

Article History

Received / Geliş
30.11.2017

Accepted / Kabul
05.12.2017

Available Online / Yayınlanma
15.12.2017

**THE RELATIONSHIP BETWEEN R&D
EXPENDITURES AND ECONOMIC GROWTH:
PANEL DATA ANALYSIS**

OECD ÜLKELERİNDE AR-GE HARCAMALARI VE EKONOMİK BÜYÜME
İLİŞKİSİ: PANEL VERİ ANALİZİ¹

Metehan YILGÖR²
Ayça ÖZEKİN³
Duygu SEVİM AYTAN⁴

Abstract

The purpose of this study is to explore the relationship between R & D expenditure and economic growth for the period 2006 - 2015 using data from 22 OECD countries. Panel unit root tests were performed for this purpose, panel cointegration tests and panel causality analysis were used. GDP per capita was used as an indicator of economic growth and R & D expenditures (RD) per capita were used as indicators of R & D expenditures. Economic growth data was obtained from the OECD website in 2005 - 2017. R & D expenditure data was obtained from the Eurostat website during 2006 - 2015. Since OECD is comprehensive, OECD countries with R & D expenditure data were selected and put into panel data for the same years (2006 - 2015). As a result of unit root test with both variables (GDP and RD), the series became stationary when the first differences were taken. It is determined that the cointegration relation exists in said countries between two variables as a result of Kao and Pedroni panel cointegration tests performed by keeping the first differences of series determined as non-stationary at level. As a result of Granger causality analysis; It has been proven that there is a mutually significant relationship between R & D expenditures and economic growth variables.

Key Words: Panel unit root test, panel Granger causality analyses, panel data analyses, panel cointegration test.

Özet

Bu çalışmanın amacı, 22 OECD ülkesi verisi kullanılarak 2006 - 2015 dönemi için AR-GE harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Bu amaçla panel birim kök testleri yapılmış olup, panel eşbütünlük testleri ve panel nedensellik analizi kullanılmıştır. Ekonomik büyüme göstergesi olarak kişi başına düşen milli gelir (GDP), AR-GE harcamaları göstergesi olarak ise yine kişi başına düşen Ar-Ge harcamaları (RD) verileri kullanılmıştır. Çalışma OECD kapsamlı olduğundan dolayı, Ar-Ge harcaması verisi bulunan OECD ülkeleri seçilip, aynı yıllar için (2006 - 2015) düzenlenip panel veri haline getirilmiştir. Her iki değişkene (GDP ve RD) yapılan birim kök test sonucunda, seriler birinci farkları alındığında durağan hale gelmiştir. Düzeyde durağan olmadığı belirlenen serilerin birinci farkları alınarak yapılan Kao ve Pedroni panel eşbütünlük testleri sonucunda iki değişken arasında sözü edilen ülkelerde eşbütünlük ilişkisinin mevcut olduğu bulunmuştur. Yapılan Granger nedensellik analizi sonucunda ise; Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında karşılıklı olarak anlamlı bir ilişki olduğu kanıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Panel birim kök testi, panel Granger nedensellik analizi, panel veri analizi, panel eşbütünlük testi.

¹ Bu çalışma, 3-5 Kasım 2017 tarihinde 1.Uluslararası Eğitim ve Sosyal Bilimler Sempozyumu'nda Bildiri olarak sunulmuştur.

² Doç.Dr., Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Ekonometri Bölümü, milgor@bandirma.edu.tr

³ Arş.Gör.Dr., Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Ekonometri Bölümü, aozekin@bandirma.edu.tr

⁴ Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Ekonometri A.B.D Yüksek lisans öğrencisi, sevimduygu@gmail.com

GİRİŞ

Teknoloji çağında yaşadığımız günümüz toplumunda, bilgi oldukça önemli hale gelmiştir. Öyle ki gerek özel şirketlerde olsun gerek kamu kurum ve kuruluşlarında bilgi temelli birimler açılmakta ve bu konuda uzman kişiler istihdam edilmektedir. Ancak esasen bilimin ortaya çıktığı kadim dönemlerden beri bilgi ve bilgiye sahip olmanın getirdiği kazanımlar gerek iktisat gerekse siyaset ve felsefe düşünürlerince üzerinde önemle durulan bir konudur. İngiliz düşünür Francis Bacon'da 17. yüzyılın başlarında *bilgi güç kaynağıdır* diyerek, bilginin ve dolayısıyla bilimin, refah ve gelişme açısından ne kadar önemli olduğunu dile getirmiştir (Demir & Özkan, 2017).

Bilgiye yatırım ile ülkelerin teknolojik yönden gelişmeleri sonucunda refahın yükselmesi söz konusu olmaktadır. Bu süreçte araştırma geliştirme faaliyetlerinde önemli bir rol üstlenmektedir. Araştırma geliştirme faaliyetleri sayesinde yeni teknolojiler üretilmektedir. Yani bilime yatırım girdi olurken, teknoloji çıktısıdır. Araştırmaya, bilgiye ve dolayısıyla bilime yapılan yatırımlar sayesinde ortaya çıkan yeni teknolojiler, aynı zamanda ülkeleri toplumsal değişimlere uğratarken gelir düzeyinde de ileri seviyelere taşımaktadır.

İktisat literatüründe yüksek teknoloji ve gelir düzeyi arasındaki bu ilişkiye dolaylı yoldan dikkat çeken ilk çalışmalardan biri Kondratieff (1935) tarafından yapılmıştır. Kondratieff *İktisadi Yaşamın Uzun Dalgaları* (Bol'schije Cykly Konjunktury) isimli eserinde bugün Kondratieff dalgaları olarak isimlendirilen ve toplumsal değişim ve ekonomik büyümeyi tetikleyen 40-60 yıllık döngülerin başlangıcının teknolojik yenilikler olduğunu belirtmektedir. Bu durum, var olan bir teknolojinin muhtemelen kötüye kullanıldığı ve birçok durgunluk dönemini içerecek her 40-60 yıllık dalganın finansal sermayeyi daha yüksek seviyeye taşıyacak bir ekonomik büyümeyi sağlayabilecek ve toplumsal değişim gerçekleştirecek yeni bir teknolojik gelişim sayesinde başlayacağını belirtmektedir. İlk dalga 1770-1830 arası buhar gücünün kullanılmasıyla başlamıştır. İkinci dalga ise 1830-1880 arası demiryolları ve çeliğin kullanımının başlamasıdır. Üçüncü dalga 1880-1940 arası elektrik ve kimyevi ürünlerin ortaya çıkması olup, dördüncü dalga ise 1940-1970 arası otomobil ve petrokimya sanayindeki gelişmeler ile yaşanmıştır. 1970'den günümüze kadarki dönem ise bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler ile bilgi toplumuna geçişin⁵ sonucunda beşinci dalga olarak görülmektedir (Nefiodow, 2006).

Bilgi toplumu çağında, bilgiye, bilime yatırım yapmak uluslararası platformda rekabet edebilmek için de önem arz etmektedir. Bir ülke açısından bilgiye veya bilime yatırım yapmak, gelişmişlik düzeyi, teknolojik olarak ilerleme sağlanması açılarından önemlidir. Günümüzde ülkelerin ve firmaların, büyümede sürekliliği ve rekabet avantajı sağlamada kaldıraç olarak kullanabilecekleri en temel bileşen Ar-Ge'dir. Bunun için ülke ve firmalar Ar-Ge yatırımları yoluyla teknolojiye önem vererek yüksek katma değerli ürün geliştirip ticaret performanslarını arttırabilmektedir (Dam, 2016). Örneğin; hızla gelişen teknoloji olanakları sayesinde yeni bir sanayi devrimi sayılan Endüstri 4.0, modüler yapıları akıllı fabrikalar (Karanlık Fabrikalar⁶) gibi birçok yenilik ve teknoloji getirmektedir.

⁵ Bilgi kavramının değişen anlam ve içeriği ile gelişen teknolojiler, değişen gereksinimler ve artan nüfus ile birlikte bilgiye olan gereksinimin artması sonucunda bilgi kullanımı ve bilgi yönetiminin ön plana çıkması süreci (Tekin & Çiçek, 2006).

⁶ Karanlık Fabrikalar, tamamen otomatik sistemlerle donatılmış ve bu nedenle insana ihtiyaç duyulmayan ya da çok az insana ihtiyaç duyulan fabrikalardır. Bu fabrikalarda, yalnızca otomatik çalışan sistemler dışında üretim ışıklar kapalıyken gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla fabrikaların maliyetlerinde önemli azalışlar meydana gelir (Türkiye Endüstri 4.0 Platformu, 2017).

Bu doğrultuda Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki olası ilişkiyi inceleme amacına yönelik olarak çalışmanın ikinci bölümünde Ar-Ge harcamaları ekonomik büyüme ilişkisi ve OECD ülkelerinde Ar-Ge harcamalarının nasıl şekillendiğinden incelenirken, üçüncü bölümünde daha önce yapılmış olan benzer çalışmalara yer verilmiştir. Son olarak dördüncü bölümde bu iki değişken arasındaki ilişkiyi ortaya koymak üzere yapılacak ampirik analiz kapsamındaki testlerin değerlendirilmeleri yapılmış ve sonuç bölümünde elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

DÜNYA'DA AR-GE HARCAMALARI VE EKONOMİK BÜYÜME

a. Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi

Ekonomik büyüme, bir ülke ekonomisinde oluşturulan gayri safi milli hasılanın(GSMH) bir önceki yıla göre artışı olarak tanımlanmaktadır. Bir diğer ifade ile ülke vatandaşlarının refah artışlarının sağlanması, ülkenin uzun dönemli büyüme oranına bağlıdır (Tiryakioğlu, 2006).

İktisat teorisinde büyüme ile ilgili iki yaklaşım söz konusudur. Bunlardan ilki, 1950'li yılların sonunda ortaya çıkan *Neoklasik Büyüme Modelleri*dir. Neoklasik büyüme modelleri, toplam faktör verimliliğini teknolojik değişim ile açıklamakla birlikte teknolojiyi dışsal değişken ele almaktadır. Bu durum modele yapılan eleştiriler neticesinde 1980'li yıllarda ikinci yaklaşım olan *İçsel Büyüme Modellerinin* ortaya çıkmasına temel etken olmuştur. İçsel büyüme modelleri teknolojiyi içsel kabul etmekte ve Ar-Ge faaliyetlerinin büyüme üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Bu çalışmalarda teknolojik değişim olgusu; araştırma ve geliştirme (AR-GE) harcamaları, patent, Ar-Ge araştırmacı-mühendis sayısı, beşeri sermaye, teknolojik ödemeler dengesi, ileri teknoloji ithalatı gibi göstergeler yardımıyla içsel değişken olarak modele dâhil edilmeye çalışılmıştır. Romer (1990), Grossman ve Helpman (1991) ve Aghion ve Howitt (1992) Ar-Ge faaliyetlerini temel alan içsel büyüme modellerini literatüre kazandırarak bu alanın teorik çerçevesinin oluşumuna katkıda bulunmuşlardır (Sungur, Aydın & Eren, 2016, s. 174-175).

1990'lı yılların başından itibaren, içsel büyüme modelleri ile birlikte ekonomik büyümenin belirleyicileri arasında giren Ar-Ge harcamaları bu yönüyle, ekonomik büyüme ile arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların sayısında da artış yaşanmasına neden olmuştur. Günümüzde ise Ar-Ge faaliyetlerine yapılan harcamaların artması ile teknolojinin gelişmesi kanalıyla ekonomik büyümenin artması konusunun halen güncelliğini koruması, iki değişken arasındaki ilişkinin incelenmesini araştırmacılar için cazip kılmaya devam etmektedir.

b. OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamalarının Durumu

Avrupa Birliği ülkelerinin Ar-Ge harcamaları ortalama değerlerinde yıllar geçtikçe artan bir eğilim vardır. Avrupa ülkeleri ve OECD ülkeleri araştırma ve geliştirmenin gün geçtikçe önem kazandığını ve bu öneme istinaden yapılacak Ar-Ge harcamalarının artırılması durumunda refah düzeylerinin artacağını ve ekonomik olarak büyüme göstereceklerinin bilincine varmışlardır. Bu bilinç daha çok 1990'lı yıllarda Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya'nın gerisinde kaldıkları gerçeği ile yüzleşmelerinden kaynaklanmaktadır. Bunun sonucunda Ar-Ge harcamalarının artırılmasının da dâhil olduğu belli alanlarda 2000 yılında 2010 yılına kadar dünyanın en rekabetçi ve dinamik bilgi ekonomisine sahip olma amacı ile Lizbon Stratejisini ortaya koymuşlardır. Bu strateji kapsamında 2020 yılına kadar Ar-Ge harcamalarının GSMH içindeki payının Avrupa Birliği üyesi ülkelerdeki ortalamasının %3 olmasını hedeflemişlerdir (Ülger & Durgun, 2017).

Diğer yandan tüm ülkelerin (özellikle de geliştirmekte olan ülkelerin) dünya pazarında rekabet edebilmesi için kendi Ar-Ge harcamaları kanalıyla teknolojik yeniliklerde

yetkinlik kazanması gerekmektedir (Bursa SMMO, 2017). Teknolojik yeniliklerde Ar-Ge harcamalarının artması ile yaşanan yetkinlik artışı ülkelerin aldıkları patent sayıları ile ifade edilebilmektedir. Bu noktada Ar-Ge harcamalarının taşıdığı önemin bilincinde olan ve yıllar içinde Ar-Ge harcamalarının ortalama değerleri Lizbon Stratejisi kapsamında yükselten Avrupa Birliği üyesi ülkelerin aldıkları patent sayısının da buna paralel olarak artış gösterdiği görülmektedir. Örneğin Tablo 1.'de bazı Avrupa Birliği ülkeleri, Japonya ve Türkiye'nin 2006-2014 yılları arasında Ar-Ge harcamalarının gayri safi milli hâsıla içindeki payı ile aynı dönem içinde aldıkları toplam patent sayıları verilmiştir. Avrupa Birliği üyesi ülkeler Lizbon Stratejisinde belirlenen ortalama hedefi gerçekleştirememekle beraber, sadece Finlandiya %3 seviyesine ulaşmıştır.

Tablo 1. Ar-Ge Harcamasının GSMH İçindeki Payı (%) ve Alınan Patent Sayıları

Ülke	Ar-Ge Harcamasının GSMH İçindeki Payı		Patent Sayısı
	2006	2015	
Belçika	1,81	2,46	7.100
Finlandiya	3,34	3,17	16.628
Fransa	2,05	2,24	149.855
Yunanistan	0,56	0,84	6.063
Japonya	3,41	3,59	3.228.992
Norveç	1,46	1,72	30.231
Polonya	0,55	0,94	32.200
Türkiye	0,58	1,01	30.276

Kaynak: Dünya Bankası, 2017.

OECD ülkeleri bağlamında ele alındığında ise, son dönemde Ar-Ge sistemlerinin güçlendiği görülmektedir. Danimarka, Hollanda, Almanya ve Norveç dâhil birkaç ülkede öncelikli alanlarda araştırmaların finanse edilmesi için özel fonlar yaratılmıştır. Hükümetler kamu araştırma sistemlerinin güçlendirilmesi ve bunların yeni buluşlara daha verimli ve etkin bir katkı sağlanması için bir dizi reform yapmıştır (Taş, 2005, s. 8'den aktaran; Ülger & Durgun, 2017). OECD üyesi ülkelerde ise Ar-Ge harcamalarının GSMH içindeki payı ortalama olarak yıllar itibarı ile Tablo 2.'deki gibidir.

Tablo 2. OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamasının GSMH İçindeki Payı (%)

Yıllar	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
OECD Ülkeleri Ortalaması	1.70	2.09	3.25	2.82	3.15	2.69	0.23	3.45	3.00	1.94	1.28	1.19	1.88	2.07	1.82

Kaynak: Ülger, Ö. & Durgun, Ö.(2017). Seçilmiş OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamalarının Büyüme Üzerine Etkileri. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(4), 109.

Ülke grupları açısından elde edilen bu bulgular, dünya genelinde R&D Magazine dergisi tarafından 1963'ten bu yana Ar-Ge çalışmalarında yüz *en iyi*'nin seçimi ve ödüllendirilmesi için yapılan proje yarışması sonuçları ile de örtüşmektedir. 2010 yılında en iyi yüz Ar-Ge projesinin seçilmesi ile ilgili sonuçlara bakıldığında; yüz en iyi projenin 88'inin Amerika Birleşik Devletleri, 7'sinin Avrupa ve 5'inin Asya ve Uzakdoğu menşeli olduğu görülmektedir. Bu yüz projeden 23'ü şirketler tarafından

gerçekleştirilirken, 12'si üniversiteler ve 8'i ise kamu laboratuvarlarınınca hazırlanmıştır. Bu yüz proje konuları bakımından tasnif edildiğinde ilk sırayı 13 proje ile biyobilim, ikinci sırayı 10 proje ile malzeme ve üçüncü sırayı süreç bilimlerinin aldığı görülmektedir (Bursa, SMMO, 2017).

2. LİTERATÜR TARAMASI

Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki literatürde hem zaman serisi analizleri hem de panel veri analizleri kullanılarak incelenmiştir. Genellikle eşbütünleşme testleri ve nedensellik analizleri etrafında şekillenen çalışmaların bir kısmına bu bölümde değinilecektir. Panel veri analizi yapan başlıca çalışmalar aşağıdaki gibidir.

Blanco, Gu ve Prieger (2013), çalışmalarında Ar-Ge harcamalarının çıktı düzeyine olan etkisini Amerika'daki eyaletler için 1963-2007 yılları arasında panel eşbütünleşme analizi ile incelemiştir. Çalışmaları sonucunda Ar-Ge harcamalarının insani sermaye ve gelişmişliğe bağlı olarak değiştiğini ve çıktı düzeyini etkileyerek GSMH olarak geri döndüğünü bulmuşlardır.

Sadraoui, Ben Ali ve Deguachi (2014), çalışmalarında Ar-Ge şirketleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi sanayileşmiş ve gelişmekte olan 32 ülke için 1970-2012 yılları arası verileri kullanarak araştırmışlardır. Bu ilişkiye yeni bir yöntem ile yaklaşım ters nedenselliği, yani bu iki değişkeninin birbirinin nedeni olmadığını incelemişler, ancak yaptıkları analiz sonucunda bu iki değişkenin birbirinin nedeni olmadığını istatistiksel olarak anlamsız olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Yousefi (2015) çalışmasında, bilgi ve iletişim teknolojilerine yapılan yatırımlar ile GDP arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Seçilmiş 70 gelişmiş ve gelişmekte olan ülkenin 2003-2008 arasındaki verilerinin kullanıldığı panel nedensellik çalışmasında, kişi başına düşen milli gelirin yüksek olduğu ülkelerde bilgi ve iletişim teknolojileri harcamalarının GSMH'nın Granger nedeni olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Tiryakioğlu (2006) çalışmasında OECD ülkelerinde Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme ilişkisini incelemiştir. Çalışmada elde edilen bulgular, Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisinin bulunduğunu kanıtlamıştır. Tiryakioğlu bu çalışmasında OECD ülkelerinin tamamı için yeterli bilgi elde edilememesi sebebiyle ulaşılabilen yedi ülke için 1970 yılından itibaren 30 – 34 yıllık veriler kullanmıştır.

Özcan ve Arı tarafından (2014), yapılan çalışmada 15 OECD ülkesi için 1990-2011 döneminde Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi panel veri analizi ile incelenmiştir. Sonuçlar, Ar-Ge harcamalarının büyümeyi pozitif yönde etkilediği şeklinde olmuştur.

Gülmez ve Yardımcıoğlu, (2012) çalışmalarında 21 OECD ülkesine ait 1990 – 2010 yılları arasındaki verileri kullanarak Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisini analiz etmiş ve bu iki değişken arasında çift yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Sağlam ve Egeli (2017), seçilmiş 26 ülke için 1996-2014 yılları arasındaki verileri kullanarak yaptıkları çalışmada, uzun dönemde Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu kanıtlamışlardır.

Altıntaş ve Mercan (2015), 1996 – 2011 dönemi verilerini kullanarak 21 OECD ülkesi için Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi yatay kesit bağımlılığı altında incelemiştir. Bunun sonucunda Ar-Ge harcamalarındaki bir birimlik artışın ekonomik büyümeyi 3,4 birim artırdığını belirlemiştir.

Genç ve Atasoy'un (2010), seçilmiş 34 ülke için yaptıkları çalışmada da yine Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme ilişkisi panel veri analizi ile incelenmiştir. Çalışmada 1997 – 2008 dönemine ait yıllık veriler ile panel nedensellik testi yapılmış, Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu ortaya konmuştur.

Zaman serisi analizi yöntemleri kullanarak bu iki değişken arasındaki uzun dönem birlikte hareketi ve nedensellik ilişkisinin yönün belirlemeye yönelik çalışmalar için başlıca örnekler ise aşağıdadır:

Korkmaz (2010) çalışmasında, Türkiye'de 1990-2008 yılları arasında Ar-Ge ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişkiyi Johansen eşbütünleşme testi ile araştırmış ve iki değişken arasında eşbütünleşik ilişkinin söz konusu olduğunu göstermiştir. Ayrıca yaptığı analizler neticesinde Ar-Ge harcamalarından GSYİH'ye doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna da ulaşmıştır.

Yaylalı, Akan ve Işık (2010) yaptıkları çalışmalarında; Türkiye'de Ar-Ge yatırım harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Çalışma 1990 – 2009 yılları arasındaki verileri kapsamaktadır. Çalışmanın sonucunda; uzun dönemde Ar-Ge yatırım harcamaları ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Bu ilişkinin yönünün ise Ar-Ge ve yatırım harcamalarından ekonomik büyümeye doğru olduğu gözlemlenmiştir.

Wu ve Zhou (2007), çalışmalarında Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisini incelemiştir. Çin'in 1953-2004 yılları arasındaki Ar-Ge harcamaları ve GDP verileri kullanılarak yapılan çalışmada, değişkenler arasında uzun dönem ilişkinin olduğu sonucunun yanı sıra Ar-Ge harcamalarından GSMH'ya doğru tek yönlü nedensellik ilişkisine de rastlanmıştır. Sonuç olarak Çin için sürdürülebilir bir ekonomik büyümenin yüksek Ar-Ge yatırımları ile mümkün hale gelebileceğini belirtmektedirler.

Peng (2017) çalışmasında, Çin'in 2000-2007 yılları arasında Ar-Ge harcamaları ve GSMH'sı arasındaki ilişkiyi incelemiş, yaptığı eşbütünleşme ve Granger nedensellik analizlerinin sonucunda bu değişkenler arasında uzun dönem ilişki olduğu sonucuna varmıştır. Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik artışın GSMH'da %0.9243 artış yarattığını belirlemiş ve bu sonuca bakarak Wu, Zhou ve Li (2007) ile benzer şekilde Çin hükümetinin daha hızlı bir büyüme için Ar-Ge harcamalarını arttırmaya yönelik politikalar belirlemesinin uygun olacağını belirtmiştir.

Yi ve Mah (2017) çalışmalarında 1982-2010 yılları arasında Çin'in Ar-Ge harcamaları ve GSMH'sı arasındaki ilişkiyi eşbütünleşme ve Nedensellik analizi ile incelemişlerdir. Analiz sonucunda Ar-Ge harcamalarının GSMH ile uzun dönemde birlikte dengeye gelme eğilimi gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır.

3. VERİ SETİ, EKONOMETRİK YÖNTEM VE DEĞERLENDİRMELER

a. Veri Seti ve Ekonometrik Model

Bu çalışmada zaman serisi ve yatay kesit verilerini birlikte kullanılması ile meydana gelen panel veri seti üzerinden nedensellik analizi, eşbütünleşme ve birim kök testleri yapılmıştır. Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 22 OECD⁷ ülkesinin 2006 – 2015 yılları arasındaki verileri kullanılarak incelenmiştir.

⁷ Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Japonya, Lüksemburg, Hollanda, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya, İsveç, Türkiye ve Birleşik Krallık.

Ekonomik büyüme göstergesi olarak seçilen milli gelir, kişi başına düşen GSMH olarak OECD web sitesinden alınmış ve çalışmada GDP olarak ifade edilmiştir. Ar-Ge harcamaları göstergesi olarak seçilen kişi başına düşen Ar-Ge harcamaları verileri ise Eurostat web sitesinden elde edilmiştir ve çalışmada RD olarak ifade edilmiştir.

b. Ekonometrik Yöntem

Ekonometrik analizlerde zaman serileri, kesit verileri ve zaman serileri ve kesit verilerinin birleştirilmesi ile ortaya çıkan havuzlanmış-panel verileri olmak üzere üç çeşit veri söz konusudur (Gujarati, 2004). Bu çalışmada panel veri ile çalışılmıştır.

Önce Levin, Lin ve Chu; Im, Pesaran ve Shin, Fisher ADF ve Fisher Phillips Peron Birim Kök testleri yapılmıştır. Yapılan birim kök testlerinde her iki değişken de birinci farkları alındıklarında durağan hale gelmişlerdir. Daha sonra Pedroni ve Kao Eşbütünleşme testleri uygulanarak Granger nedensellik analizine geçilmiştir.

c. Sonuçların Değerlendirilmesi

Bu bölümde, öncelikle durağanlığın tespit edilmesi için değişkenlere birim kök testleri uygulanmıştır. Tablo 3.'den de görüldüğü gibi değişkenlere sabit terim ile ve sabit terimsiz olmak üzere hem düzey seviyesinde hem de birinci farkları alınarak birim kök testi uygulanmıştır. İki seri de birinci farkları alındığında durağan hale gelmişlerdir. Farkı alınan seriler *DGDP* ve *DRD* olarak gösterilmektedir.

Tablo 3. Levin, Lin&Chu Birim Kök Test Sonuçları

	Sabit		Sabit-Trend	
	t-istatistiği	Olasılık	t-istatistiği	olasılık
GDP	-3,15514	0,0008***	-6,97892	0,0000***
DGDP	-13,5357	0,0000***	-29,5282	0,0000***
RD	1,06404	0,8563	-13,7837	0,0000***
DRD	-17,2797	0,0000***	-10,8417	0,0000***

Not:***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinin durağan olduğunu ifade etmektedir

Im, Pesaran ve Shin Birim kök testi uygulanan Tablo 4.'te, iki değişkenin de birinci farkları alındığında durağan oldukları görülmektedir.

Tablo 4. Im, Pesaran&Shin Birim Kök Test Sonuçları

	Sabit		Sabit-Trend	
	t-istatistiği	Olasılık	t-istatistiği	olasılık
GDP	1,12299	0,8693	-0,63566	0,2625
DGDP	-6,64803	0,0000***	-5,51023	0,0000***
RD	5,18704	1,0000	0,24768	0,5978
DRD	-4,09811	0,0000***	-1,31669	0,0940*

Not:***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinin durağan olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 5.'te Fisher – ADF Birim Kök testi de uygulanan serilerin benzer şekilde birinci farkları alındığında durağan hale geldikleri görülmektedir.

Tablo 5. Fisher – ADF Birim Kök Test Sonuçları

	Sabit		Sabit-Trend	
	t-istatistiği	Olasılık	t-istatistiği	olasılık
GDP	35,7287	0,8083	67,2794	0,0135**
DGDP	137,467	0,0000***	161,218	0,0000***
RD	32,5526	0,8985	48,1510	0,3086
DRD	91,4652	0,0000***	78,0741	0,0012***

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinin durağan olduğunu ifade etmektedir

Tablo 6.'da ise değişkenlere Fisher – Phillips Peron Birim Kök testi uygulanmış ve yine serilerin birinci farkları alındığında durağan hale geldikleri görülmüştür.

Tablo 6. Fisher – Phillips Peron Birim Kök Test Sonuçları

	Sabit		Sabit-Trend	
	t-istatistiği	Olasılık	t-istatistiği	olasılık
GDP	27,7007	0,9739	71,1237	0,0059
DGDP	137,223	0,0000***	154,449	0,0000***
RD	57,7594	0,0798*	42,8877	0,5193
DRD	83,8957	0,0003***	112,267	0,0000***

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinin durağan olduğunu ifade etmektedir.

Görüldüğü gibi değişkenlerin seviyelerine göre uygulanan birim kök test sonuçlarında t istatistikleri ve olasılık sonuçları ekonometrik analizde kullanılacak olan seriler düzeyde durağan olmadığını göstermekte ve seriler birim kök problemi içermektedir. Bu nedenle serilerin birinci farkları alınmıştır. Değişkenler için serilerin birinci farklarına bakıldığında elde edilen sonuçta Ar-Ge harcamalarının ve ekonomik büyüme verilerinin birinci farklarının durağan oldukları görülmektedir.

Birim kök testleri yapıldıktan sonra seriler arasında şoklar karşısında uzun dönemde birlikte dengeye gelme ilişkisinin bulunup bulunmadığının araştırılacağı eşbütünleşme testi yapılmıştır. Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli karşılıklı bir ilişkinin araştırılması amacıyla bu çalışmada Pedroni eşbütünleşme analizi ve Kao eşbütünleşme analizi olmak üzere iki farklı eşbütünleşme testi yöntemi kullanılmıştır.

Tablo 7. Pedroni Eşbütünleşme Test Sonuçları

	Sabit		Sabit-Trend	
	T-İstatistiği	Olasılık	T-İstatistiği	Olasılık
<i>Panel v-Statistic</i>	-2,688457	0,9954	-6,210260	1,0000
<i>Panel rho Statistic</i>	-3,439033	0,0003***	0,395686	0,6538
<i>Panel PP Statistic</i>	-9,434807	0,0000***	-15,25836	0,0000***
<i>Panel ADF Statistic</i>	-9,737150	0,0000***	-11,24386	0,0000***
<i>Group rho Statistic</i>	0,724940	0,7658	3,237258	0,9994
<i>Group PP Statistic</i>	-8,288185	0,0000***	-12,05758	0,0000***
<i>Group ADF Statistic</i>	-10,21693	0,0000***	-6,736065	0,0000***

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Tablo 8. Kao Eşbütünleşme Test Sonuçları

	Sabit	
	t-istatistiği	Olasılık
<i>ADF</i>	1,930868	0,0267**

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırdığımız Pedroni eşbütünleşme testine göre H_0 hipotezi (seriler arasında eşbütünleşme yoktur) reddedilmiştir. Test sonuçlarından panel istatistiklerinin ikisi %1 seviyesinde anlamlıdır. Grup istatistiklerinden Grup PP istatistiği ile Grup ADF istatistiği değerleri yine %1 seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Genel olarak bakıldığında; Pedroni eşbütünleşme testindeki hem panel hem de grup istatistiklerini oluşturan yedi

test istatistiğinden beşini sonucunda seriler arasında eşbütünleşme ilişkisini olduğunu belirten hipotezin reddedilemediği görülmektedir.

Kao eşbütünleşme testine göre de H_0 hipotezi (seriler arasında eşbütünleşme yoktur) reddedilmiştir. Uzun dönemde Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasında birlikte hareketi bulunmaktadır ve yapılan analiz sonucunda değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu görülmektedir.

Daha sonra Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki olası nedensellik ilişkisi ve yönü incelenmiştir. Tablo 9.'dan da görüleceği gibi, Granger nedensellik testi sonuçlarına göre Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümenin ve ekonomik büyümenin Ar-Ge harcamalarının nedeni olduğunu ifade eden hipotezlerin her ikisi de anlamlıdır. Yani iki değişken arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.

Tablo 9. Granger Nedensellik Test Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	F-İstatistiği	Olasılık
<i>Ar-Ge Harcamaları, GSMH'nin Granger nedeni değildir.</i>	13,0408	0,000006***
<i>GSMH, Ar-Ge Harcamalarının Granger nedeni değildir.</i>	3,61528	0,0293**

Not: *** ,** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada 22 OECD ülkesi verisi kullanılarak 2006 – 2015 dönemi için kişi başına düşen Ar-Ge harcamaları (RD) ve ekonomik büyüme (GSMH) arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışmada yapılan panel birim kök testlerinde, kullanılmış olan serilerin birinci farklarında durağan oldukları görülmektedir. Dolayısıyla araştırma geliştirme harcamaları ve ekonomik büyüme değişkenlerinin birinci farkları alınarak ikinci aşama olan eşbütünleşme testine geçilmiştir. Bu seriler arasındaki uzun dönemli ilişki Pedroni ve Kao eşbütünleşme testleri ile incelenmiş ve her iki değişkenin uzun dönemde eşbütünleşik olduğu bulunmuştur. Buna göre uzun dönemde kişi başına düşen araştırma geliştirme harcamaları ve GSMH değişkenlerinin şoklar karşısında birlikte dengeye gelme eğilimde tespit edilmiştir.

Değişkenler eşbütünleşik olduğundan dolayı panel nedensellik analizine geçilmiştir. Yapılan Granger panel nedensellik testine göre; kısa dönemde kişi başına düşen araştırma geliştirme harcamaları ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemde çift yönlü nedensellik ilişkisinin bulunduğu kanıtlanmıştır.

Sonuç olarak yapılan çalışmada, OECD ülkelerinde ilgili dönem için kişi başına düşen Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme değişkenlerinin beklendiği şekilde eşbütünleşik ve anlamlı bir nedensellik ilişkisi içerisinde olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç tüm yapıcı politikalara ve konan hedeflere rağmen Ar-Ge harcamalarını gerektiği kadar arttıramayan OECD ülkelerinin; ekonomik büyüme, verimlilik artışı ve küresel rekabet edebilirlik gibi olumlu etkileri nedeniyle Ar-Ge harcamalarını arttırmaya gerektiğinden daha fazla özen göstererek kaynak ayırmaları gerektiği bir kez daha kanıtlanmıştır.

KAYNAKÇA

- Aghion, P. & Howitt, P. (1992). A Model Of Growth Through Creative Destruction, *Econometrica*, 60(2), 323-351.
- Altıntaş, H. & Mercan, M. (2015). Ar-Ge Harcamaları Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Panel Eşbütünleşme Analizi, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 70(2), 345-376.
- Blanco, L., Prieger, J. & Gu, J. (2013). The Impact Of Research And Development On Economic Growth And Productivity in The US States, *Pepperdine University Pepperdine Digital Commons*, November 2013.

- Bursa SMMM. (2017). [Http://Www.Bursa-Smmm.Org.Tr/Yazarlar/Makaleler/132AGE.Pdf](http://www.bursa-smmm.org.tr/yazarlar/makaleler/132age.pdf) adresinden 25.04.2017 tarihinde erişildi.
- Dam, M. (2016). Dış Ticaret ve Ar-Ge Yatırımları Arasındaki İlişki: OECD Ülkeleri İçin Panel Veri Analizi, *Akademik Bakış Dergisi*, 56, 7-8.
- Demir, İ.C. & Özkan, E. (2017). Gelir ve Kurumlar Vergisinde Ar-Ge İndirimi Uygulaması. *Lebib Yalkın Mevzuat Dergisi*, 161.
- European Commission. (2010). Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions. *Europe 2020 Flagship Initiative Innovation Union, COM (2010)*, 546 Final.
- Genç, M.C. & Atasoy, Y. (2010). Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi, *The Journal Of Knowledge Economy&Knowledge Management*, Sonbahar, 27-34.
- Grossman, G.M. & Helpman, E. (1991). *Innovation And Growth in The Global Economy*, Cambridge: MIT Press.
- Gujarati, D.N. (2004). *Basic Econometrics* (4. Basım), New York: The McGraw-Hill.
- Gülmez, A. & Yardımcıoğlu, F. (2012). OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Eşbütünleşme ve Panel Nedensellik Analizi (1990-2010). *Maliye Dergisi*, 169(2), 335-353.
- Kondratieff, N. (1935). *The Long Waves in Economic Life (Bol'schije Cykly Konjunktury)*, Institute For Business Cycle Research, Problems Of Economic Fluctuations.
- Korkmaz, S. (2010). Türkiye'de Ar-Ge Yatırımları Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin VAR Modeli ile Analizi, *Yaşar Üniversitesi Dergisi*, 20(5),3320-3330.
- Nefiodow, L. A. (1996). Der Sechste Kondratieff (2. Basım). Elena O. Meara (Çev.), *The Sixth Kondratieff* (2014). Almanya: Create Space Independent Publishing Platform.
- Özcan, B. & Arı, A. (2014). Araştırma Geliştirme Harcamaları Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi. *Maliye Dergisi*, 166, 39-55.
- Peng, L. (2017). Study On Relationship Between R&D Expenditure And Economic Growth Of China. *7. International Conference On Innovation&Management*. Bali: Indonesia.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change, *The Journal Of Political Economy*, 98(5), 71-102.
- Sadraoui, T., Ben Ali, T. & Deguachi, B. (2014). Economic Growth And International R&D Cooperation: A Panel Granger Causality Analysis. *International Journal Of Econometrics And Financial Management*, 2(1), 7-21.
- Sağlam, Y. & Egelı, H.A. (2017). Empirical Analysis Of Export-Led Growth And Domestic Demand-Led Growth Hypotheses in East Asia. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 2017(1), 211-226.
- Sungur, O., Aydın, H.İ. & Eren, M.V. (2016). Türkiye'de Ar-Ge, İnovasyon, İhracat Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Asimetrik Nedensellik Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 173-192.
- Tekin, M. & Çiçek, E. (2003). Bilgi Çağında Bilgi Toplumu ve Bilgi Ekonomisi, *Modernite'den Postmodernite'ye Değişim*, (Ed. Coşkun Can Aktan), Konya: Çizgi Kitabevi.
- Tiryakioğlu, M. (2006). *Araştırma Geliştirme – Ekonomik Büyüme İlişkisi: Seçilmiş OECD Ülkeleri Üzerine Uygulama*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi: Afyon.
- Ülger, Ö. & Durgun, Ö.(2017). Seçilmiş OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamalarının Büyüme Üzerine Etkileri. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(4), 109.

- Wu, Y. & Zhou, L. (2007). Cointegration And Causality Between R&D Expenditure And Economic Growth in China: 1953-2004. *International Conference On Public Administration*, Cape Town.
- Yaylalı, M. Akan, Y. & Işık, C. (2010). Türkiye’de Ar-Ge Yatırım Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisi: 1990–2009. *The Journal Of Knowledge Economy&Knowledge Management*, Sonbahar, 13-26.
- Yin, M.H. & Mah, J.S. (2017). Does Government’s R&D Expenditure Stimulate Economic Growth in China. *Journal Of Economic Research*. 2017(22), 215-226.
- Yousefi, A. (2015). A Panel Granger Causality Test Of Investment İn ICT Capital And Economic Growth: Evidence From Developed And Developing Countries. *Economics World*, Haziran 2015, 3(5-6), 109-127.
- Türkiye Endüstri 4.0. Platformu. (2017). Karanlık Fabrikalar ile İnsansız Üretim, <http://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/> adresinden 23.10.2017 tarihinde erişildi.