



[itobiad], 2021, 10 (1): 438-460.

**Ar-Ge, Patent ve İleri Teknoloji İhracatının Ekonomik Büyümeye
Etkileri: OECD Ülkeleri İçin Dinamik Panel Veri Analizi**

Effects of R&D, Patent and High-Technology Export on Economic
Growth: A Dynamic Panel Data Analysis for OECD Countries

İbrahim DAĞLI

Doktora Öğrencisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisat Bölümü
PhD Candidate, Suleyman Demirel University, Department of Economics
mribrahimdagli@gmail.com

Orcid ID: 0000-0001-8199-821X

Zeynep EZANOĞLU

Doktora Öğrencisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisat Bölümü
PhD Candidate, Suleyman Demirel University, Department of Economics
zeynepezanoglu@gmail.com

Orcid ID: 0000-0002-4601-7567

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Type	: Araştırma Makalesi / Research Article
Geliş Tarihi / Received	: 13.08.2020
Kabul Tarihi / Accepted	: 02.01.2021
Yayın Tarihi / Published	: 14.03.2021
Yayın Sezonu	: Ocak-Şubat-Mart
Pub Date Season	: January-February-March

Atıf/Cite as: Dağlı, İ , Ezanoğlu, Z . (2021). Ar-Ge, Patent ve İleri Teknoloji İhracatının Ekonomik Büyümeye Etkileri: OECD Ülkeleri İçin Dinamik Panel Veri Analizi . İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi , 10 (1) , 438-460 . Retrieved from <http://www.itobiad.com/tr/pub/issue/60435/780229>

İntihal /Plagiarism: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and confirmed to include no plagiarism. <http://www.itobiad.com/>

Copyright © Published by Mustafa YİĞİTOĞLU Since 2012 – Istanbul / Eyup, Turkey. All rights reserved.

Ar-Ge, Patent ve İleri Teknoloji İhracatının Ekonomik Büyüme Etkileri: OECD Ülkeleri İçin Dinamik Panel Veri Analizi¹

Öz

Makroekonomik politikalarda sürdürülebilir büyümenin yakalanması her ülkenin temel makro hedefleri içerisinde yer almaktadır. Sınırları ortadan kaldıran yeni küresel düzenle birlikte zaman içerisinde büyüme teorileri de birçok değişime uğramıştır. Özellikle 1980'ler sonrasında ortaya atılan içsel büyüme teorileri Ar-Ge'yi büyümenin itici gücü olarak kabul etmiş ve teknolojinin büyüme üzerindeki kritik rolü ön plana çıkmıştır. Romer'in 1990 yılındaki çalışması, bu konuda yapılacak birçok çalışmanın ilham kaynağı olmuştur. Neo-Klasik ekonomik büyüme modellerinde teknolojinin büyüme üzerindeki etkisi dışsal etki olarak kabul edilmesine karşın evrimci iktisat teknolojiyi içsel olarak kabul etmiş ve büyümenin ana motorlarından biri olarak saymıştır. Günümüzde dahi güncelliğini koruyan teknolojinin büyüme üzerindeki etkisi, teknolojiyle içselleşmiş olan; Ar-Ge harcamaları, patent sayıları ve ileri teknoloji ihracatı gibi değişkenler üzerinden tartışılmaktadır. Bu çalışmada, teknolojinin büyüme üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu hipotezi farklı ekonomik büyüklükteki ülkeler veri seti ile test edilecektir. Bu kapsamda yapılan çalışmada: 2007-2017 dönemini içeren verilerle 36 OECD ülkesinde, belirlenen bu üç değişken ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Arellano ve Bond Genelleştirilmiş Momentler (GMM) tahmincisi ile analiz edilecektir. Farklı ekonomik büyüklüğe ve gelişmişlik düzeyine sahip ülkelerle yapılacak analizle daha geniş bir makro perspektif yakalanması amaçlandığından ülke grubu olarak OECD ülkeleri seçilmiştir. Yapılan dinamik panel analizinden elde edilen ilk bulgulara göre: Ar-Ge harcamaları ve patent sayıları ekonomik büyümeyle pozitif yönlü ve istatistiki olarak anlamlı bir ilişkiye sahiptir. Bununla birlikte ileri teknoloji ihracatının büyümeyle olan ilişkisi pozitif tahmin edilmekle birlikte bu ilişkinin istatistiki olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ar-Ge, Patent, İleri Teknoloji İhracatı, Teknoloji ve Büyüme, Panel Veri Analizi, GMM.

¹ Bu çalışma 22/24 Temmuz 2020 tarihleri arasında düzenlenen Econder 2020 II. Uluslararası İktisat, İşletme ve Sosyal Bilimler Kongresi'nde özet bildiri olarak sunulmuştur.



Effects of R&D, Patent and High-Technology Export on Economic Growth: A Dynamic Panel Data Analysis for OECD Countries

Abstract

Achieving sustainable growth in macroeconomic policies is among the main macro targets of each country. Along with the new global order that eliminated the boundaries, growth theories have also undergone many changes over time. Especially the endogenous growth theories put forward after 1980s accepted R&D as the driving force of growth and the critical role of technology on growth came to the fore. Romer's paper in 1990 has been the inspiration for many studies on this aspect. In neo-classical economic growth models, although the effect of technology on growth is accepted as an exogenous effect, evolutionary economics accepted technology endogenous and regarded it as one of the main engines of growth. Even today, the effect of technology, which is up to date, on growth, which is internalized by technology; R&D expenditures are discussed through variables such as patent applications and advanced technology exports. In this study, the hypothesis that technology has a positive effect on growth will be tested with data sets from countries of different economic sizes. In the study carried out in this context: The relationship between these three variables and economic growth in 36 OECD countries with data covering the period 2007-2017 will be analyzed by Arellano and Bond Generalized Method of Moments (GMM). OECD countries have been chosen as the country group since it is aimed to capture a wider macro perspective with the analysis to be made with countries with different economic and development levels. According to the first results obtained from the dynamic panel analysis: R&D expenditures and patent numbers have a positive and statistically significant relationship with economic growth. However, although the relationship between high-tech exports and growth was positively estimated, it was concluded that this relationship was not statistically significant.

Keywords: R&D, Patent, High-Tech Export, Technology and Growth, Panel Data Analysis, GMM.



Giriş

Makro ekonominin en temel sorunlarından biri ekonomik büyümedir (Miroslav vd., 2009:67). Ekonomik büyüme bir ülkenin sahip olduğu üretim kaynakları; doğal kaynaklar, sermaye, işgücü, girişimci, bilgi birikimi ve teknolojik ilerleme olarak tanımlanabilir (Yardımcı, 2006:98). Teknolojik ilerlemelerin firmanın pazar payının büyümesini sağlamasının yanı sıra firmanın rekabet gücünü de artırdığı ve dolayısıyla karlılığının da artmasına katkıda bulunduğu bilinmektedir (Korkmaz, 2010:3321).

Teknoloji ve yenilik, üretkenliği ve ekonomik büyümeyi artırmada önemli bir rol oynamaktadır. Ar-Ge harcamalarının yenilikçiliği arttırdığı ve böylece ekonomik büyüme sürecine katkısının pozitif olduğu düşünülmektedir (Bilbao-Osorio ve Rodriguez-Pose, 2004:434). Bu harcamaların artması uluslararası rekabet gücünün belirlenmesinde de önemli göstergelerden biridir. Bir ülkede yeniliğe yönelik olarak yapılan harcamalar sonucunda yeni ürün ve yeni teknolojilerin oluşması sadece o ülkenin değil, diğer ülkelerin üretim kapasitesini de geliştirecektir. Ayrıca yeniliğe yönelik yatırımlar sonucunda ekonomik ve beşerî sermaye artacak, böylece ülkeler uluslararası düzeyde rekabet avantajının elde edecektir. Bu durum ekonomik istikrarsızlığı önlemede ve sürdürülebilir bir ekonomik büyümenin sağlanmasında önemlidir (Altıntaş ve Mercan, 2015; 347). Günümüze kadar ortaya atılan büyüme teorilerinin birçoğunda yeni teknolojilerin önemi belirtilmiştir (Gülmez ve Yardımcıoğlu, 2012: 336). Dolayısıyla yeniliğe yönelik faaliyetler ile teknolojik ilerleme yaşanmakta ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanmasında teknolojik ilerlemelerin önemi yıllar itibari ile artmaktadır.

Bu çalışmanın amacı Ar-Ge harcamaları, patent sayıları ve ileri teknoloji ihracatı değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerine etkilerini incelemektir. Çalışma şu şekilde organize edilmiştir. Öncelikle birinci bölümde büyüme teorilerine yer verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümde literatürde bu değişkenlerin ekonomik büyüme ile ilişkisini inceleyen çeşitli çalışmalara ayrı başlıklar altında yer verilmiştir. Son olarak üçüncü bölümde ise 36 OECD ülkesi için 2007-2017 dönemi verileri kullanılarak Arellano ve Bond (1991) Genelleştirilmiş Momentler (GMM) tahmincisi ile bu değişkenlerin ekonomik büyüme üzerine etkileri analiz edilmiştir. Analiz için son on yılın (2009-2019) esas alınması hedeflenmiştir ancak veri kaynağındaki eksiklikler nedeniyle veri kaynağındaki mevcut son on yılın verileri (2007-2017) analize dahil edilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde bu çalışmada kullanılan bağımsız değişkenlerin ayrı ayrı etkilerini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmada ise bu üç değişkenin etkileri aynı model içerisinde ve dinamik panel veri analizi ile tahmin edilerek literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.



Teorik çerçeve

İktisadi büyüme konusunda öncü teori klasik iktisat teorisidir. İktisadi büyüme konusunu ele alan ilk iktisatçılardan olan Adam Smith, 1776 yılında kaleme aldığı *Milletlerin Zenginliği* adlı ünlü eserinde iktisadi büyüme değinmiştir. İşbölümü ve uzmanlaşma kavramlarını vurgulamış ve büyümenin temel nedeninin emek verimliliğindeki artış olduğunu belirtmiştir. Smith, işbölümü sonucunda zenginliğin ve emeğin verimliliğinde artışın ortaya çıkacağını ve bu verimlilik artışının nihayetinde üretimde artışlar meydana getireceğini ifade etmiştir (Smith, 2006:9-10). Smith'e göre makineleşmenin ve işbölümünün sanayiye uyarlanması ile ekonomik büyüme gerçekleşecektir.

Klasik büyüme teorisinde A. Smith'in ardından Thomas Malthus'un (1798) *Nüfusun Prensipleri üzerine Bir Deneme* adlı eserinde, nüfus ve hasıla büyüme artışları arasındaki ilişkileri incelediği görülmektedir. Malthus'un büyüme teorisinde teknolojik gelişmelerin kişi başına çıktı üzerinde ve ortalama yaşam standardı üzerinde etkisinin olmayacağı belirtilmiştir (Ünsal, 2007; 57-59). Çünkü teknoloji sayesinde artan üretim ve hasılanın beraberinde nüfusu da arttıracığını ve nüfus artışı nedeniyle kişi başına düşen çıktının değişmeyeceğini savunmaktadır.

Bir diğer klasik iktisat teorisyenlerinden David Ricardo büyüme konusundaki görüşlerine 1817 yılında yayımladığı *Politik İktisadın ve Vergilendirmenin Prensipleri* adlı eserinde yer vermiştir. Ricardo, tarım sektöründe toprağın kıt olması sebebiyle azalan verimlerin geçerli olacağını belirtmiştir. Sanayi kesiminde geçerli artan verimin tarım kesiminde yaşanan azalan verimi telafi edemeyecek olması sebebiyle toplam hasılda azalan verimler yasasının geçerli olacağını savunmuştur. Ayrıca Ricardo, teknolojik gelişmede bir artış olması durumunda, ekonomik büyümenin bir süreliğine olumlu etkilenip daha sonra ekonomik durgunluğun gerçekleşeceğini ifade etmektedir. Bu durumu, teknolojik gelişmenin toplam çıktıyı arttırmasına rağmen sermayede geçerli azalan verimler yasasına ve teknolojik gelişme hızının düşük olmasına bağlamaktadır.

Karl Marx'ın büyüme konusundaki görüşleri Ricardo'nun görüşlerinden farklıdır. Marx'ın teorisinde teknolojik gelişme ile artan yeniliklerin yarattığı rekabet süreci kapitalizme işlerlik kazandıracaktır. Marx, yenilik ve teknolojik gelişmelerin üretimi artırma imkânı sağladığını belirterek ekonomik büyümenin yolunun Ar-Ge faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan icatlardan geçtiğini savunmaktadır (Marx, 2011; 92).

Joseph Schumpeter'in büyüme konusundaki görüşleri yenilik ve girişimcilik kavramları ile açıklanmaktadır (Hiç, 1988; 51-60). Yenilik sayesinde başarı elde eden bir girişimci diğer girişimcileri de etkileyecek ve diğer girişimciler de onu taklit edecektir. Bu şekilde oluşan yeniliklerin kümelenmesi yatırımları da uyarımlı olacak ve yeni yatırımlar sayesinde yenilikler farklı



sektörlere de yayılacaktır. Yaratıcı yıkım sayesinde kendini sürekli yenileyen yenilikler ise ekonomiye dinamik bir yapı kazandıracaktır. Teknolojik gelişme ile ürünlerin kaliteleri artacak ve malın fiyatı etkilenecektir. Bu nedenle işletmeler devamlı surette teknolojik rekabet içinde olacak ve teknolojik gelişme sonucunda ekonomik büyüme artacaktır. Schumpeter'e göre büyümenin analizi; yenilik, teknolojik ilerleme ve teknolojik rekabet unsurları dikkate alınarak yapılabilecektir (1939: 83-84).

İkinci Dünya Savaşına katılan ülkelerin ekonomik açıdan yıkıcı etkiler ile karşı karşıya kalması, ekonomik büyüme ve kalkınma ile ilgili araştırma ve çalışmaları arttırmıştır. Neo-Klasik büyüme teorileri bu dönemde literatüre önemli katkılar sağlamıştır. Solow (1956) tarafından ortaya atılan Neo-klasik büyüme teorisinde; ekonomik büyümenin emek ve sermaye girdileri ile açıklanamayan kısmının teknolojik ilerlemeden kaynaklandığını belirtilerek klasik yaklaşımda olduğu gibi teknoloji dışsal kabul edilmiştir. Ancak teknolojik ilerlemenin nereden kaynaklandığına değinilmemiştir. Solow'a göre teknolojik ilerleme üretimde büyümeyi sağlayacak ve bu üretim artışı neticesinde tasarruf ve yatırımların artması sonucunda ekonomik büyüme daha da artabilecektir (Erdoğan ve Canbay, 2016:35). Arrow, üretim sürecinde yaparak öğrenme ve teknolojik gelişmeler ile bilginin sürekli arttığını belirtmiştir. Neo-klasik büyüme teorilerinde teknolojinin ekonomik büyümeyi etkileyeceği belirtilmiş ancak klasik görüşte olduğu gibi teknoloji dışsal kabul edilmiştir.

1980'li yıllara kadar büyüme teorileri arasında oldukça popüler olan Neoklasik büyüme modeline tepki olarak Evrimci (Neo-Schumpeteryan) ortaya çıkmıştır. Evrimci kuram ile, Ar-Ge faaliyetleri sonucunda oluşan teknolojik ilerlemelerin ekonomik büyüme için içsel olduğu kabul edilmiştir. 1980'li yılların sonlarına doğru ortaya çıkan içsel büyüme teorilerinde ekonomik büyümenin ekonominin kendi iç unsurlarına bağlı olduğu ve içsel faktörler tarafından belirlendiği vurgulanmaktadır. İçsel büyüme teorilerinin en önemli ortak noktası iktisadi büyüme süreçlerinde "bilgi" ye verdikleri önem ve üretim fonksiyonunda artan verimlerin geçerli olacağı varsayımdır.

İçsel büyüme modellerinin öncülerinden biri olan Romer (1986)'e göre teknolojik ilerleme ekonomik büyümenin merkezinde yer almaktadır ve teknolojik yenilikler Ar-Ge faaliyetleri sonucunda ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla sadece sermaye birikimi ile ekonomik büyümenin sürdürülemeyeceğini vurgulamıştır. Romer, teknolojik değişimi ülkeler arasındaki gelişmişlik farkını ortadan kaldıracak unsur olarak belirtmektedir (Romer, 1990: 81). Romer modelinde, yeniliğe yönelik harcama yapan firmalar elde ettikleri bilgi ve teknolojiyi yasal koruma altına aldıktan sonra tekeli kar elde etmeye başlamaktadır. Diğer taraftan elde ettikleri bu yüksek karı yeniden Ar-Ge harcamalarında kullanarak sürdürülebilir ekonomik büyümeye katkı sağlamaktadır. Bu bilgi ve teknolojinin diğer



firmalara yayılması ise ülke genelinde toplam etki yaratarak büyüme katkı sağlamaktadır.

Lucas (1988) ise, teknolojinin ekonomik büyüme sürecinde beşerî sermaye vasıtasıyla ekonomik büyüme katkı sağlayacağını belirtmiştir. Beşerî sermayenin ekonomik büyüme olumlu etkileri konusunda daha eski çalışmalar bulunsa da model Lucas ile birlikte anılmaktadır. Lucas'a göre ülkelerin beşerî sermaye birikimleri yaparak öğrenme sonucunda artış gösterebilmektedir (Lucas, 1988; 27). Lucas'ın modelinde beşerî sermaye birikimi bireylerin eğitimi ile gerçekleşmektedir. Eğitim ile artan beşerî sermaye nitelikli insan gücünün yetiştirilmesini sağlamaktadır. Marjinal verimliliği artan nitelikli insan gücü ülkenin refah seviyesini yükseltmekte ve ekonomik büyümeyi hızlandırmaktadır. Lucas, Asya kaplanlarının yakaladığı mucizevi büyüme oranlarında beşerî sermayenin rolüne dikkat çekerek teorisini desteklemektedir.

İçsel büyüme teorilerinin öncülerinden olan Arrow (1962) yaptığı araştırmada bazı sektörlerde artan tecrübeler dolayısıyla zaman içinde firmaların maliyetlerinin düştüğünü, ürün kalitelerinin arttığını ve yeni ürünler geliştirdiklerini fark etmiştir. Bu sürecin yapılan Ar-Ge harcamaları ile değil artan tecrübelerden kaynakladığını savunarak bu süreci "yaparak öğrenme" olarak tanımlanmıştır. Yaparak öğrenme sonucunda firmalar tecrübe kazanarak üretim sürecinde aynı zamanda teknik bilgiler de üretmiş olacaktır. Üretilen bu bilgi, üreten firmanın yanı sıra diğer firmalara da pozitif bir dışsallık sunmakta ve diğer firmalar tarafından da kullanılarak bilginin yayılması süreci gerçekleşmektedir.

Barro (1990), hükümetlerin yenilik ve eğitime yaptıkları yatırım ile teknolojiye ilerlemenin büyüme üzerine etkisini açıklamaya çalışmıştır. Barro'ya göre, ekonomik büyümenin artırılması ancak yeniliğin teşvik edilmesi ile mümkün olabilecektir. Dolayısıyla içsel büyüme modellerine göre Ar-Ge büyümenin itici gücüdür. İçsel büyüme modellerinde sürdürülebilir büyümenin varlığı fiziksel ve beşerî sermaye, kamu harcamaları düzeyi, ihracat oranı, nüfus artış hızı, dışa açıklık, siyasi istikrar ve patent haklarının korunması gibi belirli koşullar içermektedir (Grosman ve Helpman, 1994:38).

Klasik iktisatçılar ve Neo-klasik iktisatçılar tarafından ekonomik büyüme ile arasındaki ilişkinin reddedildiği ve dışsal olarak görüldüğü teknoloji, Schumpeter ve Evrimci (Neo-Schumpeteryan) kuram ile birlikte ekonomik büyüme için içsel bir değişken olarak kabul edilmiştir. Daha sonra ortaya atılan *İçsel Büyüme Teorileri* ile teknolojik gelişme içsel olarak kabul edilmiş ve Ar-Ge tabanlı büyüme modelleri geliştirilmiştir.

İkinci Dünya Savaşı sonrasında kalkınmanın yakalanması için başlayan arayışlar da ortaya atılan büyüme teorileri birçok eleştiriye tabi tutulmuş ve özellikle gelişmiş-gelişmekte olan ülkeler arasındaki büyüme farklarını



açıklamada yetersiz kalmıştır. 1960-1980 döneminde büyük bir kalkınma hamlesi yakalayan *Asya Kaplanları* ülkeleri büyüme teorilerinin tekrar sorgulanmasına neden olmuştur. 1980 sonrasında ortaya atılan içsel büyüme teorileri ile birlikte beşerî sermaye, yenilik, teknolojik ilerleme kavramları yeniden sorgulanmış ve büyüme ile ilişkilerini ortaya koymaya çalışan teori ve modeller geliştirilmiştir. Yukarıda bu teorilerden en çok bilenenlere kısaca değinilmiştir. Çalışmanın bir sonraki bölümünde bu konu ile ilgili literatürde yapılan çalışmalardan bazı örneklere yer verilmiştir.

Literatür Taraması

Ekonomik büyümenin temel makroekonomik hedeflerin başında gelmesi sebebiyle literatürde bu konu ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bu bölümde literatürde Ar-Ge harcamaları, patent başvuruları ve ileri teknoloji ihracatının ekonomik büyüme ile ilişkisini inceleyen çeşitli çalışmalara ayrı başlıklar altında yer verilecektir.

Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi

Yapılan literatür taramasında Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran birçok çalışmaya rastlanmıştır. Literatürde genel kabul görmüş sonuç Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeyi arttırdığı yönündedir (Luh ve Chang, 1997; Griliches, 1998; Freire- Seren, 1999). Ancak bazı çalışmalar bu iki değişken arasındaki ilişkinin varlığını doğrulamamaktadır (Aghion ve Howitt, 1992; Sylwester, 2001; Samimi ve Alerasoul, 2009). Bununla birlikte bu iki değişken arasında nedensellik ilişkisine rastlamayan çalışmalar da bulunmaktadır (Lichtenberg, 1993; Altın ve Kaya, 2009). Literatürde yer alan çalışmalardan bazıları aşağıda yer almaktadır.

Canbay (2020b), Türkiye için 1990-2016 verileri ile ARDL sınır testi uygulayarak Ar-Ge harcamalarının kişi başına düşen gelir üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada, kamu sektöründeki bu harcamaların özel sektör harcamalarına göre kişi başına düşen geliri daha çok arttırdığını tespit etmiştir. Ayrıca; Canbay (2020c), Türkiye’de Ar-Ge harcamalarının iktisadi büyüme üzerindeki etkilerini incelediği çalışmada 1990-2017 verileri ile ARDL sınır testi yaparak bu harcamaların iktisadi büyümeyi uzun dönemde kısa döneme göre daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Türkmen vd. (2019), 20 OECD ülkesi için 1991-2016 verilerini kullanarak, geliştirilen yeni ekonometrik yöntemleri uyguladığını belirterek Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada, bu iki değişken arasındaki ilişkinin pozitif olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Uçak vd. (2018), 1990-2016 yılları verileri ile Türkiye’de Ar-Ge harcamalarının reel GSYH üzerindeki etkilerini analiz ettikleri çalışmada, ARDL sınır testi sonuçlarına göre, bu harcamaların GSYH’ye etkisinin pozitif ve anlamlı olduğu belirtmişlerdir.



Ülger ve Durgun (2017), OECD ülkelerinde Ar-Ge harcamaları ve GSYİH ilişkisini 1996-2015 verileri ile VAR analizi kullanarak araştırmıştır. Çalışma sonucuna göre bu harcamalardaki artışın GSYİH' yi artırdığı tespit edilmiştir.

Gülmez ve Akpolat (2014), yenilik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada, Türkiye ve 15 AB ülkesine ait 2000-2010 verilerini kullanarak dinamik panel veri (GMM) yöntemini kullanmışlardır. Ar-Ge harcamaları ve patent sayılarının ekonomik büyüme ile pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğu belirtmişlerdir. Bu harcamalarının GSYİH' yi patente göre dört kat daha fazla artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Özcan ve Arı (2014), seçilmiş 15 OECD ülkesi için, 1990-2011 verilerini kullanarak, Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri modeli ile inceledikleri çalışmada, bu harcamaların reel kişi başı geliri artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Yenilik faaliyetlerinin desteklenmesi ve yeniliğe yönelik harcamalarının GSYİH içerisindeki payının artırılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Gülmez ve Yardımcıoğlu (2012), OECD ülkeleri için 1990-2010 verileri ile Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişkiyi panel veri yöntemleriyle araştırdığı çalışmada, uzun dönemde bu iki değişken arasında karşılıklı olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Horvath (2011), 1960-1992 verilerini kullanarak, uzun dönemde Ar-Ge'nin ekonomik büyüme üzerine etkisini Bayesci model ortalaması (BMA) ile incelediği çalışmada yapılan analizle uzun vadeli büyümeyi arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Korkmaz (2010), çalışmasında Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında uzun dönem ilişkisinin bulunup bulunmadığını Johansen eşbütünleşme yöntemi ile araştırmıştır. Çalışmada Türkiye için 1990-2008 verileri kullanılmıştır. Çalışma sonuçları iki değişken arasında eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğunu göstermiştir. Kısa dönemde bu harcamaların GSYİH' yi etkilediği, uzun dönemde ise iki değişkenin birbirlerini etkiledikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Sadraoui ve Zina (2009), 23 ülke için 1992-2004 verilerini kullanarak panel veri analizi yaptıkları çalışma sonuçlarına göre, tüm ülkeler için Ar-Ge ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin pozitif ve anlamlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Saraç (2009), OECD ülkelerine ait 1983-2004 verilerini kullanarak panel veri analizi yaptığı çalışmada, Ar-Ge harcamaları sonucunda ekonomik büyümenin artacağını belirtmiştir.

Samimi ve Alerasoul (2009), Ar-Ge'nin gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümesi üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada, 2000-2006 yıllarına ait verileri kullanmışlardır. Panel veri regresyon modellerine dayanarak Ar-Ge



harcamaları düşük olan gelişmekte olan ülkelerde, bu değişkenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin önemsiz olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, bu ülkelerde hükümetlerin, yenilikçi sektörleri desteklemeleri gerektiğini belirtmişlerdir.

Sylwester (2001), iki farklı ülke grubu için çok değişkenli regresyon kullanılarak Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında, yapılan analizler sonucunda G7 ülkelerinde gerçekleştirilen bu harcamaların ekonomik büyümeyi arttırdığını ancak OECD ülkeleri için bu değişkenlerin aralarında herhangi bir ilişki olmadığını sonucuna ulaşmıştır.

Griliches (1998), ABD ekonomisi için Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırdığı çalışmada, bu harcamalardaki artışın reel geliri arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmaya göre, bu harcamalar %10 artarsa, reel gelirin de %7 artacağı belirtilmiştir.

Literatür çalışmaları göz önüne alındığında, Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkileri olduğu söylenebilir.

Patent ve Ekonomik Büyüme İlişkisi

Literatürde ekonomik büyüme ve patent arasındaki ilişkiyi inceleyen çeşitli çalışmalar da bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Alper (2017), Türkiye 1990-2015 verilerini kullanarak, ekonomik büyüme, Ar-Ge harcamaları, patent sayısı ve yüksek teknoloji ürün ihracatı arasındaki ilişkiyi Hatemi-J asimetrik nedensellik testi uygulayarak incelediği çalışmasında, patent sayısından ekonomik büyümeye nedensellik ilişkisi tespit edilirken, ekonomik büyümeden patent sayısına bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

Karakaş ve Adak (2015), Türkiye için 1970-2012 verilerini kullanarak, patent başvuruları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmada, yıllık patent başvuruları ve üretim miktarları arasında yapılan analizler sonucunda, bu iki değişkenin uzun dönemde denge ilişkisi içinde olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Ulku (2004), yenilik (patent sayısı) ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi GMM yöntemi ile araştırdığı çalışmada, 1981-1997 verilerini kullanarak yeniliğin kişi başı GSYİH'yi arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Bu çalışmaların yanı sıra patent değişkeni genellikle ekonomik büyüme ve Ar-Ge ilişkisini araştıran çalışmalarda bağımsız değişken olarak kullanılmıştır (Gülmez ve Akpolat, 2014; Sungur vd., 2016). Literatür incelendiğinde elde edilen sonuçlar doğrultusunda patent sayılarının ekonomik büyümeyi artırıcı etkisi olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.



İleri Teknoloji İhracatı ve Ekonomik Büyüme İlişkisi

Yüksek teknolojiye sahip olmak ülkelere birçok açıdan avantaj sağlamaktadır. Bir ülkenin yüksek teknolojiye sahip olması, ülkenin ekonomik büyümesini arttıracığı bu avantajların başında gelmektedir. Üretim miktarındaki artış sayesinde yüksek teknolojiye sahip ülkelerin refah seviyeleri yükselecek ve bu ürünleri diğer ülkelere ihraç etme yoluyla ekonomik büyümeleri artacaktır. Böylece gelişmişlik açısından diğer ülkelerin önüne geçebilmektedir (Konak, 2018;76). Literatürde yüksek teknoloji ihraç eden ülkelerin ekonomik büyümesinin diğer ülkelere daha hızlı olduğu görüşü hakimdir (Lee ve Hong, 2010). İleri teknoloji ihracatı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların bazılarında aşağıda yer verilmiştir.

Canbay (2020a), Türkiye'nin 1989-2016 dönemi verilerini kullanarak yüksek teknoloji ürün ihracatının iktisadi büyüme üzerindeki etkilerini incelediği çalışmada ARDL sınır testi yapmıştır. Yapılan analiz sonucunda uzun dönemde yüksek teknoloji ihracatının artması ile iktisadi büyümenin de artacağını tespit etmiştir.

Kabaklarlı vd. (2018), 14 OECD ülkesine ait 1989-2015 yılları verileri ile eş-bütünleşme, panel PM ve MGE analizleri uygulayarak yüksek teknoloji ihracatı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmeyi amaçladığı çalışmada, bu iki değişken arasında uzun dönemli ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Yıldız (2017), Türkiye ve BRICS ülkelerine ait 2005-2014 verileri ile Panel Sabit Etkiler ve Panel Rassal Etkiler modellerini kullanarak, yüksek teknoloji ihracatı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmada, ileri teknoloji ihracatının artması ile ekonomik büyümenin de artacağı sonucuna ulaşmıştır.

Telatar vd. (2016), Türkiye için 1996:01-2015:03 döneminde, teknoloji yoğun ürün ihracatının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini Engle-Granger eşbütünleşme ve Granger nedensellik testleri ile inceledikleri çalışmada, ileri teknoloji ürün ihracatının ekonomik büyümeyi arttıracığını belirtmişlerdir.

Topallı (2015), yüksek teknoloji ihracatı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki nedensellik testi ile analiz ettiği çalışmada, Türkiye, Güney Kore, Hindistan, Singapur, Brezilya ve Tayland için 1989-2013 yıllarına ait verileri kullanarak ekonomik büyümeden teknoloji ihracatına doğru tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Gökmen ve Turen (2013), 15 Avrupa Birliği ülkesine ait 1995-2010 verilerini kullanarak panel veri analizi yaptıkları çalışmada, yüksek teknoloji ihracatı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin pozitif olduğu sonucuna ulaşmışlardır.



Kılavuz ve Altay Topçu (2012), 22 gelişmekte olan ülkeye ait 1998-2006 verileri ile yaptığı panel veri analizi sonuçlarına göre yüksek teknoloji ürün ihracatının ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Gelişmekte olan ülkeler için, olumlu ve dinamik dışsallıklar nedeniyle, düşük teknoloji yerine yüksek teknoloji ürün ihracatı, bu ülkelerin ekonomik büyüme performansına önemli derecede etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Falk (2009), 22 OECD ülkesine ait 1980-2004 verilerini kullanarak, ileri teknoloji ihracatı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi GMM yöntemi ile incelediği çalışmada, ileri teknoloji ürün ihracatı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin pozitif ve anlamlı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde farklı ülke grupları için Ar-Ge harcamaları, patent başvuruları ve ileri teknoloji ihracatının ekonomik büyüme ile ilişkisini birlikte veya ayrı ayrı inceleyen birçok çalışmaya rastlanmıştır. Makroekonomi politikaları açısından konunun önemini dikkate alarak bu çalışmada 36 OECD ülkesi için 2007-2017 panel verisi ile bu değişkenlerin ekonomik büyüme üzerine etkileri üçüncü bölümde incelenecektir.

Veri Seti, Yöntem, Model ve Ekonometrik Analiz

Dinamik panel veri modelleri, statik panel veri modellerinden farklı olarak model içerisinde bağımlı veya bağımsız değişkene ait gecikmeli değerlere yer vermektedir. Dinamik panel veri modellerinden, bağımlı değişkenin gecikmeli halinin bağımsız değişkenler içerisinde yer aldığı modeller otoregresif panel veri modelleri olarak anılmaktadır (Tatoğlu 2018b: 113). Bu modelde de bağımlı değişken olan GSYH'nun gecikmeli haline bağımsız değişkenler içerisinde yer verilerek otoregresif model kullanılmıştır.

Bu tip modellerde bağımsız değişkenler içerisinde yer alan bağımlı değişkenin gecikmeli hali hata terimi ile korelasyonlu olduğundan dışsallık varsayımına uymamaktadır. Başka bir deyişle içsellik problemine neden olmaktadır. Ayrıca modelde yer alan bağımlı değişkenin gecikmeli hali gözlenemeyen etkilerle de korelasyona neden olacaktır (Baltagi, 2005: 135-139). İçsellik problemi nedeniyle bu tip modellerin havuzlanmış en küçük kareler yöntemi (OLS) yöntemi ile elde edilen tahminleri sapmalı ve tutarsız olacaktır. Hata teriminin bağımlı değişkenin gecikmeli hali ile korelasyonlu olması rassal etkiler modelinin de önemli bir varsayımını $E(X_{it} \mu_i) = 0$ ihmal etmektedir. Bu nedenle rassal etkiler tahminleri de tutarlı ve güvenilir olmayacaktır.

Sabit etkiler modelinde ise bağımsız değişkenler ile birim etkilerin korelasyonlu olması modelin temel varsayımlarını ihlal etmemektedir. Bunun ana nedeni sabit etkiler modelinde grup içi dönüşümün birim etkiyi



yok etmesidir (Tatoğlu 2018b: 119). Ancak Nickell (1981) $N > T^2$ olması durumunda "Nickell Sapması" olacağına dikkat çekmiştir ve bu durumda tahmincilerin tutarsız olacağını savunmuştur. Daha sonra yapılan Monte Carlo simülasyonları ise Nickell sapmasına rağmen parametrelerin düzeltilerek gölge değişkenli en küçük kareler yöntemi ile tutarlı tahminlerin yapılabileceğini göstermiştir.

Arellano ve Bond (1991) birinci fark dönüşümü yönteminde tüm moment koşullarının yerine getirilemeyeceğini tespit etmiş ve gecikmeli değişkenlerden geçerli olanların tamamının araç değişken olarak kullanıldığı Genelleştirilmiş Momentler Tahmincisi (GMM) yöntemini geliştirmiştir. Aslında GMM tahmincisi ilk olarak Holtz-Eakin vd. (1988) tarafından önerilmiştir ancak yöntem kaynağı olarak literatürde Arellano ve Bond (1991) makalesine atıf yapılmaktadır (Roodman: 2009b:87). Bu yöntem iki aşamalı olup: Birinci aşamada birinci fark modeli dönüştürülmekte, ikinci aşamada dönüştürülmüş model genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilmektedir (Tatoğlu 2018b: 129). Son dönemde yaygın olarak kullanılan GMM tahmincilerinin tercih edilmesindeki en önemli sebep modellemedeki temel sorunlara getirdiği çözümlerdir. GMM'in çözüm getirdiği modelleme sorunları: İçsellik sorunu, sabit etkiler ve dinamik panel sapmasıdır (Roodman, 2009a:136).

Arellano ve Bond (1991) tahmincisi büyük N ve küçük T panel verileri için dizayn edilmiştir (Mileva, 2007:3). Roodman'a (2009b) göre N küçük olması durumunda T ile birlikte artan araç değişkenler, standart hataların ve Arellano- Bond otokorelasyon testinin güvensiz olmasına neden olabilecektir. Modelde kullanılan veri setinin (N:36 ve T:11) GMM için geçerli bu önemli varsayımına uygun olduğu görülmektedir. Dinamik modellerde bağımlı değişkenin gecikmeli değerinin bağımsız değişkenler arasında modele ilave edilmesi aşağıdaki gibi gösterilmektedir. (Hsiao 2003: 69).

$$y_{it} = \gamma y_{i,t-1} + \beta' x_{it} + \alpha_i^* + \lambda_t + u_{it},$$

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

Bu çalışmada teknolojiye ilişkin göstergelerden Ar-Ge harcamaları, patent sayıları ve ileri-teknoloji ihracatının ekonomik büyüme üzerindeki etkisine dair ekonometrik analiz yapılmıştır. Bağımlı değişken olarak seçilen ve büyümeyi temsil eden GSYH'nın gecikmeli değerleri de modele dahil edilerek otoregresif panel veri modeli oluşturulmuştur. İçsellik ve yukarıda bahsedilen diğer ekonometrik nedenlerden dolayı modelin analizi için en uygun yöntem olduğu değerlendirilen Arellano ve Bond (1991) GMM tercih edilmiştir. Ekonometrik model aşağıdaki şekilde kurulmuştur.

² N: Birim boyutu, T: Zaman boyutu



$$gdp_{i,t} = \beta_1 gdp_{i,t-1} + \beta_2 gdp_{i,t-2} + \beta_3 p_{i,t} + \beta_4 t_{i,t} + \beta_5 rd_{i,t}$$

Bağımlı değişken olarak kullanılan *gdp* GSYH'yı, *p* patent sayılarını, *t* ileri teknoloji ihracatını ve *rd* Ar-Ge harcamalarını temsil etmektedir. OECD Data ve Worldbank Data veri bankalarından elde edilen veri seti 36 OECD ülkesi için 2007-2017 yıllarını kapsamaktadır. Veri setine ilişkin özet tablosu aşağıda Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Değişkenler Özet Tablosu

Değişken	Gözlem s.	Ort.	Std. sap.	Min	Max
lngdp	396	10.47825	0.3779102	9.563321	11.6325
lnp	395	4.866287	2.465863	-5.115996	9.868018
lnt	395	23.04645	1.84434	18.36918	26.23218
lnrd	376	6.309966	0.909975	3.95567	7.723663

Analizin ilk aşamasında havuzlanmış en küçük kareler yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir. Yapılan klasik modelin geçerli olabilmesi için gerekli olan homojenlik testlerinden birim ve zaman etkilerin varlığına ilişkin F testi uygulanmıştır. Birim etkilerin varlığını sınamak için yapılan F testinde, $H_0: \mu_i=0$ (Tüm birim etkiler sıfıra eşittir) hipotezi; zaman etkisinin varlığını sınamak için yapılan F testinde $H_0: \mu_i=0$ (Tüm zaman etkileri sıfıra eşittir) hipotezi test edilmiştir. Birim etkileri (1) ve zaman etkileri (2) testlerinde H_0 hipotezi reddedilmektedir. Dolayısıyla hem birim etkileri hem zaman etkileri olduğu görülmektedir.

$$F(35, 336) = 66.26 \quad \text{Prob} > F = 0.0000 \quad (1)$$

$$F(10, 361) = 2.74 \quad \text{Prob} > F = 0.0029 \quad (2)$$

Klasik modelde karşılaşılan birim ve zaman etkilerinin varlığı, sabit etkiler ya da rassal etkiler modelinin kullanılması gerektiğine işaret etmektedir. Sabit veya rassal etkiler modeli öncesinde klasik model için yapılan Wooldridge otokorelasyon testi (3) ve Breusch-Pagan / Cook-Weisberg değişen varyans testi (4) sonuçları da hem otokorelasyon hem değişen varyans problemi varlığına işaret etmektedir.

$$F(1, 32) = 242.539 \quad \text{Prob} > F = 0.0000 \quad (3)$$

$$\text{chi}2(3) = 113.82 \quad \text{Prob} > \text{chi}2 = 0.0000 \quad (4)$$

Regresyon analizi öncesinde sabit etkiler veya rassal etkiler tahmincileri arasında seçim yapmak amacıyla Hausman spesifikasyon testi yapılmıştır. Bu test, genelleştirilmiş en küçük kareler ve grup içi tahmincilerin varyans kovaryans matrislerinin farklarını gösteren H istatistiğinden yararlanmaktadır (Tatoğlu, 2018a:185). Yapılan testin parametre sayısına eşit



Ar-Ge, Patent ve İleri Teknoloji İhracatının Ekonomik Büyüme Etkileri: OECD Ülkeleri İçin Dinamik Panel Veri Analizi

olarak 3 serbestlik dereceli χ^2 tablosu ile karşılaştırıldığı görülmektedir. Yapılan test sonucunda H_0 "Parametreler arasındaki fark sistematik değildir" hipotezi reddedilmektedir (5). Bu nedenle sabit etkiler regresyon analizi kullanılmıştır.

$$\chi^2(3) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B) = 17.30 \quad \text{Prob}>\chi^2 = 0.0006 \quad (5)$$

Tablo 2. OLS, Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler Analizi

Değişkenler	OLS	Sabit Etkiler	Rassal Etkiler
Patent, log	-0.00128 (0.00932)	0.0213** (0.00965)	0.00921 (0.00896)
Tek.ihc., log	-0.0257** (0.0107)	-0.000819 (0.0178)	-0.0158 (0.0143)
Ar-Ge, log	0.373*** (0.0156)	0.470*** (0.0239)	0.453*** (0.0208)
Sabit	8.711*** (0.253)	7.415*** (0.358)	7.928*** (0.294)
Gözlem Sayısı	375	375	375
R-kare	0.718	0.627	0.624

Sabit etkiler analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Sonuçların güvenilirliğini test etmek amacıyla; otokorelasyon, değişen varyans ve yatay kesit bağımlılığı varsayımları kontrol edilmiştir. Değişen varyans probleminin kontrolü için değiştirilmiş Wald testi (6), otokorelasyon kontrolü için Baltagi Wu'nun LBI testi ve Bhargava, Franzini ve Narandranathan'ın Durbin-Watson testi (7) kullanılmıştır. Test sonuçları sabit etkiler modeli için hem değişen varyans hem otokorelasyon varlığına işaret etmektedir. Yatay kesit bağımlılığı kontrolü için modelimizde olduğu gibi N büyük ve T küçük şeklindeki kesitlerde kullanılabilen Pesaran CD testi kullanılmıştır. Test sonucunda birimler arası korelasyon olduğu görülmüştür.

$$\chi^2(36) = 50135.89 \quad \text{Prob}>\chi^2 = 0.0000 \quad (6)$$

$$\text{Baltagi-Wu LBI} = .74325468 \quad \text{Durbin-Watson} = .38469994 \quad (7)$$

İçsellik problemi başta olmak üzere yukarıda bahsedilen diğer ekonometrik problemlerin varlığından dolayı modelin analizi için en uygun yöntem olduğu değerlendirilen Arellano ve Bond (1991) GMM tercih edilmiştir. Dinamik panel analizi bir ve iki aşamalı tahminler kullanılmak suretiyle iki ayrı şekilde yapılmıştır. GMM tahminlerinde kullanılan araç değişken



sayısı T (zaman boyutu) ile birlikte arttığından bazı durumlarda araç değişken sayısı N'den (birim boyutu) fazla olabilmektedir. Bu durum testlerin sapmalı olmasına neden olabilecektir (Tatoğlu 2018b: 130). Yapılan analizde de bu husus dikkate alınmış ve ilk analizde araç değişken sayısının birim boyutundan fazla olduğu görülmüştür. Bu durumdan kaynaklı sapmayı engellemek amacıyla araç olarak kullanılacak bağımlı değişken için maksimum gecikme tanımlanmış ve araç değişken sayısının birim boyutundan düşük olması sağlanmıştır. Maksimum gecikme tanımlanması sonucunda araç değişken sayısı:20, birim boyutu:34 olarak analiz tamamlanmıştır. GMM analizlerinde, otokorelasyon testi ve dirençli tahmincilerin standart hataları, birimler arasında korelasyon olmadığını varsaymaktadır. Oluşturulacak zaman kukla değişkenleri bu varsayımın geçerli olmasını desteklemektedir (Roodman, 2009b:128). Bu nedenle yapılan dinamik panel analizinde zaman boyutu olarak kullanılan "yıl" değişkenleri için kukla değişkenler oluşturulmuştur. Analiz sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Arellano ve Bond Dinamik Panel Veri Analizi

Değişkenler	GMM 1	GMM 2
Gdp_1, log	0.447 (0.349)	0.261 (0.467)
Gdp_2, log	0.185 (0.462)	0.372 (0.446)
Patent, log	0.0101*** (0.00341)	0.0117* (0.00607)
Tek.ihc, log	0.0308 (0.0199)	0.0129 (0.0197)
Ar-Ge, log	0.114*** (0.0224)	0.134*** (0.0297)
Yıl Kukla Değ.	0.0146* (0.00805)	0.0131* (0.00686)
Gözlem S.	260	260
Wald chi2	1835.42 (p=0.0000)	2323.34 (p=0.0000)
Grup	34	34
Arç. Değ.	20	20
AR (2) (p)	0.4032	0.2876
Sargan İst. (p)	0.4833	0.2115
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dirençli tahminciler elde edilirken İsviçre ve Yeni Zelanda veri eksikliği nedeniyle analiz programı tarafından otomatik olarak dışlanmış. 		
Parantez içi standart hatalar:		
<ul style="list-style-type: none"> • 1 aşamalı GMM için Arellano ve Bond dirençli tahmincisini, • 2 aşamalı GMM için Windmeijer dirençli tahmincisini vermektedir. 		

Bir aşamalı GMM tahmincisi ile analizden beklenen istatistiksel anlamlılık sağlanmıştır ve Arellano-Bond dirençli tahmincileri elde edilmiştir. Daha sonra otokorelasyon ve değişen varyans problemine karşı bir aşamalı GMM tahmincilerini düzelteren iki aşamalı GMM tahmincileri ile analiz tekrar yapılmıştır (Tatoğlu, 2018b:134). Ancak kullanılan analiz programı "İki aşamalı Arellano- Bond dinamik panel veri tahminci sonuçlarında standart



hataların aşığına doğru sapmalı olabileceğı ve dirençli standart hataların kullanılması gerektiğı” uyarısı vermektedir. Bu uyarı üzerine analizde Windmeijer (2005) tarafından iki aşamalı standart hatalar için önerilen küçük örnek düzeltmesi uygulanmıştır. Windmeijer düzeltmesi ile üretilen iki aşamalı tahminler bir aşamalı tahminlere göre oldukça doğrudur ve iki aşamalı düzeltilmiş standart hatalar bir aşamalıya göre daha üstündür (Roodman: 2009b:97).

Tablo 3’de GMM2 sütununda verilen iki aşamalı GMM dirençli tahminlerle elde edilen sonuçlara göre:

- Patent sayısı ile büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu ve bu ilişkinin %10 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı olduğu, patent sayısındaki her %1’lik artışın büyümeyi %0,01 arttırdığı,
- İleri-teknoloji ihracatı ile büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu ancak bu ilişkinin istatistiki olarak anlamlı olmadığı,
- Ar-Ge harcamaları ile büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu ve bu ilişkinin %1 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı olduğu, Ar-Ge harcamalarındaki her %1’lik artışın büyümeyi %0,13 arttırdığı görülmektedir.

Arellano ve Bond (1991), Arellano ve Bover (1995) ve Blundell ve Bond’a (1998) göre GMM sonuçlarının tutarlı ve güvenilir kabul edilebilmesi için ikinci dereceden otokorelasyon ve araç değişkenleri geçerliliğı testi yapılmalıdır. Araç değişkenlerin aşırı tanımlama kısıtlamaları yaygın olarak Hansen (1982) J testi ve Sargan (1958) testi ile kontrol edilmektedir (Arellano, 2003:193; Roodman, 2019a:141; 2009b:97). Araçların geçerliliğı için yapılan Sargan testinde H_0 hipotezi “Aşırı tanımlama kısıtlamaları geçerlidir” şeklindedir. Test sonucunda H_0 hipotezi reddedilememektedir. Başka bir deyişle kullanılan araç değişkenler için içsellik yoktur. Bu durum kalıntılarla açıklayıcı değişkenler arasında korelasyon olmadığını göstermektedir (Tatoğlu 2018b: 148). Özetle, Tablo 1’de verilen Sargan istatistiğı sonucuna göre modelde araç değişkenlerin kullanımının uygun olduğu görülmektedir.

Analiz sonucunda yapılan ikinci dereceden otokorelasyon testi için H_0 hipotezi “Otokorelasyon yoktur” şeklindedir. GMM analizlerinde birinci dereceden otokorelasyon olması beklenen bir sonuçtur ancak modelin güvenilirliğı için ikinci dereceden otokorelasyon olmaması gerekmektedir (Mileva, 2007: 7). Tablo 3’de verilen ikinci dereceden otokorelasyon sonucuna göre H_0 hipotezi reddedilememektedir. Yani modelde ikinci dereceden otokorelasyon yoktur. Ayrıca yine Tablo 3’de verilen Wald testi istatistiğı sonucu anlamlıdır ve modelin bir bütün olarak anlamlılığına işaret etmektedir.



Sonuç

Teknolojinin büyümeye etkisine yönelik olarak yapılan ekonometrik analizde, patent ve Ar-Ge' nin büyüme üzerinde pozitif etkisinin olduğu ve bu etkinin istatistiki olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte ileri teknoloji ihracatının büyüme üzerindeki etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunamamıştır. Ayrıca ekonometrik analiz sonuçlarına göre Ar-Ge harcamalarının büyüme üzerindeki etkisi patente göre çok daha fazladır. Elde edilen sonuçlar içsel büyüme teorilerinde desteklenen teknolojinin itici güç olması özelliğini doğrulamaktadır.

Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi literatürde belirtilen birçok çalışma ile uyumludur (Luh ve Chang, 1997; Griliches, 1998; Freire- Seren, 1999; Sylwester 2001; Saraç 2009; Sadraoui ve Zina 2009; Horvath 2011; Özcan ve Arı 2014; Gülmez ve Akpolat 2014; Ülger ve Durgun 2017; Uçak vd. 2018; Türkmen vd. 2019; Canbay 2020b; Canbay 2020c). Patent değişkenine bakıldığında elde edilen sonuç genel literatür ile uyumlu olarak ekonomik büyümeyi arttırdığı görülmektedir (Ulku 2004; Gülmez ve Akpolat, 2014; Sungur vd., 2016; Alper 2017). Yüksek teknoloji ürün ihracatının ülkelerin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin pozitif olması literatürde genel kabul görmüş sonuçtur (Falk 2009; Kılavuz ve Altay Topçu 2012; Gökmen ve Turen 2013; Telatar vd. 2016; Yıldız 2017; Canbay 2020a) ancak bu çalışmada OECD ülkeleri için elde edilen sonuçlarda bu ilişki istatistiki olarak ispat edilememiştir.

Elde edilen bulgular ülkelerin temel makro hedeflerinden biri olan ekonomik büyümenin kaynaklarından birinin teknoloji olduğunu ampirik uygulama ile kanıtlamıştır. Dolayısıyla makro ekonomik politikalar çerçevesinde Ar-Ge ve patent faaliyetlerinin önemini artırılması gereği ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte teknolojiye yatırım yapan ve bu yatırımlar sonucunda teknolojik yetkinliklerini arttıran ülkelerin ekonomik büyüme üzerinde de kazanımlar sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Analiz, farklı ekonomik büyüklükler ve farklı gelişmişlik seviyelerine sahip OECD ülkeleri için yapılmıştır. Bu nedenle analizin politika yapıcılar için daha kabul edilebilir ve genel sonuçlar olarak görülebileceği değerlendirilmektedir.

Özellikle 1960 sonrasında büyük sıçrama yakalamış olan ülkelerin hızlı kalkınmalarının temelinde beşerî sermaye ve yüksek Ar-Ge harcamaları görülmektedir. Beşerî sermayeye ve yeniliğe yönelik yapılan uzun vadeli yatırımlar teknolojik ilerlemelerin önünü açmış ve büyümeyi hızlandırmıştır. 1960-1994 arasındaki dönemde Güney Kore, Tayvan ve Singapur ortalama %8 üzerinde büyüme oranına ulaşırken sanayileşmiş ülkeler için bu oran yalnızca %3,5 civarındadır. Literatürde sayısız kez ele alınan bu mucizevi büyüme, eğitime ve teknolojiye yapılan yatırımların önemini tekrar tekrar ortaya koymuştur. Bu ülkelerin yakaladıkları hızlı büyüme oranı logaritmik artış nedeniyle aynı dönemde benzer ekonomilere



sahip ve gelişmekte olan Türkiye ve Filipinler gibi ülkelerle arasındaki makası daha da açmıştır. Kişi başına düşen gelir bazında başlangıç noktaları Türkiye ve Filipinler'e çok yakın olan bu ülkelerde uygulanan bilim ve teknoloji politikaları başarıyı da beraberinde getirmiştir. Teknolojik ilerleme, yalnızca hükümetlerin sağladığı Ar-Ge destekleri ve yatırımları ile değil, özel sektörle hükümetlerin eş güdümlü çalışması ile birlikte mümkün olmuştur. Örneğin; Güney Kore'nin ilk kalkınma planlarında göze çarpan Hyundai, LG, Samsung gibi chaebol firmaları günümüzde dahi sektörlerinde ilk sıralarda yer almaktadır.

Hükümetlerin uygulayacakları bilim ve teknoloji politikalarının teknolojik ilerlemeye katkı sunacağı şüphesizdir. Ancak bu tip politikalar uzun soluklu ve sabırlı yatırımlar gerektiren, toplumun her ögesinin aktif katılımını gerektiren planlamalardır. Nitelikli insan gücü için eğitimin ve ileri teknolojiler için Ar-Ge'nin, girişimciliğin ve yenilikçiliğin önü açan politikalar yalnızca politika metinlerinde kalmamalı ve toplumun her kademesinde karşılık bulmalıdır. Yüksek öğrenim kurumlarının sanayi iş birliği desteklenmeli ve mevcut beşerî sermayenin ekonomiye kazandırılması için gerekli Teknopark benzeri platformlar daha güçlü kılınmalıdır. Yapılan bu ampirik çalışma Ar-Ge ve patent bazında teknolojinin ekonomik büyüme için ne kadar önemli olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur.

Kaynakça / Reference

- Aghion, P. ve Howitt, P. (1992). A Model of Through Creative Destruction, *Econometrica*, 60(2), 323-351.
- Alper, A. E. (2018). Türkiye'de Patent, Ar-Ge Harcamaları, İhracat ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Bayer-Hanck Eş Bütünleşme Analizi, In ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies) (No. 3).
- Altın, O. ve Kaya, A. (2009). Türkiye'de Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensel İlişkinin Analizi, *Ege Akademik Bakış*, 9(1), 251-259.
- Altıntaş, H. ve Mercan, M. (2015). Ar-ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: OECD ülkeleri üzerine yatay kesit bağımlılığı altında panel eşbütünleşme analizi, *Ankara Üniversitesi, SBF Dergisi*, 70 (2), 345-376.
- Arellano, M. (2003). *Panel Data Econometrics*, Oxford: Oxford University Press.



- Arellano, M. ve Bond, S. (1991). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations, *Review of Economic Studies*, 58, 277-297.
- Arellano, M. ve Bover, O. (1995). Another Look at the Instrumental Variables Estimation of Error Component Models, *Journal of Econometrics*, 68, 29-51.
- Arrow, K. J. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing, *The Review of Economic Studies*, 29(3), 155-173.
- Baltagi, B.H, (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*. 3rd Edition, New York: John Wiley & Sons Inc.
- Barro, R. J. (1990). Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth, *The Journal of Political Economy*, 98(5), 103-125.
- Bilbao-Osorio, B. ve Rodriguez-Pose, A. (2004). From R&D To Innovation and Economic Growth in the EU, *Growth and Change*, 35(4), 434-455.
- Blundell, R. ve Bond, S., (1998). Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models, *Journal of Econometrics*, 87, 115-143.
- Canbay, Ş. (2020a). Investigating The Effect Of Turkey's High-Tech Exports On The Economic Growth Using The Structural Break ARDL Bounds Testing, *Electronic Journal of Social Sciences*, 19(74). 865-878.
- Canbay, Ş. (2020b). Türkiye’de Özel Sektör ile Kamu Sektörüne Ait Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) Harcamalarının Kişi Başına Düşen Gelir Üzerine Katkısı Bulunuyor mu?, *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 5(10), 38-52.
- Canbay, Ş. (2020c). Türkiye’de Savunma Harcamaları ile Araştırma ve Geliştirme (AR-GE) Harcamalarının İktisadi Büyümeye Etkisinin Kısa ve Uzun Dönemli Analizi, *Savunma Bilimleri Dergisi*, 19(37), 1-24.
- Erdoğan, S. ve Canbay, Ş. (2016). İktisadi Büyüme-Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) Harcamaları İlişkisi Üzerine Teorik Bir İnceleme, *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(2), 29-43.
- Falk, M. (2009). High-tech Exports and Economic Growth in Industrialized Countries, *Applied Economics Letters*, 16(10), 1025-1028.
- Freire-Serén, M. J. (1999). Aggregate R&D Expenditure and Endogenous Economic Growth, *UFAE and IAE Working Papers*, No.WP 436.99.
- Gökmen, Y. ve Turen, U. (2013). The Determinants of high technology exports volume: A panel data analysis of EU-15 countries. *International Journal of Management, Economics and Social Sciences*, 2(3), 217-232.
- Griliches, Z. (1998). Introduction to R&D and Productivity: The Econometric Evidence NBER Chapters, in: *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*, (pages 1-14), National Bureau of Economic Research, Inc.



- Grossman, G. M. ve Helpman, E. (1994). Endogenous innovation in the theory of growth, *Journal of Economic Perspectives*, 8(1), 23-44.
- Gülmez, A. ve Akpolat, A. G. (2014). AR-GE, İnovasyon ve Ekonomik Büyüme: Türkiye ve AB Örneği İçin Dinamik Panel Veri Analizi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 1-17.
- Gülmez, A. ve Yardımcıoğlu, F. (2012). OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Eşbütünlük ve Panel Nedensellik Analizi (1990-2010), *Maliye Dergisi*, 163(1), 335-353.
- Hansen, L. P. (1982). Large Sample Properties of Generalized Method of Moments Estimators, *Econometrica*, 50, 1029-1054.
- Hiç, M. (1988). *Büyüme ve Gelişme Ekonomisi*, İstanbul: Menteş Kitabevi.
- Holtz-Eakin, D., Newey, W. ve Rosen, H. S. (1988). Estimating Vector Autoregressions With Panel Data, *Econometrica*, 56, 1371-1395.
- Horvath, R. (2011). Research & Development and Growth: A Bayesian Model Averaging Analysis, *Economic Modelling*, 28(6), 2669-2673.
- Hsiao, C., (2003). *Analysis of Panel Data*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Kabaklarlı, E., Duran, M. S., ve Üçler, Y. (2018). High-Technology Exports and Economic Growth: Panel Data Analysis for Selected OECD Countries High-Technology Exports and Economic Growth: Panel Data Analysis for Selected OECD Countries, *Forum Scientiae Oeconomia*, 6(2), 47-60.
- Karakaş, M. ve Adak, M. (2015). Türkiye’de Ar-Ge, Patent ve Ekonomik Büyüme İlişkisi (1970-2012), *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(9), 127-145.
- Kılavuz, E. ve Topçu Altay, B. (2012). Export and economic growth in the case of the manufacturing industry: Panel data analysis of developing countries, *International Journal of Economics and Financial Issues*, 2(2), 201-215.
- Konak, A. (2018). Yüksek Teknoloji İçeren Ürün İhracatının İhracat Hacmi ve Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi; Seçilmiş OECD Ülkeleri ve Türkiye Örneği, *JOMELIPS-Journal of Management Economics Literature Islamic and Political Sciences*, 3(2), 56-80.
- Korkmaz, S. (2010). Türkiye’de Ar-Ge Yatırımları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Var Modeli ile Analizi, *Journal of Yaşar University*, 5(20), 3320-3330.
- Lee, J. W. ve Hong, K. (2010). Economic growth in Asia: Determinants and prospects, Manila: Asian Development Bank Economics, *Working Paper Series*, No. 220. 1-30
- Lichtenberg, F. R. (1993). R&D Investment and International Productivity Differences, *NBER Working Paper Series*, Vol.W4161.



- Lucas, R.E. (1988). On Mechanism of Economic Development, *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42.
- Luh, Y. H. ve Chang, S.K. (1997). Building The Dynamic Linkages Between R&D and Productivity Growth, *Journal of Asian Economics*, 8(4), 525-545.
- Malthus, T. (1798). *An Essay on Principle of Population*, London: J.Johnson.
- Marx, K. (2011). *Kapital*, (İkinci Cilt. 8. Baskı). Alaattin Bilgi (çev.), Ankara: Sol Yayınları.
- Mileva, E., (2007). *Using Arellano-Bond Dynamic Panel GMM Estimators in Stata*, New York: Fordham University.
- Miroslav, V., Boris, M. ve Mitja, C. (2009). R&D and Economic Growth in Slovenia: A Dynamic General Equilibrium Approach with Endogenous Growth, *Panoeconomicus*, 1, 67-89.
- Nickell, S., (1981). Biases in Dynamic Models with Fixed Effects, *Econometrica*, 49, 1417-1426.
- Özcan, B. ve Arı, A. (2014). Araştırma-Geliştirme Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi, *Maliye Dergisi*, 166(1), 39-55.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, (98), 71-102.
- Roodman, D. M. (2009a). A Note on the Theme of Too Many Instruments, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 71, 135-158.
- Roodman, D. M. (2009b). How to Do xtabond2: An Introduction to Difference and System GMM in Stata, *The Stata Journal*, 9(1), 86-136.
- Sadraoui, T. ve Zina, N. B. (2009). A Dynamic Panel Data Analysis for R&D Cooperation and Economic Growth, *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 5(4), 218-233.
- Samimi, A. J. ve Alerasoul, S. M. (2009). R&D and Economic Growth: New Evidence from Some Developing Countries, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4), 3464-3469.
- Saraç, B.T. (2009). *Araştırma-Geliştirme Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Panel Veri Analizi*, EconAnadolu 2009: Anadolu International Conference in Economics, June 17-19, 2009, Eskişehir, Turkey.
- Sargan, J. D., (1958). The Estimation of Economic Relationships Using Instrumental Variables, *Econometrica*, 26, 393-415.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business Cycles*, New York: McGraw-Hill.
- Smith, A. (2006). *Milletlerin Zenginliği*, (Çev: Haldun Derin), İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth, *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.



- Sungur, O., Aydın H. İ. ve Eren, M. V. (2016). Türkiye'de Ar-Ge, İnovasyon, İhracat ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Asimetrik Nedensellik Analizi, *Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences*, 21(1), 173-192.
- Sylwester, K. (2001). R&D and Economic Growth, *Knowledge, Technology & Policy*, 13(4), 71-84.
- Tatoğlu, F. Y. (2018a) *Panel Veri Ekonometrisi: Stata Uygulamalı*, 4.Baskı, İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Tatoğlu, Y. F. (2018b), *İleri Panel Veri Ekonometrisi: Stata Uygulamalı*, 3. Baskı, İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Telatar, O. M., Değer, M. K. ve Doğanay, M.A. (2016). Teknoloji Yoğunluklu Ürün İhracatının Ekonomik Büyümeye Etkisi: Türkiye Örneği (1996:Q1-2015:Q3), *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 30(4), 921-934.
- Topallı, N. (2015). Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Ekonomik Büyüme Ve Yüksek Teknoloji İhracatı Arasında Bir Nedensellik İlişkisi, *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 1(1), 277-285.
- Türkmen, S. (2019). Seçilmiş OECD Ülkelerinde Ar-Ge ve Ekonomik Büyüme: Panel Eşbütünleşme Yaklaşımından Yeni Kanıtlar, *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 14(2), 1-13.
- Uçak, S., Kuvat, Ö. ve AYTEKİN, A. G. (2018). Türkiye'de Ar-Ge Harcamaları-Büyüme İlişkisi: ARDL Yöntemi, *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(2), 129-159.
- Ulku, H. (2004). R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis, *IMF Working Paper*, no.185.
- Ülger, Ö. ve Durgun, Ö. (2017). Seçilmiş OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamalarının Büyüme Üzerine Etkileri, *Ömer Halis Demir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(4), 105-130.
- Ünsal, Erdal M. (2007). *İktisadi Büyüme*, Ankara: İmaj Yayınevi.
- Windmeijer, F., (2005). A Finite Sample Correction for the Variance of Linear Efficient Two-Step Gmm Estimators, *Journal of Econometrics*, 126, 25-51.
- Yardımcı, P. (2006). İçsel büyüme modelleri ve Türkiye ekonomisinde içsel büyümenin dinamikleri, *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2006(1), 96-114.
- Yıldız, Ü. (2017). Brics Ülkeleri ve Türkiye'de Yüksek Teknoloji İhracatı ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Panel Veri Analizi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi Dergisi*, 53, 26-34.

