilcisi olan GSYH kalkınma ajanslarının faaliyetleriyle artabilir. Kalkınma ajansları bölgesel kalkınmayı etkin kılmak için birçok alanda destekler sunmaktadır. Kalkınma ajanslarının yanı sıra bölgesel düzeyde proje bazlı kurulan kurumlar da farklı sektörlerle yönelik destekler sunmakta ve yerel düzeyde altyapıyı güçlendirmektedir. Bölgesel düzeydeki bu yatırımlar bölgesel GSYH'yi artırmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) bölgesel istatistik veri tabanına bakıldığında düzey 1 bölgelerinin GSYH'sinde yıllar bazında önemli artışların yaşandığı görülmektedir (TÜİK, 2023). Düzey 1 bölgelerinin GSYH'sindeki önemli artışları ortaya koymak için 2010-2021 dönemindeki bölgesel veriler kullanılmıştır. Buna göre Kuzeydoğu Anadolu, Batı Karadeniz ve Doğu Karadeniz bölgelerinin 2021 yılındaki GSYH'si 2010 yılına göre yaklaşık 5 kat artmıştır. Ortadoğu Anadolu, Ege, Batı Anadolu, Akdeniz ve Orta Anadolu bölgelerinin 2021 yılındaki GSYH'si 2010 yılına göre yaklaşık 6 kat artmıştır. Güneydoğu Anadolu, İstanbul, Batı Marmara ve Doğu Marmara bölgelerinin 2021 yılındaki GSYH'si 2010 yılına göre yaklaşık 7 kat artmıştır. Bu önemli artışı etkileyen çok sayıda faktör olabilir. Bu faktörlerin araştırılması ve her bir faktörün farklı bölgelerdeki etkisinin ortaya konulması bölgesel politika yapıcılarının önemli kararlar almalarına ve kaynakların etkin kullanılmasına katkı sunabilir. Bu çalışmada yukarıda ele alınan bu önemli faktörlerin bölgesel GSYH üzerindeki etkisinin araştırılmasına odaklanmıştır.

Çalışmanın temel amacı, bölgesel AR-GE harcamalarının, enerji tüketiminin ve beşeri sermaye düzeyini gösteren bölgesel yükseköğretim mezunu iş gücünün düzey 1 bölgelerinin refahın ve ekonomik performansının bir göstergesi olan GSYH'nin üzerindeki etkisini birim (bölge) düzeyinde ortaya koyan rassal katsayılı panel veri modeli ile analiz etmektir. Çalışmanın ikinci bölümünde literatür taraması ve üçüncü bölümünde metodoloji hakkında bilgi

verilecektir. Dördüncü bölümde ampirik bulgulara sunulacak ve çalışma, sonuç ve değerlendirme kısmının yer aldığı beşinci bölüm ile sonlandırılacaktır.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Literatürde AR-GE harcamaları ve beşeri sermayenin ekonomik göstergeler üzerindeki etkisini araştıran çalışmalar vardır. Örneğin Sterlacchini (2008), eski AB15 ülkelerine ait bölgelerde 1995–2002 dönemi için yaptığı çalışmada yükseköğretim mezunu yetişkin nüfusun payı ve AR-GE harcamalarının yoğunluğu, kişi başına GSYH artışını artıran en etkili faktörler olduğunu ortaya koymuştur. Boeing, Eberle ve Howell (2022) 2000–2010 dönemi için Çin eyaletlerine ait bir panel veriyi kullanarak yaptıkları çalışmada, AR-GE sübvansiyonlarının teknolojik iyileştirmeyi, sermaye derinleşmesini ve ekonomik büyümeyi teşvik ettiğini bulmuşlardır. Tsang, Yip ve Toh (2008) tarafından Singapur üzerine yapılan çalışmanın sonucunda, yerli ve yabancı firmaların AR-GE yatırımlarının yüksek katma değer ürettiğini bulunmuştur. Valero ve Van Reenen (2019) tarafından yapılan çalışmada 78 ülkeden yaklaşık 1.500 bölgedeki 15.000 üniversitenin verileri ile yükseköğretimin bölgesel ekonomik büyüme üzerindeki etkisini analiz edilmiştir. Sonuçlar üniversite sayısındaki artışlar, daha yüksek büyüme ile pozitif ve güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

Bölgesel enerji tüketimi ile bölgesel ekonominin büyümesi arasında pozitif bir ilişki olduğunu gösteren çalışmalar vardır. Örneğin, Liu (2013) yaptığı ampirik çalışmada enerji kaynakları kısa dönemde Çin'deki refahı pozitif yönde artırdığını saptamıştır. Benzer şekilde, Cheratian ve Goltabar (2017), 2014 döneminde İran'daki 31 il için panel verilerine dayalı olarak yaptıkları çalışmalarında, bölgesel ekonomik büyüme ile endüstriyel enerji tüketimi arasında tamamen çift yönlü bir nedensellik ilişkisini bulmuşlardır. Wang (2022) tarafından yapılan çalışmada, ekonomik olarak gelişmiş bölgelerde, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki korelasyon 0.2'den düşük olduğu fakat ekonomik açıdan hızlı gelişen bölgelerde korelasyon katsayısı 0.8'e ulaştığı tespit edilmiştir. Elektrik enerjisi diğer enerji türlerine göre daha fazla kullanılmaktadır. Çünkü üretim süreçlerinde kullanılan makine ve donanım elektrik enerjisiyle çalışmaktadır. Bundan dolayı bir bölgedeki elektrik tüketiminin artması, o bölgedeki ekonomik faaliyetlerin büyümesine ve üretimin artmasına yol açabilir. Bu da bölgesel GSYH'nin artmasına katkı sağlayabilir. Ayrıca temiz kaynaklarla üretilmeyen, yetersiz veya sınırlı bir elektrik arzı, bölgesel GSYH'yi olumsuz etkileyebilir.

Çalışmanın konusu ile ilgili Türkiye'de bölgesel düzeyde yapılan ampirik çalışmalar vardır. Örneğin Baykul (2018) AR-GE harcamaları ve AR-GE

istihdamının bölgesel ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini düzey 1 istatistikî bölgelerinin 2010-2014 verilerini kullanarak analiz etmiştir. Analizler sonucunda AR-GE harcamaları ve AR-GE istihdamının bölgesel ekonomik büyüme üzerinde anlamlı olarak pozitif etki meydana getirdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmaya benzer biçimde Kesikoğlu ve Saraç (2017) düzey 1 bölgelerinin 2010-2014 dönemine ait AR-GE harcamaları ve büyüme verileri kullanılarak yaptıkları analiz sonucunda bütün bölgelerde AR-GE harcamaları ile bölgesel GSYH arasında pozitif bir ilişkiyi bulmuşlardır. Ayrıca AR-GE harcamaları büyüme üzerindeki en yüksek etki düzeyi Kuzeydoğu Anadolu'da tespit edildiği belirtilmiştir. Bu bölgesel çalışmaların dışında ulusal çapta AR-GE Harcamaları ve büyüme arasında pozitif ilişkiyi tespit eden çalışmalar vardır (İğdeli, 2019, s. 2529; Korkmaz, 2010, s. 3325). Türkiye özelinde bölgesel enerji tüketimi ve bölgesel ekonomik büyüme ilişkisini araştıran çalışmalar da vardır. Örneğin Usta (2016) Türkiye'de düzey 2 bölgeleri için bölgesel enerji tüketimi ve büyüme ilişkisinin bu bölgelere ait 2004-2011 dönemi yıllık verileri kullanılarak analiz etmiştir. Yapılan panel regresyon analizleri sonucuna göre bölgesel enerji tüketimi ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir. Eralp (2023) 2004-2019 dönemi için Türkiye'deki düzey 3 bölgelerinin sanayi sektöründeki elektrik tüketimi ve sanayi sektörü büyüklüğü arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Analiz sonuçları sanayi sektöründen elektrik tüketimine doğru bir nedensellik olduğunu ve mekânsal etkiler altında değişkenler arasındaki ilişkinin ters U şeklinde olduğunu göstermiştir. Ayrıca Doru ve Polat (2022) tarafından Türkiye'deki düzey 3 bölgeleri için yapılan ampirik çalışmada gelişmiş düzey 2 bölgelerinde ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Son olarak Türkiye'de bölgesel düzeyde beşeri sermayenin bölgesel ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediğini saptayan çalışmalar vardır (Mihçı & Köksal 2010; Gömleksiz & Özşahin, 2017; Çelik & Karaçuka 2018; Ökmen ve Çavdar, 2022).

Tablo 1'de çalışmada kullanılan değişkenlerin ekonomik performansla ilişkisine yönelik yapılan son yıllardaki ampirik çalışmalar dönem-bölge, yöntem ve bulgu bağlamında bir özetini sunmaktadır.

Tablo 1: AR-GE, Beşeri Sermaye, Enerji Tüketimi ve Ekonomik Performans İlişkisi Hakkındaki Literatür Taraması

Yazar(lar)	Dönem ve Bölge	Yöntem	Bulgu
AR-GE			
Bayarçelik & Taşel, (2012)	1998-2010 dönemi ve Türkiye	Panel regresyon modeli	Ekonomik büyümeyi etkilemede AR-GE harcamaları ile AR-GE çalışan sayısı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki vardır.
Inekwe, (2015)	2000-2009 dönemi ve gelişmekte olan ülkeler	Dinamik sistem GMM, havuzlanmış ortalama grup ve üç aşamalı en küçük kareler-GMM modelleri	Gelişmekte olan ülkelerde AR-GE harcamaları ekonomik büyümeyi pozitif bir biçimde etkilemektedir.
Kijek & Kijek, (2020)	2009-2014 dönemi ve Avrupa Bölgeleri	Färe-Primont endeksi	AR-GE ve eğitim harcamaları bölgesel verimliliği arttırmaktadır.
Tuncer & Algoni, (2021)	2004-2014 dönemi Türkiye Düzey 1 bölgeleri	Panel sabit etkiler Modeli	Eğitim ve AR-GE harcamaları düzey 1 bölgelerinde bölgesel kişi başına GSYH'yi pozitif şekilde etkilemektedir.
Beşeri Sermaye			
Herrerias, Joyeux & Girardin, (2013)	1995-2009 dönemi ve Çin bölgeleri	Panel veri analizi	Uzun dönemde beşeri sermayeden ekonomik performansa doğru tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir.
Chen & Fang, (2018)	2003-2012 dönemi ve Çin'in 210 şehri	Tamamen değiştirilmiş panel tahmini	Beşeri sermaye, enerji tüketimi ile birlikte GSYH'ya pozitif biçimde etkilemektedir.
Azam, (2019)	1981-2015	Tamamen	Beşeri sermaye ve

	dönemi ve BRICS ülkeleri	değiştirilmiş panel tahmini	enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişki çift yönlüdür.
Fang & Yu, (2020)	1970-2014 dönemi ve 56 ülke	Panel Granger nedensellik testi	Beşeri sermaye, ekonomik büyümeyi ve enerji verimliliğini pozitif yönde etkilemektedir.
Enerji Tüketimi			
Fatima, Li, Ahmad, Jabeen, & Li, (2019)	1990-2016 dönemi ve Pakistan	Eşbütünleşme ve nedensellik testleri	Enerji, beşeri sermaye ve ekonomik büyüme arasındaki ikili nedensel bağlantı vardır.
Recepoğlu, Doğanay, & Değer, (2020)	2004-2014 dönemi ve Türkiye Düzey 3 bölgeleri	Westerlund panel eşbütünleşme testi ile Granger panel nedensellik testi	Türkiye’de il düzeyinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında güçlü bir eşbütünleşme ve enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü ve geri beslemeli feedback bir ilişkisi bulunmaktadır.
Shahbaz, Song, Ahmad & Vo, (2022)	1971-2018 dönemi ve Çin	Sınır testi ve Granger nedensellik testi	Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile pozitif ilişkilidir.
Eralp, (2023)	2004-2019 dönemi ve Türkiye Düzey 3 bölgeleri	Panel zaman serileri analizleri ile mekânsal panel veri analizleri	Sanayi sektörü büyüklüğünden sanayi sektörü elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensel bağlantı ve ters U ilişkisi vardır.

Yukarıda ele alınan literatür incelemesinde, çalışmada seçilen potansiyel bağımsız değişkenlerin GSYH’yi pozitif etkilediği görülmektedir. Bölgesel düzeyde AR-GE harcamaları, yükseköğretim mezunu iş gücü ve elektrik tüketiminin birlikte bölgesel ekonomik performans üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma bu boşluğu dikkate alarak en son güncel verilerle konuyu analiz etmektedir.

3. METODOLOJİ

3.1. Araştırma Etik İzinleri

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Bu çalışma için etik kurul izni gerekli değildir.

3.2. Model ve Veri

Bu çalışmada, bölgesel AR-GE harcamalarının, yükseköğretim mezunu olan iş gücünün ve enerji tüketiminin bölgesel gayrisafi yurt içi hâsıla üzerindeki etkisini analiz etmek için Türkiye’deki düzey 1 bölgelerinin 2010-2021 dönemi için yıllık verileri kullanılmıştır². Bu çalışma için örneklem başlangıç yılı 2010 olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan bağımlı ve bağımsız değişkenlerin hesaplamalarında AR-GE harcamalarına ait verilerinin 2010 yılı öncesinin olmaması örneklem büyüklüğünü azaltmakla birlikte 12 bölgeden toplam 144 adet gözlemleri içeren bir veri seti kullanılmıştır. Çalışma tahminleri 12 yıllık bir dönemde (2010-2021) 12 bölgeyi kapsamaktadır. Kullanılan değişkenlerin sembolleri, tanımları ve veri kaynakları Tablo 2’de verilmiştir. Nominal değişkenler olan GSYH ve AR-GE harcamalarını reel hale getirmek için ulusal tüketici fiyat endeksi kullanılmıştır. Tüm değişkenlere ait serilerin doğal logaritmaları alındıktan sonra analizler yapılmıştır.

Tablo 2: Analizlerde Kullanılan Değişkenler ve Tanımları

Değişkenler	Sembolleri	Değişkenlerin Tanımları	Değişkenlerin Kaynağı*
Bağımlı Değişken	lnGSYH	Düzye 1 bölgelerinin Gayrisafi Yurt İçi Hâsıla (2009-bazlı) (1000 TL)	TÜİK Bölgesel İstatistikler
Bağımsız Değişkenler	lnARGE	Düzye 1 bölgelerinin AR-GE harcaması (2009-bazlı) (1000 TL)	TÜİK Bölgesel İstatistikler
	lnENERJİ	Düzye 1 bölgelerinin kişi başına toplam elektrik tüketimi (KWh)	TÜİK Bölgesel İstatistikler
	lnEĞİTİM	Düzye 1 bölgelerinin yükseköğretim mezunu olan toplam iş gücü sayısı (15 yaş ve üzeri-bin kişi)	TÜİK Bölgesel İstatistikler

* TÜİK. (2023).

² Düzye 1 bölgeleri Kuzeydoğu Anadolu, Ortadoğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu, İstanbul, Batı Marmara, Ege, Doğu Marmara, Batı Anadolu, Akdeniz, Orta Anadolu, Batı Karadeniz ve Doğu Karadeniz’de meydana gelmektedir.

Bağımlı değişken ve bağımsız değişkenler Tablo 2’de verildikten sonra düzey 1 bölgelerinin gayrisafi yurt içi hasılasını etkileyen faktörleri analiz etmek için kurulan model (1) nolu denklemde verilmektedir.

$$\ln\text{GSYH}_{it} = \alpha_0 + \alpha_1\ln\text{ARGE}_{it} + \alpha_2\ln\text{ENERJİ}_{it} + \alpha_3\ln\text{EGİTİM}_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Bölgesel gayrisafi yurt içi hâsıla bölgesel ekonomik performansının temsilcisi olarak kabul edilmiştir. AR-GE faaliyetleri bir bölgedeki katma değerli ürünün üretilmesini ve zamanla bu üretimin artırımını sağlayabilir. Çünkü AR-GE faaliyetleri bilinçli bir ürünün ve üretim yönteminin tasarımıdır. Bu nedenle AR-GE harcamalarının bölgesel ekonomik performansına pozitif katkı vereceği beklentisiyle modele bağımsız değişken olarak alınmıştır. Bir yerdeki sanayileşme derecesinin yüksekliği o yerdeki enerji tüketiminin seviyesinin bağlıdır (Mudakkar, Zaman, Khan, & Ahmad, 2013, s. 581-582). Ayrıca elektrik bir yöredeki tüm mal ve hizmetlerin üretiminde bir üretim faktörü olarak önemli rol üstlenir. Bundan dolayı bölgesel kişi başına düşen elektrik tüketimi $\ln\text{GSYH}$ 'yi pozitif yönde açıklayan bir beklentiyle bağımsız değişken olarak modele dahil edilmiştir. Bir yöredeki nitelikli bir ekonominin oluşumu nitelikli beşeri sermayenin varlığıyla mümkündür. Nitelikli beşeri sermaye yörede yeni işlerin oluşmasını ve yöredeki mevcut işlerin etkin bir biçimde yürütülmesini sağlayabilir. Bu nedenle bölgelerinin yükseköğretim mezunu olan toplam iş gücü sayısı yerel kalkınmaya pozitif yönde katkı vereceği beklentisiyle çalışmanın modeline açıklayıcı değişkeni olarak alınmıştır.

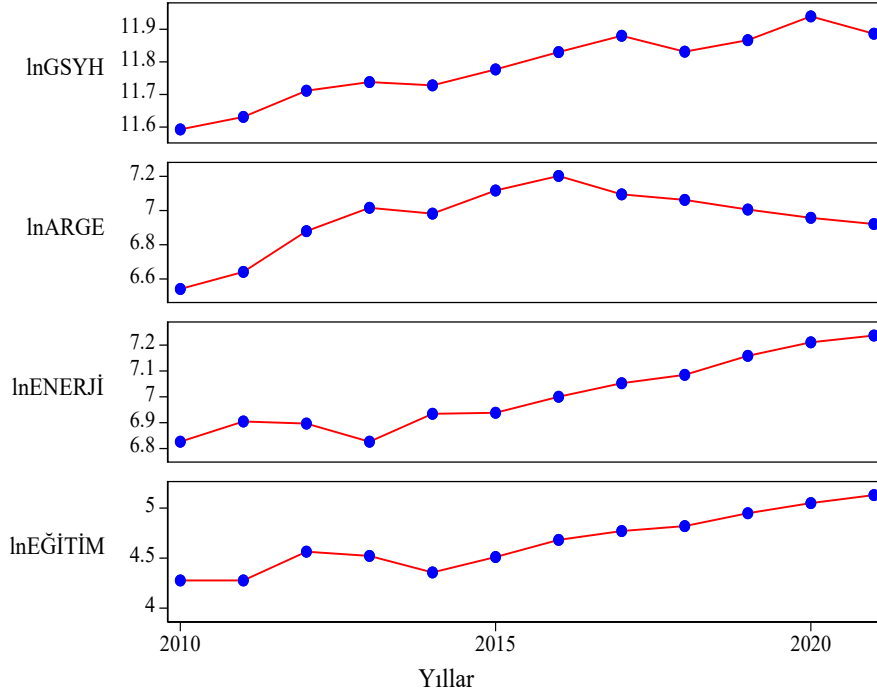
Çalışmada kullanılan tüm değişkenlerin verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri Tablo 3’te verilmiştir. Buna göre $\ln\text{GSYH}$ 'nin paneldeki en yüksek değeri 14.980, en küçük değerinin 11.592 olduğu görülmektedir.

Tablo 3: Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum
$\ln\text{GSYH}$	13.121	0.858	11.592	14.980
$\ln\text{ARGE}$	8.136	1.136	6.541	10.591
$\ln\text{ENERJİ}$	7.794	0.464	6.826	8.657
$\ln\text{EĞİTİM}$	5.980	0.815	4.276	7.731
Gözlem sayısı	144	144	144	144

Şekil 1’de verilen grafiğe bakarak, $\ln\text{ARGE}$ değişkeni hariç çalışmada kullanılan paneldeki değişkenlerin yıllar itibarıyla genel bir artış trendi içinde olduğu söylenebilir. Bölgesel AR-GE harcamalarının reel değeri 2016 yılından sonra bir azalış trendi içine girdiği görülmektedir. 2012 ve 2013 yıllarında

elektrik tüketiminde düşüş yaşanırken diğer yıllarda ise artış yaşanmıştır. Yükseköğretim mezunu iş gücünde 2013 ve 2014 yıllarında düşüş yaşanırken diğer yıllarda artış yaşanmıştır.



Şekil 1: Çalışmada Kullanılan Değişkenlere Ait Zaman Grafikleri

Değişkenler arasındaki korelasyon matrisi Tablo 4'te sunulmuştur. Buna göre lnGSYH ile tüm açıklayıcı değişkenler arasında anlamlı ve pozitif bir korelasyon vardır. Bu sonuçlar ekonomik beklentilerle örtüşmektedir. Ayrıca lnARGE ile lnGSYH arasındaki korelasyon katsayısı 0.70 ve yukarısı bir değer aldığı için bu iki değişken arasında güçlü bir ilişki olduğu söylenebilir. lnEĞİTİM ve lnGSYH arasında da güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Ayrıca lnARGE ve lnEĞİTİM arasından anlamlı ve pozitif yönde güçlü bir ilişki bulunmuştur. Bu sonuç AR-GE harcamaları ile yükseköğretim mezunu sayısı arasında güçlü ve pozitif bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Tablo 4: Değişkenlere Ait Korelasyon Matrisi

	lnGSYH	lnARGE	lnENERJİ	lnEĞİTİM
lnGSYH	1			
lnARGE	0.89***	1		
lnENERJİ	0.62***	0.53***	1	
lnEĞİTİM	0.97***	0.87***	0.62***	1

*** %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

3.3. Ampirik Analiz Yönteminin Belirlenmesi

Çalışma modelinin analizine geçmeden önce bazı ön testlerin yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda çalışmadaki serilerin durağanlığını analiz eden birim kök testleri yapılmadan önce (Pesaran, 2021) yatay kesit bağımlılık testi (CD_p) yapılmıştır. Değişkenlere ait tüm serilerde yatay kesit bağımlılığı tespit edilmiş ve değişkenlerin durağan olup olmadığını belirlemek için Kesit Artırılmış Dickey-Fuller (CADF) ikinci nesil birim kök testi kullanılmıştır (Pesaran, 2007). Bu testin sonucunda serilerin düzeyde durağan olduğu tespit edilmiştir.

(1) nolu denklemde verilen modelin kesit (düzey 1 bölgeleri) düzeyindeki sonuçlarını görmek için Rassal Katsayılı Panel Veri Modeli kullanılmıştır (Swamy, 1970, 1971). Bu model Swamy (1970) ve Swamy (1971) tarafından sabit katsayı model yaklaşımlarına alternatif olarak geliştirmiştir. Model birimler arasındaki (bölgeler arasındaki) farklılıklar nedeniyle katsayıların birimden birime (bölgeden bölgeye) farklı olduğunu gösterir. Açıklayıcı değişkenlere bağımlı değişkeninin tepkisini birimden birime (bölgeden bölgeye) farklılığının sonucunu üretir. Ayrıca sabit parametre ve eğim parametreleri birimden birimi değiştirdiğini ortaya koyar. Bu model kullanımının geçerli olabilmesi için öncelikle eğim katsayıların rassal olup olmadığı (birimden birime değiştiği) varsayımının test edilmesi gerekir. Swamy (1970) tipi model (2) denklemdeki gibi yazılabilir.

$$Y_{it} = \varphi_{1i} X_{1it} + \varphi_{2i} X_{2it} + \dots + \varphi_{ki} X_{kit} + u_{it} \quad (2)$$

(2) nolu denklem daha kısa biçimde (3) nolu denklemdeki gibi yazılabilir (Kömüryakan, 2019).

$$Y_{it} = \sum_{k=1}^K \varphi_{ki} X_{kit} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, N \quad K < N \\ t = 1, 2, \dots, T \quad K < T \end{array} \quad (3)$$

(3) nolu denklemde N yatay kesit birim (bölge) sayısını, T zaman dönemini ve Y_{it} bağımlı değişkeninin, K adet X_{it} bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını gösterir (Anh & Chelliah, 1999; Kömüryakan, 2019). Ayrıca (3) nolu denklemdeki u_{it} terimi modelin hata terimini, φ_{ki} ise model için tahmin edilecek katsayıları temsil etmektedir.

Bu modelin sabit katsayılı panel veri modellerinden farkı, birim etkiyi gösteren α_i katsayısı bağımsız değişkenlerle çarpım halinde olması ve eğitim katsayılarının birimden birime göre değişmesidir (Kömüryakan, 2019). Buna göre model i . birim için $Y_i = X_i\varphi_i + u_i$ biçiminde yazılabilir. Modelin eğitim parametreleri (4) numaralı denklemle belirlenebilir (Kömüryakan, 2019).

$$\varphi_i = \bar{\varphi} + \alpha_i \quad i=1, 2, \dots, N \quad (4)$$

(4) nolu denklem her birimin katsayısının nasıl elde edileceğini göstermektedir. Her bir birim için bütün parametrelerin ortalaması hesaplandıktan sonra bu ortalama ile birim etki toplanarak o birimin katsayısına ulaşılır (Hsiao & Pesaran, 2004; Zeren & Yilanci, 2011). Böylece her bir birim için farklı eğitim katsayılarına ulaşılır (Judge, Griffiths, Hill, Lütkepohl, & Lee, 1985; Zeren & Yilanci, 2011). Her bir bölge için tepkinin ayrı ayrı ölçüldüğü (5) numaralı denklemde gösterilmiştir.

$$Y_{it} = \sum_{k=1}^K (\bar{\varphi}_k + \alpha_{ki}) X_{kit} + u_{it} \quad \begin{array}{ll} i = 1, 2, \dots, N & K < N \\ t = 1, 2, \dots, T & K < T \end{array} \quad (5)$$

Çalışmada bu yöntemin kullanılmasının temel sebebi 12 düzey 1 bölgesine ait sonuçlar vermesidir. Bu sonuçlar ile çalışmanın modeli temelinde bölgeler arasında kıyaslama yapılabilecektir. Rassal katsayılı panel regresyon modeli tahmin edilmeden önce parametreleri için sabitlik testi yapılmalıdır. Rassalık testi için H_0 hipotezi “Katsayılar birimden birime değişmektedir.” biçimindedir. Test istatistik değerinin olasılık değeri 0.05’ten küçük ($P < 0.05$) ise H_0 reddedilir ve rassal katsayılı model tahmin edilir. Ayrıca Pesaran ve Yamagata (2008) eğitim homojenlik testleriyle modelin katsayılarının homojen olup olmadığına bakılabilir.

4. AMPİRİK SONUÇLAR

Türkiye’deki Düzey 1 bölgeleri aynı coğrafyada yer alması nedeniyle bazıları benzer ekonomik koşullara sahip olabilir. Bu nedenle bölgeler arasında yatay kesit bağımlılığı olasılığı olabileceği kabulüyle değişkenlerdeki birimler arasındaki yatay kesit bağımlılığı test edilmiştir. Serilerde yatay kesit bağımlılığını test etmek için kullanılan Pesaran (2021) CD_{LM} testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 5’te sunulmuştur. Bu testin sonuçlarına göre, sabitli model için değişkenlerde yatay kesit bağımlılığı bulunmaktadır. Bu nedenle serilerin durağanlığının ikinci nesil birim kök testleri ile test edilmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

Tablo 5: Değişkenlerin Yatay Kesit Bağımlılığı Sonuçları

Değişkenler	CD-testi
<i>Sabitli model</i>	
lnGSYH	27.40***
lnARGE	19.55***
lnENERJİ	26.21***
lnEĞİTİM	26.89***

Not: *** 1% anlamlılık düzeyini gösterir. Uygun gecikme uzunluğu 1 olarak kabul edilmiştir.

Tablo 6’daki ikinci nesil panel durağanlık test sonuçlarını gösteren Pesaran’ın CADF testinin sonuçlarına göre tüm değişkenler %5 anlamlılık düzeyinde durağandır. Seriler düzeyde durağan olduğu için (1) nolu denklem rassal katsayılı panel veri modeli ile tahmin edilebilir.

Tablo 6: İkinci Nesil Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Pesaran'nın CADF testi		
	Sabitli model		
	Düzyey	Gecikme Uzunluğu	Birinci Fark
lnGSYH	2.610***	3	-
lnARGE	2.610**	3	-
lnENERJİ	-2.463**	2	-
lnEĞİTİM	-2.506***	2	-
CADF Kritik Değerleri	%1: -2.520 %5: -2.280 %10: 2.160		

Not: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, Schwarz'ın bilgi ölçütü kullanılmıştır. CADF-CIPS kritik değerleri Pesaran (2007)'in çalışmasından alınmıştır.

Bölgeler düzeyinde açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisini ortaya koymak için tahmin edilen rassal katsayılı panel veri modelinin panel sonuçları Tablo 7'de sunulmuştur. Tablo 7'de parametre sabitliği testi sonucu katsayıların rassal olduğunu göstermektedir. Bu sonuç katsayıların birimden birime değiştiğini göstermektedir. Eğitim katsayılarının homojen olup olmadığını belirlemek için Swamy (1970) tarafından geliştirilen eğitim homojenlik testi ile Pesaran ve Yamagata (2008)'nin Swamy (1970) eğitim homojenlik testi üzerinden geliştirdiği testler ($\tilde{\Lambda}$ test ve $\tilde{\Lambda}_{adj}$) yapılmıştır. Bu homojenlik testlerinin sonuçları Tablo 7'de verilmiştir. Eğitim homojenliğine ilişkin sıfır hipotezinin, olasılık değerleri 0.05'ten küçük olduğu için her durumda reddedilmelidir (Tatoğlu, 2013). Bu sonuç eğitim katsayılarının homojen olmadığını gösterir. Benzer bir biçimde Swamy (1970) eğitim homojenliği testinin olasılık değeri 0.05'ten küçük olmasından dolayı katsayı vektörlerinin homojen olduğunu belirten sıfır hipotezi reddedilir ve yatay kesit birimlerine (bölgelere) ait katsayıların heterojen olduğuna karar verilir.

Rassal katsayılı panel veri modelinin panel sonuçlarına bakıldığında tüm açıklayıcı değişkenlerin %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir biçimde bölgesel ekonomik performansı etkilediği görülmektedir (Tablo 7). Düzey 1 bölgelerinin AR-GE harcamalarındaki %1'lik bir artış anlamlı olarak

lnGSYH'yi yaklaşık %0.13 artırır. Çalışmanın bu bulgusuna benzer biçimde AR-GE harcamalarındaki artışın bölgesel ekonomik büyümeyi artırdığını doğrulayan çalışmalar vardır (Baykul, 2018; Kesikoğlu & Saraç, 2017). Bölgesel kişi başına elektrik tüketimindeki %1'lik bir artış lnGSYH'yi yaklaşık %0.43 artırır. Çalışmanın sonucuna benzer bir biçimde enerji tüketimi ve bölgesel ekonomik büyüme arasında anlamlı ilişkiyi saptayan çalışmalar vardır (Cai, 2009; Kantar, Asian, Deviren, & Keskin, 2016; Zhang, Zhou, Yang, & Shao, 2017). Ayrıca bölgesel yükseköğretim mezunu kişi sayısındaki %1'lik bir artış lnGSYH'yi yaklaşık %0.28 artırır. Tüm açıklayıcı değişkenler arasında yerel gayri safi yurt içi hâsıla en fazla pozitif olarak etkileyen açıklayıcı değişken bölgesel kişi başına elektrik tüketimidir.

Tablo 7: Rassal Katsayılı Panel Veri Modelinin Panel Sonuçları

lnGSYH	Katsayılar	z-İstatistiği
<i>lnARGE</i>	0.1301**	2.21
<i>lnENERJİ</i>	0.4348***	3.82
<i>lnEĞİTİM</i>	0.2821***	3.49
<i>Sabit terim</i>	6.9231***	9.52
Wald chi2(3):	129.84***	
Swamy (1970) Eğitim Homojenlik Testi: chi2(sd. 44)	7351.73***	
Pesaran ve Yamagata (2008) Eğitim Homojenlik Testleri:		
$\hat{\Delta}$ test	4.213***	
$\hat{\Delta}_{adj}$ test	5.513***	

Not: * $p < 0.001$, ** $p < 0.05$

Çalışmada 2010-2021 dönemi boyunca farklı bölgeler (düzey 1 bölgeleri) arasındaki farklılıkları yakalamak için rassal bireysel etkileri gösteren rassal katsayılı modelin tahmin sonuçları Tablo 8'de verilmiştir. Tablo 8'e bakıldığında *İstanbul, Batı Anadolu, Akdeniz, Orta Anadolu ve Batı Karadeniz* bölgeleri hariç diğer bölgelerde AR-GE harcamalarının %1 önem düzeyinde anlamlı olarak yerel gayrisafi yurt içi hâsıla değerini pozitif bir biçimde etkilediği görülmektedir. AR-GE harcamaları ile yerel gayrisafi yurt içi hasıla arasındaki ilişkinin anlamlı olduğu bölgeler içinde yerel AR-GE harcamasının yerel gayrisafi yurt içi hâsıla üzerindeki en yüksek katkısı *Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde* meydana gelmiştir. Buna göre *Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde* AR-GE harcamalarında meydana gelen %1'lik bir artış bölgedeki yerel gayrisafi yurt içi hasılayı %0.33 kadar artırmaktadır. *Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden* sonra

AR-GE harcamalarının yerel gayrisafi yurt içi hasılayı üzerinde en büyük katkının *Kuzeydoğu Anadolu ve Ortadoğu Anadolu* bölgelerinde meydana geldiği görülmektedir. Bu bulgular AR-GE harcamalarının yerel gayrisafi yurt içi hasılayı artırmada önemli olduğunu ve AR-GE harcamalarının yerel üretimi artırdığını işaret etmektedir.

Tablo 8: Düzey 1 Bölgelerine Göre Bağımlı Değişken ile Açıklayıcı Değişken İlişkisini Gösteren Katsayılar

	Kuzeydoğu Anadolu	Ortadoğu Anadolu	Güneydoğu Anadolu	İstanbul	Batı Marmara	Ege
lnARGE	0.23***	0.23***	0.33***	-0.04	0.15*	0.21**
lnENERJİ	0.34***	0.46***	0.10	0.14	0.28**	0.53**
lnEĞİTİM	0.12***	0.17**	0.38***	0.60***	0.38***	0.17*
C	7.28***	6.35***	7.66***	9.61***	7.11***	6.54**
	Doğu Marmara	Batı Anadolu	Akdeniz	Orta Anadolu	Batı Karadeniz	Doğu Karadeniz
lnARGE	0.15***	-0.06	0.15	0.08	-0.06	0.18**
lnENERJİ	1.15***	0.10	0.55***	0.47***	0.64***	0.45**
lnEĞİTİM	0.19***	0.77***	0.17**	0.20**	0.06	0.16**
C	1.39	8.37***	6.94***	7.33***	7.78***	6.70**

Not: * $p < 0.001$, ** $p < 0.05$ ve *** $p < 0.10$

Kişi başına elektrik tüketiminin yerel gayrisafi yurt içi hâsıla üzerindeki etkisi *Kuzeydoğu Anadolu, Ortadoğu Anadolu, Ortadoğu Anadolu, Batı Marmara, Ege, Doğu Marmara, Akdeniz, Orta Anadolu, Batı Karadeniz* ve *Doğu Karadeniz*'de anlamlı ve pozitifdir. *Güneydoğu Anadolu, İstanbul ve Batı Anadolu*'da kişi başına elektrik tüketimi ile yerel gayrisafi yurt içi hâsıla arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Yükseköğretim mezunu olan toplam iş gücü sayısının gayrisafi yurt içi hâsıla üzerindeki etkisi *Batı Karadeniz* hariç tüm bölgelerde anlamlı ve pozitif bulunmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Türkiye'deki 12 düzey 1 bölgesinde AR-GE harcamaları, enerji tüketimi ve beşeri sermaye ile bölgesel ekonomik performans arasındaki ilişkiyi analiz edilmiştir. Bu amaçla, analizlerde rassal katsayılı panel yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonuçları tüm bağımsız değişkenlerin %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir biçimde bölgesel gayri safi yurt içi hasılayı etkilediğini ortaya koymuştur. Düzey 1 bölgelerinin AR-GE harcamalarındaki %1'lik bir artış, lnGSYH'yi yaklaşık %0.13 artırırken, bölgesel kişi başına elektrik tüketimindeki %1'lik bir artış lnGSYH'yi yaklaşık %0.43 artırır. Ayrıca, bölgesel yükseköğretim mezunu kişi sayısındaki %1'lik bir artış lnGSYH'yi yaklaşık %0.28 artırır. Bu çalışmanın bulguları, AR-GE harcamaları, enerji tüketimi ve beşeri sermaye ile bölgesel ekonomik performans arasındaki ilişkiyi tanımlayan daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarıyla da uyumlu olduğu görülmektedir. Mıhçı ve Köksal (2010), Teixeira ve Queirós (2016), Siddiqui ve Rehman (2016) ve Matousek ve Tzeremes (2019) tarafından yapılan çalışmalarda, beşeri sermaye ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, Korkmaz (2010), Gömleksiz ve Özşahin (2017) ve Baykul (2018) tarafından yapılan çalışmalarda AR-GE harcamalarının ekonomik büyümeyi anlamlı ve pozitif yönde etkilediği bulunmuştur. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında da Usta (2016) ve Eralp (2023) tarafından yapılan çalışmalarda pozitif bir ilişki tespit edilmiştir.

Bölge düzeyindeki sonuçlara göre, tüm bölgelerde AR-GE harcamalarının yerel gayrisafi yurt içi hâsıla üzerinde pozitif ve anlamlı etkisi bir etki meydana getirmektedir. Çalışmaya göre bölgesel AR-GE harcamaları, yükseköğretim mezunu iş gücü ve enerji tüketimi ekonomik performansı önemli ölçüde etkiliyor. AR-GE harcamalarının bölgesel gayrisafi yurt içi hâsıla üzerinde en büyük *Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde* meydana gelmiştir. Buna karşılık AR-GE harcamalarının yerel gayrisafi yurt içi hâsıla üzerinde en küçük etkisi *Batı Marmara ve Doğu Marmara* bölgelerinde meydana gelmiştir. Yükseköğretim mezunu olan iş gücünün bölgesel gayrisafi yurt içi hâsıla üzerinde en büyük etkisi *Batı Anadolu Bölgesi'nde* meydana gelmiştir. Ayrıca elektrik tüketiminin bölgesel gayrisafi yurt içi hâsıla üzerinde en büyük *Doğu Marmara Bölgesi'nde* meydana gelmiştir. Tüm bağımsız değişkenlerin bölgesel ekonomik performans üzerindeki etkisinin büyüklüğü bölgelere göre değişmektedir.

Bu çalışmanın sonuçları, AR-GE harcamaları, enerji tüketimi ve beşeri sermaye ve bölgesel GSYH arasındaki ilişkide bölgesel farklılıklar olduğunu göstermektedir. Farklı bölgelerin farklı AR-GE harcamaları, beşeri sermaye düzeyleri ve enerji tüketim seviyeleri vardır. Bununla birlikte ekonomik

gelişmişlik açısında daha geride olan bölgelerin ekonomik performanslarının artırılması için AR-GE sübvansiyonları, eğitim düzeyi yüksek iş gücünün ve sürdürülebilir temiz enerji arzının sağlanması yönelik farklı politikalar devreye sokmalıdır.

Sonuç olarak, bu çalışma, rassal katsayılı panel veri modeli kullanarak AR-GE harcamaları, bölgesel kişi başına elektrik tüketimi ve bölgesel yükseköğretim mezunu kişi sayısının bölgesel ekonomik performans üzerindeki etkisini belirlemektedir. Analiz sonuçları, bu faktörlerin bölgesel ekonomik performansı etkileyebileceğini ve bölgesel ekonomik performansı artırmak için bu faktörlerin artırılması gerektiğini göstermektedir.

Çalışmanın bulgularına dayanarak bazı politika önerileri sunulabilir. Bu bağlamda hükümetin bölgesel kurumları, bölgesel özel sektörü ve bölgesel üniversiteleri AR-GE harcamalarını artırmaya teşvik etmesi önerilir. Özellikle, düzey 1 bölgelerindeki firmaların AR-GE faaliyetlerini artırmaları için vergi indirimleri veya diğer mali teşvikler sunulabilir.

Bölgesel kurumların, firmaların ve hane halklarının enerji verimliliğini artırmaya yönelik çalışmaları teşvik edilmesi gerekmektedir. Bu, enerji tasarruflu cihazlar, enerji verimliliği programları ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması gibi çeşitli şekillerde yapılabilir.

Hükümetin, üniversitelerin ve işverenlerin yükseköğrenim fırsatlarının artırılması, eğitim kalitesinin yükseltilmesi ve iş piyasasındaki taleplere uygun eğitim programları sunulması için daha fazla çaba içine girmeleri önerilir. Bu, yükseköğrenim kurumlarının günün koşullarına uygun biçimde kapasitelerinin artırılması, öğrenci bursları ve kredi destekleri gibi mali teşviklerin sunulması ve bölgesel firmaların yükseköğrenim mezunlarına iş fırsatları sunması yoluyla gerçekleştirilebilir.

Bu çalışma, bölgesel ekonomik performansın bölgesel AR-GE harcamaları, bölgesel kişi başına elektrik tüketimi ve bölgesel yükseköğretim mezunu kişi sayısı ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Ancak, bu faktörlerin dağılımı bölgesel olarak eşit değildir ve bazı bölgeler daha avantajlı durumdadır. Bu nedenle, hükümetin bölgesel kalkınma politikalarında bölgesel eşitsizlikleri azaltmaya yönelik önlemler alması önerilir.

6. ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Bu makale tek yazar tarafından hazırlandığı için yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

7. MADDİ DESTEK

Bu çalışmada herhangi bir fon veya destekten yararlanılmamıştır.

8. YAZAR KATKILARI

HT: Fikir;
HT: Tasarım;
HT: Denetleme;
HT: Kaynakların toplanması ve/veya işlenmesi;
HT: Analiz ve/veya yorum;
HT: Literatür taraması;
HT: Yazıyı yazan;
HT: Eleştirel inceleme

9. ETİK KURUL BEYANI VE FİKRİ MÜLKİYET TELİF HAKLARI

Çalışmada etik kurul ilkelerine uyulmuştur ve fikri mülkiyet ve telif hakları ilkesine uygun olarak gerekli izinler alınmıştır.

10. KAYNAKÇA

- Aghion, P., & Howitt, P. W. (2008). *The economics of growth*: MIT press.
- Alaali, F., Roberts, J., & Taylor, K. (2015). The effect of energy consumption and human capital on economic growth: an exploration of oil exporting and developed countries. SERPS (Sheffield Economics Research Papers Series), 015.
- Anh, V. V., & Chelliah, T. (1999). Estimated generalized least squares for random coefficient regression models. *Scandinavian Journal of Statistics*, 26(1), 31-46. doi: 10.1111/1467-9469.00135
- Aslan, A., Apergis, N. & Yildirim, S. (2014). Causality between energy consumption and GDP in the U.S.: Evidence from wavelet analysis. *Frontiers in Energy*, 8(1), 1-8.
- Azam, M. (2019). Relationship between energy, investment, human capital, environment, and economic growth in four BRICS countries. *Environmental Science and Pollution Research International*. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(33), 34388-34400.
- Bayarçelik, E.B. & Taşel F. (2012). Research and development: source of economic growth. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 58, 744-753. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.1052>
- Baykul, A. (2018). Bölgesel ekonomik büyüme üzerinde Ar-Ge faaliyetlerinin etkileri: Türkiye’de düzey I bölgelerinde ampirik bir inceleme. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 143-154.
- Becker, G.S. (1964). Human capital: a theoretical and empirical analysis, with special reference to education. *Chicago: University of Press*, 19(6), 4.
- Boeing, P., Eberle, J., & Howell, A. (2022). The impact of China's R&D subsidies on R&D investment, technological upgrading and economic growth. *Technological Forecasting and Social Change*, 174. doi:10.1016/j.techfore.2021.121212

- Cai, D. S. (2009). Energy efficiency, energy infrastructure and sustainable development in North-East China. *2009 International Conference on Sustainable Power Generation and Supply, Vols 1-4*, 2183-2189.
- Chen, Z. (2018). Fang Industrial electricity consumption, human capital investment and economic growth in Chinese cities. *Economic Modelling*, 69, 205-219.
- Cheratian, I., & Goltabar, S. (2017). Energy consumption and regional economic growth: The case of Iranian manufacturing sector. Retrieved from: <https://mpr.ub.uni-muenchen.de/78315/>
- Çelik, N., & Karaçuka, M. (2018). Bölgesel kalkınmanın iktisadi politiği: Yerel dinamikler ve iktisadi büyüme. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 73(1), 1-18.
- Doru, Ö. & Atay Polat, M. (2022). İhracat, enerji ve ekonomik büyüme ilişkisi: Gelişmiş ve gelişmekte olan düzey 2 bölgeleri için nedensellik analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 23(2), 33-51. doi: 10.31671/doujournal.1074686
- Eralp, A. (2023). Türkiye sanayi sektöründeki elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin mekânsal analizi. *Verimlilik Dergisi, Circular Economy and Sustainability*, 99-112 <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1111823>
- Fang, Z., & Yu, J. (2020). The role of human capital in energy-growth nexus: an international evidence. *Empirical Economics*, 58(3), 1225-1247.
- Fatima, N., Li, Y., Ahmad, M., Jabeen, G., & Li X. (2019). Analyzing long-term empirical interactions between renewable energy generation, energy use, human capital, and economic performance in Pakistan. *Energy, Sustainability and Society*, 9(42), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s13705-019-0228-x>
- Freimane, R. & Bâliņa, S. (2016). Research and development expenditures and economic growth in the EU: A panel data analysis. *Economics and Business*, 29(1), 5-11.
- Gömleksiz, M., & Özşahin, Ş. (2017). The regional dynamics of economic growth: A case study on NUTS 2 Regions in Turkey. *In The Sixth International Conference in Economics* (pp. 1-13).
- Herrerias, M.J., Joyeux, R., & Girardin, E. (2013). Short- and long-run causality between energy consumption and economic growth: evidence across regions in China, *Applied Energy*, 112, 1483-1492.
- Hsiao, C., & Pesaran, M. H. (2004). Random coefficient panel data models. *Available at SSRN 572783*.
- Inekwe, J.N. (2015). The contribution of R&D expenditure to economic growth in developing economies. *Social Indicators Research*, 124(3), 727-745.
- İğdeli, A. (2019). AR-GE ve eğitim harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(3), 2517-2538.
- Judge, G. G., Griffiths, W. E., Hill, R. C., Lütkepohl, H., & Lee, T. C. (1985). *The Theory and Practice of Econometrics*: Wiley.
- Kantar, E., Asian, A., Deviren, B., & Keskin, M. (2016). Hierarchical structure of the countries based on electricity consumption and economic growth. *Physica a-Statistical Mechanics and Its Applications*, 454, 1-10. doi:10.1016/j.physa.2016.01.075

- Kesikoğlu, F., & Saraç, Ş. (2017). AR-GE harcamalarının büyüme üzerindeki etkisi: İBBS düzey 1 bölgelerinin karşılaştırmalı analiz. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(13), 617-626.
- Kijek, A., & Kijek, T. (2020). Nonlinear effects of human capital and R&D on TFP: Evidence from European regions. *Sustainability*, 12(5), 1808. <https://doi.org/10.3390/su12051808>
- Korkmaz, S. (2010). Türkiye’de Ar-Ge yatırımları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin VAR modeli ile analizi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 5(20), 3320-3330.
- Kömüryakan, F. (2019). Tesadüfi katsayılı panel veri modelleri: Çevresel kuznets eğrisinin geçerliliğinin analizi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Liu, Y. B. (2013). Energy production and regional economic growth in china: A more comprehensive analysis using a panel model. *Energies*, 6(3), 1409-1420. doi:10.3390/en6031409.
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, 22(1), 3-42. doi:[https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- Matousek, R., & Tzeremes, N. G. (2021). The asymmetric impact of human capital on economic growth. *Empirical Economics*, 60(3), 1309-1334.
- Mihçı, S., & Köksal, M.Z. (2010). Determinants of cross-regional income differentials: The case of Turkey. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28(2), 71-94.
- Mudakkar, S. R., Zaman, K., Khan, M. M., & Ahmad, M. (2013). Energy for economic growth, industrialization, environment and natural resources: Living with just enough. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 580-595. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.024>
- Nelson, R. R., & Phelps, E. S. (1966). Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *The American economic review*, 56(1/2), 69-75.
- Ökmen, M., & Çavdar, Ş.Ç. (2022). Bölgesel büyümenin belirleyicilerine ilişkin bir analiz: Türkiye örneği an empirical analysis of the determinants of regional growth: the case of Turkey. *On Eurasian Economies 2022*, 171-176. International Conference On Eurasian Economies, 171-176. Baku – Azerbaijan and Online 20-22 September 2022.
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312. doi:10.1002/jae.951
- Pesaran, M. H. (2021). General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels. *Empirical Economics*, 60(1), 13-50. doi:10.1007/s00181-020-01875-7.
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93. doi:10.1016/j.jeconom.2007.05.010.
- Recepöğlü, M., Doğanay, M.A., & Değer, M.K. (2020). Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler: Türkiye’de iller üzerine panel veri analizleri 2004-2014. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 21(1), 69-80.

- Romer, P.M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5, Part 2), 71-102.
- Schultz, T. W. (1961). Investment in human capital. *The American Economic Review*, 51(1), 1-17.
- Shahbaz, M., Song, M., Ahmad, S., & Vo, X.V. (2022). Does economic growth stimulate energy consumption? The role of human capital and R&D expenditures in China. *Energy Economics*, 105(105662), <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105662>.
- Siddiqui, A., & Rehman, A. U. (2017). The human capital and economic growth nexus: in East and South Asia. *Applied Economics*, 49(28), 2697-2710.
- Sinha, A. & Shahbaz M. (2018). Estimation of environmental kuznets curve for CO2 emission: Role of renewable energy generation in India. *Renewable Energy*, 119, 703-711. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.12.058>.
- Sinha, A., Shahbaz, M., & Sengupta T. (2018). Renewable energy policies and contradictions in causality: A case of next 11 countries. *Journal of Cleaner Production*, 197(1), 73-84. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.219>.
- Sterlacchini, A. (2008). R&D, higher education and regional growth: Uneven linkages among European regions. *Research Policy*, 37(6), 1096-1107. doi:<https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.04.009>.
- Swamy, P. A. V. B. (1970). Efficient inference in a random coefficient regression model. *Econometrica*, 38(2), 311-323. doi:10.2307/1913012.
- Swamy, P. A. V. B. (1971). Statistical inference in random coefficient regression models using panel data. In P. A. V. B. Swamy (Ed.), *Statistical Inference in Random Coefficient Regression Models* (pp. 97-155). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Tatoğlu, F. Y. (2013). *İleri panel veri analizi: Stata uygulamalı*: Beta.
- Teixeira, A. A., & Queirós, A. S. (2016). Economic growth, human capital and structural change: A dynamic panel data analysis. *Research policy*, 45(8), 1636-1648.
- Thorbecke, E. (2006). The evolution of the development doctrine, 1950–2005. In *Advancing development, UNU-WIDER Research Paper*, (2006/155).
- Tsang, E. W. K., Yip, P. S. L., & Toh, M. H. (2008). The impact of R&D on value added for domestic and foreign firms in a newly industrialized economy. *International Business Review*, 17(4), 423-441. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2008.02.005>.
- Tuncer, A. & Algoni, M. (2021). Eğitim düzeyi ve Ar-Ge harcamalarının bölgesel gelir seviyesi ile ilişkisi: Türkiye düzey bir bölgelerine yönelik bir uygulama. *Pamukkale Journal of Eurasian Socioeconomic Studies*, 8(1), 12-30. <https://doi.org/10.34232/pjess.873017>.
- TÜİK. (2023). *Bölgesel istatistikler*. 12 Ağustos 2023 tarihinde <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/degiskenlerUzerindenSorgula.do?durum=acKapa&menuNo=113&altMenuGoster=1&secilenDegiskenListesi=#> adresinden erişildi.

- Usta, C. (2016). Türkiye’de enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisinin bölgesel analizi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 2(2) , 181-201. doi: 10.20979/ueyd.31660
- Valero, A., & Van Reenen, J. (2019). The economic impact of universities: Evidence from across the globe. *Economics of Education Review*, 68, 53-67. doi:10.1016/j.econedurev.2018.09.001
- Zeren, F., & Yilanci, V. (2011). Türkiye’de bölgeler arası gelir yakınsaması: Rassal katsayılı panel veri analizi uygulaması. *Business and Economics Research Journal*, 2(1), 143.
- Zhang, C., Zhou, K. L., Yang, S. L., & Shao, Z. (2017). On electricity consumption and economic growth in China. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 76, 353-368. doi:10.1016/j.rser.2017.03.071
- Wang, S. (2022). Differences between energy consumption and regional economic growth under the energy environment. *Energy Reports*, 8, 10017-10024. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.07.065>.
- Wolde-Rufael, Y. (2009). Energy consumption and economic growth: The experience of African countries revisited. *Energy Economics*, 31(2), 217-224.