



JOEEP

Journal Homepage: <http://dergipark.org.tr/joep>



Araştırma Makalesi • Research Article

Teknolojik Gelişme ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yükselen Ekonomiler Örneği

The Relationship of Technological Development and Economic Growth: A Case of Emerging Economies

Funda H. Sezgin^{a,*} & Yunus Budak^b

^a Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 34320, İstanbul /Türkiye
ORCID: 0000-0002-2693-9601

^b Dr. Öğr. Üyesi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Ağrı Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmeti Bölümü, 04100, Ağrı /Türkiye
ORCID: 0000-0003-3126-743X

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 24 Nisan 2022
Düzeltilme tarihi: 24 Mayıs 2022
Kabul tarihi: 24 Mayıs 2022

Anahtar Kelimeler:

Teknolojik Gelişme
Büyüme
Panel Veri Analizi

ARTICLE INFO

Article history:

Received: April 24, 2022
Received in revised form: May 24, 2022
Accepted: May 24, 2022

Keywords:

Technological Development
Growth
Panel Data Analysis

ÖZ

Teknoloji, sadece sektörler veya firmalar ölçeğinde değil aynı zamanda ülkeler açısından da büyük önem arz etmektedir. Bununla birlikte, ülkelerin kalkınmışlık ve gelişmişlik düzeylerini de belirleme noktasında ciddi bir etkileyici değişken olarak görülmektedir. Bu açıdan; teknoloji ile aynı zamansal süreçte yürümek ülkelerin ulusal hedefleri için vazgeçilmez olmalıdır. Özellikle, yükselen ekonomiler için büyümenin itici gücü olarak teknolojik gelişmeler büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, yükselen ekonomilerde teknolojik gelişmelerin büyümeyle olan etkisini analiz ederek, panel eşbütünlüme metodu yardımı ile bulmaya çalışmaktır. Analizin sonuç kısmına bakıldığında, değişkenlerin uzun süreli ilişkileri belirlenmiştir. Uzun dönem katsayı tahminlerine bakıldığında, AR-GE ve PA değişkeni GSYİH üzerinde olumlu açıdan istatistik anlamlı bir ilişki ortaya çıkmıştır. Bu açıdan AR-GE değişkeni GSYİH değişkenini %26,8 oranında arttırmaktadır. Diğer taraftan, PA değişkeni GSYİH değişkenini %20,5 arttırmaktadır. Son olarak, AR-GE ve PA değişkenlerinden GSYİH'ye doğru nedensellik tek yönlü olarak bulunmuştur.

ABSTRACT

Technology is of great importance not only at the scale of sectors or companies, but also for countries. However, it is seen as a serious influencing variable in determining the level of development. Technological developments have a great role in terms of the driving force of growth, especially for emerging economies. The aim of this study is to analyze the impact of technological developments on growth in emerging economies and try to find them with the help of panel cointegration method. As a result of the analysis, the long-term relationships of the variables were determined. Looking at long-term coefficient estimates, statistically a significant relationship emerged on R&D and PA variable on GDP. In this respect, the R&D variable increases the GDP variable by 26.8%. On the other hand, the PA variable increases the GDP variable by 20.5%. Finally, causality from R&D and PA variables to GDP was found to be one-way causality.

Keywords: Technological development, growth, panel data analysis

1. Giriş

Günümüz dünyasında büyüme ile teknolojik gelişmenin birbirleri ile olan yakın ilişki düzeyi yadsınamaz bir gerçektir. Teknoloji, ulusların kalkınmasına öncülük eden ve aynı zamanda ülkelerin yaşam standartlarını ve refahlarını arttıran temel bir unsur olarak görülmektedir. Bir başka açıdan teknoloji, mevcut mal ve hizmetlerin üretiminde, pazarlama açısından etkinliğin

iyileştirilmesinde ve yeni ürünler ortaya koymada başvurulan bilgi kaynağıdır (Donou-Adonsou, 2019: 355). Teknoloji dinamik bir yapıya sahip olmakla beraber, ülkelerin birbirleri ile kıyaslanması ve bir kategoriye konulması açısından bağımsız bir ölçüt niteliğindedir (Medcof ve Lee, 2017: 769). Gelişmiş ülkelerde, hedeflenen ekonomi ve sanayileşme politikaları, teknolojiye göre ele alınmaktadır. Günümüz dünyasında genel-geçer görüş; ileri teknoloji ile üretim yapan ülkelerin kalkınma ve

* Sorumlu yazar/Corresponding author.

e-posta: hfundasezgin@yahoo.com

Atf/Cite as: Sezgin, F.H., & Budak, Y. (2022). Teknolojik Gelişme ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yükselen Ekonomiler Örneği. *Journal of Emerging Economies and Policy*, 7(1) 265-274.

e-ISSN: 2651-5318. © 2022 TÜBİTAK ULAKBİM DergiPark ev sahipliğinde. Her hakkı saklıdır. [Hosting by TÜBİTAK ULAKBİM JournalPark. All rights reserved.]

büyümleri arasında olumlu yönde bir ilişkinin varlığıdır. Bu açıdan bakıldığında ekonomik büyüme politikalarının teknolojiden soyutlanmış bir şekilde değerlendirilmesi gerçekçi olmayacaktır.

Teknolojik gelişmeler sağlık, eğitim, ekonomi, güvenlik gibi birden fazla sektörü etkilemektedir. Aynı zamanda, teknolojinin gelişmesi ile birlikte ülkelerin, firmaların ve nihai olarak bireylerin zaman israfı ortadan kalkarak, maliyetlerin de düşmesine katkı sağlanmaktadır (Petruzzelli vd., 2018: 194). Bu açıdan bakıldığında teknoloji, insanlığın vazgeçilmez bir unsuru olarak varlığını korumakta, aynı zamanda ülkeler için önemli bir yapı taşı olarak reddilemez bir noktaya ulaşmıştır (Shen vd., 2019: 2569). Ülkelerin ekonomik, sosyal, kültürel politik düzeylerini artırmak için teknoloji alanında sürekli rekabet içinde oldukları bir ortam sözkonusudur. Bir ülke teknolojik imkanları kullanma açısından ne kadar yüksek kapasite kullanırsa, o kadar çıktı üretecek ve aynı düzeyde ihracatını güçlendirerek ekonomik kalkınmasına destek verecektir (Zachariadis, 2003: 568). Özellikle gelişmekte olan ülkeler için, büyümenin itici gücünün en önemli unsuru teknolojik gelişmeler kabul edilmektedir.

Teknolojik gelişmenin önemini ve uzun dönemde ekonomiye olan katkılarını savunan Schumpeter, ekonomik büyüme sürecini teknoloji açısından tanımlarken, bu sürecin yenilikçi girişimcilerin dahiliyle “yaratıcı bir yıkım” olarak gerçekleşeceğini belirtmektedir. Daha sonra Arrow (1962) “yaparak öğrenme” yoluyla teknolojinin uzun dönemde sabit bir oranda büyüdüğünden bahsetmektedir. Arrow, uzun dönem büyümenin nüfustaki büyümeyle bağlı olduğuna vurgu yapmaktadır. Yaparak öğrenme modelinde, deneyim ön plandadır ve Horndal etkisi olarak adlandırılan duruma uygun biçimde teknolojiye yatırım yapılmadığı halde verimlilik artmaktadır. Söz konusu artış, deneyimden ya da diğer manada yaparak öğrenmeden kaynaklanmakta olup, icat ya da yenilik yerine bilgi-deneyim birikiminin rolü ön plana çıkmaktadır. Diğer yandan, Lucas (1988), üç alt model üzerinden kalkınma modelini oluşturmaya çalışmıştır. İlki sermaye birikimi ve teknolojik gelişmeyi, ikincisi eğitilmiş nitelikli emeği, üçüncüsü ise, yaparak öğrenme yoluyla nitelik kazanmış, deneyimli emeği içermektedir. Lucas’ın ardından, teknolojiyi kalkınma literatürüne bugün kullanıldığı haliyle kazandıran Romer’dir. Romer (1990), büyümenin kaynağı olarak yeni teknolojileri gösterir. Söz konusu teknolojik yenilikler bu yeniliklerin iktisadi faktörlerle açıklanması dolayısıyla içseldir. Teknolojik gelişmeyi, kar güdüsü ile hareket eden girişimcilerin Ar-Ge faaliyetleri belirlemektedir.

Buradan hareketle, çalışmanın amacı, yükselen ekonomiler için, 2010-2021 dönemine yönelik olarak, teknolojik gelişmenin büyümeye etkisini panel eşbütünleşme analizi yardımıyla belirlemektir. İlk aşamada teknolojik gelişme ve büyüme ilişkisi kavramsal olarak ele alınmış, literatür taraması ardından ekonometrik analiz ve sonuçlarına yer verilmiştir.

2. Teknolojik Gelişme ve Büyüme İlişkisi

Ekonomilerin kendilerine özel iç işleyişleri ve dinamikleri olmakla beraber, ekonomi içindeki sektörlerin, rekabet güçlerine olumlu yönde ivme kazandırmak için “ileri teknoloji” kavramına ihtiyacı vardır. Bu kavramı genel olarak, yenilikçi teknoloji biçiminde adlandırmak yanlış olmaz (Zhou ve Luo, 2018: 6). Aynı zamanda, ileri teknolojiyi kapsayan ürünlere bakıldığında, daha yüksek katma değer ve daha yüksek kazançla bu ürünleri ilişkilendirmek mümkündür (Hasan ve Tucci, 2010: 1268). İleri teknoloji kullanan endüstriler, dünya üzerinde var olan ticaretin güçlü bir şekilde genişleyen ve dinamik yapısına katkıda bulunan sektörler olarak yer edinmektedir (Pradhan vd., 2017: 116).

Ülkelerin küresel rekabet güçleri, artarak gelişen uluslararası iletişim ortamında, teknolojiye yönelik olarak birçok değişkenle ilişkili olmaktadır. Küresel rekabet gücü; beşerî sermaye, yenilik üretme kapasitesi ve teknoloji geliştirme, teknoloji düzeyi gibi niteliklerle etkileşim içindedir (Zaman vd., 2018: 629). Yeniden yapılanma, teknolojik gelişmelerle birlikte devamlılık kazanmakla beraber, bilgi ve bilgi odaklı teknolojinin artması; bilgi-işlem ve iletişimin yukarı yönlü ivmesi ile yeni bir perspektif sunmaktadır (Lindgardt vd., 2015: 78). Oluşan yeni şartlarda, dar kapsamlı uzmanlaşmanın ikamesi olarak genel verimlilik artışı hedeflenmekte ve bununla birlikte maliyetlerin azaltılması için faktör stoklarından daha ötesi olarak görülen teknoloji kapasitesi önem kazanmaktadır (Srivastava, 2017: 66).

Teknolojilerin ekonomideki büyüme rolleri ile ilgili önemleri artmakta, bu anlamda özellikle içsel büyüme modeli göz önüne alındığında gelişmekte olan ülkeler için yadsınamaz bir gerçekliktir (Romer, 2014: 89). Dünya ekonomilerine bakıldığında, uluslararası rekabetin üst düzeylere taşındığı görülür. Sonuç olarak, teknolojiyi kullanma yöntemi ülkelerin üst sıralarda yer alma durumunu belirlemektedir. Teknoloji üretenlerin teknolojiyi transfer edenlere karşı bariz ekonomik üstünlüğü söz konusudur (Weerawardena, 2003: 18). Bu açıdan Ar-Ge, önemli bir ekonomik büyüme çıktısı olarak dünya ekonomisinde kendine yer bulmuş ve ulusların rekabet süreçlerinde temel dinamik haline gelmiştir. Böylece, rekabette zamanla dengelerin farklılaşmasına neden olmuştur. Uluslararası arenada etkili bir konumda olmak için ileri düzey teknolojiyi yakalamak bir gereklilik haline gelmiştir. Bu durum, ülkelerin Ar-Ge’ye verdikleri önemi daha da arttırmak zorunda bırakmıştır (Wang, 2013: 1995). Bu parametreler ışığında, ihracat yapılırken emek gücünden ziyade teknoloji ağırlıklı bir yöntem belirlemek kaçınılmaz olmuştur. Teknoloji ve bilgi denklemi ekonomiler üzerinde son derece önemli bir etken olduğu fikri, dış ticaret ile ilgili öne sürülen teorilere bakıldığında net bir doğru ortaya konulmuş değildir.

Büyüme konusu ile ilgili literatüre bakıldığında, büyüme ile teknolojik gelişme arasındaki ilişkinin ne zaman başladığı yönündeki düşünceler, özellikle 1950 yıllarından itibaren

Solow'un Neo-Klasik büyüme modeli (1956) ile karşımıza çıkmaktadır. Bu modele göre; teknoloji ile birlikte fert başına gelir artışı meydana gelmekte, bu durum da hem tasarrufları hem de yatırımları uyarmaktadır. Bundan dolayı, reel olarak GSYİH artış göstermektedir ve ekonominin büyümesine katkı sunmaktadır. Tüm bu etkileşimlere bakıldığında, teknolojinin gelişmesinde herhangi bir sıkıntı olması halinde, bu durumdan ekonomik büyümenin olumsuz etkileneceği açıklıtır.

Neo- Klasik iktisatçılara göre; teknolojik yeniliklerin üzerinde olumlu etkileri olmakla beraber, var olan teknolojik gelişmelerin dışsal değişkenler olması gerektirir. Bu nedenle, teknolojideki gelişmelerin kaynağının ne olduğu ile ilgili bir cevapsızlığa neden olmaktadır (Spear ve Young, 2015: 397). Neo-Klasik modelde belirtilen boşluğu doldurmak için, teknolojik gelişmenin içsel olduğu görüşünü benimseyen farklı modeller geliştirmiştir (bknz: Lucas (1988); Romer (1986,1987). Bu açıdan bakıldığında, ilk sistemsel modellerden biri de Romer (1990)'nın Solow (1956) görüşlerini temel aldığı içsel büyüme modelidir (Pradhan vd., 2020: 38). Bu modelde üç temel varsayım söz konusudur:

- (i). Ekonomik büyüme sermaye birikimi ile birlikte teknolojinin ilerlemesi ile var olmaktadır.
- (ii). Teknolojinin gelişmesi özel firmaların piyasanın teşviklerine cevap vermesi ile birlikte yapılan bilinçli faaliyetlerin sonunda meydana gelen bir durumdur.
- (iii). Teknolojik bilgiyi rakibi olmayan bir girdi olarak belirtmiştir (Ljungquist ve Sargent, 2004: 102).

Modelin varsayımlarına göre; ekonomik büyümenin tetiklenmesi için, beşerî sermaye alanına yapılan yatırımların hem bilginin yayılma etkisi ile hem de teknolojik ikame vasıtasıyla yapılabilir olmasıdır. Ntuli vd., (2015)'e göre; ekonomik büyümenin temel dinamiklerinden teknolojik gelişmenin artış düzeyi, yeni fikirlere yönelik yapılan araştırmalarla mümkün olabilecektir. Bunun sonucunda, araştırma yapan şirketlerin geliştirdikleri Ar-Ge programlarında kullanılan girdilerin çeşit olarak zenginliği sonraki süreçlerde daha da artabilmektedir. Dolayısıyla, içsel teknolojinin en önemli dinamiği, şirketlerin karlarını arttırmak için yaptıkları Ar-Ge çalışmaları ve var olan girdilerin verimlilik düzeylerini arttıran patent, makina ve yeni teknolojilerdeki bilgi sistematiğidir.

Teknolojiyi dış ticareti açıklayan bir etken olarak gören ve teoriyi sistematik bir yolla izah eden Posner (1961) olmuştur. Posner'in teknoloji açığı teorisinde yeni mal ve teknolojinin önemli bir bölümü sanayileşmiş ülkelerdeki yenilikçi firmalarca geliştirilmektedir. Yeni bir mal ya da üretim teknolojisi geliştiren ülkelerin, üretilen ürünün ilk ihracatçısı olacağı ve zamanla bu teknolojinin diğer ülkeler tarafından elde edileceği, işgücü ve doğal kaynak gibi avantajlarla bu ülkelerin üstünlüğüne erişip öne geçeceği, ilk ihracatçı ülkeninse ithalatçı konumuna düşeceği ileri sürülmüştür. Nihayetinde, ilk başta teknolojiyi bulan ve

geliştiren ülkeler ithalatçı ve teknolojiyi transfer eden ülkeler ihracatçı konumuna ulaşabilirler. Teknolojik gelişmeye önem veren, Ar-ge uygulamalarına ciddi destek sağlayan ve finans açısından önemli katkılar sunan ülkelerde Ar-ge ve teknolojik gelişme arasında yakın bir ilişki olduğu görülmektedir (Srivastava vd., 2017: 67). Bu kapsamda, Ar-ge ile yakalanan önemli teknik bilgiler, sanayide uygulanacak ve çıktı olarak elde edilen ürünler başka ülkelere ihraç edilecektir. Bu devamlılık, piyasaya yeni ürünler sunan ülke grupların, dış ticaret açısından önemli bir konum elde edilmesine olanak sağlayacaktır (Huñady ve Orviská, 2014: 123).

Krugman (1979), Posner'in teorisine dayanarak dinamik teknolojik açık modelini oluşturmuştur. Krugman, üretim modeli oluştururken üretim tekniklerinin teknolojideki değişimleri baz alacağını, bu referans noktasından hareketle, üretimlerin iyileşeceğini, ticaret yapısı içinde temel aktörlerin ülke ve malların teknolojik ayrıntılarının değerlendirme yaparken öne çıkacağını savunmaktadır. Bu nedenle, teknolojinin gücünü aldığı etkenlere de bakmak gerektiğini özellikle vurgulamıştır.

Bir ülkenin reel GSYİH artışı o ülkenin ekonomik büyümesini ortaya koymaktadır. Kişi başı GSYİH değeri ise, refah artışları için önemli bir ölçüttür. Diğer yandan, refah düzeyi, büyüme ve gelişim değişkenleri teknoloji üzerinde ciddi etkileri olan faktörlerdir. Ar-ge ve bilgi değişkenleri, teknoloji ile birlikte ilerleyen iki başlıca kavram olmakla beraber, ülkelerin uluslararası düzeyde ürettikleri bilgi karşılığında, dünya siyaset arenasında da baş aktörler arasına girme fırsatı sunmaktadır. Günümüzde, ekonomilerin temel taşı bilgi kavramı olmaya başlamış, bilginin teknoloji ile birleşmesini sağlayan ülkeler, uluslararası düzeyde rekabet güçlerini de geliştirmiştir. Teknolojinin bilime bağımlılığı sürekli artmış, başlarda bilgi üzerine yapılan yatırımların pahalı olduğu düşünülse de, aslında süreç içerisinde ulusların refah seviyelerini arttıran bir unsur haline geldiği görülmüştür. Ayrıca, bu süreçte eğitim önemli bir konumdur. Çünkü, eğitim ile birlikte yeni bilgiler ışığında üretilmiş fikirlerin gelişmesini sırtlayan en önemli dinamiktir. Eğitim üzerindeki yapılan harcamalara maliyet açısından yaklaşılmalı, çıktı olarak bilgi, refah ve ekonomik açıdan ülkelerin konumlarını belirlediği ve aynı zamanda elde edilecek kaliteli eğitim ile birlikte teknolojik ağırlıklı atılımlar gerçekleşebilecektir.

3. Literatür Taraması

Literatürde teknolojik gelişmeyle ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran birçok akademik çalışma bulunmaktadır. Konuya ilişkin literatür özeti Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Literatürde Yer Alan Temel Çalışmalar

Yazar	Dönem	Örneklem	Değişkenler	Yöntem	Bulgular
Korkmaz (2010)	1990-2008	Türkiye	Ar-Ge Yatırımları Ekonomik Büyüme	Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Analizi	Ar-Ge yatırımları ve ekonomik büyüme uzun ve kısa dönemde pozitif yönde ilişkilidir.
Josheski ve Koteski (2011)	1963-1993	G7	GSYİH Patent Sayısı	ARDL Model, Granger Nedensellik Testi	Patentlerin üç aylık büyümesi ile üç aylık GSYİH büyümesi arasında uzun vadede pozitif bir ilişki; kısa vadede, negatif bir ilişki belirlenmiştir.
Gülmez ve Yardımcıoğlu (2012)	1990-2010	21 OECD Ülkesi	Ar-Ge Harcamaları Ekonomik Büyüme	Panel Nedensellik Testi	Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.
Wang vd. (2013)	1991-2006	23 OECD Ülkesi	Ar-Ge Harcamaları Ekonomik Büyüme	Panel eşbütünleşme	Ar-Ge harcamaları GSYİH üzerinde pozitif yönde etkilidir.
Mecik (2014)	1990-2012	OECD ülkeleri	Ar-Ge Harcamaları Ekonomik Büyüme	Panel eşbütünleşme	Ar-Ge ve ekonomik büyüme uzun ve kısa dönemde pozitif yönde ilişkilidir.
Inekwe (2014)	2000-2009	5 Yükselen ekonomi	Ar-Ge Harcamaları Ekonomik Büyüme	Dinamik panel regresyon	Ar-Ge ve ekonomik büyüme uzun ve kısa dönemde pozitif yönde ilişkilidir.
Tuna vd. (2015)	1990-2013	Türkiye	Ekonomik Büyüme Teknolojik Gelişme	Granger Nedensellik Analizi	Teknolojik gelişme ve ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi yoktur.
Pradhan vd. (2016)	1961-2013	18 Euro Bölgesi Ülkesi	Ekonomik Büyüme Teknolojik Gelişme	Granger Nedensellik Analizi	Teknolojik gelişmeden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Vuckovic (2016)	1991-2013	7 yükselen ekonomi	Patent, Ar-Ge Harcamaları Ekonomik Büyüme	Panel regresyon	Ar-Ge harcamaları ve patent, ekonomik büyüme ile pozitif yönde ilişkilidir.
Türedi (2016)	1996-2011	23 OECD Ülkesi	Ar-Ge Harcamaları Patent Sayısı Ekonomik Büyüme	Dinamik Panel Nedensellik Analizi	Teknolojik gelişme ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Pradhan vd. (2017)	1970-2016	32 yüksek geliri OECD ülkesi	Ekonomik Büyüme Teknolojik Gelişme	Panel Granger Nedensellik Testi	Teknolojik gelişme ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.
Amiri ve Woodside (2017)	2007-2015	12 Yükselen ekonomi	Teknoloji kullanım endeksi, ekonomik büyüme	Panel regersyon	Teknoloji kullanımı ve ekonomik büyüme pozitif yönde anlamlı ilişkilidir.
Hong (2017)	1988-2013	Kore	Ekonomik Büyüme Teknolojik Gelişme	Granger Nedensellik Testi	Teknolojik gelişme ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir ilişkinin varlığı kanıtlanmıştır.
Maradana vd. (2019)	1989-2014	Avrupa Ekonomik Alanı (AÇA) ülkeleri	Yenilik Ekonomik Büyüme	Granger Nedensellik Testi	Teknolojik gelişme ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Pala (2019)	1996-2016	25 Yükselen ekonomi	5 teknoloji değişkeni içinde Patent, Ar-Ge Harcamaları Ekonomik Büyüme	Panel eşbütünleşme	Ar-Ge harcamaları ve patent, ekonomik büyüme ile negatif yönde ilişkilidir.
Altıntaş (2020)	2008-2019	G20 ülkeleri	Global İnovasyon Endeksi ve Ekonomik Büyüme	Yapısal Eşitlik Modeli	İnovasyonun ekonomik büyümeyi pozitif yönlü etkilediği belirlenmiştir.
Li vd., (2020)	1995-2017	6 yükselen ekonomi	Teknolojik inovasyon, ekonomik büyüme	Panel ARDL	Teknolojik inovasyon ve ekonomik büyüme pozitif anlamlı ilişkilidir.
Özbay vd. (2021)	1986-2018	Çin	Ar-Ge Harcamaları Ekonomik Büyüme	Granger Nedensellik Testi	Büyüme ile Ar-Ge harcamaları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi belirlenmiştir.

4. Ampirik Analiz

4.1. Çalışmanın Amacı

Toplumların hem ekonomik hem de sosyal hedeflerinin yerine getirilmesi için teknolojik gelişmeler önemli bir çözüm unsuru haline gelmiştir. Teknolojilerin gelişmesine bağlı olarak, yaşanan değişim ve dönüşümler toplumsal kalkınmaları beraberinde getirmektedir. Teknolojilerin getirdiği yenilikler ise, ekonomiyle ilişkili olmaktadır. Diğer

yandan, teknolojinin ve bilginin var olduğu toplumlarda yeni istihdam alanları da ortaya çıkabilmektedir. Teknolojilerin gelişmesine bağlı olarak ortaya çıkan küreselleşme süreci ülkelere rekabet gücü getirmektedir. Ülkeler teknolojik gelişme, girişim hareketleri, rekabet stratejileri ve sanayileşmeye bağlı olarak çalışmalarını artırarak bir yandan da ticaret hadlerini geliştirmeye devam etmektedirler. Tüm bu faaliyetlerin en önemli çıktısı büyüme ve sonrasında kalkınma ile kendini göstermektedir. Bireylerin ve toplumların hayat standartlarının ilerlemesi

için teknolojik gelişmeyi oluşturan tüm unsurların ekonomik büyüme üstünde pozitif etkisinin olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur. Hem ulusal hem de uluslararası düzeyde teknoloji ilerlemesinin ölçülmesi zordur. Genel olarak patent sayısı ve AR-GE değişkenleri kullanılarak teknolojik gelişme düzeyi belirlenmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, yüksek büyüme düzeyini hedefleyen yükselen ekonomi ülkeleri için, teknolojik gelişme bileşenleri olan ar-ge harcamaları/GSYİH ve patent sayısının ekonomik büyüme üzerine etkisini panel eşbütünlük analizi yardımıyla belirlemektir.

4.2. Örneklem ve Veri Seti

Bu çalışmada, ekonomik büyüme ve teknolojik gelişme ilişkisi, yükselen ekonomi ülkelere yönelik olarak, 2010-2020 dönemi yıllık verileri üzerinden panel eşbütünlük analizi yardımıyla analiz edilmiştir. Analizlerde, Ar-ge harcamaları ve patent başvuruları değişkenleri teknolojik gelişmeyi belirten göstergeler olarak ele alınmıştır. Ar-Ge Harcamalarının etkisine bağlı olarak yüksek teknoloji ürünlerinin ithal edilmesi ve piyasaya söz konusu ürünlerin girişi etkili olmaktadır. Böylece, yüksek teknoloji ürün düzeyini ve sonuç olarak bu ürünlerin ihracatını artırarak, GSYİH'da yükselme yaratmaktadır. Diğer yandan, patent başvuru sayısı ise inovasyon çıktısı olarak sıklıkla kullanılan bir parametredir. Patent başvurusu bilgi formunda ortaya çıkan inovatif çıktıyı koruma işlevi görmektedir. Bu nedenle, teknolojik değişim için önemli bir gösterge olmaktadır.

Tablo 2. Analizde Kullanılan Değişkenlerin Tanıtımı

Gösterim	Değişken Tanımı	Veri Kaynağı
GSYİH	Real GSYİH (2010 sabit fiyatlarıyla, \$)	World Bank
AR-GE	R&D harcamaları /GSYİH	World Bank
PA	Patent başvuruları	World Bank

Çalışmada örneklem olarak seçilen 16 gelişmekte olan ülke (Macaristan, Tayland, Polonya, Tayvan, Rusya, Endonezya, Güney Afrika, Hindistan, Çin, Türkiye, Mısır, Brezilya, Peru, Şili, Kolombiya, Meksika) ele alınmıştır. Ekonomik büyüme ile teknolojik gelişme arasındaki ilişkinin varlığını tespit etmek amacıyla Edgerton ve Westerlund (2007) LM Bootstrap Panel Eşbütünlük Testi uygulanarak, analiz edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, nedensellik ilişkilerini belirlemek amacıyla Dumitrescu ve Hurlin'nin (2012) geliştirdiği panel nedensellik testinin uygulandığı bir yol izlenmiştir. Çalışmada ilk olarak; Breusch-Pagan (1980) (Lagrange Multiplier-LM) ve Pesaran (2004) (Cross-section Dependence-CD) ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) (Bias-Adjusted Cross Sectionally Dependence Lagrange Multiplier- CDLM) testleri uygulanmıştır. Daha sonra yatay kesit bağımlılık testleri sonuçlarına göre, CIPS testinin ikinci nesil panel birim kök testleri yapılmıştır. Ayrıca Pesaran ve Yamagata'nın (2008) delta tilde testlerinin homojenliği ve test sonuçları Tablo 3'de sunulmuştur.

4.3. Bulgular

Yatay kesit bağımsızlığı, paneli oluşturan birimlerden herhangi birine gelen bir şoktan tüm ülkelerin etkilenme derecelerinin aynı olması ve ülkelerin herhangi birinde ortaya çıkan bir makroekonomik şoktan paneli oluşturan diğer ülkelerin etkilenmediği varsayımına dayanmaktadır. Günümüzde, küreselleşmenin, uluslararası ticaret düzeyinin ve finansal entegrasyon derecesinin artması ile birlikte, herhangi bir ülkede ortaya çıkan ekonomik şokun, diğer ülkeleri farklı şekilde etkileyeceği daha gerçekçi olacaktır. Bu nedenle yatay kesit bağımlılığı dikkate alınmadan yapılan analizlerde elde edilen sonuçlar sapmalı ve tutarsız olacağından, analize başlamadan önce seriler arasında yatay kesit bağımlılığı olup olmadığının test edilmesi gerekmektedir. Yatay kesit bağımlılığını sınaması için Breusch ve Pagan (1980) LM test, Pesaran (2004) LM CD test ve Pesaran vd. (2008) LM adj. testleri uygulanmıştır. Testler sonucunda $p < 0.05$ olduğundan, H_0 red edilerek, yatay kesit bağımlılığını belirten H_1 hipotezi kabul edilmiştir. Ayrıca, Pesaran ve Yamagata (2008) hem delta tilde hem de düzeltilmiş delta tilde testleri aracılığıyla homojenlik testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuca göre; $p < 0.05$ olduğundan dolayı H_0 red edilerek, heterojenliği belirten H_1 hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 3. Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Test Sonuçları

Yatay kesit bağımlılığı testi (H_0 : Yatay kesit bağımlılığı yoktur)		
Test	Test istatistiği	p-değeri
LM (Breusch ve Pagan, 1980)	40.210	0.005
LM adj (Pesaran vd., 2008)	42.543	0.000
LM CD (Pesaran, 2004)	46.392	0.000
Homojenlik testi (H_0 :Eğim katsayıları homojendir)		
Test	Test istatistiği	p-değeri
Delta_tilde	29.463	0.000
Delta_tilde_adj	31.224	0.000

Yatay kesit bağımlılığı belirlendiği için ikinci nesil birim kök testlerinden CIPS birim kök testi uygulanmıştır. CIPS testinin sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. İkinci Nesil Panel CADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Düzye		1.mertebe fark	
	Sabit	Sabit + Trend	Sabit	Sabit + Trend
GSYİH	-1.176	-1.289	-7.812*	-8.104*
AR-GE	-1.548	-1.721	-9.556*	-9.990*
PA	-1.201	-1.280	-8.118*	-8.511*

*0.05 için durağan değişken

CIPS testi için, gecikme uzunluğunu 1 olarak alınmış ve optimal gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriteri baz alınarak belirlenmiştir. Ayrıca, sıfır hipotezi %5 anlamlılık seviyesinde reddedilmiştir. Serilerin I(1) düzeyinde durağan olduğu ve düzey seviyesinde I(0) birim kök içerdiği belirlenmiştir.

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını belirlemek amaçlı, Westerlund ve Edgerton (2007) tarafından geliştirilen LM bootstrap panel eşbütünlük

testi uygulanmıştır. Bu test aynı zamanda yatay kesit birimlerinin birbirleri arasında bağımlılık durumunu da

dikkate alınmaktadır. Bununla birlikte, küçük örneklerde iyi sonuçlar vermektedir.

Tablo 5. Westerlund ve Edgerton (2007) LM Bootstrap Eşbütünleşme Sonuçları

LMN ⁺	Sabit			Sabit+trend		
	İstatistik	Asimtotik <i>p</i> değeri	Bootstrap <i>p</i> değeri	İstatistik	Asimtotik <i>p</i> değeri	Bootstrap <i>p</i> değeri
	7.384	0.129	0.311	8.445	0.324	0.387

Bootstrap olasılık değerlerine bakıldığında; 10000 tekrarlı dağılımından faydalanılarak elde edilmiştir. Standart normal dağılımından asimptotik olasılık değerleri elde edilmiş olup, gecikme 1 olarak alınmıştır. Tablo 5’de elde edilen sonuçlara bakıldığında; değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu ($p > 0.05$) sonucuna ulaşılmıştır. Seriler uzun dönemde birlikte hareket etmektedir. Bu aşamadan sonra uzun dönem ilişki katsayıları tahmin edilmelidir.

FMOLS (Full Modified OLS) yöntemiyle uzun dönem eşbütünleşme katsayıları incelenmiştir. FMOLS tahmincisi diagnostik sorunları gidererek, standart tahminlerde meydana gelen bozulmaları düzeltmektedir. Bu yöntemle bakıldığında; içsellik ve otokorelasyon sorununu göz önüne alarak OLS’nin geliştirilmesi ile bulunmuştur. Ayrıca, heterojenliğin söz konusu olması durumunda, paneli oluşturan her bir yatay kesit için ise farklı bir eşbütünleşme vektörünün tahminine izin verdiği için uygunluk göstermektedir. Değişkenlerin mevsimselliğini gidermek amaçlı logaritması alınmıştır.

Tablo 6. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayıları Tahmin Sonuçları

Ülkeler	<i>FLogAR-GE/GSYİH</i>	<i>FLogPA</i>
Brezilya	0.332*	0.245*
Şili	0.218*	0.183*
Kolombiya	0.199*	0.157*
Meksika	0.185*	0.146*
Peru	0.179*	0.139*
Mısır	0.180*	0.154*
Macaristan	0.192*	0.162*
Polonya	0.213*	0.198*
Rusya	0.376*	0.325*
Güney Afrika	0.295*	0.281*
Çin	0.373*	0.364*
Hindistan	0.322*	0.305*
Endonezya	0.274*	0.213*
Tayvan	0.164*	0.147*
Tayland	0.202*	0.187*
Türkiye	0.184*	0.133*
PANEL	0.268*	0.205*

*%5 için istatistik anlamlı değişken

Not: Analizdeki otokorelasyon ve değişen varyans problemleri Newey-West yöntemiyle giderilmiştir.

“F” gösterimi birinci mertebeye farkı belirtmektedir.

Tablo 6 sonuçlarına bakıldığında, panel geneli için, ele alınan bağımsız değişkenler AR-GE ve PA, GSYİH üzerinde pozitif yönde istatistik anlamlı ilişkilidir ($p < 0.05$). Ar-Ge harcamaları/GSYİH değişkeni ile GSYİH değişkenini %26,8 pozitif yönde anlamlı ilişkilidir. Diğer yandan, PA değişkeni ile GSYİH değişkenini %20,5 pozitif

yönde anlamlı ilişkilidir. Böylece, ülke grubu için teknolojik gelişme büyüme üzerinde pozitif yönde anlamlı etkilidir. Ar-Ge harcamaları/GSYİH değişkeni GSYİH değişkeni üzerinde PA’ya göre daha etkili bir değişken olarak belirlenmiştir. Ülke bazında bakıldığında, hem Ar-Ge harcamaları/GSYİH ve PA için Rusya, Çin, Hindistan ve Brezilya büyümeye daha fazla katkı sağlamaktadır. Türkiye bu ülke grubunda AR-GE ve PA açısından son sıralarda yer almıştır.

Tablo 7. Dumitrescu ve Hurlin (2012) Nedensellik Testi Sonuçları

Boş Hipotez	Test İstatistik	<i>p</i>
FLogGSYİH değişkeni FLogAR-GE değişkeninin Granger nedeni değildir	<i>Whnc</i>	1.516 0.136
	<i>Zhnc</i>	2.274 0.140
	<i>Ztild</i>	2.311 0.147
FLogAR-GE değişkeni FLogGSYİH değişkeninin Granger nedeni değildir	<i>Whnc</i>	6.942 0.000
	<i>Zhnc</i>	7.263 0.000
	<i>Ztild</i>	7.822 0.000
FLogGSYİH değişkeni FLogPA değişkeninin Granger nedeni değildir	<i>Whnc</i>	2.351 0.225
	<i>Zhnc</i>	2.886 0.238
	<i>Ztild</i>	3.201 0.353
FLogPA değişkeni FLogGSYİH değişkeninin Granger nedeni değildir	<i>Whnc</i>	9.163 0.000
	<i>Zhnc</i>	9.445 0.000
	<i>Ztild</i>	10.102 0.000

Tablo 7’den görüleceği üzere; GSYİH değişkeni, AR-GE değişkeninin Granger nedeni değildir. Öte yandan, AR-GE değişkeni GSYİH değişkeninin Granger nedeni (AR-GE → GSYİH). AR-GE’den büyümeye doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. GSYİH değişkeni, PA değişkeninin Granger nedeni değildir. PA değişkeni GSYİH değişkeninin Granger nedeni (PA → GSYİH). Böylece, teknolojik gelişmeden büyümeye doğru tek yönlü nedensellik sonucuna ulaşılmıştır.

5. Sonuç

Dünya çok hızlı değişen bir devrim halindedir. Özellikle teknolojiye artan ivme hayatımızın her alanında kendini kabul ettirmektedir. Sürekli artan rekabet alanı, güç kayması ve süreklilik faktörlerin teknolojik alanında başka bir mecraya doğru yol almasına neden olmuştur. Bu mecburi dönüşüme bağlı olarak ülkelerin teknoloji ve yenilik alanlarında yetkinlikleri ortaya çıkmaktadır. Bu süreçte; Ar-ge harcamalarının GSYİH’ye oranı, Ar-ge alanlarında faaliyet gösteren bilim insanları ve mühendis sayıları, patent sayıları, bilim alanında yapılan yayınlar ve iletişim araçlarına erişen birey sayısı gibi göstergeler aktif rol oynamaktadır.

Çalışmanın amacı, yükselen ekonomi ülkelerinde teknolojik

gelişme ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi belirlemektir. 2010-2020 döneminin incelendiği çalışmada panel eşbütünleşme ve panel nedensellik analizi yöntemleri kullanılmıştır. Eşbütünleşme analizi sonucunda değişkenler arasında uzun dönemli ilişki belirlenmiştir. Uzun dönem katsayı tahminlerine göre, AR-GE ve PA değişkeni GSYİH üzerinde pozitif yönde (artırıcı etki) istatistik anlamlı ilişkili çıkmıştır. Ar-Ge harcamaları/GSYİH değişkeni GSYİH değişkenini %26,8 arttırmaktadır. Diğer yandan, PA değişkeni GSYİH değişkenini %20,5 arttırmaktadır. Ar-Ge harcamaları/GSYİH ve PA için Rusya, Çin, Hindistan ve Brezilya büyümeyle daha fazla katkı sağlamaktadır. Türkiye bu ülke grubunda AR-GE ve PA değişkenlerinin büyüme etkisinde son sıralarda yer almıştır.

Dumitrescu ve Hurlin (2012) Nedensellik Testi sonucunda, teknolojik gelişme göstergelerinin AR-GE ve PA değişkenlerinden GSYİH'ya doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Gelişmekte olan ekonomi ülkelerinin büyüme değerleri henüz yeterli düzeyde değil. Dolayısıyla GSYİH'den teknolojik gelişmeye ayrılan pay gelişmiş ülkelere göre daha azdır. Muhtemelen özel sektör tarafından desteklenen Ar-Ge harcamaları ve patent başvuruları verimli hale gelmekte ve gelir yaratmada başarılı olmaktadır. Bu nedenle AR-GE ve PA değişkenlerinden GSYİH'ye doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar; Josheski ve Koteski (2011), Gülmez ve Yardımcıoğlu (2012), Petrariu vd. (2013), Huňady ve Orviska (2014), Ntuli vd. (2015), Türedi (2016), Pradhan vd. (2017), Hong (2017), Zaman vd. (2018), Cutcu ve Bozan (2019) ve Shen vd. (2019) gibi çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Ülkelerin gelişmeyi hedefledikleri bilinen bir gerçeklik olmakla beraber, bunu yaparken teknolojiyi ölçüt aldıkları ve mümkün oldukça tüm tabana yaymaya çalışmaktadırlar. Üniversitelerin rehberliğinde girişimcilik faaliyetleri, silikon vadileri, teknoloji parklarını daha fazla büyütmeye çabaları, araştırma şehirleri seçilen yerlere yatırımlar ve teknolojik potansiyeli olan şirketlere yatırım yapmak ülkelerin hedeflerine ulaşmak için yaptıkları faaliyetlerin bazılarıdır. Teknoloji kavramı ağırlıklı olarak bir seviye göstergesi olarak belirlenmiştir. Dünyadaki istatistiğe baktığımızda, Ar-ge ye çok fazla yatırım yapan, harcama yapan ve önem veren ülkelerin refah düzeylerinin, diğer ülkeler ile kıyaslandığında daha yüksek olduğu gerçeğini görmekteyiz.

Gelişmekte olan ülkeler, milli gelirlerinin bir kısmını yüksek maliyet olarak kabul edilen araştırma ve geliştirme harcamalarına ayırmak zorundadırlar. Bu tür ülkelerin araştırma ve geliştirme harcamaları kısa vadede ekonomik büyüme üzerinde bir yük gibi görünse de uzun vadede istikrarlı ekonomik büyüme için önemli bir faktördür. Gelişmekte olan ülke grubunda, belirli bir eşiğe kadar olan ekonomik büyüme, araştırma ve geliştirme harcamaları, bu eşiği aştıktan sonra ise araştırma ve geliştirme harcamaları ekonomik büyümeyi etkilemektedir.

Bu bulgulara göre, ülkelerin teknolojik gelişmeyi ön planda tutan büyüme politikalarını uygulamaları önemlidir. Bu kapsamda, özellikle özel sektörün Ar-Ge harcamalarını ve patent başvurularını destekleyen teşvik ve vergi indirimleri gibi devlet politikalarının uygulanması önerilebilir. Gelişmekte olan ülkeler için uzun vadeli yapısal planlar, verimli teknoloji ve inovasyon politikaları üretilmelidir. Özellikle, üniversiteler Ar-Ge konusunda desteklenmeli ve yetenekli öğrencilerin fikirlerini hayata geçirmeleri için fırsatlar sunulmalıdır. Ayrıca dünyada değişen paradigmaları anlamak için üniversitelerdeki teknoparkların sayısı artırılmalıdır. Son olarak, özel sektör Ar-Ge yatırımlarını arttırmaya teşvik edilmeli ve bu konuda teşvik faaliyetlerine özendirici politikalar oluşturulmalıdır. Diğer yandan, ileriki çalışmalarda, farklı ülke grupları ele alınarak, farklı dönem aralığı ve değişik analiz teknikleri ile çalışma genişletilebilir. Teknolojik değişim için farklı değişken grupları ile çalışılabilir.

Kaynakça

- Altıntaş, F. F. (2020). İnovasyonun Ekonomik Büyümeyi Etkilemesine Yönelik Bir Yapısal Eşitlik Modeli Uygulaması: G20 Grubu Ülkeleri Örneği. *BMIJ*, 8(4), 723-763.
- Amiri, S., & Woodside, J. M. (2017). Emerging Markets: The Impact of ICT on The Economy and Society. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 19(5), 383-396.
- Arrow, K. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *The Review of Economic Studies*, 29(3), 155-73.
- Cütcü İ., & Bozan T. (2019). İnovasyon ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: G-7 Ülkeleri Üzerine Panel Veri Analizi. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 3(2), 289-310.
- Donou-Adonsou, F. (2019). Technology, education, and economic growth in sub-saharan Africa. *Telecommunications Policy*, 43(4), 353-360.
- Dumitrescu, E., & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29, 1450-1460.
- Gulmez, A., & Yardımcıoğlu, F. (2012). OECD Ülkelerinde Ar-Ge harcaması ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel eşbütünleşme ve panel nedensellik analizi (1990-2010). *Maliye Dergisi*, 163, 335-353.
- Hasan, I., & Tucci, C. L. (2010). The innovation–Economic growth nexus: Global evidence. *Research Policy*, 39 (10), 1264-1276.
- Hong, J-P. (2017). Causal Relationship Between ICT R&D Investment and economic growth in Korea. *Technological Forecasting and Social Change*, 116, 70-75.

- Huňady, J., & Orviská, M. (2014). The Impact of Research and Development Expenditures on Innovation Performance and Economic Growth of the Country – the Empirical Evidence. *CBU International Conference Proceedings*, 2, 119-125.
- Inekwe, J. N. (2015). The Contribution of R&D Expenditure to Economic Growth in Developing Economies. *Social Indicators Research*, 124(3), 727-745.
- Josheski, D., & Koteski, C. (2011). The causal relationship between patent growth and growth of GDP with quarterly data in the G7 countries: Cointegration, ARDL and Error Correction Models. *MPRA Paper No.* 33153, 1-21.
- Korkmaz, S. (2010). Türkiye’de Ar-Ge Yatırımları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin VAR Modeli İle Analizi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 5(20), 3320-3330.
- Krugman, P. (1979). Increasing returns, monopolistic competition and international trade. *Journal of International Economics*, 9(4), 469-479.
- Li, F., Appiah, M., & Dodoo, R. (2020). The Effects of Technology and Labor on Growth in Emerging Countries, *Management Research and Practice*, 12(2), 39-47.
- Lindgardt, Z., Reeves, M., & Stalk, G. (2015). *Business Model Innovation -When the Game Gets Tough, Change The Game*. Boston, MA: Boston Consulting Group.
- Ljungquist, L., & Sargent, T. (2004). *Recursive macroeconomic theory*, 2nd edition. Cambridge MA: MIT Press.
- Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42.
- Maradana, R. P., Pradhan R. P., Dash, S., Zaki, D. B., Gaurav, K., Jayakumar, M., & Sarangi, A. K. (2019). Innovation and Economic Growth in European Economic Area Countries: The Granger Causality Approach. *IIMB Management Review*, 31(3), 268-282.
- Meçik, O. (2014). Ar-Ge harcamalarının ekonomik gelişmişlik üzerindeki etkileri. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(32), 669- 674.
- Medcof, J.W., & Lee, T. (2017). The effects of the chief technology officer and firm and industry R&D intensity on organizational performance: CTO and firm and industry R&D on organizational performance. *R&D Management*, 47(5), 767-781.
- Ntuli, H., Inglesi-Lotz, Chang, T., & Pouris, (2015). A Does Research Output Cause Economic Growth or Vice Versa? Evidence from 34 OECD Countries. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66(8), 1709-1716.
- Özbay, F, Arıcan, M, Oguzturk, B, S. (2021). Çin Rüyasının Gerçekleşmesinde İnovasyonun Önemi: Büyüme ve İnovasyon İlişkisi Üzerine Ekonometrik Bir Analiz. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10 (1), 413-437.
- Pala, A. (2019). İnovasyon ve Ekonomik Büyüme in Developing Countries: Empirical Implication of Swamy’s Random Coefficient Model, 3rd World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship (WOCTINE), *Procedia Computer Science*, 158, 1122-1130.
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142 (1), 50-93.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *CESifo Working Papers*, no.1233, 255–260.
- 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.
- Pesaran, M. H., Ullah A., & Yamagata T. (2008). A bias-adjusted lm test of error cross-section independence. *Econometrics Journal*, 11 (1), 105-127.
- Petrariu, I. R., Bumbac, R., & Ciobanu, R. (2013). Innovation: a path to competitiveness and economic growth. The case of CEE countries, *Theoretical and Applied Economics*, 20(3), 15-26.
- Petruzzelli, M. A., Ardito, L., & Savino, T. (2018). Maturity of knowledge inputs and innovation value: The moderating effect of firm age and size. *Journal of Business Research*, 86, 190–201.
- Posner, Michael V. (1961). International trade and technical change. *Oxford Economic Papers*, 13, 11–37.
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Bahmani, S., & Bennett, S. E. (2017). The innovation-growth link in OECD countries: Could other macroeconomic variables matter? *Technology in Society*, 51, 113-123.
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Hall, J. H., & Nair, M. (2016). Innovation, financial development and economic growth in eurozone countries. *Applied Economics Letters*, 23(16), 1141-1144.
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Nair, M., & Bennett, S. E. (2020a). Sustainable economic growth in the European Union: The role of ICT, venture capital, and innovation. *Review of Financial Economics*, 38(1), 34–62.
- Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.
- Romer, P. M. (1987). Growth based on increasing returns due to specialization. *The American Economic Review*, 77(2), 56-62.
- Romer, P. M. (2014). Mathiness in the theory of economic growth. *American Economic Review* 105, 89-93.
- Romer, P.M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71-102.

- Shen, X., & B. Lin & W. Wu (2019). R&D Efforts, Total Factor Productivity, and the Energy Intensity in China. *Emerging Markets Finance and Trade*, 55(11), 2566-2588.
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70, 65-94.
- Spear, S., & Young, W. (2015). Two-Sector growth, optimal growth, and the turnpike: amalgamation and metamorphosis. *Macroeconomic Dynamics*, 19, 394-424.
- Srivastava, S., Sultan, A., & Chashti, N. (2017). Influence of innovation competence on firm level competitiveness: an exploratory study. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 11(1), 63-75.
- 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.
- Türedi, S. (2016). The relationship between R&D expenditures, patent applications and growth: A dynamic panel causality analysis for OECD countries. *Anadolu University Journal of Social Sciences*, 16(1), 39-48.
- Vuckovic, M. (2016). The relationship between innovation and economic growth in emerging economies: Organizational Response to Globally Driven Institutional Changes, 1-7.
- Wang, D. Han-Min, Tiffany, H. K. Yu ve Hong-Quan, L. (2013). Heterogeneous effect of high-tech industrial R&D spending on economic growth. *Journal of Business Research*, 66(10), 1990-1993.
- Weerawardena, J. (2003). The role of marketing capability in innovation-based competitive strategy. *Journal of Strategic Marketing*, 11(1), 15-35.
- Zachariadis, M. (2003). R&D, Innovation, and Technological Progress: A Test of the Schumpeterian Framework without Scale Effects. *Canadian Journal of Economics*, 36 (3), 566-686.
- Zaman, K., Khan, H. U. R., Ahmad, M., & Aamir, A. (2018). Research productivity and economic growth: A policy lesson learnt from across the globe. *Iranian Economic Review*, 22(3), 627-641.
- Zhou, G., & Luo, Z. (2018). Higher education input, technological innovation, and economic growth in China. *Sustainability*, 10, 1-15.

Extended Summary

Purpose

The aim of the study is to determine the relationship between technological development and economic growth in emerging economy countries. In today's world, the level of close relationship between growth and technological development is an undeniable fact. Technology is seen as a fundamental element that leads the development of nations and also increases the living standards and welfare of countries. From another perspective, technology is a guide to the production of held goods and services, a more effective improvement in terms of marketing, and finally, to produce new services and goods. Technological development is a key element of growth, especially for developing countries. In this study, the long- and short-term relationships between technological development and economic growth will be discussed. Also, causality will be analyzed.

Literature Review

The findings obtained from the analysis revealed that the relationship between technological development and economic growth differs according to the indicator used. In the literature, studies in which technological development is measured by R&D expenditures have generally found positive relations with economic growth. There have been many studies that have found both long- and short-term relationships. This finding has been reported in the literature by Wu and Zhou (2007); Gülmez and Yardimoglu (2012); Deridi (2016); Pradhan et al. (2017); Hong (2017); Time et al. (2018); Maradan et al. (2019) shows parallelism with their work. When technological development is measured by patent applications, a unidirectional causality relationship from economic growth to patent applications has been determined. This finding shows that economic growth is the reason for patent applications. The R&D process of an invention until it reaches the patent application stage is quite costly. Usually, this process is spread over a long period of time. For this reason, it is possible that the increase in economic growth will increase patent applications, considering the need for financing. Although the patenting of an invention differs from country to country, it takes a long time to see its effect in the real economy. This finding is reported in the literature by Algan (2017); Maradan et al. (2019); It shows parallelism with the studies of Cütcü and Bozan (2019).

Design/methodology/approach

In this study, Panel cointegration and panel causality analysis methods were used in the study examining the period of 2010-2020. Westerlund and Edgerton (2007) LM Bootstrap Panel Cointegration Test was applied to analyze the relationship between technological development and economic growth. Long-term cointegration coefficients were investigated by FMOLS (Full Modified OLS) method. Panel causality test developed by Dumitrescu and Hurlin (2012) was used to determine causality relationships. In the

study, firstly Breusch-Pagan (1980) (Lagrange Multiplier-LM) and Pesaran (2004) (Cross-section Dependence-CD) and Pesaran, Ullah and Yamagata (2008) (Bias-Adjusted Cross Sectionally Dependence Lagrange Multiplier-CDLM) tests were applied. Then, according to the results of cross-sectional dependency tests, second generation panel unit root tests of the CIPS test were performed. In addition, homogeneity was tested with the delta tilde test of Pesaran and Yamagata (2008).

Findings

As a result of the cointegration analysis, a long-term relationship between the variables was determined. According to the long-term coefficient estimations, the R&D and PA variables were statistically significantly correlated (increasing effect) on GDP. The R&D expenditures/GDP variable increases the GDP variable by 26.8%. On the other hand, the PA variable increases the GDP variable by 20.5%. For R&D expenditures/GDP and PA, Russia, China, India and Brazil contribute more to growth. Turkey was in the last place in the effect of R&D and PA variables on growth in this country group. As a result of Dumitrescu and Hurlin (2012) Causality Test, one-way causality was determined from R&D and PA variables of technological development indicators to GDP. The growth values of developing countries are not yet at a sufficient level. Therefore, the share of technological development in GDP is less than in developed countries. R&D expenditures and patent applications, possibly supported by the private sector, are becoming more efficient and successful in generating income. Therefore, one-way causality from R&D and PA variables to GDP was determined. According to these findings, it is important for countries to implement growth policies that prioritize technological development. In this context, it can be suggested to implement government policies such as incentives and tax deductions that support R&D expenditures and patent applications of the private sector. Long-term structural plans, efficient technology and innovation policies should be produced for developing countries. In particular, universities should be supported in R&D and opportunities should be provided for talented students to implement their ideas.