




AR-GE HARCAMALARI VE İŞSİZLİK ARASINDAKİ NEDENSELLİĞİN AMPİRİK ANALİZİ: G7 ÜLKELERİ ÖRNEĞİ

THE EMPIRICAL ANALYSIS OF THE CAUSALITY BETWEEN R&D EXPENDITURES AND UNEMPLOYMENT: THE CASE OF G7 COUNTRIES

Mustafa GERÇEKER* 
İbrahim ÖZMEN** 
Mehmet MUCUK*** 

Özet

Ar-Ge faaliyetleri sonucu gerçekleştirilen teknolojik ilerlemeler hem çıktı miktarı hem de işsizlik oranları üzerinde önemli etkiler meydana getirmektedir. Ancak Ar-Ge alanındaki çalışmaların işsizlik üzerindeki etkileri konusunda farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu yaklaşımlardan ilki; sürecin inovasyonunun teknolojik işsizliği beraberinde getireceğini ileri sürerken; diğer yaklaşım ise ürün inovasyonu ile birlikte işsizliğin azalacağını kabul etmektedir. Bu çalışmada Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasındaki nedensel bağıntının G7 ülkeleri için 1990-2016 dönemine ait yıllık verilerden hareketle Konya (2006) panel bootstrap Granger nedensellik testi kullanılarak analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Nedensellik testi sonuçları; Almanya, Fransa, İtalya ve Japonya'da Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasında karşılıklı bir ilişki bulunduğunu göstermiştir. Diğer taraftan Kanada'da ve ABD'de ise Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasında tek yönlü bir bağıntı bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İşsizlik, Ar-Ge Harcamaları, G7 Ekonomileri, Panel Nedensellik

JEL Sınıflandırması: E24, O32, C32

Abstract

Technological advances made as a result of R&D activities have significant effects on both output and unemployment rates. However, there are different approaches to the effects of R&D activities on unemployment. The first of these approaches suggests that process innovation will bring technological unemployment. The other approach acknowledges that product innovation will reduce unemployment. In this study, it is aimed to analyze the causal relationship between R&D expenditures and unemployment

* Dr. Öğr. Üyesi, Selçuk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, mustafagerceker@selcuk.edu.tr

** Dr. Öğr. Üyesi, Selçuk Üniversitesi, Akşehir İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Maliye Bölümü, ibrahimozmen@selcuk.edu.tr

*** Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, mehmetmucuk@selcuk.edu.tr

by using Kónya (2006) panel bootstrap Granger causality test for G7 countries according to the data of 1990-2016 period. Causality test results show that there is a bidirectional relationship between R&D expenditures and unemployment in Germany, France, Italy, and Japan. On the other hand, there is a unidirectional causality between R&D expenditures and unemployment in Canada and the USA.

Keywords: Unemployment, R&D Expenditures, G7 Economies, Panel Causality

JEL Classification: E24, O32, C32

1. Giriş

Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerinin istihdam ve işsizlik üzerindeki etkilerine yönelik çalışmaların temeli, ekonomik büyümenin belirleyicileri arasında Ar-Ge'nin yer alıp almadığına ilişkin tartışmalara kadar uzanmaktadır. Solow tarafından geliştirilen büyüme modeline kadar neoklasik teori, teknolojik ilerlemeyi dışsal bir değişken kabul edip, çıktı genişlemesinin temel kaynağı olarak sermaye birikimi üzerine odaklanmıştır¹. Solow² modelinde ise her ne kadar teknolojiye endojen bir nitelik kazandırılrsa da; teknolojik ilerlemenin kaynaklarına dair bir ayrıntı verilmemektedir. Romer³, literatürdeki bu boşluğu gidererek içsel bir faktör kabul edilen teknoloji unsurunun içeriğini de ele almıştır⁴. Bir ekonominin ara mal, nihai mal ve araştırma olmak üzere üç farklı sektörden meydana geldiğini ileri süren Romer⁵, araştırma sektörünün beşeri sermaye ve mevcut bilgi birikimini kullanarak yenilikler ürettiğini ifade etmiştir. Araştırma sektöründe üretilen yenilikler ise ara mal sektöründe nihai mal üretimini gerçekleştirmek üzere kullanılmaktadır. Bu bağlamda daha fazla insan sermayesinin araştırma faaliyetlerine yönlendirilmesi hem yeni tasarımların üretimine hem de toplam çıktı miktarının artmasına katkıda bulunmaktadır. Grossman ve Helpman⁶ (1991), inovasyon ile büyüme arasındaki bağıntıyı dış ticaret ile ilişkilendirerek açıklama yoluna gitmiştir. Ar-Ge faaliyetleri faktör verimliliğini yükselterek üretimin artmasını sağlamaktadır. Bu sektöre yeterli büyüklükte kaynak tahsis edemeyen ülkeler ise serbest dış ticaret yoluyla teknoloji transferine gidebilmektedir. Ancak dış ticaret aracılığıyla yeniliklerin kazanılabilmesi için teşvikler önemli bir fonksiyon üstlenir. Schumpeter'in yaratıcı yıkım yaklaşımını esas alarak geliştirilen büyüme modelinde Aghion ve Howitt⁷ (1992), araştırma firmaları arasındaki rekabetten ötürü gerçekleşecek teknolojik ilerlemenin, çıktı artışına neden olacağını ileri sürmüştür. Çünkü başarılı bir inovatif faaliyet sonucu ortaya çıkarılacak bir yeni ürün veya üretim süreci, araştırma firmasına monopol kârı elde etme imkânı vermektedir. Bu durum, bir taraftan Ar-Ge çalışmaları konusunda firmaları motive ederken; diğer taraftan da teknolojik ilerlemeye neden olarak büyümenin gerçekleşmesine zemin

1 Coe, D. T., Helpman, E. (1995). International R&D Spillovers, *European Economic Review*, 39: 859-867.

2 Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth, *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1): 65-94.

3 Romer, P.M. (1990). Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, 98(5): 71-102.

4 Chu, A.C. (2015). From Solow to Romer: Teaching Endogenous Technological Change in Undergraduate Economics, MPRA Paper, 81972, <https://mpra.ub.uni.muenchen.de/81972/> (Erişim Tarihi: 03.10.2018)

5 Romer, 1990, 79.

6 Grossman, G.M., Helpman, E. (1991). Trade, Knowledge Spillovers, and Growth, *European Economic Review*, 35: 517-526.

7 Aghion, P., Howitt, P. (1992). A Model of Growth Through Creative Destruction, *Econometrica*, 60(2): 323-351.

hazırlamaktadır. Ancak her bir inovasyon, bir önceki yenilik ile birlikte ortaya çıkan kârların da yok olmasına yol açmaktadır.

Farklı gelişmişlik düzeyindeki ülkelerin ekonomik hedeflerine ulaşabilmesi bakımından merkezi bir konum üstlenen büyüme, Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerinin önemini her geçen gün daha fazla artırmaktadır. OECD⁸ (2012) tarafından Ar-Ge faaliyetleri; bilgi birikimini artırmak ve bu bilginin yeni uygulamalar geliştirmek üzere kullanılmasını sağlamak amacıyla sistematik bir şekilde yürütülen yaratıcı çalışmalar şeklinde tanımlanır. Bu çalışmalar ise; aşağıda belirtilen üç temel faaliyeti kapsamaktadır⁹:

- Temel Araştırma: Olguların ya da gözlemlenebilir gerçeklerin temelinde yer alan bilgilerden yeni bir şeyler elde edebilmek için yapılan teorik veya deneysel çalışmaları ifade etmektedir.
- Uygulamalı Araştırma: Yeni bilgiler edinmek ve belirli bir pratik amaç ya da hedefe ulaşabilmek üzere yürütülen orijinal çalışmaları ifade etmektedir.
- Deneysel Geliştirme: Araştırma ve/veya pratik deneyimlerden hareketle elde edilen bilgilere dayanarak; yeni materyaller, ürünler ya da cihazlar geliştirmek, yeni sistemler, süreçler ve hizmetler kurmak veya mevcut ürün ve üretim sistemlerini büyük ölçüde ilerletmek üzere gerçekleştirilen sistematik çalışmaları ifade etmektedir.

Ar-Ge alanında yürütülen çalışmaların, niceliksel ve niteliksel olarak üretimi olumlu yönde etkilediği ileri sürülmesine rağmen; Ar-Ge ile işsizlik arasındaki bağıntı konusunda farklı görüşler bulunmaktadır¹⁰. Bu durum, Ar-Ge faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan inovasyonun türü ile ilişkilendirilerek açıklanır¹¹. Mevcut malların iyileştirilmesini veya piyasaya yeni malların sunulmasını ifade eden ürün inovasyonu; tüketici talebini artırmakta, artan talep de yeni firmaların kurulması, yeni sektörlerin oluşması ve dolayısıyla yeni işlerin yaratılması için uygun bir zemin hazırlamaktadır¹². Diğer taraftan süreç inovasyonu ise genellikle daha az sermaye ve/veya iş gücü ile aynı miktarda çıktı üretilmesini sağladığı için üretkenlikte artışa, ancak istihdam üzerinde olumsuz bir etkiye yol açmaktadır. Söz konusu olumsuz etkinin büyüklüğü, marjinal teknik ikame oranına bağlı olarak değişmekte ve emek miktarındaki tasarruf da sektörler göre önemli ölçüde farklılaşabilmektedir¹³. Bu bağlamda belirli bir sektördeki süreç inovasyonu, teknolojik

8 OECD (2012). Main Science and Technology Indicators, Paris, OECD Publishing.

9 OECD (2015). Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, Paris, OECD Publishing.

10 Bogliacino, F., Vivarelli, M. (2010). The Job Creation Effect of R&D Expenditures, IZA Discussion Papers, 4728.

11 Matuzeviciute, K. ve diğerleri (2017). Do Technological Innovations Affect Unemployment? Some Empirical Evidence from European Countries, *Economies*, 5(48): 1-19.

12 Oberdabernig, D.A. (2016). Employment Effects of Innovation in Developing Countries: A Summary, Swiss Programme for Research on Global Issues for Development, Swiss Programme for Research on Global Issues for Development R4D Working Paper, 2016/2. ; Piva, M. ve Vivarelli, M. (2017). Is R&D Good for Employment? Microeconomic Evidence from the EU, IZA World of Labor DP, 10581 ; Vivarelli, M. (2015). Innovation and Employment, IZA World of Labor, 154.

13 Dachs, B. (2018). The Impact of New Technologies on the Labour Market and the Social Economy, Brussels, European Parliament's Science and Technology Options Assessment (STOA) Panel, European Union ; Djellal, F. ve Gallouj, F. (2006). The Relationship between Innovation and Employment in Services: A Review of the Literature

işsizlik olgusunu gündeme getirirken; yeni makinelere olan talep, fiyatlarda meydana gelen düşüş, gelir artışı ve yatırımlarda meydana gelen genişleme gibi faktörler ise ekonominin bir başka kesiminde pozitif istihdam etkisi yaratabilir¹⁴. Ancak Sanayi Devrimi sürecinde emek-yoğun üretim tekniklerinin yerini sermaye-yoğun üretim tekniklerinin alması ile birlikte teknolojik işsizlik problemi önemli bir sorun olarak o dönemdeki gelişen ülkelerin gündemine girmeye başlamıştır. Günümüzde ise Endüstri 4.0 alanında yaşanan gelişmelerin, benzer bir durumu ortaya çıkarma olasılığı bulunmaktadır. Bu bağlamda 2030'ların başlarında ABD'deki işlerin %38'inin, Almanya'daki işlerin %35'inin, İngiltere'deki işlerin %30'unun ve Japonya'daki işlerin de %21'inin otomasyona geçiş sürecinden ötürü potansiyel risk altında olduğu öngörülmektedir¹⁵. Diğer taraftan Ar-Ge faaliyetleri sonucu ürün ve üretim yapısındaki değişikliklerin, istihdam üzerinde niceliksel etkiler meydana getirmesi beklenirken; niteliksel değişimlere de yol açtığı dikkat çekmektedir¹⁶. Nitekim daha kompleks hale gelen imalat sektörlerinde yüksek vasıflı çalışanlara olan talep giderek artmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasındaki nedensel bağıntıyı G7 ülkeleri için Kónya (2006) panel bootstrap Granger nedensellik analizi yardımıyla test etmektir. Çünkü işsizlik, gelişmişlik düzeyi birbirinden farklı tüm ülkeler açısından çok ciddi ekonomik ve toplumsal sorunları beraberinde getiren bir olgudur. Diğer taraftan Ar-Ge ise ağır uluslararası rekabet koşulları içerisinde ülkelerin kalkınma ve büyümesini sağlayabilecek yenilikçi faaliyetler bütünüdür. Ülkelerin iktisadi hedeflerine ulaşabilmeleri için bir zorunluluk haline dönüşen söz konusu faaliyetlerin işsizlik üzerinde yaratacağı etkilerin belirlenmesi, proaktif politikaların üretilmesi bakımından oldukça önemlidir. Analizde G7 ülkelerinin kullanılması ise dünya genelinde Ar-Ge çalışmalarına en fazla kaynak ayıran ülke grubu olmalarından ve bu çalışmaların sosyoekonomik geri bildirimlerini de büyük ölçüde elde etmelerinden kaynaklanır. Dolayısıyla söz konusu ülkelerin Ar-Ge ile ilgili deneyimlerinin, farklı gelişmişlik düzeyindeki diğer ülkelere de örnek teşkil etmesi beklenmektedir.

Literatürdeki diğer araştırmalardan farklı olarak bu çalışmada; Ar-Ge ile işsizlik arasındaki nedensel bağıntı, bir ülke grubuna ait makro büyüklükler üzerinden ve Kónya (2006) tarafından geliştirilen panel bootstrap nedensellik testi ile sınanmıştır. Söz konusu test yatay kesit bağımlılığı ile heterojenliği birlikte dikkate alarak nedensellik ilişkisinin sağlıklı bir şekilde belirlenmesine olanak tanımaktadır. Diğer taraftan mevcut çalışmalar ise mikro ölçekli (firma ve sektör bazlı) gözlemler üzerinden Ar-Ge faaliyetlerinin temel işgücü göstergelerine o firma(lar) ve/veya sektör(ler) açısından etkilerini belirlemeye yöneliktir. Dolayısıyla bu çalışma, literatürdeki

and an Agenda for Research, Institute of Innovation Research (IoIR) / ASEAT Conference 2006 on "Innovation in Services", University of Manchester, June 2006.

14 Coad, A., Rao, R. (2007). The Employment Effects of Innovations in High-Tech Industries, Max Planck Institute of Economics, Evolutionary Economics Group, Paper No:0705.

15 Berriman, R., Hawksworth, J. (2017). Will Robots Steal our Jobs? The Potential Impact of Automation on The UK and Other Major Economies, UK Economic Outlook March 2017, <https://www.pwc.co.uk/economic-services/ukeyo/pwcukeo-section-4-automation-march-2017-v2.pdf> (Erişim Tarihi: 11.10.2018)

16 Vivarelli, 2015, 20 ; Aguilera, A., Barrera, M.G.R. (2016). Technological Unemployment: an Approximation to the Latin American Case, AD-Minister, 29: 59-78.

diğer çalışmalardan gözlem ve kullanılan ekonometrik yöntem itibariyle iki temel noktada farklılaşmaktadır. Bu yönüyle de çalışma, mevcut literatüre önemli ölçüde katkı yapmaktadır.

Altı bölümden meydana gelen çalışmanın ikinci bölümünde G7 ülkelerinin (Almanya, Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık, Fransa, İtalya, Japonya, Kanada) temel Ar-Ge göstergeleri ile ekonomik büyüklüklerine yer verilirken; üçüncü bölümde konu ile ilgili literatürdeki çalışmalar özetlenmektedir. Veri ve metodolojiye ilişkin dördüncü bölümdeki açıklamaların ardından beşinci bölümde ekonometrik bulgular sunulmaktadır. Sonuç bölümünde ise, ulaşılan bulgulardan hareketle politik önerilere yer verilmektedir.

2. G7 Ülkelerinin Ar-Ge Harcamaları ve Temel Ekonomik Büyüklükleri

Ar-Ge faaliyetleri; mevcut ürünlerin performansını artırarak rekabet gücünün yükselmesine, firmaların gelişim göstermesine ve ayrıca yeni nesil ürün ve teknoloji altyapısının oluşturulmasına zemin hazırladığı için, tarihsel süreç içerisinde oldukça önemli bir konuma gelmiştir. Tablo 1'de G7 Ülkeleri ve OECD'de gayrisafi yurtiçi Ar-Ge harcamaları, seçilmiş yıllar itibari ile gösterilmektedir. Nitekim OECD genelinde gerçekleştirilen gayrisafi yurtiçi Ar-Ge harcamalarının büyüklüğü 1990 yılında yaklaşık 564 milyar dolar iken; 2016 yılında %103 oranında bir artışla 1 trilyon 145 milyar dolar seviyelerine ulaşmıştır. Bu harcamaların yaklaşık %76'sı ise G7 ülkeleri tarafından yapılmış olup; harcamalarda en fazla pay ABD, Almanya ve Japonya'ya aittir.

Tablo 1: G7 Ülkelerinde Gayrisafi Yurtiçi Ar-Ge Harcamaları (Milyon Dolar)

	1990	2000	2010	2016
ABD	231.005	333.146	410.093	464.324
Japonya	100.115	122.223	140.619	149.495
Almanya	56.312	70.136	87.048	104.075
Fransa	38.293	43.368	50.908	55.780
Birleşik Krallık	29.508	31.440	37.573	42.949
İtalya	20.607	20.248	25.406	26.148
Kanada	12.666	21.122	24.903	24.737
OECD	563.539	773.156	1.000.773	1.144.509

Kaynak: OECD (2018), Gross Domestic Spending on R&D (gösterge), doi: 10.1787/d8b068b4-en (Erişim Tarihi: 18.11.2018)

Bir ülke açısından Ar-Ge faaliyetleri için harcanan paranın miktarı kadar, bu harcamaları yapan ekonomik birimlerin kompozisyonu da oldukça önem taşımaktadır¹⁷. Bu bağlamda Tablo 2'de Ar-Ge harcamalarının finansman kaynaklarına dair seçilmiş yıllara ait veriler gösterilmektedir. Tablo 2'deki verilere göre; Ar-Ge harcamalarının finansmanı G7 ülkelerinde ağırlıklı olarak özel sektör tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu çerçevede Japonya %77,97 ile ilk sırada yer alırken; Almanya %65,60 ile ikinci, ABD ise %62,36 ile üçüncü sırada konumlanmaktadır. Diğer taraftan

17 Yamak, A. (2017). Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı Üzerindeki Etkileri, Kalkınmada Anahtar Verimlilik, 341, <http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/ar-ge-harcamalarinin-yuksekteknolojili-urun-ihracati-uzerindeki-etkileri-turkiye-inceleme/9407> (Erişim Tarihi: 26.10.2018)

finansmanda devletin oransal payı en fazla İtalya'ya ait iken; bu ülkeyi sırasıyla Fransa ve Kanada takip etmektedir. Ekonomik büyüme ve yenilikçiliğin itici gücü olarak belirgin bir rol oynayan yükseköğretimin de¹⁸ Ar-Ge harcamalarının finansmanına katkı verdiği görülmekte olup; Kanada, Japonya ve ABD'de üniversitelere ilişkin katkı paylarının diğer G7 ülkelerinden daha fazla olduğu dikkat çekmektedir. Bununla birlikte yabancı firmalar da yerel Ar-Ge firmalarını satın alarak veya ortak olarak söz konusu çalışmalar içerisindeki paylarını artırmaktadırlar.

Tablo 2: Ar-Ge Harcamalarının Finansmanı (2015, %)

	Özel Kesim	Devlet	Yüksek Öğretim	Kâr Amacı Gütmeyen Özel Kesim	Yabancı Firmalar
ABD	62,36 ^m	25,50 ^m	3,49 ^m	3,64 ^m	5,01
Almanya	65,60	27,89 ^m	- ^m	0,36 ^m	6,15
Birleşik Krallık	48,96	27,67	1,37	4,91	17,09
Fransa	54,04	34,81	2,60	0,93	7,62
İtalya	49,99	37,98	0,99	2,73	8,30
Japonya	77,97	15,41 ^t	5,40 ^t	0,74	0,48
Kanada	42,42	32,82 ^t	10,47 ^t	4,16	10,14

Kaynak: OECD (2018) Research and Development Statistics (RDS) Gross Domestic Expenditure on R&D by Sector of Performance and Source of Funds verileri kullanılarak hesaplanmıştır. ^m metodoloji farkı; ^t tahmini değer.

1990-2016 döneminde Ar-Ge harcamalarının büyüklüğü OECD genelinde ve G7 ülkelerinde yüksek oranlarda artış göstermesine rağmen; söz konusu dönemde ülkelerin ekonomik büyüklükleri de benzer bir gelişim eğilimi sergilediği için, Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payı sınırlı ölçüde bir değişim kaydetmiştir. Tablo 3'e göre; Ar-Ge/GSYH açısından OECD ortalaması 2016 yılı itibarıyla yaklaşık %2,3 iken G7 ülkeleri arasında ilk üç sıra Japonya, Almanya ve ABD arasında paylaşılmıştır. Bu ülkelerin, aynı zamanda Ar-Ge harcamalarına OECD ortalamasının üzerinde bir kaynak aktarımı gerçekleştirdiği görülmektedir. Diğer taraftan 2000'li yıllarda Fransa, Birleşik Krallık, Kanada ve İtalya'da Ar-Ge harcamalarının GSYH içerisindeki oransal büyüklüğü OECD ortalamasının altında kalmaya devam etmiştir.

Tablo 3: G7 Ülkelerinde Ar-Ge Harcamaları (% GSYH)

	1990	2000	2010	2016
Japonya	2,707	2,906	3,137	3,141
Almanya	2,606	2,392	2,714	2,932
ABD	2,548	2,621	2,740	2,744
Fransa	2,274	2,093	2,179	2,248
Birleşik Krallık	1,948	1,627	1,669	1,688
Kanada	1,481	1,865	1,830	1,604
İtalya	1,205	1,005	1,223	1,286
OECD	2,159	2,117	2,286	2,337

Kaynak: OECD (2018), Gross Domestic Spending on R&D (gösterge), doi: 10.1787/d8b068b4-en (Erişim Tarihi: 18.11.2018)

18 Hazelkorn, E. (2009). Impact of Global Rankings on Higher Education Research and the Production of Knowledge, Occasional Paper, 15. <https://arrow.dit.ie/cserrep/16/> (Erişim Tarihi: 03.10.2018)

Ar-Ge çalışmaları önemli büyüklükte bütçeler kullanılarak gerçekleştirilmekte ve bu alanda istihdam edilen personel sayısı da giderek artmaktadır. Meslekleri esas alındığında Ar-Ge personelinin aşağıda belirtilen 3 temel kategoride değerlendirildiği görülmektedir¹⁹.

- Araştırmacılar: Ar-Ge faaliyetleri ile yenilik tanımı kapsamındaki projelerde, yeni bilgi, ürün, süreç, yöntem ve sistemlerin tasarım veya oluşturulması ve ilgili projelerin yönetilmesi süreçlerinde yer alan en az lisans mezunu uzmanlardır.
- Teknisyenler: Meslek lisesi veya meslek yüksekokullarının tasarım, teknik, fen veya sağlık bölümlerinden mezun, teknik bilgi ve deneyim sahibi kişilerdir.
- Diğer destekleyici çalışanlar: Ar-Ge veya tasarım faaliyetlerine katılan veya bu faaliyetlerle doğrudan ilişkili yönetici, teknik eleman, laborant, sekreter, işçi ve benzeri personeldir.

Nitelik ve nicelik açısından Ar-Ge personelinin gelişimi, yürütülen çalışmaların hem daha kısa zamanda sonuç vermesine hem de daha başarılı uygulamalar gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır. Tam zamanlı çalışan araştırmacıların²⁰ toplam sayısını gösteren Tablo 4'deki verilere göre; OECD geneli için 2005 yılında yaklaşık 3 milyon 697 bin olan araştırmacı sayısı, 2015 yılında yaklaşık 4 milyon 771 bin kişiye ulaşmıştır. G7 ülkelerinin toplam araştırmacılar içerisindeki payı ise %74'den %69'a gerilemiştir.

Tablo 4: G7 Ülkelerinde Tam Zaman Eşdeğeri²¹ Ar-Ge Araştırmacı Sayısı

	2005	2015
ABD	1.101.105	1.379.977
Almanya	272.148	387.982
Birleşik Krallık	248.599	284.483
Fransa	202.507	277.631
İtalya	82.489	125.875
Japonya	680.631	662.071
Kanada	136.700	162.090*
OECD	3.697.002	4.770.739

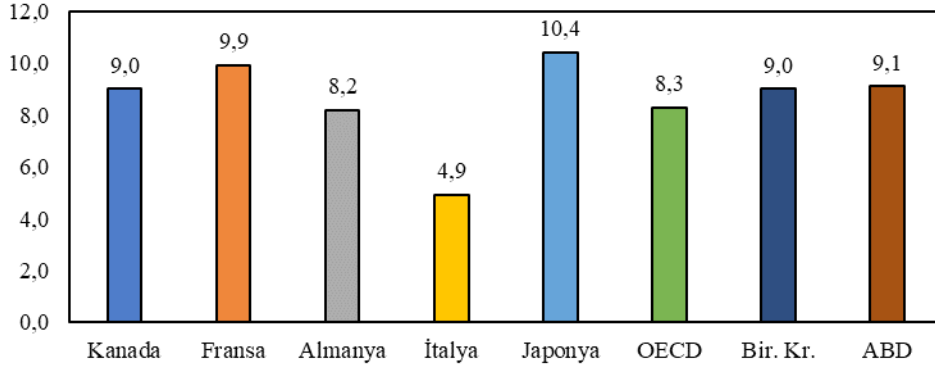
Kaynak: OECD (2018), Main Science and Technology Indicators, OECD Science, Technology and R&D Statistics (veri tabanı), <https://doi.org/10.1787/data-00182-en> (Erişim Tarihi. 18.11.2018). * 2014 yılına ait veridir.

OECD genelinde istihdam edilen bin kişi içerisinde tam zaman eşdeğeri Ar-Ge araştırmacı sayısı ortalama 8,3 iken G7 ülkeleri içerisinde en fazla personel ortalaması sırasıyla; Japonya, Fransa ve ABD'ye aittir.

19 Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun (28.02.2008 tarih ve 5746 Sayılı T.C. Resmi Gazete) ; UNESCO (2014). Guide to Conducting an R&D Survey: For Countries Starting to Measure Research and Experimental Development, Kanada, UNESCO Institute for Statistics.

20 Projelerin yönetimini yürütenlerin yanı sıra yeni bilgi, ürün, süreç, yöntem ve sistemlerin oluşturulmasına katılan profesyonellerdir.

21 Tam zaman eşdeğeri, bir yıl içerisinde Ar-Ge alanında istihdam edilen işgücünün Ar-Ge faaliyetlerine ayırdığı zamanı kişi/yıl olarak göstermektedir.

Şekil 1: G7 Ülkelerinde Ar-Ge Alanındaki Araştırmacılar (İstihdam Edilen 1.000 Kişi Arasında) (2014)

Kaynak: OECD (2018), Main Science and Technology Indicators, 2018/1, OECD Publishing, Paris.

G7 ülkeleri içerisinde toplam olarak en fazla Ar-Ge harcaması yapan ABD, aynı zamanda GSYH bakımından da ilk sırada konumlanmaktadır. Diğer taraftan oransal olarak Ar-Ge faaliyetlerine en yüksek payı ayıran Japonya ise GSYH itibarıyla G7 ülkeleri arasında ikinci sırada yer almaktadır. Ekonomik büyüklük açısından üçüncü sırada bulunan Almanya ise aynı zamanda G7 ülkeleri içerisinde en fazla Ar-Ge harcaması gerçekleştiren üçüncü ülke konumundadır. Bu durum Ar-Ge harcamaları ile gelir düzeyi arasında güçlü bir bağıntı olduğunu ifade eden yaklaşımların hipotezlerini belli ölçüde desteklemektedir.

Tablo 5: G7 Ülkelerinin Ekonomik Büyüklüğü (2016, milyon dolar)

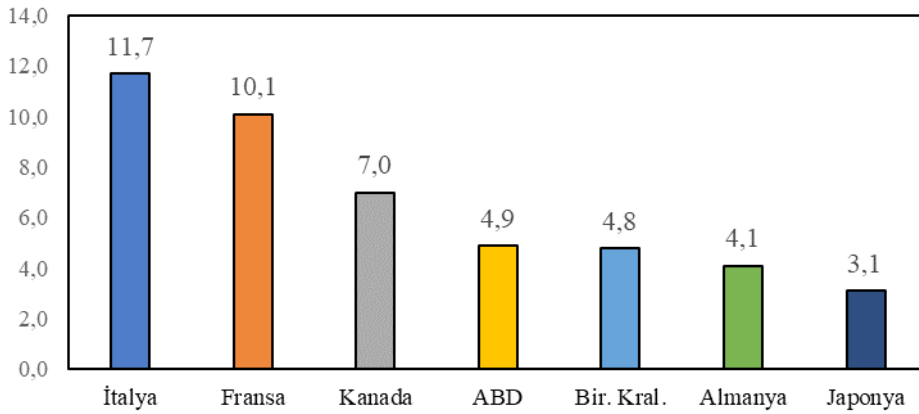
Ülkeler	GSYH	Ülkeler	GSYH
ABD	18.707.189	Fransa	2.765.185
Japonya	5.369.479	İtalya	2.339.074
Almanya	4.050.525	Kanada	1.625.361
Birleşik Krallık	2.806.915	G7 TOPLAM	37.663.728

Kaynak: OECD (2018), Gross Domestic Product (GDP) (gösterge), doi: 10.1787/dc2f7aec-en (Erişim Tarihi: 26.11.2018)

Gelir düzeyi ve yapılan Ar-Ge harcamalarının büyüklüğü itibarıyla ilk sıralarda yer alan G7 ülkeleri, aynı zamanda işsizlik oranları bakımından da görece daha iyi konumda bulunan ülkeleri oluşturmaktadır. Nitekim söz konusu ülkeler içerisinde Japonya, %3,1 ile en düşük işsizlik oranına sahip ülke iken; Japonya'yı sırasıyla Almanya (%4,1), Birleşik Krallık (4,8) ve ABD (%4,9) takip etmektedir. Buna karşılık gerek GSYH gerekse Ar-Ge harcamalarının büyüklüğü bakımından son sırada bulunan İtalya %11,7 ile işsizliğin en yüksek seviyelerde olduğu G7 ülkesidir. Her ne kadar işsizliğin ortaya çıkmasına veya azalmasına sebep olan çok sayıda unsur bulursa da; Ar-Ge faaliyetlerinin işsizliğin bir nedeni olup olmadığı ve Ar-Ge'nin işsizliği hangi yönde etkilediği konusu, üzerinde önemle durulması gereken

başlıklardan biri haline gelmiştir. Çünkü işsizlik; iktisadi bir sorun olduğu kadar, aynı zamanda sosyal bir problem özelliği de taşımaktadır. Nitekim işsiz kalanlara yönelik gelir, sağlık, eğitim vb. desteklemeler, toplumsal maliyetlerin artmasına neden olurken; üretim faktörlerinden bir bölümü de işsizlik nedeniyle atıl hale gelmektedir. Ayrıca işsiz kesim kısa vadede gelirini, uzun vadede ise emeklilik haklarını büyük ölçüde kaybetmekte, böyle bir ortamda gelir paylaşımını adil hale getirmek üzere devletin transfer harcamalarını artırma yoluna gitmesi de bütçe dengelerine zarar verebilmektedir. Diğer taraftan işsizlik, bireylerin fiziksel ve ruhsal sağlıklarını olumsuz yönde etkileyerek; hem aile içi hem de sosyal ilişkilerin zarar görmesine yol açabilmektedir²².

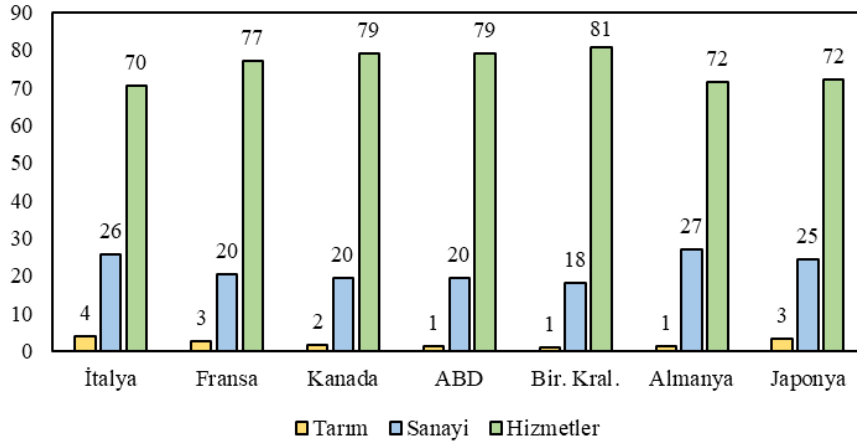
Şekil 2: G7 Ülkelerinde İşsizlik Oranı (2016)



Kaynak: OECD (2018), Unemployment Rate (gösterge), doi: 10.1787/997c8750-en (Erişim Tarihi: 26.11.2018)

Şekil 3'de görüldüğü üzere G7 ülkelerinde en fazla istihdam hizmetler sektöründe sağlanırken; bunu sırasıyla sanayi ve tarım sektörleri takip etmektedir. Bu iktisadi faaliyet kolları içerisinde sermaye/emek oranı en yüksek olan sektör ise sanayidir. Dolayısıyla Ar-Ge çalışmalarına bağlı olarak özellikle süreç inovasyonuna neden olabilecek gelişmeler, bu sektördeki istihdam düzeylerini olumsuz yönde etkileyebilecektir. Toplam işgücünün önemli bir bölümü de bu sektörde istihdam edildiği için kısa dönemde Ar-Ge'nin işsizliği artırma olasılığı bulunmaktadır.

22 The Parliament of the Commonwealth of Australia (2000). Age Counts An Inquiry into Issues Specific to Mature-Age Workers, Canberra, Australian Capital Territory: Parliament of Australia.

Şekil 3: G7 Ülkelerinde Sektörel İstihdam Oranları (2018)

Kaynak: International Labour Organization (2019), ILOSTAT Database (Erişim Tarihi: 21.06.2019)

3. Literatür Taraması

Özellikle 2000’li yıllardan itibaren Ar-Ge harcamalarının iktisadi etkilerini konu edinen çalışmaların sayısı artış göstermeye başlamıştır. Bu çalışmaların önemli bir bölümünde ise Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler test edilmiştir. Nispeten daha az olmakla beraber Ar-Ge ve işsizlik (veya istihdam) bağıntısını ele alan araştırmalar da bulunmaktadır. Ancak söz konusu araştırmalarda genellikle mikro ölçekli (firma odaklı) gözlemler üzerinden nedenselliğin belirlenmesine yönelik analizler yapılmıştır. Tablo 6’da, Ar-Ge-işsizlik (veya istihdam) bağıntısını mikro ölçekli gözlemler üzerinden ele alan sınırlı sayıda araştırmalardan ulaşılabildiğimiz çalışmalara ait özet bilgiler yer almaktadır.

Tablo 6: Literatür Taraması

Yazar(lar)	Gözlem	Yöntem	Özet Sonuç
Brouwer vd. (1993)	859 adet Hollanda imalat sanayi firması	En Küçük Kareler Yöntemi (EKK)	Ar-Ge harcamaları ile istihdam arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır.
Kirchhoff vd. (2007)	ABD’deki yeni firmalar	İki Aşamalı EKK, SUR (Görünürde İlişkisiz Regresyon) Modeli	Üniversitelerin yapmış oldukları Ar-Ge harcamaları, istihdama pozitif yönde katkı sunmaktadır.
Bogliacino ve Vivarelli (2010)	16 Avrupa ülkesindeki 25 adet imalat ve hizmet sektörü	GMM-SYS panel tahmini	Ar-Ge harcamaları, imalat ve hizmet sektörlerinde istihdamı olumlu yönde etkilemektedir.

Coad ve Rao (2010)	ABD imalat sanayi firmaları	EKK, Mutlak Sapma	t dönemindeki firma satışları ve istihdamda meydana gelen artışlar ile t+1 döneminde gerçekleşen Ar-Ge harcamaları arasında güçlü bir ilişki söz konusudur.
Bogliacino vd. (2014)	677 adet Avrupa firması	EKK	Ar-Ge çalışmaları, yüksek teknoloji imalat ve hizmetler sektöründe istihdamı olumlu yönde etkilemektedir.
Tamayo ve Huergo (2016)	İspanya firmaları*	İki Aşamalı EKK	Ar-Ge ve nitelikli istihdam arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır.
Piva ve Vivarelli (2017)	674 adet Avrupa firması	En Küçük Kareler (Düzeltilmiş Kukla Değişkenli)	Ar-Ge harcamalarının istihdama pozitif anlamda etkisi bulunmaktadır. Ancak bu etki düşük teknoloji üretim yapan firmalarda tespit edilememiştir.
Agovino vd. (2018)	879 adet Ar-Ge yoğun firmaları	Panel Katsayı Tahmini	Teknolojik değişimler ve Ar-Ge faaliyetleri şirket istihdamına önemli etkilerde bulunmaktadır.

Not: *Çalışmada ele alınan firmalar çeşitli başlıklara göre sınıflandırılmıştır. Detaylı bilgi için bkz. Tamayo ve Huergo (2016:1422-1424).

Bu konuda ilk olarak uygulamalı araştırma yapanlardan Brouwer vd.²³ (1993), Ar-Ge harcamalarının teknolojik işsizlik üzerinden istihdamı olumsuz yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Ancak son dönemlerde yapılan çalışmaların büyük bölümünde ise Ar-Ge, yüksek teknoloji ve inovasyon gibi faaliyetlerin üretim faktörlerinin kullanımını olumlu etkilediği yönündeki bulgular ağırlık kazanmıştır.

4. Veri ve Metodoloji

Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasındaki ilişkinin G7 ülkeleri için ampirik olarak ele alındığı bu çalışmada kullanılan değişkenler ve veri kaynakları Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 7: Analizde Kullanılan Değişkenler ve Veri Kaynakları

Değişkenler	Simge	Veri Kaynakları	Veri Dönemi
İşsizlik Oranı	lnUNP	OECD*, AMECO**	1990-2016
Kişi Başına GSYH	lnY***	OECD	1990-2016
Ar-Ge Harcamaları (% GSYH)	lnRD	OECD	1990-2016

Not: *Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü. **Avrupa Komisyonu Ekonomik ve Mali İşler Genel Müdürlüğü Yıllık Makro Ekonomik Veri Tabanı. *** Esas olarak Ar-Ge harcamaları ve işsizlik ilişkisini araştırmayı amaçlayan bu çalışmada, söz konusu değişkenlerin yanı sıra; büyüme ve işsizlik ilişkisini belirlemek açısından kişi başına GSYH değişkeni de modele eklenmiştir.

Ekonometrik analizlerde kullanılan teknikler ise şu şekildedir:

23 Brouwer, E. ve diğerleri (1993). Employment Growth and Innovation at The Firm Level, Journal of Evolutionary Economics, 3: 153-159.

- Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Testi
- Panel Nedensellik Testi

Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Testi: Ticari ve finansal küreselleşme süreci, bir ülkede meydana gelen ekonomik dalgalanmanın diğer ülkeleri de etkilemesi açısından uygun bir iklim yaratmıştır²⁴. Paneli meydana getiren ülkeler arasında böyle bir etkileşimin varlığı ise yatay kesit bağımlılığı testi ile ortaya çıkarılabilmektedir. Ayrıca bu test sonuçlarından hareketle değişkenler arasındaki ilişkiyi tespit edebilmek için kullanılması gereken doğru teknikler de belirlenmektedir. Yatay kesit bağımlılığını sınamak amacıyla temel olarak Breusch ve Pagan²⁵ (1980) tarafından geliştirilen CD_{LM1} , Pesaran²⁶ (2004) tarafından geliştirilen CD_{LM2} - CD_{LM3} ve Pesaran vd.²⁷ (2008) tarafından geliştirilen LM_{adj} testleri kullanılmaktadır. Yapılan testler sonucunda hesaplanan olasılık değerlerinin 0,05'den küçük çıkması halinde paneli meydana getiren ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığının olduğuna karar verilmektedir.

Modelde yer alan eğim katsayılarının aynı olup olmadığını belirlemek için Pesaran ve Yamagata²⁸ (2008) tarafından geliştirilen homojenlik (Delta) testlerinden faydalanılmaktadır. Burada büyük örneklem için Δ testi önerilirken; küçük örneklem için de Δ_{adj} testinin kullanılabileceği ifade edilmiştir. Söz konusu testler sonucunda hesaplanan olasılık değerlerinin 0,05'den küçük çıkması, eğim katsayılarının birbirinden farklı olduğu anlamına gelmektedir.

Panel Nedensellik Testi: Yatay kesit bağımlılığı ve heterojenliğin söz konusu olması durumunda Konya²⁹ (2006) tarafından geliştirilen panel bootstrap nedensellik testi kullanılabilmektedir. Nedensellik testi kapsamında bootstrap kritik değerleri ile Wald testi, değişkenler arasındaki ilişkinin yönü hakkında bilgi vermekte olup; Wald testi hangi kritik değerden yüksek ise ilgili anlamlılık düzeyinde boş hipotez reddedilmektedir.

5. Ekonometrik Bulgular

Ar-Ge harcamaları, işsizlik ve kişi başına GSYH arasındaki nedensel ilişkilerin G7 ülkeleri için araştırıldığı bu çalışmada öncelikle yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik testleri yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 8'de sunulmuştur.

-
- 24 Shahbaz, M. ve diğerleri (2017). How Strong is the Causal Relationship between Globalization and Energy Consumption in Developed Economies? A Country-Specific Time-Series and Panel Analysis, MPRA Paper, 80718.
- 25 Breusch, T.S., Pagan, A. (1980). The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics, Review of Economic Studies, 47(1): 239-253.
- 26 Pesaran, M.H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels, Cambridge Working Papers in Economics, 0435.
- 27 Pesaran, M.H. ve diğerleri (2008). A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross Section Independence, Econometrics Journal, 11(1): 105-127.
- 28 Pesaran, M.H. ve Yamagata, T. (2008). Testing Slope Homogeneity in Large Panels, Journal of Econometrics, 142(1): 50-93.
- 29 Konya, L. (2006). Exports and Growth: Granger Causality Analysis on OECD Countries with A Panel Data Approach, Economic Modelling, 23: 978-992.

Tablo 8: Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Testi Sonuçları

Regresyon Modeli:		
$\ln UNP_{it} = \beta_0 + \beta_{1i} \ln RD + \beta_{2i} \ln Y + \epsilon_{it}$	İstatistik	Olasılık
Yatay Kesit Bağımlılık Testleri:		
CD _{lm1} (BP,1980)	87,758***	0,000
CD _{lm2} (Pesaran, 2004)	10,301***	0,000
CD _{lm3} (Pesaran, 2004)	3,917***	0,000
LM _{adj} (PUY, 2008)	6,908***	0,000
Homojenlik Testleri:		
$\tilde{\Delta}$	8,047***	0,000
$\tilde{\Delta}_{adj}$	8,535***	0,000

Not: *, ** ve *** istatistiki olarak %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik testlerine ilişkin hesaplanan olasılık değerleri 0,05'den küçük çıktığı için paneli oluşturan ülkelerde ekonomik açıdan bir etkileşimin olduğu görülmekte olup; aynı zamanda eğim katsayıları da yatay kesitler arasında farklılaşmaktadır.

Yatay kesit bağımlılığı ile heterojenliği birlikte dikkate alan Konya (2006) bootstrap nedensellik testi kapsamında öncelikle Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasındaki ilişkiler analiz edilmiş, elde edilen bulgular Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9: Bootstrap Nedensellik Bulguları (Ar-Ge Harcamaları, İşsizlik)

Ülkeler	$H_0: RD \neq UNP$				$H_0: UNP \neq RD$			
	Wald Testi	Bootstrap Kritik Değer			Wald Testi	Bootstrap Kritik Değer		
		%1	%5	%10		%1	%5	%10
ABD	13,801	22,498	16,905	14,555	11,691***	5,800	3,356	2,289
Almanya	25,850***	20,358	15,822	14,109	12,890***	4,959	2,805	2,048
Kanada	72,162***	35,949	25,009	21,212	0,060	8,958	6,243	4,401
Fransa	21,120**	22,535	15,119	12,534	17,737***	9,714	5,546	4,240
Bir. Kr. ³⁰	13,9120	22,356	14,517	11,707	0,728	7,588	4,916	3,571
İtalya	4,309**	5,046	3,045	2,387	3,560***	1,985	1,298	0,857
Japonya	9,572***	3,536	1,746	1,142	15,133***	10,191	7,252	5,667
Fisher Test İst.	38,385**		[0,000]		25,149**		[0,033]	

Not: Maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak belirlenmiş ve Akaike bilgi kriteri tercih edilmiştir. Kritik değerler 1000 Bootstrap'a dayanmaktadır. *, ** ve *** istatistiki olarak %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir. [] p olasılık değerini temsil etmektedir.

Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasındaki nedensel ilişkileri gösteren bulgulara göre; Almanya, Fransa, İtalya ve Japonya'da Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasında çift yönlü bir bağıntı var iken Kanada'da Ar-Ge harcamalarından işsizliğe doğru ABD'de ise işsizlikten Ar-Ge harcamalarına doğru tek yönlü bir bağıntı bulunmaktadır. İngiltere'de ise söz konusu iki değişken arasında herhangi bir bağıntı bulunmamaktadır.

Ar-Ge harcamaları ile kişi başına GSYH arasındaki bootstrap nedensellik ilişkilerini gösteren bulgular Tablo 10'da yer almaktadır.

Tablo 10: Bootstrap Nedensellik Bulguları (Ar-Ge Harcamaları, Kişi Başına GSYH)

Ülkeler	$H_0: RD \neq Y$				$H_0: Y \neq RD$			
	Wald Testi	Bootstrap Kritik Değer			Wald Testi	Bootstrap Kritik Değer		
		%1	%5	%10		%1	%5	%10
ABD	3,459	12,318	7,820	5,974	10,974**	15,094	11,866	9,915
Almanya	4,710**	5,772	3,876	3,104	84,194***	25,953	19,213	17,462
Kanada	9,665**	9,612	6,778	5,680	6,874***	3,069	1,575	0,971
Fransa	6,285***	6,048	4,000	3,186	1,112*	1,829	1,136	0,769
Bir. Kr.	2,647	7,286	4,782	3,843	0,320	4,382	2,811	2,213
İtalya	0,778	3,996	2,748	2,055	27,207***	14,598	11,884	10,738
Japonya	0,042	5,427	3,275	2,443	3,841	42,060	30,875	27,289
Fisher Test İst.	33,893***	[0,002]			26,022*	[0,026]		

Not: Maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak belirlenmiş ve Akaike bilgi kriteri tercih edilmiştir. Kritik değerler 1000 Bootstrap'a dayanmaktadır. *, ** ve *** istatistiki olarak %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir. [] p olasılık değerini temsil etmektedir.

Ar-Ge harcamaları ile kişi başına GSYH arasındaki nedensel ilişkileri gösteren bulgulara göre; Almanya, Kanada ve Fransa'da Ar-Ge harcamaları ile kişi başına GSYH arasında çift yönlü bir bağıntı var iken ABD ve İtalya'da kişi başına GSYH'den Ar-Ge harcamalarına doğru tek yönlü bir bağıntı bulunmaktadır. Diğer yandan İngiltere ve Japonya'da Ar-Ge harcamaları ile kişi başına GSYH arasında herhangi bir bağıntı bulunmamaktadır.

Son olarak kişi başına GSYH ile işsizlik arasındaki bootstrap nedensellik ilişkileri test edilmiş ve elde edilen bulgular Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11: Bootstrap Nedensellik Bulguları (Kişi Başına GSYH, İşsizlik)

Ülkeler	$H_0: Y \neq UNP$				$H_0: UNP \neq Y$			
	Wald Testi	Bootstrap Kritik Değer			Wald Testi	Bootstrap Kritik Değer		
		%1	%5	%10		%1	%5	%10
ABD	0,000	1,138	0,680	0,501	0,377	14,645	10,523	8,766
Almanya	27,941***	11,117	8,850	7,980	0,664	10,148	6,436	5,062
Kanada	10,367	23,226	18,384	16,134	1,188	15,772	11,954	9,755
Fransa	0,431	4,441	2,608	1,930	2,171*	3,668	2,548	1,931

Bir. Kr.	1,938	5,783	4,678	4,152	0,077	8,069	5,002	3,698
İtalya	0,110	1,092	0,702	0,498	0,066	3,377	1,983	1,389
Japonya	3,355	3,037	1,701	1,305	15,133***	10,191	7,252	5,667
Fisher Test İst.	14,373		[0,422]		6,650		[0,947]	

Not: Maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak belirlenmiş ve Akaike bilgi kriteri tercih edilmiştir. Kritik değerler 1000 Bootstrap'a dayanmaktadır. *, ** ve *** istatistiki olarak %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir. [] p olasılık değerini temsil etmektedir.

Kişi başına GSYH ile işsizlik arasındaki nedensel ilişkileri gösteren bulgulara göre; Almanya'da kişi başına GSYH'den işsizliğe doğru, Fransa ve Japonya'da ise işsizlikten kişi başına GSYH'ye doğru tek yönlü bir bağıntı bulunmaktadır. Diğer ülkelerde ise kişi başına GSYH ile işsizlik arasında herhangi bir bağıntı söz konusu değildir.

6. Sonuç

Ülkeler arasındaki ekonomik, teknik ve ticari sınırların büyük ölçüde ortadan kalktığı küresel sistemde firmaların piyasa paylarını koruyabilmeleri ve/veya artırabilmeleri için rekabet güçlerini ilerletmeleri kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu durum, tüm iktisadi birimlerin Ar-Ge faaliyetleri aracılığıyla yenilik odaklı stratejiler izlemelerini bir zorunluluk haline getirmiştir. Dolayısıyla yeni ürün ve/veya üretim sistemleri geliştirmek üzere Ar-Ge çalışmalarına ayrılan kaynaklar dünya genelinde giderek artmaktadır. Nitekim inovasyon odaklı faaliyetlere gereken önemi veren ülkelerin mikro ve makro iktisadi büyüklükler açısından belirgin ilerlemeler kaydettiği görülmektedir. Çünkü günümüz koşullarında Ar-Ge ve inovasyon, büyüme ve kalkınma süreçlerinin itici gücü konumuna gelmiştir. Ar-Ge çalışmaları, üretimi nicelik ve nitelik itibarıyla olumlu yönde etkilemekle birlikte işsizlik üzerindeki etkileri bakımından farklı görüşler bulunmaktadır.

Bu çalışmada esas itibarıyla Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasındaki ilişkinin 1990-2016 dönemine ait yıllık verilerden hareketle G7 ülkeleri için analiz edilmesi amaçlanmış ve bu amaca uygun olarak da Konya tarafından geliştirilen panel bootstrap nedensellik testi kullanılmıştır. Söz konusu test, yatay kesit bağımlılığı ile heterojenliği birlikte dikkate alması bakımından değişkenler arasındaki bağıntının sağlıklı bir şekilde belirlenmesine olanak tanımaktadır. Elde edilen bulgulara göre; Almanya, Fransa, İtalya ve Japonya'da Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasında çift yönlü bir bağıntı var iken; Kanada'da Ar-Ge harcamalarından işsizliğe doğru, ABD'de ise işsizlikten Ar-Ge harcamalarına doğru tek yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Ayrıca Almanya, Kanada ve Fransa'da Ar-Ge harcamaları ile kişi başına GSYH arasında çift yönlü, ABD ve İtalya'da da kişi başına GSYH'den Ar-Ge harcamalarına doğru tek yönlü bir bağıntının olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak Ar-Ge faaliyetleri ile gelir ve işsizlik göstergeleri arasında bir etkileşim olduğu görülmüştür. Gelirdeki artışlar, bu faaliyetlerin artmasına neden olabildiği gibi; söz konusu

faaliyetler de gelirin artmasına yol açabilmektedir. Ayrıca Ar-Ge çalışmaları, emek faktörünün üretim sürecindeki kullanım düzeyine de yansımaktadır. Dolayısıyla diğer ülkelerin ekonomik hedeflerine ulaşabilmeleri açısından ürün ve üretim tekniklerini geliştirmeleri oldukça önemlidir. Ancak yenilikçi faaliyetlerin bir işsizlik sorunu yaratmaması için nüfusun, sektörel ihtiyaçları karşılayacak şekilde yönlendirilmesi ve kaliteli bir eğitime tabi tutulması gerekmektedir.

Kaynakça

- AGHION, P. ve Howitt, P. (1992). A Model of Growth Through Creative Destruction, *Econometrica*, 60(2): 323-351.
- AGOVINO, M., Aldieri, L., Garofalo, A., Vinci, C.P. (2018). R&D Spillovers and Employment: Evidence From European Patent Data, *Empirica*, 45: 247-260.
- AGUILERA, A. ve Barrera, M.G.R. (2016). Technological Unemployment: an Approximation to the Latin American Case, *AD-Minister*, 29: 59-78.
- BERRIMAN, R. ve Hawksworth, J. (2017). Will Robots Steal our Jobs? The Potential Impact of Automation on The UK and Other Major Economies, UK Economic Outlook March 2017, <https://www.pwc.co.uk/economic-services/ukeo/pwcukeo-section-4-automation-march-2017-v2.pdf> (Erişim Tarihi: 11.10.2018)
- BLANCO, L., James, P. ve Ji, G. (2013). The Impact of Research and Development on Economic Growth and Productivity in the US States, *Pepperdine University School of Public Policy Working Papers*, 48, <http://digitalcommons.pepperdine.edu/sppworkingpapers/48> (Erişim Tarihi: 11.10.2018)
- BOGLIACINO, F. ve Vivarelli, M. (2010). The Job Creation Effect of R&D Expenditures, *IZA Discussion Papers*, 4728.
- BOGLIACINO, F., Piva, M. ve Vivarelli, M. (2014). Technology and Employment: The Job Creation Effect of Business R&D, *Rivista Internazionale di Scienze Sociali*, 3: 239-264.
- BREUSCH, T.S. ve Pagan, A. (1980). The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics, *Review of Economic Studies*, 47(1): 239-253.
- BROUWER, E., Kleinknecht, A. ve Reijnen, J.O.N. (1993). Employment Growth and Innovation at The Firm Level, *Journal of Evolutionary Economics*, 3: 153-159.
- CHU, A.C. (2015). From Solow to Romer: Teaching Endogenous Technological Change in Undergraduate Economics, *MPRA Paper*, 81972, <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/81972/> (Erişim Tarihi: 03.10.2018)
- COAD, A. ve Rao, R. (2007). The Employment Effects of Innovations in High-Tech Industries, *Max Planck Institute of Economics Evolutionary Economics Group*, Paper No: 0705.
- COAD, A. ve Rao, R. (2010). Firm Growth and R&D Expenditure, *Economics of Innovation and New Technology*, 19(2): 127-145.
- COE, D. T. ve Helpman, E.. (1995). International R&D Spillovers, *European Economic Review*, 39: 859-867.
- DACHS, B. (2018). The Impact of New Technologies on the Labour Market and the Social Economy, Brussels, European Parliament's Science and Technology Options Assessment (STOA) Panel, European Union.
- DJELLAL, F. ve Gallouj, F. (2006). The Relationship between Innovation and Employment in Services: A Review of the Literature and an Agenda for Research, *Institute of Innovation Research (IoIR) / ASEAT Conference 2006 on "Innovation in Services"*, University of Manchester, June 2006.

- GROSSMAN, G.M. ve Helpman, E. (1991). Trade, Knowledge Spillovers, and Growth, *European Economic Review*, 35: 517-526.
- HAZELKORN, E. (2009). Impact of Global Rankings on Higher Education Research and the Production of Knowledge, *Occasional Paper*, 15. <https://arrow.dit.ie/cserrep/16/> (Erişim Tarihi: 03.10.2018)
- KIRCHHOFF, B.A., Newbert, S.L., Hasan, I. ve Armington, C. (2007). The Influence of University R&D Expenditures on New Business Formations and Employment Growth, *Entrepreneurship Theory and Practice*, 31(4): 543-559.
- KÓNYA, L. (2006). Exports and Growth: Granger Causality Analysis on OECD Countries with A Panel Data Approach, *Economic Modelling*, 23: 978-992.
- MATUZEVICIUTE, K., Mindaugas, B. ve Akvile, K. (2017). Do Technological Innovations Affect Unemployment? Some Empirical Evidence from European Countries, *Economies*, 5(48): 1-19.
- OBERDABERNIG, D.A. (2016). Employment Effects of Innovation in Developing Countries: A Summary, *Swiss Programme for Research on Global Issues for Development, R4D Working Paper*, 2016/2.
- OECD (2018). *Main Science and Technology Indicators*, 2018/1, Paris, OECD Publishing.
- OECD (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*, Paris, OECD Publishing.
- OECD (2012). *Main Science and Technology Indicators*, Paris, OECD Publishing.
- PESARAN, M.H. (2004). *General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels*, *Cambridge Working Papers in Economics*, 0435.
- PESARAN, M.H. ve Yamagata, T. (2008). Testing Slope Homogeneity in Large Panels, *Journal of Econometrics*, 142(1): 50-93.
- PESARAN, M.H., Aman, U. ve Takashi, Y. (2008). A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross Section Independence, *Econometrics Journal*, 11(1): 105-127.
- PIVA, M. ve Vivarelli, M. (2017). Is R&D Good for Employment? Microeconomic Evidence from the EU, *IZA World of Labor DP*, 10581.
- ROMER, P.M. (1990). Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, 98(5): 71-102.
- SHAHBAZ, M., Syed J.H.S., Mantu, K.M. ve Perry, S. (2017). How Strong is the Causal Relationship between Globalization and Energy Consumption in Developed Economies? A Country-Specific Time-Series and Panel Analysis, *MPRA Paper*, 80718.
- SOLOW, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth, *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1): 65-94.
- TAMAYO, M.P. ve Huelgo, E. (2016). The Effect of R&D Services Offshoring on Skilled Employment: Firm Evidence, *The World Economy*, 39(9): 1414-1433.
- THE PARLIAMENT OF THE COMMONWEALTH OF AUSTRALIA (2000). *Age Counts An Inquiry into Issues Specific to Mature-Age Workers*, Canberra, Australian Capital Territory: Parliament of Australia.
- UNESCO (2014). *Guide to Conducting an R&D Survey: For Countries Starting to Measure Research and Experimental Development*, Kanada, UNESCO Institute for Statistics.
- VIVARELLI, M. (2015). *Innovation and Employment*, *IZA World of Labor*, 154.
- YAMAK, A. (2017). Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı Üzerindeki Etkileri, *Kalkınmada Anahtar Verimlilik*, 341, <http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/ar-ge-harcamalarinin-yuksekteknolojili-urun-ihracati-uzerindeki-etkileri-turkiye-incelemesi/9407> (Erişim Tarihi: 26.10.2018)

Extended Abstract

There are different approaches to the effects of R&D activities on unemployment. This situation is explained by the relation of the type of innovation that is generated as a result of R & D activities. Product innovation leads to an increase in consumer demand. Increased demand may lead to the establishment of new firms and the development of new sectors. Thus, a ground is created to create new jobs. On the other hand, process innovation may have a negative impact on employment by increasing the efficiency of the capital factor. In this context, process innovation in a certain sector can bring the phenomenon of technological unemployment. The aim of this study is to test the causal relationship between R&D expenditures and unemployment by using panel bootstrap analysis for G7 countries. Because unemployment is a phenomenon that brings with it serious economic and social problems for all countries with different levels of development. R&D is the whole of innovative activities that can enable the development and growth of countries in the context of heavy international competition conditions. In order to produce proactive policies, it is important to determine the impacts of these activities on unemployment. In current studies, the effect of R&D activities on firm and sector employment was investigated using micro-scale observations. Therefore, this study differs from other studies in the literature in terms of observation and econometric method. The use of G7 countries in the analysis is due to the fact that they are the country group that allocates the most resources to R&D studies worldwide and they have obtained socioeconomic feedback to a large extent. Therefore, it is expected that these countries' experiences related to R&D will set an example for other countries at the different development level. In order to determine the relationship between R&D expenditures and unemployment, panel bootstrap causality technique developed by Kónya (2006) was used. In this context, firstly, whether there is an interaction between countries was tested with cross-sectional dependence. Four different methods (CD_{LM1} , CD_{LM2} , CD_{LM3} , LM_{adj}) are used to test the cross-sectional dependence. Secondly, homogeneity of cointegration coefficients was investigated by slope homogeneity test developed by Pesaran and Yamagata (2008). Finally, the relationship between the variables was investigated by the Kónya (2006) panel bootstrap causality test, which considers the cross-sectional dependence and heterogeneity together. According to the findings; it has been seen that there is an economic interaction in the panel countries. At the same time, it was concluded that slope coefficients differ across countries. Panel bootstrap causality test showed that there is a bidirectional relationship between R&D expenditures and GDP per capita in Germany, Canada, and France. On the other hand, there is a unidirectional relationship between per capita GDP and R&D expenditures in the USA and Italy. However, there is no causality between R&D expenditures and GDP per capita in the United Kingdom and Japan. In Germany, France, Italy, and Japan, there is a bidirectional relationship between R&D expenditures and unemployment. In Canada, while there is a relationship from R&D expenditures to unemployment, but in the USA there is a unidirectional from unemployment to R&D expenditures. In the United Kingdom, there is no causality between these two variables. According to the findings of the causal relationships between R&D expenditures and GDP per capita, there is a bidirectional relationship between R&D expenditures and per capita GDP

in Germany, Canada, and France. In the USA and Italy, there is a unidirectional relationship between GDP per capita and R&D expenditures. On the other hand, there is no causality between R&D expenditures and GDP per capita in the United Kingdom and Japan. According to the findings of the relationship between GDP per capita and unemployment, there is a unidirectional causality from GDP per capita to unemployment in Germany. In France and Japan, there is a unidirectional relationship from unemployment to per capita GDP. In other countries, there is no causality between GDP per capita and unemployment. As a result, there is an interaction between R & D activities, income, and labor indicators. Increases in revenue can cause R & D activities to increase; these activities may also lead to an increase in revenue. In addition, R & D activities affect the level of use of the labor factor in the production process. Therefore, it is very important for countries to develop their product and production techniques in order to reach their economic targets. However, in order for innovative activities not to create an unemployment problem, the population needs to be directed to meet sectoral needs.