



Ulusal Sosyal Araştırmalar Dergisi
The Journal of International Social Research
Cilt: 10 Sayı: 53 Volume: 10 Issue: 53
www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581
http://dx.doi.org/10.17719/jisr.20175334157

AR-GE VE İKTİSADİ BÜYÜME İLİŞKİSİ: OECD ÖRNEĞİ THE RELATIONSHIP BETWEEN R&D AND ECONOMIC GROWTH: THE CASE OF OECD

Yusuf BAYRAKTUTAN*
Fatma KETHUDAOĞLU**

Öz

İktisadi büyüme, gelişme düzeyinden bağımsız olarak her ülkenin politika öncelikleri arasındadır. Üretim faktörlerinin miktarı ve onların verimliliğini etkileyen unsurlar, milli gelirin zaman içindeki seyri üzerinde etkili olur. Teorik çerçevede, önceleri dışsal olarak değerlendirilen teknoloji bileşeni, zamanla modelin içsel unsuru olarak görülmüş ve politika tasarımında araştırma-geliştirme (ar-ge) faaliyetleri önem kazanmıştır. OECD üyesi 29 ülkenin 1996-2015 verileriyle araştırma-geliştirme harcamaları ve ar-ge personel istihdamının büyüme üzerindeki etkisini panel veri yöntemiyle araştırmayı amaçlayan bu çalışma, temel kavramsal ve kuramsal tanıtımı takiben dünyada ve OECD üyelerinde ar-ge verilerini yorumlamakta; ilgili literatürü özetleyerek model ve bulgulara dayalı değerlendirmeler sunmaktadır. Analiz sonuçları, ar-ge harcamaları ile ar-ge alanında tam zaman eşdeğeri çalışan araştırmacı sayılarının iktisadi büyümeyi pozitif olarak etkilediğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ar-Ge, İktisadi Büyüme, Yeni Büyüme Teorileri, OECD.

Abstract

Economic growth is among the policy priorities of countries, regardless of development level. The amount of production factors and the elements that affect their productivity have impact on the progress of national income over time. In the theoretical framework, technology component that was evaluated externally previously, is regarded as the internal factor of the model, and research and development (R&D) activities turned to be important in policy design. This study, which aims to investigate the affects of R&D expenditures and the employment of researchers on economic growth for the 29 OECD countries by using the annual data for the period of 1996-2015, following the basic conceptual and theoretical introduction, interprets the R&D data of world and OECD members; summarizes the relevant literature, and presents the evaluations based on analysis of two models and their findings. The results of the analysis show that R&D expenditures and equivalent numbers of full-time researchers employed in this field affect economic growth positively.

Keywords: R&D, Economic Growth, New Growth Theories, OECD.

Giriş

İktisadi büyümenin, doğal kaynak ve emeğe dayalı olmasından ziyade, yüksek verimlilik ve ileri teknolojiyle bütünleşik hale gelmesiyle, yeni/ileri teknolojilerin geliştirilmesi, adaptasyonu ve kullanım becerilerinin artırılması, ülkelerin stratejik önceliği haline gelmiştir. Araştırma-geliştirme (ar-ge) çalışmaları, teknolojik gelişme ve büyümeyi destekleyerek ülkelerin rekabet gücünü ve uluslararası piyasalardaki pazar payını arttırmaktadır. İşgücünün niteliği ve özellikle milli gelirden ar-ge faaliyetlerine ayrılan pay, ülkeler açısından büyüme performanslarını ayırtmaktadır. Ar-ge ve yenilik çalışmalarına daha fazla kaynak ayıran gelişmiş ülkeler (GÜ), yeni ürünler/yöntemler geliştirmekte; düşük birim maliyetler, artan kalite ve rekabet gücüyle büyüme performansını desteklemektedir.

İktisat literatüründe, emeğin nicelik ve niteliği, sermaye birikimi, tasarruf oranları, girişimcilik, kamu yatırımları, teknolojik gelişme, yenilik, yaparak öğrenme ve ar-ge faaliyetlerinin iktisadi büyüme ile ilişkilendirildiği ve bu anlamda dünyada gözlenen dönüşümün, teorik gelişmelerle büyük ölçüde paralellik gösterdiği izlenmektedir. Klasik iktisatçılar, makine kullanımının verimliliği etkilediğini öne sürmekle birlikte büyümenin belirleyicisi olarak teknoloji olgusuna doğrudan vurgu yapmamışlardır. Keynesyenler, kişi başına büyümenin ana belirleyicisi olarak sermaye birikimine önem verirken sermayeyi, dışsal varsayılan bilgi, beşeri sermaye ve teknolojiyi kapsayan bir faktör olarak değerlendirmişlerdir. Neoklasiklere göre, sermaye birikiminin azalan getirilerine dayalı olarak ülkelerin gelir seviyeleri uzun dönemde yakınsamakta; teknoloji ve nüfus artış hızı büyümeyi dışsal şekilde etkilemektedir.

Romer (1990), Grossman ve Helpman (1991) ile Aghion ve Howitt (1992) tarafından geliştirilen içsel büyüme modellerinde, teknolojik gelişmenin temelinde kar güdüsü ve ar-ge yer almaktadır. Ar-ge

* Prof. Dr., Kocaeli Üniversitesi İİBF İktisat Bölümü Umuttepe/Kocaeli e-posta: ybayraktutan@kocaeli.edu.tr

** Kocaeli Üniversitesi SBE İktisat ABD Doktora Öğrencisi. Umuttepe/Kocaeli e-posta: f.turgut41@gmail.com. Bu çalışma, ikinci yazarın, ilk yazar danışmanlığında hazırladığı doktora tezinden türetilmiştir.



faaliyetleri sonucunda, yeni sermaye malları üretiminde kullanılabilen ve rekabetçi olmayan fikirler ortaya çıkmakta; yeni teknolojiye dayalı yatırımları ile eğitim ve bilgi ilintili faaliyetlerdeki artış, işgücü başına düşen sermayenin azalan getirilerini ortadan kaldırmaktadır. Bu durumda, ar-ge ve teknolojik gelişme, sınırlı kaynaklardan daha fazla katma değer üretimi ve uzun vadede büyümeyi olanaklı kılmaktadır.

Ar-ge'nin büyümeyi olumlu etkilediği ön kabulünden yola çıkarak bu çalışmada önce ar-ge ve teknolojik gelişmenin iktisadi düşüncedeki yerini yansıtan teorik birikime yer verilmiş; ikinci olarak, OECD ülkelerinin teknoloji ve ar-ge politikaları değerlendirilmiştir. Analiz bağlamında, "ar-ge yoğunluğu ile kişi başına gelirin büyüme oranı arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır" ve "ar-ge personelinin toplam istihdama oranı ile kişi başına gelirin büyüme oranı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki vardır" şeklindeki iki temel hipotez sınanmıştır. Amaç, ar-ge'nin kişi başına gelir artışındaki rolünü belirlemek; büyümenin dayanağı olarak ar-ge harcamalarının gayrisafi yurt içi hasıla (GSYİH) içindeki payı ile ar-ge alanında istihdamın büyüme üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır. Analiz, verilerine ulaşılabilen 29 OECD ülkesi ve 1996-2015 dönemi ile sınırlandırılmış ve Panel Veri Regresyon Modeli kullanılmıştır.

1. Kuramsal Çerçeve

İktisadi büyüme, özellikle Sanayi Devrimi'ni izleyen süreçte, iktisat tartışmalarının merkezinde yer almıştır. Bazı ülkeler daha hızlı büyürken, ülkeler arasında oluşan gelir farklılıkları, büyümenin kaynakları konusunda yapılan çalışmalara duyulan ilgiyi arttırmıştır. Konuya dair araştırmalar, kurumsal düzenlemeler, teknolojik gelişmeler ve bilgi iletişim alanındaki ilerlemeler doğrultusunda şekillenmiştir. Klasik iktisatçılar, büyümeyi emek ve uzmanlaşma odaklı ele alırken, 1980'li yıllardan itibaren "içsel teknolojik gelişme" ve "ar-ge" ile ilintili teoriler geliştirilmiştir. Dünyada nüfus ve gelir artışına paralel olarak artan talep, teknolojik gelişme ile bütünleşik sanayileşmeyi hızlandırmış; haberleşme ve bilgiye erişimin gelişen konumu, yenilik odaklı yaklaşımları gerekli kılmıştır. Ar-ge, iktisadi büyüme sürecinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiş ve büyüme literatüründe sıklıkla anılır olmuştur.

Büyümenin kaynağında işbölümü/uzmanlaşmaya dikkat çeken Smith (1776: 272-276), bilgi ve teknolojiyi sermaye stoğuna bağlı bir değişken olarak görmekte; dışa açıklığın ülkeler arasındaki gelir farklılıklarını azaltacağına vurgu yapmaktadır. Makine kullanımının verimliliği artırdığını belirtmekle birlikte teknoloji olgusuna doğrudan değinmemektedir. Ricardo'ya (1817: 8-28) göre, teknik bilgi, makinalarda somutlaşmaktadır. Marx (2003: 315), kapitalist sistemin teknolojik gelişme ile oluşan yeni ürün ve üretim süreçlerine dayandığını düşünmektedir. Schumpeter (2003: 21), mevcut mal ve endüstrilerin yenilikler yoluyla sürekli değiştiğini; teknolojik gelişmenin ekonomi genelinde "yaratıcı yıkıma" yol açtığını; Arrow (1962: 157), üretim miktarı arttıkça uzmanlaşma ve işbaşında öğrenme sonucu maliyetlerin düşerek yeni ürünlerin ortaya çıktığını ve mevcut ürün kalitesinde iyileşmeler sağlandığını ileri sürmektedir.

Neoklasik büyüme modelleri, büyümenin içsel bir belirleyicisi olarak sermaye birikimine odaklanmakta; öngörülemeyen değişmeler, "Solowgil artık" şeklinde adlandırılan toplam faktör verimliliğine atfedilmektedir (Tang, Hu, and Lin, 2005: 3). Solow'a (1956: 70) göre, verimlilik, sermaye birikimindeki artışlardan kaynaklanmaktadır. Sermaye birikiminin azalan getirileri, teknolojik ilerleme oranını aşan bir büyümeye izin vermemektedir.

İçsel büyüme modelleri ile yenilikçilerin monopol karları, bilgi, beşeri sermaye, ar-ge, finansal yenilikler, kamu kesimi ve piyasa yapıları, ülkeler arasındaki gelir farklılıkları için alternatif birer açıklama olarak sunulmuştur. Romer, içsel büyüme modelleri için öncü çalışmasında (1986), Arrow (1962) ve Sheshinski'yi (1967) takiben, verimlilik ile bilginin, üretim ve yatırım faaliyetlerinin sonucu olduğu görüşünü benimsemiş; sermayenin marjinal verimliliğindeki azalmayı bertaraf eden "yaparak öğrenme"yi dikkate almıştır. Fiziki sermaye stoğundaki artışlar, üretim yöntemlerini geliştirmekte; yeni üretim, yüksek kalite ve düşük maliyetle gerçekleşmektedir. Yatırım sürecinde, yalnızca fiziksel sermaye değil, bilgi stoğu da artmaktadır (Barro, and Sala-i Martin, 2004: 232). Romer (1986: 1005), birey veya firmaların yeni fikir arayışlarını büyüme modeline dahil ederek teknolojik gelişmeyi içselleştirmiştir. Yenilikçiler, verimlilik, ürün kalitesi, pazar payı ve karlılıklarını artırmak amacıyla ar-ge faaliyetleri yürütmekte; yenilikler sayesinde elde edilen kar, ar-ge harcamalarını finanse etmektedir.

Ar-ge, bilgi stoğunun artmasına ve bunun yeni uygulamalar tasarlamak üzere kullanılmasına ilişkin sistematik ve yaratıcı çalışmalar bütünüdür (OECD, 1993: 29). Temel amacı, teknolojik gelişme olan ar-ge faaliyetleri neticesinde üretilen mal ve hizmetler, daha önce benzer bir ihtiyacı karşılayanların geliştirilmiş bir şekli değilse, yatay teknolojik yeniliğin varlığından söz edilmektedir. Yatay yeniliğe dayalı ar-ge modellerine göre, büyüme, sermaye birikimi ile içsel teknolojik gelişme arasındaki etkileşim sonucunda meydana gelmektedir. Ar-ge sonucunda üretilen ürünler, daha önce üretilmiş ve aynı ihtiyacı karşılayan bir mal veya hizmetin kalitesinin iyileştirilmesi ya da üretim süreçlerinin geliştirilmesi sonucu oluşuyorsa, bu durum dikey teknolojik yenilik şeklinde adlandırılmaktadır. Romer (1990) modeli, yatay yeniliğe dayalı



iken, Grossman - Helpman (1991) ile Aghion - Howitt (1992) modelleri, dikey yeniliğe dayalı ar-ge modelleridir (Mare, 2004: 10):

Yeni girdi ve aramalı çeşitliliğini arttırmak üzere yürütülen bilinçli ar-ge çabaları sonucu meydana gelen teknolojik yeniliklerin büyümeye katkısını vurgulayan Romer (1990: 72), modelini 3 temel üzerine inşa etmiştir: i. Büyümenin temel dinamiği olarak teknolojik gelişme karar birimlerini sermaye birikimine teşvik etmekte; teknolojik bilgideki yenilikler ile işçi başına sermaye yatırımındaki artışlar, işgücü başına üretimi arttırmaktadır. ii. Teknolojik gelişme, büyük oranda piyasa teşviklerini yakından izleyen firmaların bilinçli girişimlerine bağlı olarak içsel şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu durum, piyasa motivasyonu ile hareket eden herkesin teknolojik gelişmeye katkı sağlayacağı anlamı taşımamaktadır. Burada öne çıkarılan, bilginin yeni mal ve uygulamalara dönüştürülmesi sürecine yol açan kar güdüsüdür. iii. Üretim sürecinde bilgi ile diğer girdiler arasında bir ayırım bulunmaktadır. Yeni bir bilgi setini oluşturma maliyeti, tek sefere mahsus olup tekrar kullanımı ek bir maliyet doğurmamaktadır.

Grossman ve Helpman (1991), teknolojik gelişmenin hem piyasa teşvikleri, hem de ekonominin kaynak stoğuna bağlı olduğu düşüncesiyle yeni bir ürünün, önceki ürünlerin eskimesine neden olduğu dikey ürün geliştirme yoluyla büyümenin içselleştirildiği bir model ortaya koymuşlardır. Bu modelde, büyümenin kaynağı ar-ge faaliyetleri sonucunda ara mallarının çeşitliliği ya da kalitesini arttıran yenilik olgusudur. Karını maksimize etmek isteyen üreticiler, marjinal fayda, marjinal maliyete eşitleninceye kadar ar-ge faaliyeti yürütmekte; ürün kalitesini iyileştiren firmaların varlığı büyüme hızını arttırmaktadır. işgücü stoğu nispeten büyükse, ar-ge faaliyetlerine yönelik teşvikler artmakta; buluş sahiplerinin kısa bir dönem için elde ettikleri kazançlar, teknolojik gelişmeyi hızlandırmaktadır.

Aghion ve Howitt (1992), büyümeyi yenilikler üzerine odaklanarak açıklamaya çalışmışlar; bireysel yeniliklerin bütün ekonomiyi etkilediğini varsayan bir model geliştirmişlerdir. Büyümenin kaynağı, rekabetçi ar-ge sektöründe gerçekleşen ve ürün kalitesini iyileştiren dikey yeniliklerdir. Dikey yenilikler ile kalite geliştirme çabalarının temel özelliği, yeniliklerin mevcut bir teknoloji veya ürünü eskitmesidir (Aghion, and Howitt, 1998: 53; Bucci, 2005: 6). Bu yaklaşım, Schumpeter'in teknik ilerleme sürecini biçimlendiren yaratıcı yıkım fikrine dayanmaktadır. Yeni geliştirilen bir ürün, mevcut tasarımların değerlerini düşürmek suretiyle monopol karlarını ortadan kaldırmaktadır.

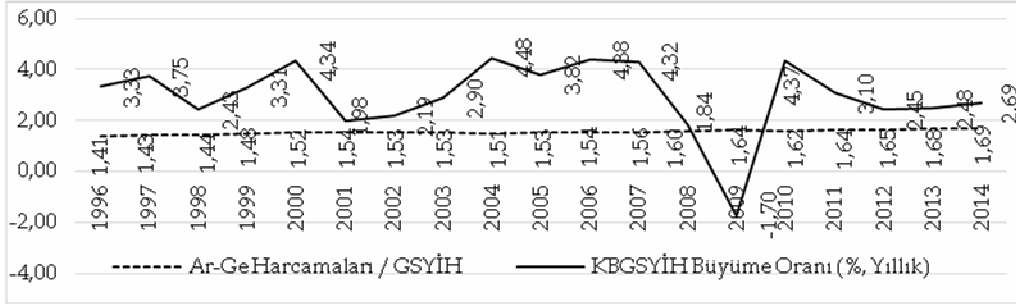
Romer'in (1990), yayımlar ve monopolistik unsurları ar-ge sektöründe bir araya getirmesi, büyüme literatürüne katkı sağlamaktadır (Rensman, 1996: 35). Yalnızca ar-ge ile oluşturulan bir model, kamu harcamaları, yaparak öğrenme ya da beşeri sermayeyi esas alanlarla benzer sonuçlar ortaya koymaktadır. Grossman ve Helpman (1991) modeli, uluslararası bilgi yayımları ve ürün çeşitliliğinin önemini açıklarken; Schumpeter'in yaratıcı yıkım düşüncesinden yola çıkan Aghion ve Howitt (1992: 346), ayrı bir araştırma sektörünün verimlilik artışlarına yol açan içsel yenilikleri oluşturduğuna vurgu yapmaktadır. Teknolojik gelişme, keşiflerden kar elde etmeyi amaçlayan girişimcilerin ar-ge faaliyetleri sonucu meydana gelmektedir. Yeni bir malın ortaya çıkması ve mevcutlarının düşük maliyet ve/veya yüksek kalite ile üretimine olanak tanıyan her türlü bilgi, beceri ve süreci içeren teknoloji, bir şeyin nasıl üretildiği, tüketildiği veya kullanıldığına ilişkin sistematik bilgiler demetidir (Bayraktutan ve Bıdırdı, 2016: 4). Diğer üretim girdilerinden farklı olarak rekabetçi olmayan yeni bilgi, artan getirilerin kaynağı olarak görülmektedir. İçsel büyüme modelleri, ar-ge yatırımlarının yeni ürün ve/veya hizmetler oluşturduğu ya da mevcutların kalitesini iyileştirdiği argümanı doğrultusunda açıklamalar geliştirmiş; sermayenin marjinal verimliliğinin azalmadığı ve ülkeler arasında yakınsamanın gerçekleşmeyebileceğini öne sürmüşlerdir.

2. Dünya'da ve OECD Ülkelerinde Ar-Ge

Çalışmanın bu kısmında, OECD ülkelerinde yürütülen ar-ge faaliyetlerinin, kaynaklar ve çıktılar açısından incelenmesi gerekli görülmüştür. Ar-ge bağlamında ülkeler arası değerlendirmede yaygın kullanılan göstergeler arasında, ar-ge harcamalarının milli gelire oranı ve ar-ge sektöründe tam gün eşdeğeri olarak istihdam edilen araştırmacı personel sayısı öne çıkmaktadır. Ar-ge harcamalarının GSYİH'ya oranı, ar-ge yoğunluğu olarak adlandırılmaktadır (UNESCO, 2010: 12). Yükseköğrenim, kamu, özel kesim ve kar amacı gütmeyen kuruluşların yaptıkları harcamalar bu kapsamdadır. Bu kısımda, söz konusu göstergeler açısından dünya ve OECD ülkeleri ele alınmaktadır.



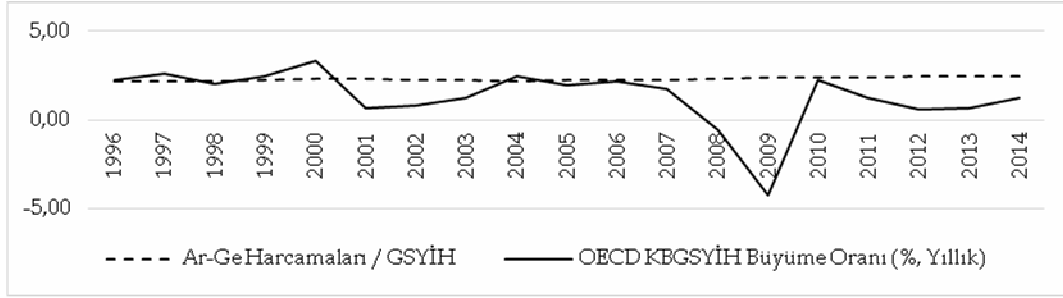
Grafik 1: Dünyada Ar-Ge Harcamaları ve KBGSYİH (1996-2014)



Kaynak: Worldbank, 2017; UNESCO, 2017.

Grafik-1'e göre, 1996-2009 döneminde dünya kişi başına gayri safi yurt içi hasılası (KBGSYİH) gerilemiş; buna karşılık GSYİH'dan ar-ge harcamalarına ayrılan pay, ele alınan dönemde genel itibariyle artmıştır. Ar-ge harcamalarının ticarileşmesi, görece uzun bir zaman gerektirdiğinden büyümeyi gecikmeli olarak etkilemekte ve bu durumun, küresel kriz koşullarıyla birlikte, söz konusu dönemde gözlenen ters yönlü trendin gerekçesi olduğu düşünülmektedir. Büyüme ve ar-ge ilişkisinin OECD ülkeleri açısından ele alındığı Grafik-2'de de benzer bir görüntü izlenmektedir. Teorik beklentiler ve ampirik bulgular, bu durumu izah etmede uygun saptamalar içermektedir. Nitekim, 2012 yılından itibaren, ar-ge harcamalarının GSYİH'daki payı ve büyüme oranı yukarı yönlü seyretmiştir.

Grafik 2: OECD Ülkelerinde Ar-Ge ve KBGSYİH (1996-2014)



Kaynak: Worldbank, 2017.

Ar-ge'nin gelir grupları baz alınarak değerlendirildiği Tablo-1'e göre, GSYİH'den ar-ge harcamalarına görece büyük pay ayıran yüksek gelirli ülkelerin, global ölçekte ar-ge harcamaları ve küresel GSYİH içindeki ağırlığı, düşük gelirli ülkelere göre daha belirgindir.

Tablo 1: Gelir Gruplarına Göre Ar-Ge Harcamaları (2007-2013)

Ülke Grupları	Dünya Brüt Ar-ge Harcamalarındaki Pay (%)				Dünya GSYİH'daki Payı (%)				Ar-ge Harcamalarının GSYİH'daki Payı (%)			
	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013
Dünya	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57	1,65	1,65	1,70
OECD	76	72	69,1	66	53,4	50,3	48,2	46,4	2,23	2,36	2,37	2,42
Yüksek Gelirli	79,7	75,6	72,6	69,3	57,7	54,8	52,8	51	2,16	2,28	1,65	1,7
Üst-Orta Gelirli	16,1	19,9	22,7	25,8	27,6	29,5	30,9	32,1	0,91	1,11	1,21	1,37
Alt-Orta Gelirli	4,1	4,3	4,5	4,6	13,2	14,2	14,7	15,2	0,48	0,5	0,5	0,51
Düşük Gelirli	0,2	0,2	0,2	0,3	1,4	1,5	1,6	1,7	0,19	0,22	0,25	0,27

Kaynak: UNESCO, 2016: 26.

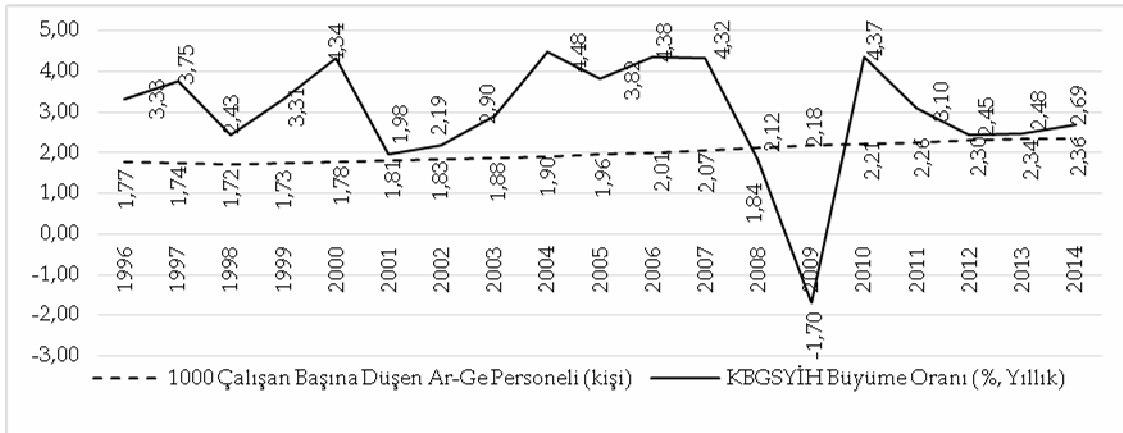
Ar-ge yoğunluğunu, 2007-2013 dönemi boyunca sürekli arttıran ve çoğunluğu yüksek gelirli ülkelerden oluşan OECD ülkelerinin, dünya ar-ge faaliyetleri açısından temel aktör konumunda bulunduğu anlaşılmaktadır. Diğer taraftan bu ülkeler, 2007 yılından 2013'e üç gösterge bakımından da düşüş trendine girerken üst-orta, alt-orta ve düşük gelirli ülkelerin ilerleme kaydettikleri izlenebilmektedir. Üst-orta gelirli ülkeler, söz konusu dönemde GSYİH'den ar-ge'ye ayırdıkları payı % 50,5; küresel GSYİH'daki paylarını ise, % 16,3 oranında yükseltmişlerdir. Bu sonuçlar, ar-ge ve büyüme ilişkisi bağlamında ampirik beklentilerle örtüşmektedir.

Finansman kaynağına göre ar-ge yoğunluğu, ülkeler arasında farklılaşmaktadır. 1996-2014 döneminde OECD ar-ge harcamalarının GSYİH'ya oranı, özel kesim için ortalama % 1,48 iken kamu kesiminde % 0,27; yükseköğretimde % 0,38 olmuştur. 1990'lı yılların ortasında özel kesim ar-ge harcamaları GSYİH'nın % 1,32'si iken 2013'te % 1,61'ine yükselmiştir (UNESCO, 2016: 27). Kamu kesimi ar-ge harcamaları, ele alınan dönemde genel olarak artarken özellikle 2005 ve 2006 yıllarında özel kesim ar-ge



harcamalarında görülen azalma, kamu ar-ge fonları ile dengelenmiştir. Özel kesimin ar-ge faaliyetlerine aktif katılımı ve görece büyük oranda harcama yapması, artan rekabet koşullarına uygun düşmektedir. Yükseköğrenim ar-ge harcama yoğunluğunda ele alınan dönemde yaklaşık % 34 artış dikkat çekmektedir.

Grafik 3: Dünya’da Ar-Ge Personeli ve KBGSYİH (1996-2014)

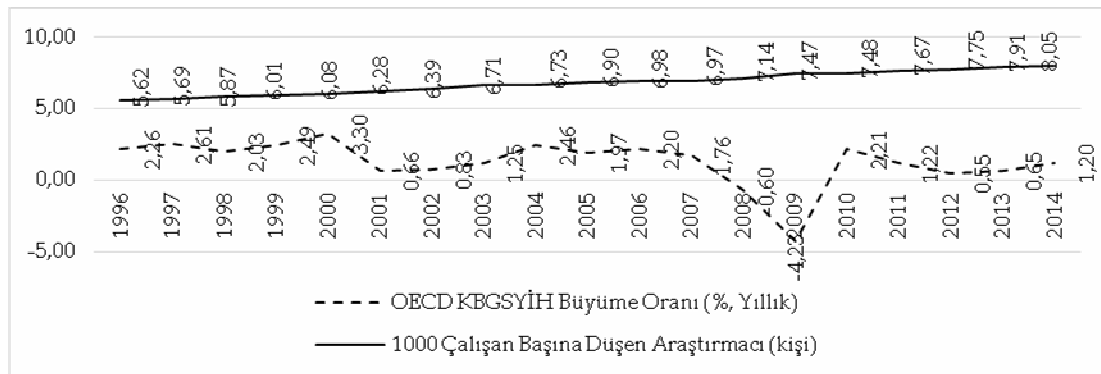


Kaynak: Wordbank, 2017; OECD, 2017.

Ar-ge faaliyetlerine/potansiyeline ilişkin temel göstergelerden biri de, bu alanda çalışanların toplam istihdama oranıdır. Ar-ge yöneticileri, uygulayıcıları ve büro çalışanları bu kapsamda değerlendirilirken, dolaylı yoldan hizmet sağlayan güvenlik, temizlik vb. işlerde çalışanlar hesaplama dışında tutulmaktadır (OECD, 1993: 294-295). Ar-ge çalışanları, meslek bakımından, araştırmacı, teknisyen ve eşleniği ile diğer destek personeli şeklinde sınıflandırılmaktadır. Araştırmacılar, yeni bilgi, ürün, süreç, metot ve sistemleri oluşturan ya da proje yönetimini üstlenen profesyonellerdir (OECD, 1993: 301). Doktora düzeyindeki lisansüstü öğrencileri, bu kategoride sınıflandırılmaktadır. Teknisyenler, mühendislik, fizik, yaşam bilimleri ile sosyal ve beşeri bilimlerde teknik bilgi ve tecrübe gerektiren görevleri yerine getirmektedir. Teknisyen eşlenikleri, görevlerini sosyal ve beşeri bilimler alanındaki araştırmacıların gözetiminde yürütmektedir. Destek personeli ise, sekreterlik ve büro hizmetlerinden sorumludur.

Grafik-3'e göre, dünya genelinde 1000 çalışan başına düşen araştırmacı sayısı, 2000 yılına kadar dalgalı bir seyir izlemekle birlikte, 2000-2014 döneminde sürekli olarak artış göstermiştir. OECD ülkelerinde ar-ge personeli ele alan Grafik-4 incelendiğinde, 1000 çalışan başına düşen araştırmacı personelin 1996-2014 döneminde kesintisiz bir şekilde yükseldiği izlenmektedir. OECD genelinde, 1996 yılında istihdam edilen bin kişi başına 5,6 araştırmacı düşerken 2014'te bu rakam 8'e ulaşmıştır. Dünya ve OECD KBGSYİH büyüme oranlarının, ele alınan dönem boyunca, ar-ge personel artışına paralel bir trende sahip olmayışı, beşeri sermaye yatırımlarının doğası ve çoğu zaman uzun çalışma takvimi ile planlanan ar-ge yatırımlarının iktisadi etkilerinin belli bir gecikme içermesine bağlanabilir. Ar-ge ve beşeri sermaye yatırımlarının gecikme etkileri, ampirik çalışmalar ile de desteklenmektedir.

Grafik 4: OECD Ülkelerinde Ar-Ge Personeli ve KBGSYİH (1996-2014)



Kaynak: Wordbank, 2017; OECD, 2017.

Tablo-2, ar-ge personeli hakkında gelir gruplarına göre bir değerlendirme imkanı sunmaktadır. Buna göre, dünya genelindeki ar-ge personellerinin ortalama % 67'si yüksek; % 19'u üst-orta; % 7'si alt-orta; %



1,2'si düşük gelirli ülkelerce istihdam edilmektedir. OECD ülkelerinin dünya araştırmacı istihdamındaki payı ise, ele alınan dönem için % 60 civarındadır.

Tablo 2: Gelir Gruplarına Göre Ar-Ge Personeli (2007-2013)

Ülke Grupları	Dünya Ar-ge Personelindeki Pay (%)				Bir Milyon Yerleşik Başına Düşen Ar-Ge Personeli (kişi)			
	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013
Dünya	-	-	-	-	959,2	1009,8	1050,4	1083,3
OECD	60,9	59,8	58,4	57,8	3205,9	3346,7	3433,7	3542,3
Yüksek Gelirli	69,5	67,4	65,6	64,4	3517	3632,3	3720,4	3814,1
Üst-Orta Gelirli	22,5	24,8	26,6	28	620,9	723,9	813	888,1
Alt-Orta Gelirli	6,9	6,6	6,5	6,4	187,8	187,8	192,2	192,9
Düşük Gelirli	1,2	1,2	1,3	1,3	98,7	109,6	119,1	120,7

Kaynak: UNESCO, 2016: 33.

3. İlgili Literatüre Genel Bakış

Ar-ge yatırımları ile görece yüksek gelir ve büyüme ile sonuçlanacak yeni ürün ya da süreçler keşfedilebilmekte; ülkelerin teknoloji kabiliyet ve kapasiteleri yükselmektedir. Bu bağlamda, literatürde ar-ge ile büyüme arasındaki etkileşimi açıklama çabasında çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ar-ge harcamalarının verimlilik üzerine etkilerini inceleyen Lichtenberg (1993), 98 ülkeyi kapsayan çalışmada büyüme ile özel ve kamu kesimi ar-ge harcamaları arasındaki ilişkiyi 1964-1989 dönemi için incelemiştir; özel ar-ge harcamalarının sosyal getiri oranının, fiziki yatırımlarınkinden yedi kat fazla olduğunu saptamıştır. GSYİH'nın özel kesimce fonlanan ar-ge sermaye stoğuna göre elastikiyeti, fiziki sermaye elastikiyetinden yaklaşık 1/3 oranında büyüktür. Analiz sonuçlarına göre, özel sektör ar-ge harcamaları ile büyüme arasında bir etkileşim bulunurken, kamu sektörünce yapılan harcamaların büyüme üzerinde etkisinin olmadığı ya da negatif etki doğurduğu gözlenmiştir.

Goel ve Ram (1994), 1960-1985 dönemi için 18 GÜ ve 36 GOÜ'den oluşan 54 ülkede, büyüme ile ar-ge harcamaları arasındaki ilişkiyi çoklu regresyon analizi ile test etmişlerdir. Sermaye, işgücü ve ar-ge harcamalarının reel üretim üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada, ar-ge harcamalarının elastikiyeti istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bulunmuştur. Her iki ülke grubu için okullaşma oranı değişkeni analize dahil edildiğinde ar-ge katsayısının büyüklüğü, GOÜ için 0.17'den 0.477'ye; GÜ için ise, 0.185'den 0.235'e yükselmiştir. Sadece yüksek gelirli ülkelerde ar-ge harcamaları ile büyümenin ilişkili olduğu ortaya konmuştur.

Jesus ve Serén (1999), nüfus artışının bulunmadığı varsayımı altında teknolojik gelişme, inovasyon ve büyüme ilişkisini 21 OECD ülkesi için 1965-1990 dönemini kapsayan beşer yıllık gözlemler ve havuzlanmış yatay kesit analizi ile test etmiş; ar-ge harcamalarındaki % 1'lik artışın, reel GSYİH'yı % 0.08 oranında arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Gelirin bağımlı; nüfus, işgücü ve yatırımların bağımsız değişkenler olarak ele alındığı analize göre, kişi başına çıktıdaki sürekli artış, kişilerin ar-ge finansmanı için gelirlerinden tahsis etmeyi planladıkları miktara bağlı olup endojen büyümenin en önemli dayanağı, ar-ge harcamaları sonucu meydana gelen teknolojik gelişmedir. Ar-ge ve fiziki sermaye yatırımlarına yönelik vergi indirimleri inovasyon faaliyetlerini teşvik etmektedir. Fiziki sermaye ise, sermaye malı çeşitliliğinde artışa yol açtığından, uzun dönem büyüme oranı üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir.

Bassanini ve Scarpetta (2001), büyüme, yatırım, finansal yapı, makroekonomik koşullar, beşeri sermaye ve ar-ge harcamaları arasındaki ilişkiyi, 21 OECD ülkesi ve 1971-1998 dönemi için panel veri analizi ile test etmiştir. Modelde, bağımlı değişken olarak kişi başına GSYİH'daki artış oranı kullanılırken kişi başına GSYİH artışının bir dönem gecikmeli değeri, özel sabit sermaye oluşumunun reel GSYİH'ya oranı, 25-64 yaş grubundaki ortalama okullaşma yılı, 15-64 yaş nüfus artış oranı bağımsız değişkenler olarak seçilmiştir. Ar-ge harcamalarındaki % 1'lik yükselme, büyümeyi % 0,3-0,4 arasında arttırmaktadır. Özel kesim ar-ge faaliyetlerinin sosyal getiri oranı, kamu kesimine oranla yüksek bulunmuştur. Kamu kesimince yürütülen faaliyetlerin çıktıyı negatif şekilde etkilediği ve bu durumun gerekçesi olarak, kamu kesiminin özel kesimi dışlayarak düşük ar-ge etkinliğine yol açtığı ileri sürülmüştür.

Guellec ve De La Potterie (2001), verimlilik artışı ve teknolojik değişme arasındaki uzun dönemli ilişkiyi, teknolojik gelişmeyi temsilen yerli özel, kamu ve yabancı kaynaklı özel ar-ge stoğu değişkenlerini kullanarak, 1980-1998 dönemi ve 16 OECD ülkesi için panel veri analizi ile test etmişlerdir. Teknolojinin verimlilik artışına katkısı, yabancı ve yerli teknolojiler arasındaki farklar, kamu ve üniversitelerin gerçekleştirdikleri ar-ge'nin verimlilik üzerindeki etkisi, ülkelerin spesifik özelliklerinin yeni teknoloji



kaynaklarını etkileme biçimleri araştırılmıştır. Çalışmada ticaret ortağı ülkelerdeki ar-ge stokunun uluslararası yayılmalar yoluyla büyümeye katkıda bulunduğu tespit edilmiştir. Kamu ar-ge stoğunun verimlilik elastikiyeti, üniversiteler ve özel kesim ar-ge yoğunluğunun fazla olduğu ülkelerde daha yüksek bulunmuştur.

Zachariadis (2004), 10 OECD ülkesi ve 1971-1995 dönemi için, ar-ge'nin verimlilik ve çıktı artışlarına etkilerini analiz etmiş; ar-ge yoğunluğundaki % 1'lik artışın çıktıyı % 0,38 oranında yükselttiği ve ekonomi geneli için hesaplanan ar-ge getirilerinin, yalnızca imalat sanayidekine göre çok daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Luintel ve Khan (2005), bilgi üretiminin dinamiklerini araştırmak ve TFV üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla 1981-2000 dönemi ve 19 OECD ülkesi için panel veri analizi yapmışlardır. GOÜ'lerde düşük ar-ge yatırımlarına karşılık kayda değer verimlilik artışlarının gerçekleştiği gözlemlenmiş; dış ticaret yoluyla ortaya çıkan uluslararası bilgi yayılmalarının etkisi, bu durumun gerekçesi olarak görülmüştür. ABD, Japonya ve Almanya gibi büyük ar-ge sektörüne sahip olan ülkelerde bilgi birikiminin uluslararası yayılmalar yoluyla TFV'yi sınırlı düzeyde etkilediği gözlemlenmiştir.

Falk (2007), 1970-2004 dönemi ve OECD ülkeleri için panel veri regresyon analizi yaparak ar-ge yatırımlarının büyüme üzerindeki etkilerini tespit etmeye çalışmıştır. İleri teknoloji üretimin yapıldığı sektörlerde yürütülen ar-ge faaliyetlerinin, kişi başına GSYİH'nın uzun dönemli büyüme oranında ek bir artışa yol açıp açmadığı, ortalama okullaşma oranı, endüstriyel ar-ge yoğunluğu ve yatırım oranı gibi değişkenler dikkate alınarak test edilmiştir. Bağımlı değişken, kişi başına GSYİH büyüme oranı; bağımsız değişkenler ise, çalışma çağındaki 25-64 yaş grubu nüfusun ortalama okullaşma yılı, yatırım oranı, yüksek teknoloji sektörlerce yapılan özel kesim ar-ge harcamalarının payı seçilmiştir. İçsellik kontrol etmek için genelleştirilmiş momentler yöntemi kullanılmıştır. Buna göre, ileri teknoloji sektörlerindeki ar-ge harcama payındaki artışların, çalışma çağındaki nüfusun geliri üzerinde anlamlı pozitif bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Modelin tahmin sonuçlarına göre, özel kesim ar-ge harcamalarının GSYİH'daki payına ilişkin katsayı pozitif çıkmış; yüksek teknoloji sektörlerin özel ar-ge harcamalarının büyüme üzerinde yayılmalar yoluyla ilave pozitif bir etki doğurduğu ortaya konmuştur. Kişi başına GSYİH'nın yatırım oranına göre elastikiyeti kısa ve uzun dönem için sırasıyla 0,15 ve 1,4; özel kesim ar-ge harcamalarına göre elastikiyeti ise, 0,024 ve 0,22 olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan, özel kesimce yapılan ar-ge harcamalarındaki % 10'luk bir artış, kişi başına GSYİH'yı kısa dönemde % 0,26; uzun dönemde ise % 2,3 oranında ve pozitif yönde etkilemektedir.

Samimi ve Alerasoul (2009), 2000-2006 dönemi ve 30 GOÜ ekonomisi için panel veri yöntemini kullanarak yaptıkları analizde, GOÜ'lerdeki düşük ar-ge harcamalarının büyüme üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını ortaya koymuşlardır. Bağımlı değişken büyüme olarak seçilirken bağımsız değişkenler, ar-ge harcamaları, brüt sabit sermaye oluşumu ve işgücü şeklinde değerlendirilmiştir. Emek ve brüt sabit sermaye birikiminin elastikiyeti anlamlı ve pozitif; ar-ge elastikiyeti negatif ve anlamsız bulunmuştur.

Khan vd. (2010), 16 OECD ülkesi arasında görülen verimlilik farklılıklarının kaynağını, 1982-2004 dönemi için dinamik panel veri analizi ile test etmiştir. Özel, kamu ve yabancı ar-ge faaliyetleri ve beşeri sermaye, verimlilik artışları üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkiler doğurmuştur. BİT teknolojileri, altyapı, doğrudan yabancı sermaye çıkışı ve girişi, hizmetler sektörünün büyüklüğü, finansal yapının gelişmişliği, verimlilik üzerinde pozitif etkiler ortaya koymuştur. Görece büyük bilgi ve beşeri sermaye stoğuna sahip ABD ve Almanya gibi ülkelerin, İspanya ve Yeni Zelanda gibi düşük ar-ge yoğunluğuna sahip ülkelere kıyasla, yüksek verimlilik kazançları elde edeceği ileri sürülmüştür.

Poorfaraj et.al. (2011), 16 GOÜ ve 2000-2008 dönemi için ar-ge, beşeri sermaye ve teknoloji yayılmalarını kapsayan bilgi ekonomisi endeksi, işgücü, gayrisafi sabit sermaye oluşumu, mal ve hizmet ihracatı, kamu eğitim harcamaları ile GSYİH arasındaki ilişkiyi panel veri analiz yöntemi ile test etmişlerdir. Tahmin sonuçlarına göre, eğitim harcamaları dışındaki bütün bağımsız değişkenler, GSYİH'yı pozitif ve anlamlı şekilde etkilemiştir.

Gyekye et. al. (2012), 1997-2007 dönemi için seçilmiş Sahra-altı Afrika ülkelerinde ar-ge, yenilik ve büyüme arasındaki etkileşimi, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu kullanarak panel veri yöntemiyle analiz etmişlerdir. GSYİH'nın gecikmeli değeri, brüt sabit sermaye oluşumu ve ar-ge katsayıları pozitif ve anlamlıdır. Tahmin sonuçlarına göre, yatırımlarda ve brüt yurtiçi ar-ge harcamalarındaki % 1'lik artış, büyüme oranını sırasıyla % 0,236 ve % 0,326 oranında yükseltmiş; emek dışındaki bütün bağımsız değişkenler istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur.

Blanco et. al. (2013), özel kesim ar-ge faaliyetleri ile toplam faktör verimliliği ilişkisini ABD ve 1963-2007 dönemi için panel kointegrasyon testi yardımıyla araştırmıştır. Uzun dönemde ar-ge'nin çıktı



üzerindeki etkileri pozitif, ölçülebilir ve anlamlı bulunmuştur. Ar-ge harcamalarındaki % 1'lik yükselme, 1963 yılında TFV üzerinde % 0,056'lık bir artışa yol açarken bu oran 2007 yılında % 1,143'e ulaşmıştır.

Sadraoui et. al. (2014), inovasyon ve ar-ge işbirlikleri arasındaki ilişkiyi 32 ülke ve 1970-2012 dönemini kapsayarak analiz etmiştir. Kişi başına GSYİH bağımlı; sermaye, işgücü, ar-ge harcamalarının GSYİH'ya oranı, uluslararası ortaklıklar yoluyla yürütülen ar-ge faaliyetleri kapsamında yapılan harcamalar ise, bağımsız değişkenler olarak ele alınmış; büyümenin ar-ge işbirliklerini arttırdığı yönünde güçlü bir nedensellik ortaya konmuştur. Yurtiçi ar-ge yoğunluğundaki artışın, ülkeler arasındaki ar-ge işbirliklerini hızlandırdığı ve böylelikle yeni ürün üretimi ya da mevcutlarının kalite artışına yol açan teknolojik gelişmenin hız kazandığı ileri sürülmüştür. Teknolojik gelişmenin önemli bir belirleyicisi olarak görülen ar-ge işbirlikleri yoluyla oluşturulan ağlarda bilgi akışının artacağı ve dışsallıklar yoluyla büyümenin gerçekleşeceği düşünülmüştür.

Ar-ge harcamalarının gelir düzeyi üzerindeki etkisini Göçer vd. (2016), 11 AB ülkesi ve 1990-2011 dönemi için panel veri tekniği ile analiz etmişlerdir. Milli gelir bağımlı; ar-ge harcamalarını temsilen patent başvuru sayısı ise, bağımsız değişkenler olarak modellenmiştir. Ar-ge harcamalarında meydana gelen % 1'lik artışın, büyümeyi sırasıyla % 0,19 ve 4,05 oranında yükselttiği bulgusuna ulaşılmış; bu iki değişkenin gelir üzerindeki etkileri pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Analitik çalışmaların çoğunda, ar-ge harcamaları, verimlilik, çıktı ve büyüme ile ilişkilendirilmiş; ülkeler arasındaki üretim ve verimlilik farklarının kaynağı olarak değerlendirilmiştir (Falk, 2007; Bassanini, et. al., 2001; OECD, 2003; Khan, Luintel, and Theodoridis, 2010).

4. Yöntem

Bu çalışmada, Panel Veri Regresyon Modeli kullanılmıştır. Değişkenlerin durağanlığını tespit etmede birim kök testlerinden ve hata terimlerinin gecikmeli değerleriyle ilişkili olup olmadıklarını inceleyen otokorelasyon testinden yararlanılmıştır. Sabit ve Rassal Etkiler Modeli ile bu tahmincilerden hangisinin kullanılacağını belirleyen Hausman Spesifikasyon Testi uygulanmıştır. Veri seti ve modeller, bu metodoloji çerçevesinde tanımlanmış ve elde edilen tahmin sonuçları açıklanmıştır.

Zaman serisi analizlerinde olduğu gibi panel veri analizlerinde kullanılan değişkenlerin de durağan olması gerekmektedir. Durağanlık, bir serinin ortalaması, varyansı ve iki dönem arasındaki ortak varyansın zaman içinde sabit kalması durumunu ifade etmektedir (Gujarati, and Pörtner, 2009: 713). Panel verilerinin durağanlıklarının test edilmesine yönelik I. ve II. nesil panel birim kök testleri geliştirilmiştir. I. nesil testler, birimler arasında yatay kesit bağımlılığının yani korelasyonun olmadığı varsayımı ve/veya "yatay kesit bağımlılığı yoktur" temel hipotezine dayanmaktadır. Literatürde temel hipotezin aynı olduğu fakat alternatif hipotezlerin farklılaştığı çok sayıda I. nesil panel birim kök testi bulunmaktadır. Bunlardan bazıları, Im-Paseran-Shin (IPS), Levin-Lin-Chu (LLC), Hadri, Fisher ADF, Fisher, Phillips-Peron ile Breitung, Maddala-Wu testleri şeklinde sıralanabilir (Tatoğlu, 2016: 204-213). Bu çalışmada Levin- Lin-Chu (LLC) ve Im-Paseran-Shin (IPS) panel birim kök testleri kullanılmıştır.

Asteriou ve Hall'a (2007: 345) göre, basit doğrusal panel veri modelleri, sabit ve eğim katsayıları hakkında yapılan varsayımlara bağlı olarak üç farklı şekilde tahmin edilmektedir. Birincisi, Havuzlanmış En Küçük Kareler (Pooled OLS) diye adlandırılan ortak sabit yöntemidir. İkincisi, bireysel etkilerin bağımsız değişkenlerle ilişki olduğunu varsayan Sabit Etkiler Modeli; üçüncüsü ise, bireysel etkilerin bağımsız değişkenlerle ilişkili olmadığını varsayan Tesadüfi Etkiler Modeli'dir. Bu çalışmada Çift Yönlü Sabit Etkiler Modeli (Hausman Spesifikasyon ve F anlamlılık testi sonuçlarına göre) kullanılacaktır.

Havuzlanmış En Küçük Kareler Modeli, verilerin yatay kesit ve zaman boyutunu ihmal ederek en küçük kareler yöntemi ile bütün yatay kesitler için tek bir ortak sabit katsayı tahmini yapan yöntemdir (Gujarati, and Pörtner, 2009: 593). Zamana ve birimlere göre ortaya çıkan farklılıkları yakalayabilen hata terimleri (u_i) birbirinden bağımsız ve aynı dağılıma sahipse, havuzlanmış regresyon modeli, geleneksel EKK ile tahmin edilebilmektedir. Aksi halde, EKK ile yapılan parametre tahminleri sapmalı ve tutarsız olmaktadır. Bu durumda, kesit etkileri dikkate alınmadığından panel veri tahmini için sabit ya da tesadüfi etkiler modeli kullanılmaktadır (Griffiths, Hill, and Judge, 1993: 571-573).

Eğim katsayılarının zaman ve kesit birimleri için aynı olduğu ve sabit katsayının yatay kesit birimleri arasında değiştiği panel veri modeline "sabit etkiler modeli" adı verilmekte; birimler arasındaki farklılıklar, sabit terim ile açıklanmaktadır. Sabit Etkiler Modeli, her bir yatay kesit birimi için farklı bir sabit değer oluşturmaktadır. Eğim katsayılarının değişmediği; ancak sabit katsayıların sadece kesit, sadece zaman ya da her iki veri türü için de değişme gösterdiği varsayılmaktadır. Böylece, her bir yatay kesitin bireysel etkilerini dikkate almak amacıyla her bir birim için sabit katsayıların farklı, buna karşılık eğim katsayılarının aynı olmasına izin verilmektedir.



Sabit Etkiler Modeli, tek yönlü ve iki yönlü olmak üzere iki çeşittir. Panel veri setinde kesitler arasında farklılık bulunurken zamana bağlı bir değişme yoksa tek yönlü ve kesite bağlı; yalnızca zamana bağlı farklılaşma mevcutsa tek yönlü ve zamana bağlı model olarak adlandırılmaktadır. Çift yönlü modellerde ise, kesit ve zaman serisi verilerindeki değişmeler dikkate alınmaktadır (Hsiao, 2003: 30). Kullanılan parametre sayısı, gözlem sayısını aştığında tahmin yapılamaması sebebiyle, sabit terim, eğitim katsayısı ve hata terimi ile ilgili farklı varsayımlar yapılmaktadır. Panel Veri Regresyon Modeli, "eğitim katsayısının sabit olduğu fakat sabit terimin kesit boyunca farklılık gösterdiği", "eğitim katsayısının sabit olduğu fakat sabit terimin zaman boyunca farklılık gösterdiği", "eğitim katsayısının sabit olduğu fakat sabit terimin kesit ve zaman boyunca farklılık gösterdiği" varsayımları çerçevesinde oluşturulmaktadır. Bu varsayımlardan ilk ikisinden herhangi birinin varlığı halinde, tahmin edilecek model, Tek Yönlü Sabit Etkiler Modeli olarak nitelendirilir (Tarı, 2010: 480-484). Bu çalışmada, "eğitim katsayısının sabit olduğu fakat sabit terimin kesit ve zaman boyunca farklılık gösterdiği" varsayımı altında modelleme yapılacaktır.

Kesit ve/veya zaman etkisinin varlığına karar vermek için F testi uygulanmaktadır. Veri, kesitlere göre farklılık gösteriyorsa, sabit etkili modelin uygun olduğuna karar verilmektedir. F testi sonucunda temel hipotez reddedilirse, katsayıların birimlere göre değiştiğine; klasik panel veri regresyon modelinin uygun olmadığına karar verilmektedir. Diğer taraftan F testi sonucunda zaman ve birim etkisine yönelik temel hipotez reddedilirse, çift yönlü model tahmin edilerek F testi uygulanmaktadır. Çift yönlü model geçerli ise, değişkenler için birim ve zaman etkilerinin önemli olduğuna karar verilmektedir.

Panel veri çalışmalarında, birimlere ve/veya zaman göre meydana gelen farklılıklardan kaynaklanan değişim rassal etkili modeller yardımıyla da incelenebilmektedir. Birden fazla kesit söz konusu olduğunda serbestlik derecesi açısından sabit etkiler modelini kullanmak güçtür (Gujarati, 2004: 647). Bireysel etkiler rassal varsayıldığında serbestlik derecesi kaybı ortadan kalkmaktadır. Rassal etkiler modelinde kesitlere ve zamana bağlı olarak meydana gelen değişiklikler, hata teriminin bir bileşeni olarak modele dahil edildiğinden serbestlik derecesi kaybının önüne geçilmektedir.

Sabit ya da rassal etkiler modellerinin hangisinin kullanılacağına dair, teorik ve ampirik açıdan farklı yaklaşımlar ortaya konulmuştur. Belli bir grubun tüm üyelerinin modele dahil edildiği durumlarda, sabit etkiler modeli; diğer durumlarda, rassal etkiler modelinin uygun olacağı öne sürülmüştür (Baltagi, 2008: 14-21).

Hausman testi (1978) ile sabit ve rassal etki modellerinin parametre tahmincileri arasında sistematik farklılığın olup olmadığı incelenebilmektedir. Hausman test istatistiği, "tesadüfi etkiler tahmincisi doğrudur" sıfır hipotezi altında k serbestlik dereceli ki-kare dağılımını göstermektedir. Hausman testi sonucunda alternatif hipotez ($H_1: cov(\mu_i, X_i) \neq 0$) kabul edilirse, tesadüfi etkiler modelinin tahmincisi tutarsız; sabit etkiler tahmincisi ise, tutarlı ve etkindir. Bu nedenle, modelde sabit etkiler tahmincisi kullanılmaktadır. Sıfır hipotezi ($H_0: cov(\mu_i, X_i) = 0$) kabul edilirse, tesadüfi etkiler modelinin tahmincisi tutarlı, etkin ve yansız; sabit etkiler tahmincisi ise, tutarlı ancak etkin değildir. Bu durumda tesadüfi etkiler tahmincisi kullanılmaktadır (Wooldridge, 2002: 450).

4. Model, Değişkenler ve Veri Seti

Bu çalışmada, ar-ge ve iktisadi büyüme arasındaki ilişkinin belirlenmesinde toplam üretim fonksiyonu kullanılmış; standart üretim faktörleri yanında, genel olarak bilgi sermayesi olarak nitelenebilen değişkenler de irdelenmiştir. Literatürde bilgi sermayesini temsilen en sık rastlanılan gösterge, ar-ge harcamalarıdır. Bu doğrultuda çalışmada ele alınan modeller, Wakelin (2001), Goel ve Ram (1994), Wang ve Tsai (2003), Ülku (2004) esas alınarak geliştirilmiş; toplam ar-ge harcamalarının büyüme üzerindeki etkisini belirlemek üzere Eşitlik-1; araştırmacı istihdamının etkilerini izlemek için ise, Eşitlik-2 oluşturulmuştur:

$$\text{Model-1: } KBB_{it} = \beta_{1t} + \beta_2 D(GERD)_{it} + \beta_3 \text{SERMAYE}_{it} + \beta_4 \text{POPG}_{it} + \beta_5 \text{TICARET}_{it} + \beta_6 \text{ENF}_{it} + \beta_7 D(\text{EGITIM})_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\text{Model-2: } KBB_{it} = \beta_{1t} + \beta_3 \text{SERMAYE}_{it} + \beta_4 \text{POPG}_{it} + \beta_5 \text{TICARET}_{it} + \beta_6 \text{ENF}_{it} + \beta_2 D(\text{RESPERS})_{it} + \beta_7 D(\text{EGITIM})_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

GERD, ar-ge harcamaları yoğunluğunu; SERMAYE, gayri safi sabit sermaye oluşumunun GSYİH içindeki payını; POPG, 15-64 yaş nüfusun yıllık artış oranını; EGITIM, yükseköğrenim mezunlarının sayısını; RESPERS, ar-ge alanında istihdam edilen tam zaman eşdeğeri araştırmacı personel sayısını; TICARET, dışa açıklık oranını [(İhracat+İthalat)/GSYİH]; ENF, özel nihai tüketim harcamaları deflatörünün yıllık artış oranını; bağımlı değişken KBB ise, kişi başına GSYİH'daki yıllık büyüme oranını ifade etmektedir. Modelde yer alan $i=1,2,\dots,29$ ülkeleri, t zamanı, β_{1t} sabit katsayısını ve ε hata terimini göstermektedir. Analiz için OECD üyesi 29 ülkenin 1996-2015 dönemine ait yıllık verileri kullanılmıştır. Avustralya, Şili, İsrail, Yeni Zelanda, İsviçre ve Luxemburg, veri setlerinde büyük kayıplar bulunması sebebiyle analiz dışı



bırakılmış; analize tabi tutulan ülkelerde gözlenen görece küçük veri boşlukları, Neville tekniği kullanılarak interpolasyona tabi tutulmuştur. Değişkenler, daha önceden yapılan ampirik çalışmalar ve verilerin ulaşılabilirliği dikkate alınarak seçilmiştir. GERD ve RESPERS, OECD Temel Bilim ve Teknoloji Göstergeleri; EGITIM, UNESCO; diğer değişkenler ise, Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir. Modellerin tahmininde, Eviews 9.0 ve Stata 10 paket programlarından yararlanılmıştır.

5. Analiz ve Bulgular

Değişkenlerin durağan olup olmadıklarını tespit amacıyla bu çalışmada, LLC ve IPS testleri uygulanmış ve sonuçlar Tablo-3'te verilmiştir. Analizlerde sabitli ve sabitli-trendli olmak üzere iki model kullanılmış; değişkenler için gecikme değerleri, Schwartz Bilgi Kriteri'ne (SIC) göre otomatik olarak belirlenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, KBB, SERMAYE, ENF, POPG, TICARET değişkenleri için her iki modelde "birim kök vardır" şeklindeki H_0 hipotezi reddedilmekte; serilerin düzeyde durağan olduğu anlaşılmaktadır. Tablo-3'teki GERD, EGITIM ve RESPERS için yapılan IPS (2003) ve LLC (2002) düzey birim kök testi sonuçlarına göre % 5 anlamlılık düzeyinde H_0 hipotezi kabul edildiğinden serilerin durağan olmadıkları tespit edilmiştir. Fark serileri ile oluşturulacak modellerde sahte regresyon sorunu ortadan kalkacağından, GERD, EGITIM ve RESPERS serileri, birincil farkları alınarak regresyon analizine dahil edilmişlerdir.

Tablo 3: Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Seviyeler							
	Levin, Lin & Chu				Im, Pesaran, and Shin			
	Sabitli		Sabitli/Trendli		Sabitli		Sabitli/Trendli	
	t-stats	Prob	t-stats	Prob	t-stats	Prob	t-stats	Prob
KBB	-11,04640	0,00000	-9,71685	0,00000	-9,04613	0,00000	-6,92363	0,00000
GERD	-5,76286	0,00000	-1,24456	0,10660	1,04136	0,85110	-0,05561	0,47780
SERMAYE	-3,09790	0,00100	-2,45462	0,00710	-3,35436	0,00040	-2,41116	0,00800
ENF	-10,98030	0,00000	-9,75974	0,00000	-8,88958	0,00000	-7,67564	0,00000
POPG	-0,54071	0,09440	-1,04753	0,04740	-2,97574	0,00150	-5,32396	0,00000
TICARET	-3,20272	0,00070	-5,56333	0,00000	1,20712	0,88630	-4,18388	0,00000
EGITIM	1,49873	0,93300	-1,49657	0,06730	5,08787	1,00000	-0,80619	0,21010
RESPERS	-5,03434	0,00000	-1,01124	0,15600	1,04158	0,85120	0,31384	0,62320
Değişkenler	Farklar							
	Levin, Lin & Chu				Im, Pesaran, and Shin			
	Sabitli		Sabitli/Trendli		Sabitli		Sabitli/Trendli	
	t-stats	Prob	t-stats	Prob	t-stats	Prob	t-stats	Prob
KBB	-21,76310	0,00000	-18,27170	0,00000	-19,41420	0,00000	-15,33160	0,00000
GERD	-10,94970	0,00000	-10,86140	0,00000	-10,20160	0,00000	-9,70483	0,00000
SERMAYE	-10,93010	0,00000	-10,06710	0,00000	-11,29940	0,00000	-9,47465	0,00000
ENF	-21,57530	0,00000	-17,20440	0,00000	-19,97070	0,00000	-15,45900	0,00000
POPG	-9,76556	0,00000	-8,92911	0,00000	-12,72110	0,00000	-9,71612	0,00000
TICARET	-19,64890	0,00000	-17,19440	0,00000	-16,13750	0,00000	-12,71720	0,00000
EGITIM	-8,65586	0,00000	-7,80574	0,00000	-9,64716	0,00000	-9,25560	0,00000
RESPERS	-12,99780	0,00000	-14,12310	0,00000	-12,72490	0,00000	-12,31260	0,00000

Değişkenlerin durağanlığı belirlendikten sonra hata terimlerinin gecikmeli değerleriyle ilişkili olup olmadığını tespit etmek amacıyla Wooldridge otokorelasyon testi yapılmış; hesaplanan F değeri, % 10 anlamlılık düzeyindeki tablo değeri ile karşılaştırıldığında büyük olduğundan, H_0 hipotezi olan "birinci dereceden otokorelasyon yoktur" boş hipotezi reddedilerek otokorelasyon bulunduğu karar verilmiştir. Otokorelasyonun varlığı, serilerde yapılan Period Weights PCSE düzeltmesi ile giderilmiştir.

Modeller, ortak etkiler (havuzlanmış regresyon), sabit etkiler ve rassal etkiler olmak üzere üç tahminciye göre tahmin edilmiştir. Sabit ya da rassal etkilerden hangisinin kullanılacağına karar vermek için



yapılan Hausman testlerinde t istatistiğine ilişkin olasılık değeri Model-1 için 0,004 ve Model-2 için 0,0001 çıktığından model parametreleri arasında sistematik farklılık olmadığına ilişkin H_0 hipotezi reddedilerek sabit etki modeli, rassal etki modeline tercih edilmiştir.

Regresyon analizinde kullanılacak tahmincinin belirlenmesine yönelik yapılan testlerden F anlamlılık testi sonuçları, sabit etkiler ile havuzlanmış EKK (pooled OLS) tahmincisini karşılaştırmaktadır (Hsiao, 2003). F_{grup} istatistiği, sabit etkiler modelinde birimler arasında farklılığın olup olmadığını; $F_{periyod}$, zaman etkisini; $F_{two-way}$ ise, grup ve zaman etkilerinin anlamlılığını test etmektedir. Yapılan test sonuçlarından bütün modeller için birimler arasında farklılık bulunmadığı ve ortak etkinin geçerli olduğunu ifade eden boş hipotez reddedilmiş; birimler arasında farklılık bulunduğu ve sabit ya da rassal etkinin geçerli olduğunu ifade eden alternatif hipotez kabul edilmiştir. F_{group} , F_{time} ve $F_{two-way}$ istatistiklerinin her biri, bütün modeller için istatistiki olarak anlamlı görüldüğünden grup ve zaman etkilerini dikkate alan çift yönlü sabit etkiler modeli aracılığıyla regresyon modelinin tahmin edilmesi gerekmektedir.

Tablo 4: F Testi Sonuçları

Modeller	Test	Tek Yönlü Sabit Etkiler Modeli		Çift Yönlü Sabit Etkiler Modeli	
		İstatistik	Prob.	İstatistik	Prob.
Model-1	Fgroup	2,24042	0,00010	3,444794	0,00000
	Ftime			15,450519	0,00000
	Ftwo-way			8,247006	0,00000
Model-2	Fgroup	2,35118	0,00010	3,858171	0,00000
	Ftime			21,876721	0,00000
	Ftwo-way			11,033856	0,00000

Yatay kesit bağımlılığının varlığı, panelin zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük olduğunda Breusch-Pagan Lagrange Multiplier (LM) (1980) testiyle; her ikisinin de büyük olduğu durumlarda kısaca Pesaran CD olarak ifade edilen Pesaran Cross-Section Dependence (2004) testiyle araştırılabilmektedir. Bu çalışmada 29 ülke ve 20 yıl olduğu için Pesaran CD (2004) testi kullanılmıştır. Çift yönlü tahmin sonucu elde edilen ve Tablo-5'te gösterilen Pesaran CD test değerleri % 1, % 5 ve % 10 düzeylerinin her biri için istatistiksel olarak anlamlı görüldüğünden yatay kesit bağımlılığının bulunmadığına işaret eden H_0 hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 5: Pesaran CD Test Sonuçları

Modeller	Tek Yönlü Sabit Etkiler Modeli		Çift Yönlü Sabit Etkiler Modeli	
	İstatistik	Prob.	İstatistik	Prob.
Model-1	34,25751	0,0000	0,932677	0,351
Model-2	44,34754	0,0000	0,714896	0,4747

Sabit varyans, doğrusal regresyon modelinin önemli varsayımlarından biridir. Buna göre, hata teriminin varyansı, bağımsız değişkenlerdeki değişimlere bağlı olarak değişmeyip aynı kalmalıdır. Hata terimi varyanslarının bağımsız değişkenlerle birlikte değişmesi durumunda değişen varyans sorunu ortaya çıkmaktadır. Doğrusal regresyon modelinin bir diğer önemli varsayımı da, hata teriminin birbirini izleyen değerleri arasında ilişki olmadığıdır. Hata terimleri arasında ilişki olması durumunda otokorelasyon sorunu ortaya çıkmaktadır (Hsiao, 2003: 74; Baltagi, 2008: 68). Modelde kullanılan ülke sayısı çok fazla olduğunda kesitler arası bağlantı problemi ortaya çıkabilmektedir. Kesite özgü farklılıkların ortaya çıkmasıyla değişen varyans ve tahmin edilen parametrelere ait varyanslar da büyük olmaktadır (Psillaki, and Daskalakis, 2009: 328).

Literatürde değişen varyans ve otokorelasyon sorunlarının söz konusu olduğu durumlarda sıklıkla tercih edilen iki farklı model bulunmaktadır. Bunlar, sırasıyla Prais-Winsten modeli olarak da adlandırılan "Standart Hataları Düzeltmiş Panel - Panel Corrected Standard Errors (PCSE)" yöntemi ve "Uygun



Genelleştirilmiş En Küçük Kareler - Feasible Generalized Least Squares (FGLS) yöntemidir. Beck ve Katz tarafından 1995 ve 1996'da yapılan çalışmalarda, zaman boyutunun yatay kesit boyutundan küçük olduğu panel veri uygulamalarında PCSE'nin daha güvenilir bulgular verdiği gösterilmiştir. Bu nedenle, asimptotik t istatistiklerinin kullanılamaması durumunda, dirençli t istatistikleri elde etmek amacıyla, değişen varyans ve otokorelasyon problemlerini ortadan kaldıran ve Beck ve Katz (1995) tarafından geliştirilen Period Weights PCSE katsayı metodu uygulanarak düzeltme yapılmış ve model tahminine gidilmiştir. Model-1 için yapılan çift yönlü sabit etkiler tahmin sonuçlarına ilişkin elde edilen katsayı ve istatistikler Tablo-6'da özetlenmiştir.

Tablo 6: Model-1 Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t istatistiği	Prob
C	-7,9197	1,3903	-5,6963	0,0000
D(GERD)	15,5027	2,0901	7,4172	0,0000
SERMAYE	0,3178	0,0459	6,9237	0,0000
POPG	-1,4749	0,3243	-4,5485	0,0000
TICARET	3,1806	0,9671	3,2889	0,0011
ENF	-0,0302	0,0201	-1,5029	0,1335
D(EGITIM)	-10,2360	1,5739	-6,5036	0,0000
R-squared		0,6392	Mean dependent var	2,0228
Adjusted R-squared		0,6016	S.D. Dependent var	3,4496
S.E. of regression		2,1774	Akaike info criterion	4,4854
Sum squared resid		2361,1540	Schwartz criterion	4,9002
Log likelihood		-1182,735	Hannan-Quinn criterion	4,6475
F-statistic		16,9687	Durbin-Watson stat	1,3012
Prob (F-statistic)		0,0000		

Tablo-6'ya göre, GERD, SERMAYE ve TICARET değişkenlerinin KBB üzerindeki etkisi pozitif; POPG ve EGITIM'inki ise, negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. ENF'nin KBB üzerindeki etkisi negatif ve istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etki derecesini veren belirlilik katsayısı ($R^2=0,63$) anlamlıdır. F istatistiği olasılık değeri dikkate alındığında, tüm değişkenlerin istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

Araştırmacı istihdamının büyüme etkilerinin izlenebildiği Tablo-7'ye göre, SERMAYE, TICARET ve RESPERS'in KBB üzerindeki etkisi pozitif yönlü ve % 5 düzeyinde istatistiki olarak anlamlı; POPG'ninki, negatif yönlü ve % 1 olasılık değerinde anlamlı; ENF'ninki, negatif ve % 5 düzeyinde anlamlı; EGITIM'in etkisi ise, negatif ve % 10 olasılıkla istatistiki olarak anlamlıdır. Belirlilik katsayısının anlamlı olduğu ($R^2=0,59$) görülmektedir. F-istatistiği olasılık değerine göre, tüm değişkenler istatistiki olarak anlamlıdır.

Tablo 7: Model-2 Tahmin Sonuçları

Model-2				
Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t istatistiği	Prob
C	-7,78031	1,45955	-5,33062	0,00000
SERMAYE	0,33774	0,04826	6,99854	0,00000
POPG	-1,36432	0,33767	-4,04045	0,00010
TICARET	3,34671	1,00227	3,33915	0,00090
ENF	-0,04975	0,02133	-2,33239	0,02010
D(RESPERS)	2,63919	1,67307	1,57745	0,01530
D(EGITIM)	-1,90472	1,12407	-1,69449	0,09080
R-squared		0,59504	Mean dependent var	2,02277
Adjusted R-squared		0,55275	S.D. Dependent var	3,44956
S.E. of regression		2,30695	Akaike info criterion	4,60097
Sum squared resid		2650,36400	Schwartz criterion	5,01571
Log likelihood		-1214,56800	Hannan-Quinn criterion	4,76303
F-statistic		14,07200	Durbin-Watson stat	1,17060
Prob (F-statistic)		0,00000		

6. Genel Değerlendirme ve Sonuç

Büyüme performansının ar-ge faaliyetleri ile etkileşimi aktüel tartışma konularındandır. GSYİH'nın belirleyicileri olarak GERD, SERMAYE, POPG, TICARET, ENF ve EGITIM, değişkenlerinden yararlanan modelin, 29 OECD ülkesi için 1996-2015 dönemi verileriyle yapılan analiz bulgularına göre, OECD



ülkelerinin toplam ar-ge yoğunluğunda (GERD) meydana gelen % 1'lik artış, büyüme oranını % 15,5 oranında arttırmaktadır. GERD katsayısının pozitif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlı olması, teorik beklentilere uygun olarak ar-ge harcamalarıyla büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu teyit etmektedir.

Dışa açıklık oranında meydana gelen % 1'lik artış, KBB'yi % 3,18 oranında yükseltmektedir. SERMAYE olarak adlandırılan gayri safi sabit sermaye oluşumunun büyüme üzerindeki etkileri, her iki modelde de GERD ve TICARET'e göre sınırlı düzeyde kalmıştır. ENF değişkeninin büyüme ile ters yönlü bir ilişki içinde olması beklenmektedir. Tahmin sonuçları ENF için negatif katsayı vermekle birlikte istatistiki olarak anlamsız bulunmuştur.

POPG ile EGITIM katsayıları negatif ve istatistiki olarak anlamlıdır. Bu durum, OECD bağlamında bir açıklamayı gerekli kılmaktadır. Nüfus artışı, teknolojik gelişme, beşeri sermaye ve gelir ilişkisini analiz eden Galor ve Weil'e (1999: 152-153) göre, teknolojik gelişmenin nüfus artışı üzerinde iki yönlü etkisi vardır. Birinci etki, ailenin kaynak dağılımını çocuklarını iyi yetiştirmek üzere planlaması; ikinci etki ise, emeğin niteliklerinin gelişmesi sonucu beşeri sermaye birikiminin artmasıdır. Bu bağlamda, uzun dönemde beşeri sermaye birikiminin artması, teknolojik gelişme ve büyüme üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır. Nüfus artışı, büyümeyi negatif yönde etkiliyor gibi görünse de, beşeri sermayenin önemli bir bileşeni olması sebebiyle nüfustaki bir artışın, ar-ge ve büyüme arasındaki pozitif etkileşime dolaylı şekilde katkı sağladığı düşünülmektedir.

POPG değişkeninin katsayısının negatif çıkması, nüfus yapısındaki dönüşümlerle açıklanabilmektedir. Yaşlı nüfus oranındaki artış, işgücüne katılma oranında azalma ve sosyal güvenlik sisteminde ek maliyete yol açmakta; bu durum büyümeyi olumsuz yönde etkileyebilmektedir. 2010 yılında OECD nüfusunun yaklaşık % 15'i 65 yaşın üzerindeyken, bu oranın 2050 yılına kadar % 26'ya çıkacağı ve yaşlılar için sağlık ve uzun dönemli bakım harcamalarının, OECD ülkelerinin çoğunda milli gelirden daha fazla artacağı öngörülmektedir (OECD, 2014: 2). Nüfusun yaşlanması sonucu, verimlilik, istihdam yapısı, ücret gelirleri, tasarruflar, üretim, tüketim, işgücü piyasaları ve istihdam yapısı etkilenmekte; iktisadi faaliyetlere katılmayanların oranı artmaktadır. Kısaca, nüfusun yaş yapısı büyümeyi etkileyen önemli bir değişkendir.

Beşeri sermaye oluşumuna katkısı nedeniyle eğitimle ilgili değişkenlere modellerde yer verilmektedir. Bununla birlikte, ülkelerin farklı eğitim içerik ve sistemlerine sahip olmaları, büyüme etkilerini farklılaştırmaktadır. Eğitim kalitesi arttıkça, büyüme etkisinin güçlendiğini ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır (Hanushek, and Kimko, 2000). Buna karşılık Krugman (1994), gelişmiş ülkelerin eğitim seviyelerinin ve ortalama okullaşma oranlarının yüksek olmasından dolayı eğitime yönelik yatırımların büyümeyi negatif şekilde etkileyebileceğini öne sürmüştür. Bu çalışmanın bulguları, Krugman'ı desteklemekte; OECD bağlamında eğitim ve büyüme arasındaki zıt yönlü ilişkiyi ortaya koymaktadır.

İstihdam edilen ar-ge personeli sayısı/oranı, ar-ge potansiyelini yansıtır. OECD ülkelerinde 1996 yılında istihdam edilen bin kişi başına 5,6 araştırmacı düşerken 2015'te bu sayı 8'e yükselmiş; araştırmacıların yaklaşık % 60'ı özel kesimde faaliyetlerini yürütmüştür. Araştırmacı personel sayısı ile büyüme oranı arasındaki ilişkiyi görmek için tasarlanan Model-2'ye dayalı analiz bulgularına göre, araştırmacı istihdamında meydana gelen % 1'lik artış, kişi başına GSYİH'yı % 2,64 oranında ve pozitif şekilde etkilemektedir. Böylece, "ar-ge alanında çalışan personelin toplam istihdama oranı ile kişi başına gelirin büyüme oranı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki vardır" hipotezi doğrulanmaktadır.

Ar-ge istihdamı artarken teknolojik yenilikler ve mevcut bilgi stokunun, ar-ge faaliyetleriyle geliştirilebileceği ve teknolojik bilginin yatırım ve istihdam düzeyinde artış sağlayarak büyümeyi sürekli kılacağı öngörüsü kabul görmektedir. Bu süreçte, teknolojik bilgiyle ulaşılan yenilikler, fiziki ve beşeri sermaye artışına olanak sağlayacağından azalan verimler de ortadan kalkmaktadır.

Sonuçlar, ar-ge'yi büyümenin motoru olarak niteleyen ve ülkeler arasındaki gelişmişlik farklarının, beşeri sermaye ve bilgi birikimine yeterli yatırım yapılmadığı takdirde, açılacağını öngören İçsel Büyüme Teorileri'ne uygun ve ar-ge harcamalarının büyüme üzerinde pozitif etkiye yol açacağını ileri süren çalışmalarda (Goel, and Ram, 1994; Eaton, and Kortum, 1994; Park, 1995; Jesus, and Serén, 1999; Bassanini, and Scarpetta, 2001; Ülkü, 2004; Falk, 2007; Khan et. al., 2010; Gyekye et. al., 2012; Sadraoui et. al., 2014; Göçer vd., 2016) bulgularla da tutarlıdır. Bu bağlamda, büyümenin sürekliliği için, ar-ge yatırımları ve istihdam edilen araştırmacı sayısı artırılmalı, teknoloji transferi sağlayan doğrudan yabancı yatırımlar teşvik edilmeli, üniversite ve özel kuruluşların ar-ge projeleri desteklenmelidir.

Romer (1986), Lucas (1988), vb iktisatçıların katkılarıyla teknolojinin içselliği üzerinden gelir farklılıkları açıklanmaktadır. Teknoloji ve yenilikler temelinde ar-ge faaliyetlerine başat rol verilirken teknoloji yatırımlarının sürekli büyümeye yol açabileceği ve dolayısıyla yakınsama varsayımının zorunlu olmadığı ortaya konmuştur. Buna göre, ar-ge faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan yenilik ve buluşlar, aynı



miktar fiziki ve beşeri sermaye kullanılarak daha fazla çıktı elde edilmesine olanak sağlarken büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir. 1980'lerin sonunda geliştirilen bu teorilerle, ölçüğe göre artan getiriler sayesinde büyüme oranının durağan durum düzeyinin üzerinde gerçekleşebileceği vurgulanmaktadır. Ar-ge, yeni ürünlerin keşfine ya da kalitesinde iyileşmeye yol açmaktadır. Tüketim ve sermaye malları sektörlerinin yanı sıra ar-ge sektörü, ekonominin temel sektörü olarak görülmektedir. Ar-ge yatırımları yapan ülkelerde üretim için gerekli sermaye mali çeşitliliği ve verimlilik artmakta; kaynakların ar-ge sektörüne yönlendirilmesi, ekonominin teknoloji üretim kapasitesi ve dolayısıyla büyümeye katkı sağlamaktadır.

Ülkelerin teknoloji düzeyleri, gelir farklılıklarına dayanak teşkil etmektedir. Bilim ve teknolojiyi iktisadi ve toplumsal faydaya dönüştürebilme, yenilik becerisi ve yetkinliği olarak ifade edilmektedir. Bu çalışmada, ar-ge harcamaları ve istihdam edilen araştırmacı sayısının kişi başına GSYİH büyüme oranı üzerindeki etkileri, panel veri yöntemiyle araştırılmıştır. Analiz, ABD, Almanya, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Letonya, Macaristan, Meksika, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya, Türkiye ve Yunanistan olmak üzere 29 OECD ülkesi ve 1996-2015 dönemini kapsamaktadır. "Ar-ge yoğunluğu ile kişi başına gelirin büyüme oranı arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır" ve "ar-ge alanında çalışan personelin toplam istihdama oranı ile kişi başına gelirin büyüme oranı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki vardır" şeklindeki iki temel hipotez Panel Veri Analiz Yöntemi ile Çift Yönlü Sabit Etkiler tahmincisi kullanılarak sınanmıştır. Tahmin sonuçları, toplam ar-ge yoğunluğu ile istihdam edilen araştırmacı sayısının büyüme üzerinde pozitif ve yüksek oranlı bir etkisi olduğunu göstermektedir.

İktisadi yapı ve sorunlarla uyumlu ar-ge politikalarının geliştirilmesi, kamu araştırma kurum ve fonları ile ar-ge desteklerinin çeşitlendirilmesi, ar-ge faaliyetlerinin sektör odaklı planlanması, rekabet edebilirliği güçlendirecek akıllı uzmanlaşmanın gerçekleştirilmesi, KOBİ'lere yönelik danışmanlıklar sunulması ve desteklerin artırılması, üniversite, kamu ve özel kesim ar-ge işbirliklerinin geliştirilmesi, dünya bilgi ağlarına entegrasyon sağlanması, ar-ge'nin uluslararasılaşması ve kamu araştırma çıktılarının ticarileşmesi yönünde yürütülen çalışmaların, ar-ge ve büyüme arasındaki anlamlı ilişkiyi daha da destekleyeceği düşünülmektedir. İstikrarlı ve sürdürülebilir büyüme için ar-ge faaliyetlerine milli gelirden ayrılan payın artırılması önerilmektedir. Ar-ge harcamalarının nitelikli beşeri sermaye ile daha etkin sonuçlar verdiği düşünüldüğünde, tüm eğitim alanlarında kalitenin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Bu amaçla, ileri teknoloji üretimi gerçekleştirecek yüksek nitelikli işgücünün yetiştirilmesine yönelik eğitim düzenlemeleri yapılmalıdır.

Bu çalışmanın, ar-ge'nin harcamalar ve istihdam bakımından bir arada izlenebildiği, modellerde yer verilen politika değişkenleri yardımıyla büyüme etkilerinin görece rasyonel şekilde ortaya konabildiği güncel bir analizle literatüre katkı sağladığı düşünülmektedir.

Uluslararası veri tabanlarında ar-ge harcamalarına ilişkin verilere büyük ölçüde ulaşılabilmesine karşılık, harcama türleri için veri boşlukları tespit edilmiş; bu sebeple temel araştırma, uygulamalı araştırma ve deneysel geliştirmenin büyümeye etkileri irdelenememiştir. Diğer taraftan, OECD tarafından yayınlanan Frascati Klavuzu'nda ar-ge tanımı kesin bir biçimde belirtilmişse de, uluslararası veri tabanlarına ülkelerce sunulan ar-ge ilintili istatistiklerin farklılaşabildiği görülmüştür. Bu noktada ar-ge tanımı ve türleri ile faaliyetlerin istatistiklere yansımada uygulama birliğine varılması, iktisadi analizler açısından büyük önem taşımaktadır. İstatistiki verilerde karşılaşılan bu güçlüklerin ortadan kalkması halinde, politikaları daha geniş bir perspektifle değerlendirme ve projeksiyonlar mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

- AGHION, Philippe ve HOWITT, Peter (1992). "A Model of Growth through Creative Destruction", *Econometrica*, V. 60(2), p. 323-352.
- AGHION, Philippe ve HOWITT, Peter (1998). *Endogenous Growth Theory*, Cambridge: MIT Press.
- Arrow, Kenneth J. (1962). "The Economic Implications of Learning by Doing ", *The Review of Economic Studies*, V. 29(3), p. 155-173.
- ASTERIOU, Dimitrios ve HALL, Stephen (2007). *Applied Econometrics: A Modern Approach Using Eviews and Microfit Revisited Edition*, New York: Palgrave Macmillan.
- BALTAGI, Badi H. (2008). *Econometric Analysis of Panel Data*, England: John Wiley&Sons.
- BARRO, Robert J. ve MARTÍN, Xavier Sala-i (2004). *Economic Growth*, 2nd Edition, Cambridge: MIT Press.
- BASSANINI, Andrea ve SCARPETTA, Stefano (2001). "The Driving Forces of Economic Growth: Panel Data Evidence for the OECD Countries", *OECD Economic Studies*, V. 33(2001/II), p. 9-56.
- BAYRAKTUTAN, Yusuf ve BIDİRDİ, Hanife (2016). "Teknoloji ve Rekabetçilik: Temel Kavramlar ve Endeksler Bağlamında Bir Değerlendirme", *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, S. 8(14), ss. 1-24.
- BECK, Nathaniel ve KATZ, Jonathan N. (1995). "What to do (and not to do) with Time Series Cross-Section Data", *The American Political Science Review*, V. 89(3), p. 634-647.



- BECK, Nathaniel ve KATZ, Jonathan N. (1996). "Nuisance vs. Substance: Specifying and Estimating Time-Series-Cross-Section Models", *Political Analysis*, V. 6, p. 1-36.
- BLANCO, Luisa, PRIEGER, James ve GU, Ji (2013). "The Impact of Research and Development on Economic Growth and Productivity in the US States", *Pepperdine University School of Public Policy Working Paper Series*, N. 48.
- BUCCI, Alberto (2005). "Product Market Competition, R&D Effort and Economic Growth", *UNIMI - Research Papers in Economics, Business and Statistics*, N. 1011, Milano: Università degli Studi di Publications.
- EATON, Jonathan ve KORTUM, Samuel (1994). "International Patenting and Technology Diffusion", *NBER Working Paper Series*, N. 4931.
- FALK, Martin (2007). "R&D Spending in the High-Tech Sector and Economic Growth", *Research in Economics*, V. 61, p. 140-147.
- GALOR, Oded ve WEIL, David N. (1999). "From Malthusian Stagnation to Modern Growth", *The American Economic Review*, V. 89(2), p. 150-154.
- GOEL, Rajeev K. ve RAM, Rati (1994). "Research and Development Expenditures and Economic Growth: A Cross-Country Study", *Economic Development and Cultural Change*, V. 42(2), p. 403-411.
- GOEL, Rajeev K., PAYNE, James E. ve RAM, Rati (2008). "R&D Expenditures and U.S. Economic Growth: A Disaggregated Approach", *Journal of Policy Modelling*, V. 30(2), p. 237-250.
- GÖÇER, İsmet, ALATAŞ, Sedat ve PEKER, Osman (2016). "Effects of R&D and Innovation on Income in EU Countries: New Generation Panel Cointegration and Casualty Analysis", *Theoretical and Applied Economics*, V. 4(609) p. 153-164.
- GREENE, H. William (2003). *Econometric Analysis*, USA: Prentice Hall.
- GRIFFITHS, William E., HILL, R. Carter ve JUDGE, George G. (1993). *Learning and Practicing Econometrics*, New York: J. Wiley.
- GROSSMAN, Gene M. ve HELPMAN, Elhanan (1991). "Quality Ladders in the Theory of Growth", *Review of Economic Studies*, V. 58, p. 43-61.
- GUELLEC, Dominique ve POTTERIE, Bruno Van Pottelsberghe de la (2001). "R&D and Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries", *OECD Economic Studies*, V. 33, p. 103-126.
- GUJARATI, Damodar N. (2004). *Basic Econometric*, New York: McGraw-Hill.
- GUJARATI, Damodar N. ve PORTNER, Dawn C. (2009). *Basic Econometrics*, New York: McGraw-Hill.
- GYEKYE, A. B., OSEIFUAL, E. K. ve QUARSHIE, G. N. K. Vukor (2012). "The Impact of Research and Development on Socio-Economic Development: Perspectives from Selected Developing Economies", *Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences*, V. 3(6), p. 915-922.
- HANUSHEK, Erik A. ve KIMKO, Dennis D. (2000). "Schooling, Labor - Force Quality, and the Growth of Nations", *American Economic Review*, V. 90(5), p. 1184-1208.
- HSIAO, Cheng (2003). *Analysis of Panel Data*, Cambridge: Cambridge University Press.
- IM, Kyung So, PESARAN, M. Hashem ve SHIN, Yongcheol (2003). "Testing for Unit Root in Heterogeneous Panels", *Journal of Econometrics*, V. 115(1), p. 53-74.
- JESUS, Maria ve SEREN, Freire (1999). "Aggregate R&D Expenditure and Endogenous Economic Growth", *UFAE and IAE Working Papers*, N: 436-99.
- KHAN, Mosahid, LUIINTEL, Kul B. ve THEODORIDIS, Konstantinos (2010). "How Robust is the R&D-Productivity Relationship? Evidence From OECD Countries", *WIPO Economic Research Working Paper Series*, N: 1.
- KRUGMAN, Paul (1994). "The Myth of Asia's Miracle", *Foreign Affairs*, V. 73(6), p. 62-78.
- LEVIN, Andrew, LIN, Chien-Fu ve CHU, Chia-Shang James (2002). "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties", *Journal of Econometrics*, V. 108(1), p. 1-24.
- LICHTENBERG, Frank R. (1993). "R&D Investment and International Productivity Differences", *NBER Working Paper Series*, N: 4161.
- LUCAS, R. E. (1988). "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, V. 22, p. 3-42.
- LUIINTEL, Kul B. ve KHAN, Mosahid (2005). "An Empirical Contribution to Knowledge Production and Economic Growth", *OECD Science, Technology and Industry Working Paper Series*, N: 2005/10.
- MARE, David (2004). "What Do Endogenous Growth Models Contribute?", *MOTU Working Paper Series*, N: 04-04.
- MARX, Karl (2003). *Kapital I* (Çev. Alaattin Bilgi), İstanbul: Eriş Yayınları.
- OECD (1993). *Frascati Manual 1993: The Measurement of Scientific and Technological Activities: Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental*, Paris: OECD Publications.
- OECD (2014). *Expert Consultation on The Silver Economy: Facts, Challenges and Opportunities*. Directorate For Science, Technology and Industry Committee on Digital Economy Policy, United Kingdom: Oxford Publications.
- OECD (2017). *Science, Technology and Innovation Database*, www.oecd.org/ 18.04.2017.
- PARK, Walter G. (1995). "International R&D Spillovers and OECD Economic Growth", *Economic Inquiry*, V. 33(4), p. 571-591.
- POORFARAJ, Alireza, SAMIMI, Ahmad Jafari ve KESHAVARZ, Hadi (2011). "Knowledge and Economic Growth: Evidence from Some Developing Countries", *Journal of Education and Vocational Research*, V. 1(1), p. 21-25.
- PSILLAKI, M. ve DASKALAKIS, N. (2009). "Are the Determinants of Capital Structure Country or Firm Specific?", *Small Business Economy*, V. 33, p. 319-333.
- RENSMAN, Marieke (1996). "Economic Growth and Technological Change in the Long Run: A Survey of Theoretical and Empirical Literature", <http://www.rug.nl/research/portal/files/3247240/96c10.pdf> / 21.12.2015.
- RICARDO, David (1817). *On the Principles of Political Economy and Taxation*, Kitchener: Batoche Books.
- ROMER, Paul (1986). "Increasing Returns and Long - Run Growth", *The Journal of Political Economy*, V. 94(5), p. 1002-1037.
- ROMER, Paul M. (1990). "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, V. 98(5), p. 71-102.
- SADRAOUI, Tarek, ALI, Tarek Ben ve DEGUACHI, Bechir (2014). "Testing for Panel Granger Casualty Relationship Between International R&D Cooperation and Economic Growth", *International Econometrics and Financial Management*, V. 2(1), p. 7-21.
- SAMIMI, Jafari Ahmad ve ALERASOUL, Seyede Monireh (2009). "R&D and Economic Growth: New Evidence from Some Developing Countries", *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, V. 3 (4), p. 3464-3469.
- SCHUMPETER, J. A. (2003). *Capitalizm, Socialism and Democracy*, Taylor & Francis e-Library. <http://digamo.free.fr/capisoc.pdf> / 09.05.2016.
- SHESHINSKI, E. (1967). *Optimal Accumulation with Learning by Doing*. In: *Essays on the Theory Optimal Economic Growth*, Cambridge: MIT Press.
- SMITH, Adam (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations - An Electronic Classics Series Publication*, (Ed. Jim Manis, 2005), Pennsylvania: The Pennsylvania State University.



- SOLOW, Robert M. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *The Quarterly Journal of Economics*, V. 70(1), p. 65-94.
- ŞAHİN, Begüm Erdil (2015). "The Relationship between R&D Expenditures and Economic Growth: Panel Data Analysis 1990-2013", *Ekonomik Yaklaşım International Congress on Economics II "Growth, Inequality and Poverty"*, Ankara: 5-6 November 2015.
- TANG, Shipping, HU, Zhan ve LIN, Yun (2005). "Knowledge as Production Factor: Toward a Unified Theory of Economic Growth", *Journal of Evolutionary Economics*, V. 2005, p. 1-68.
- TARI, Recep (2010). *Ekonometri*. Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- TATOĞLU, Ferda Yerdelen (2016). *Panel Veri Ekonometrisi Stata Uygulamalı*, İstanbul: Beta Yayıncılık.
- UNESCO (2010). *Measuring R&D: Challenges Faced by Developing Countries*, Technical Papers, N: 5.
- UNESCO (2016). *UNESCO Science Report - Towards 2030*, New York: United Nations Publications.
- UNESCO (2017). *Science, Technology and Innovation Database*, <http://data.uis.unesco.org/> / 14.05.2017.
- ÜLKÜ, Hülya (2004). "R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis", *IMF Working Paper Series*, N. 04/185.
- WAKELIN, Katharine (2001). "Productivity Growth and R&D Expenditure in UK Manufacturing Firms", *Research Policy*, V. 30(7), p. 1079-1090.
- WANG, Jiann-Chyuan ve TSAI, Kuen-Hung (2003). "Productivity Growth and R&D Expenditure in Taiwan's Manufacturing Firms", *National Bureau of Economic Research Working Paper Series*, N. 9724.
- WOOLDRIDGE, Jeffrey M. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, Cambridge: MIT Press.
- WORLD BANK (2017). *Statistical Database*, <https://data.worldbank.org/topic/science-and-technology> / 14.05.2017.
- ZACHARIADIS, Marios (2004). "R&D-Induced Growth in the OECD?", *Review of Development Economics*, V. 8(3), p. 423-439.