

OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Eşbütünleşme ve Panel Nedensellik Analizi (1990-2010)

Ahmet GÜLMEZ*
Fatih YARDIMCIOĞLU**

Özet

Bu çalışmanın amacı, 21 OECD ülkesi verisi kullanılarak 1990-2010 dönemi için Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırmaktır. Bu amaçla Pedroni ve Kao eşbütünleşme testleri, Pedroni DOLS ve FMOLS testleri ve Canning; Pedroni panel nedensellik analizi kullanılmıştır. Eşbütünleşme testleri her iki değişkenin uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisine sahip olduğunu göstermektedir. Pedroni FMOLS ve DOLS yöntemleri ile değişkenler arasında tespit edilen uzun dönem eşbütünleşme ilişkisinin katsayıları araştırılmış ve Panel DOLS ve Panel FMOLS test sonuçlarına göre panel genelinde Ar-Ge harcamalarının esnekliği %0,77 olarak hesaplanmıştır. Yani 21 OECD ülkesinin genelinde Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik bir artış ekonomik büyüme üzerinde uzun dönemde yaklaşık olarak %0,77'lik bir artış meydana getirmektedir. Yapılan nedensellik araştırmalarından Lamda-Pearson istatistiğine göre panelin geneli için panel nedensellik sonuçları Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemde çift yönlü nedensellik ilişkisini gösterirken Grup ortalama istatistik değerleri ekonomik büyümeden Ar-Ge harcamalarına doğru uzun dönemde tek yönlü bir nedensellik ilişkisini göstermektedir. Sonuç olarak uzun dönemde Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında karşılıklı olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu belirtilebilir.

Anahtar Kelimeler: Ar-Ge Harcamaları, Araştırma ve Geliştirme Harcamaları, Ekonomik Büyüme, Panel Veri Analizi, OECD

* Yrd.Doç.Dr., Sakarya Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, agulmez@sakarya.edu.tr

** Yrd.Doç.Dr., Sakarya Üniversitesi, İİBF, Maliye Bölümü, fatihyardimcioglu@gmail.com

The Relationship between R&D Expenditures and Economic Growth in OECD Countries: Panel Cointegration and Panel Causality Analyses (1990-2010)

Abstract

The purpose of this study is to investigate the long-run relationship between Research and Development expenditures (R&D) and economic growth in the 21 OECD countries over the period from 1990 to 2010 by utilizing the Pedroni and Kao panel cointegration, Pedroni DOLS and FMOLS and Canning-Pedroni causality methods. The cointegration test results show that there is a cointegration relationship between R&D and economic growth in the long run. By using Pedroni DOLS and FMOLS methods it is investigated the coefficients of long term cointegration results of variables. According to Panel DOLS and Panel FMOLS results the elasticity coefficient of R&D expenditure is %0.77, implying that a one percent increase in R&D expenditure among the 21 OECD countries will bring about a %0.77 percent increase in economic growth in the long run. While the results of Lamda-Pearson statistics indicate the long-run bilateral causality between R&D expenditures and economic growth, Group statistics indicate the long-run unidirectional causality from economic growth to R&D expenditures. It is concluded that there is a strong cointegration relationship between R&D expenditures and economic growth.

Key Words: R&D Expenditures, Research and Development Expenditures, Economic Growth, Panel Data Analyses, OECD

JEL Classification Codes: O10, O11, O30, O40

Giriş

Toplumsal refah seviyesi ile yakından ilişkili olduğu için son bir asırdır ekonomik büyümenin kaynakları-belirleyicileri üzerine birçok akademik çalışma yapılmıştır. Klasik iktisatçılardan başlayarak günümüze kadar ortaya atılan birçok büyüme teorisinde yeni teknolojiler önemli bir yer tutmaktadır. Schumpeter (1943)'ın meşhur tabiriyle yenilikleri (yeni teknolojileri) içermeyen bir büyüme teorisi Danimarkalı prensin olmadığı Hamlet'e benzemektedir.

Solow'un 1956 yılında ortaya attığı Neoklasik büyüme teorisinde teknoloji ekonomik büyümede en önemli paya sahip olmasına rağmen bir artık-bakiye olarak ifade edilmiştir. Solow, A.B.D. ekonomisi için yaklaşık elli yıllık dönemi kapsayan çalışmasında, ekonomik büyümenin emek ve sermaye girdileri ile açıklanamayan kısmının teknolojik ilerleme sayesinde olduğunu belirtmesine rağmen teknolojinin nasıl üretildiğini model içinde açıklayamamış, dışsal kabul etmiştir.

Uzun dönemli ekonomik büyümeyi sağlayan temel faktör olan teknolojik gelişmenin modelde açıklanamaması ve aynı tasarruf düzeyine sahip olan ülkelerin gelirlerinin er geç birbirine eşit olacağını ifade eden yakınsama hipotezinin gerçekleşmemesi, Neoklasik büyüme modeline ve onun varsayımlarına bir tepki olarak içsel büyüme teorilerini ortaya çıkarmıştır. Öncülüğünü Romer (1986, 1990 ve 1994) ve Lucas'ın (1988) yaptığı içsel büyüme teorileri özetle şu iki noktada Neoklasik büyüme teorisinden farklılık göstermektedir: Birincisi, ekonomik büyüme, sistemi dışarıdan etkileyen güçlerin sonucu değil model içi unsurların bir

ürünüdür; ikincisi, teknolojik gelişme dışsal değildir, ekonomik sistemin içinde oluşmaktadır.

İçsel büyüme modellerinin öncülerinden ve en önemlilerinden olan Romer'in modeli Ar-Ge faaliyetleri üzerine inşa edilmiştir. Romer'e göre uzun dönemli ekonomik büyümenin motoru teknolojik yeniliklerdir ve bir ekonomide teknolojik yenilikler Ar-Ge faaliyetleri sonucunda ortaya çıkmaktadır. Romer'e göre Ar-Ge ile ekonomik büyüme arasında güçlü bir korelasyon söz konusudur.

Bu çalışmanın temel amacı, OECD ülkelerinde Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisini ve bu ilişkinin yönünü ve boyutunu ortaya koymaktır. Bu amaçla öncelikle Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki, yapılmış olan çalışmalar da özetlenerek teorik olarak ortaya konulmuş, daha sonra 1990-2010 dönemine ilişkin 21 OECD¹ ülkesinde Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeyle olan ilişkisi Pedroni ve Kao panel eşbütünleşme testleri ile araştırılmıştır. Sonrasında bu eşbütünleşme ilişkisinin katsayıları Pedroni tarafından (2000 ve 2001) geliştirilen DOLS ve FMOLS eşbütünleşme testleri ile ilişkinin yönü ise Canning ve Pedroni (2008) tarafından geliştirilen nedensellik yöntemi ile belirlenmiştir. Yaptığımız literatür incelemesi sonucunda çalışmada kullanılan yöntemin, incelenen dönemin ve incelenen ülkelerin daha önce yapılmış olan çalışmalardan farklılık arz ettiği ve literatürdeki diğer çalışmalardan ayrıldığı belirtilebilir. Bu bakımdan elde edilen sonuçların literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1. Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkinine İlişkin Ampirik Literatür

1950'lerden itibaren endüstriyel Ar-Ge harcamaları ve Toplam Faktör Verimliliği (TFV) artışları hakkında birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğunda bütün bir ekonomi için değil de ekonomideki bazı sektörler için Ar-Ge harcamaları ile verimlilik artışları arasında ilişki kurulmaya çalışılmıştır (Griliches, 1998:3). Son yıllarda ekonometrik tekniklerin geliştirilmesi ve veri (data) kaynaklarının çeşitlenmesi ile geliştirilmesi bu alanlarda daha iyi analizlerin yapılmasını sağlamıştır.

Bu kısımda, Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi ile ilgili yapılmış ampirik çalışmalar ve bu çalışmaların bulguları özetlenecektir. İlk olarak tek ülke ile ilgili yapılmış ampirik çalışmalara ve bu çalışmaların bulgularına, daha sonra da birden fazla ülkeyi kapsayan ampirik çalışmalara (panel veri çalışmaları) ve bu çalışmaların bulgularına yer verilecektir.

1.1. Tek Ülke Üzerine Yapılan Ampirik Çalışmalar

Griliches (1998), Ar-Ge ve verimlilik ilişkisi üzerinde analizler yaparak bu alanın öncülerinden olmuştur. A.B.D.'de yaptığı araştırmasının sonucunda, Ar-Ge harcamalarında %10'luk bir artışın çıktıda %7'lik bir artışa yol açtığını ortaya koymuştur. Çalışmasının bir başka sonucu ise özel sektör tarafından finanse edilen Ar-Ge'nin kamu tarafından finanse edilen Ar-Ge'den daha etkin olduğudur.

¹Panel veri analizi kapsamındaki OECD ülkeleri; Almanya, Fransa, İtalya, Hollanda, Belçika, Bulgaristan, İzlanda, İngiltere, İrlanda, Danimarka, Macaristan, Portekiz, İspanya, İsveç, Finlandiya, Polonya, Avusturya, Japonya, Norveç, A.B.D. ve Türkiye'dir.

Goel ve diğ. (2008), A.B.D. özelinde yaptıkları çalışmalarında, 1953-2000 döneminde federal ve federal olmayan Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığını incelemişlerdir. Yazarlara göre ekonomik büyüme ile federal Ar-Ge harcamaları arasındaki ilişki, büyüme ile federal olmayan Ar-Ge harcamaları arasındaki ilişkiden çok daha güçlüdür. Aynı zamanda yazarlar savunmaya yönelik olan Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin savunmaya yönelik olmayan Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiden daha kuvvetli olduğunu belirtmektedir.

Altın ve Kaya (2009), yapmış oldukları ve 1990-2005 yıllarını kapsayan çalışmalarında, Türkiye için Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru uzun dönemli bir nedensellik ilişkisi bulmuşlar, kısa dönemde ise gerek Ar-Ge'den ekonomik büyümeye gerekse de ekonomik büyümeden Ar-Ge'ye doğru herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Korkmaz (2010), yapmış olduğu çalışmada, Türkiye ekonomisi için 1990-2008 yıllarını kapsayan dönemde Ar-Ge ve ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını Johansen eşbütünlük testi ile araştırmıştır. Çalışmada her değişkenin uzun dönemde birbirlerini etkilediği ve değişkenler arasında bir eşbütünlük ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Değişkenler arasındaki eşbütünlüğün varlığına bağlı olarak hata düzeltme modeli kurularak kısa dönemli ilişkinin varlığı araştırılmış ve Granger nedensellik testi sonucunda kısa dönemde Ar-Ge harcamalarının GSYH'yi etkilediği sonucuna varılmıştır.

Yaylalı ve diğ. (2010), Türkiye ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, 1990-2009 yılları arasında ekonomik büyüme ile Ar-Ge harcama değişkenleri arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik (Granger, 1969) testi yardımıyla araştırmışlar uzun dönemde Ar-Ge yatırım harcamalarıyla ekonomik büyüme arasında Ar-Ge yatırım harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir.

1.2. Birden Fazla Ülke (Panel) Üzerine Yapılan Ampirik Çalışmalar

Lichtenberg (1993), 1964-1989 dönemini ve 74 ülkeyi kapsayan çalışmasında, özel sektör ve kamu sektörü tarafından finanse edilen Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında, özel sektör tarafından finanse edilen Ar-Ge harcamaları ile hem büyüme hem de verimlilik arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulmuştur. Yazar, kamu sektörü tarafından finanse edilen Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını hatta bazen ekonomik verimlilikteki büyüme üzerinde negatif bir etkisi olduğunu belirtmektedir.

Goel ve Ram (1994)'in 1960-1980 dönemini ve 52 ülkeyi (18 gelişmiş ve 34 az gelişmiş ülke) kapsayan çalışmalarında, Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemde anlamlı bir ilişki bulunmuş, fakat nedenselliğin yönü tespit edilememiştir.

Park (1995), 1970-1987 dönemini ve 10 OECD ülkesini kapsayan çalışmasında, yerel özel sektör Ar-Ge yatırımlarının hem yerel hem de yabancı faktör verimliliğindeki artışın önemli bir belirleyicisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Coe ve Helpman (1995), 1971-1990 döneminde 24 ülke için Toplam Faktör Verimliliği, yurt içi Ar-Ge faaliyetleri ve yurt dışı Ar-Ge faaliyetleri arasındaki ilişkiyi incelemişler ve tüm değişkenlerin birbirleri ile eşbütünlük bir ilişkisi olduğunu bulmuşlardır. Yazarlar hem yerli Ar-Ge faaliyetlerinin hem de yabancı Ar-

Ge faaliyetlerinin Toplam Faktör Verimliliği ile güçlü ve anlamlı bir ilişkisi olduğunu belirtmektedirler.

Freire-Serén (1999), 1965-1990 dönemini ve 21 OECD ülkesini kapsayan, Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelediği çalışmada toplam Ar-Ge harcamaları ile büyüme arasında çok güçlü pozitif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yazar, Ar-Ge harcamalarının %1 artmasının reel GSYH'yi %0,08 oranında artıracağını belirtmektedir.

Sylwester (2001), 20 OECD ülkesi verisini kullanarak Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırdığı çalışmada, söz konusu ülkelerde Ar-Ge harcamaları ile büyüme arasında herhangi bir ilişki olmadığı, fakat G-7 ülkeleri dikkate alındığında özellikle endüstriyel Ar-Ge harcamaları ile büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Guellec ve van Pottelsberghe (2004) özel sektör, kamu sektörü ve yabancı firmalar tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetlerinin 1980-1998 yılları arasında 16 OECD ülkesindeki verimlilik artışı üzerindeki etkisini incelemiş ve her üç Ar-Ge faaliyetinin de uzun dönemde verimlilikteki büyümenin anlamlı bir belirleyicisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Ülkü (2004), 20 OECD ülkesi ve 10 OECD üyesi olmayan ülke olmak üzere toplam 30 ülke üzerinde yaptığı ve 1981-1997 dönemini kapsayan çalışmada, Ar-Ge, inovasyon ve ekonomik büyüme ilişkisi arasındaki ilişkiyi panel veri yöntemleri ile analiz etmiştir. Yazar hem OECD ülkelerinde hem de OECD üyesi olmayan ülkelerde Ar-Ge sektörü tarafından yaratılan inovasyon (patent sayısı) ile kişi başına düşen GSYH arasında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Zachariadis (2004), 1971-1995 dönemini kapsayan çalışmada, 10 OECD ülkesinde Ar-Ge harcamalarındaki artışın ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmış ve Ar-Ge harcamalarındaki artışın verimlilikteki büyüme oranı ve çıktı düzeyindeki artışı pozitif etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Falk (2007), 1970-2004 yıllarını ve 15 OECD ülkesini kapsayan çalışmada, Ar-Ge harcamalarının ve yüksek teknolojiye (high-tech) yönelik Ar-Ge yatırımlarındaki artışın hem kişi başına düşen GSYH hem de işçi başına düşen GSYH üzerinde güçlü ve pozitif bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Wang (2007), 30 ülke verisini kullanarak (23'ü OECD üyesi olan, 7 tanesi ise OECD üyesi olmayan ülke) yapmış olduğu çalışmada Ar-Ge harcamalarını etkili bir şekilde kullanan ülkelerin daha iyi bir ekonomik büyüme performansına ulaşacağını belirtmektedir.

Saraç (2009), 1983-2004 dönemini ve 10 OECD ülkesini kapsayan çalışmada, Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Samimi ve Alerasoul (2009), gelişmekte olan 30 ülkeye ilişkin 2000-2006 yılları arasını kapsayan çalışmalarında Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında panel genelinde negatif ve anlamsız bir ilişki bulmuşlardır. Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde herhangi bir pozitif etkisi olmadığını belirten yazarlar özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin daha yüksek bir ekonomik büyüme oranına ulaşmaları için Ar-Ge aktivitelerini yükseltmeleri gereğinin altını çizmekte, gelişmekte olan ülkelerin Ar-Ge harcamalarına az kaynak ayırmaları sebebiyle bu harcamaların ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını vurgulamakta ve özellikle inovasyon ve Ar-Ge aktivitelerinde lider ülkelerin diğer

ülkelere nazaran daha yüksek bir ekonomik büyümeye sahip olduklarını belirtmektedirler.

Alene (2010), 52 Afrika ülkesi ve 1970-2004 yıllarını kapsayan çalışmada, tarımsal Ar-Ge harcamalarının tarımsal üretimdeki büyüme/verimlilik artışı üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yazar, tarımsal Ar-Ge harcamalarının milli gelir esnekliğini 0,20 olarak bulmuştur. Yani tarımsal Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik bir artış, toplam verimliliği %0,20 civarında artırmaktadır.

Genç ve Atasoy (2010) yapmış olduğu çalışmada 34 ülke için Ar-Ge ve büyüme arasındaki ilişkiyi 1997-2008 dönemi için panel nedensellik tekniği ile test etmişler ve Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Horvath (2011), Ar-Ge'ye ilişkin göstergelerin uzun dönemli büyüme üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmada, Ar-Ge göstergelerinin uzun dönemli büyüme üzerinde pozitif etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Güloğlu ve Tekin (2012), 1991-2007 dönemini ve 13 OECD ülkesini kapsayan çalışmalarında, Ar-Ge harcamaları, inovasyon ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkilerini araştırmışlardır. Yazarlar Ar-Ge harcamaları ve inovasyon arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu, teknolojik inovasyon ile ekonomik büyüme arasında da çift yönlü neden olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kirankabeş ve Erçakar (2012), 1997-2007 yıllarını ve 31 AB ülkesini kapsayan çalışmalarında kişisel Ar-Ge harcamaları, patent başvuru sayıları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiş ve Ar-Ge harcamaları ile patent başvuruları arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Eid (2012), 17 yüksek gelir düzeyine sahip OECD ülkesi ve 1981-2006 dönemini kapsayan çalışmada, yüksek öğretim aracılığı ile yapılan Ar-Ge harcamalarının verimlilikteki büyüme üzerindeki etkisini araştırmış ve Ar-Ge harcamalarının yapıldığı yıldan sonra (gecikmeli olarak) verimlilikteki artış üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

2. Veri Seti, Ekonometrik Yöntem ve Sonuçların Değerlendirilmesi

2.1. Veri Seti ve Ekonometrik Model

Yapılan panel veri analizi Türkiye dahil seçilmiş olan 21 OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) ülkesini kapsamaktadır. Ülke seçiminde 1990-2010 zaman periyodunda verilerine ulaşılabilen ülkelere öncelik verilmiş ve uygulama zorunlu olarak 21 OECD ülkesi ile sınırlandırılmıştır. Çalışmada kullanılan Ar-Ge göstergesi olarak kişi başına düşen Ar-Ge harcamaları kullanılmıştır. Kişi başına düşen Ar-Ge harcamaları verisi Eurostat veri tabanından elde edilmiştir. Ekonomik büyüme göstergesi olarak da kişi başına düşen GSYH verisi kullanılmıştır. Kişi başına düşen GSYH verisi Eurostat veri tabanından elde edilmiştir. Her iki veri de euro cinsindedir. Öncelikle verilerin analize uygun hale gelmesini sağlamak amacıyla logaritmaları alınmıştır.

Bu çalışmada tahmin edilen ekonometrik model (1) nolu eşitlikte gösterilmektedir:

$$\ln GDP_{it} = \alpha_{it} + \beta \ln R \& D_{it} + u_{it} \quad (1)$$

2.2. 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, 2004:25). Ekonomik araştırmalarda bu veri türleri ancak yapılarına uygun modellerle incelenebilmekte ve ayrı olarak veya birleştirilerek analizler yapılabilmektedir (Pazarlıoğlu ve Kiren Gürler, 2007:37).

Büyüme modellerinin tahmininde zaman serisi ve çapraz-kesit yöntemleri yerine panel veri yönteminin kullanılmasının çok sayıda faydası bulunmaktadır. İlk olarak zaman serisi yönteminde tek bir ülke veya ülkeler grubu analiz edilebilmekteyken panel veri yönteminde çok sayıda ülke bir arada incelenebilmektedir. Bunun yanı sıra ülkeler arasındaki yapı farklılıkları çapraz-kesit yönteminde kontrol edilemezken panel veri yönteminde bu sorun giderilebilmektedir (Saygılı ve diğ., 2006:97). Ayrıca, panel veri analizi kullanılarak oluşturulan modeller çok yönlü davranışsal ilişkileri çapraz-kesit yöntemine göre daha iyi biçimde analiz edebilmektedir (Saygılı ve diğ., 2006:98). Panel veri analizi hem zaman serisi hem de yatay kesit veri analizlerine özgü özellikleri taşımakla birlikte bu analizlere ait dezavantajları da ortadan kaldırmaktadır (Tarı, 2010:475). Panel veri analizinin diğer analizlere göre üstünlükleri ve bu yöntemin kullanılmasının diğer nedenleri ise şu şekilde belirtilebilir: Panel veri analizi parametrelerin daha etkin tahmin edilebilmesi için zengin kaynak çeşitliliği sunmaktadır (Baltagi, 2011:305). Panel veri, zaman ve kesit boyutunu içerdiği için gözlem sayısı artmaktadır. Mevcut veriler için yeterli bir zaman dönemi sağlayarak kesit ve zaman serisi olmak üzere iki farklı boyutta işlem görecektir verilerin oluşumuna izin verir. Sabit etkiler modeli ve Rassal etkiler modeli gibi modellerle ekonometrik spesifikasyonları zenginleştirir. Modele daha fazla değişken ve bilgi katabilmektedir (Sun ve Parikh, 2001:190). Bu ek bilgilendirici verilerle daha güvenilir tahminler yapılabilmekte ve daha az kısıtlayıcı varsayımlarla model daha sofistike tahmin edilebilmektedir (Baltagi, 2011:305). Panel veri analizi kesit birimlere özgü farklılığı (bireyler, firmalar ve ülkelerin farklı eğilim ve davranışlara sahip olması) dikkate alarak bu farklılığın model içinde kontrolüne ve ölçülebilmesine izin vermektedir (Tarı, 2010:475). Panel veri analizinin en önemli avantajlarından biri araştırmacılara bireylerin davranış değişikliklerinin modellenmesinde çok büyük bir esneklik sunmasına izin vermesidir. (Greene, 2003:284) Panel veri analizinin bir diğer avantajı bireysel heterojenliği kontrol edebilmesidir (Baltagi, 2011:305). Çünkü zaman serisi ve yatay kesit analizlerinde heterojenlik kontrol edilemediği için (Ak, 2009:112) kontrol edilemeyen bireysel spesifik etkiler sonuçların yanlışlığına sebebiyet verebilmektedir (Baltagi, 2011:305). Panel veri analizi saf kesit analizinde belirlenemeyen veya saf zaman serilerinde belirlenemeyen etkileri tanımlamada ve tahmin etmede oldukça iyidir (Baltagi, 2011:305). Özellikle karmaşık olan dinamik durumların analizinde oldukça iyidir. Örneğin; bir kesit analizinde belirli bir zamanda sadece işsizlik oranı tahmin edilebilir. Tekrarlanan kesit analizleri ise bu oranın zaman içerisinde ne şekilde değiştiğini gösterebilir. Fakat belli bir zamandaki işsiz başka bir zamanda işsiz kalıp kalmadığının oranı sadece panel veri seti ile tahmin edilebilir. (Baltagi, 2011:305). Yatay kesit gözlemleri ile zaman serilerini birleştirmekle panel veri daha aydınlatıcı bilgi, değişkenler arasında daha az doğrusal bağlantı, daha fazla serbestlik derecesi ve daha fazla etkinlik sağlamaktadır (Tarı, 2010:475). Tekrarlanan yatay kesit gözlemlerini incelemekle panel veri

değişme dinamiklerini araştırmak için daha uygundur. (Tarı, 2010:475). Panel veriler pür zaman serisi verileri veya pür yatay kesit verilerinde kolayca gözlenemeyen etkileri daha iyi belirleyebilir ve ölçebilir. Panel veri analizi zamana göre değişmeyen ve kesit boyunca farklı olan gözlenemeyen etkilerle birlikte zaman ve kesit boyunca değişen etkilerin bağımlı değişken üzerindeki olası etkilerini de hesaba katabilmektedir (Tarı, 2010:475). Panel veri analizi daha karmaşık davranış modelleri ile çalışabilme imkânı sunması açısından zaman serisi ve yatay kesit verisi modellerine göre üstünlük sağlamaktadır. (Tarı, 2010:475).

Panel veri analizi her ne kadar bir zaman serisi veya kesit analizinin bağımsız olarak üstesinden gelemediği birtakım problemlerin çözümünde başarılı olsa da her derde deva (panacea) bir çözüm aracı değildir (Baltagi, 2005:8) ve bazı dezavantajları vardır. Panel veri analizinin dezavantajları ise şu şekilde belirtilebilir: Dizayn ve veri toplama ile ilgili problemler; özellikle veri toplama kullanılmak panel anket/araştırması, bu araştırma ile ilgili verilerin toplanması ve bu verilerin ve araştırmanın yönetilmesi ile ilgili zorluklarla karşılaşılabilir (Baltagi, 2005:7). Ölçüm hataları ile ilgili bozukluklar; bazı soruların açık olmaması dolayısıyla verilen cevapların doğru olmaması, hatırlayamama veya kasıtlı olarak yanlış cevap verilmesi, uygun olmayan deneklerle çalışılması, cevapların veya elde edilen verilerin yanlış kaydedilmesi ve veri toplayanla ilgi problemler dolayısıyla bu tür hatalar ortaya çıkabilmektedir (Baltagi, 2005:7). Ayrıca, veri miktarının artması da ölçüm hatasının artmasını beraberinde getirebilir (Şükrüoğlu, 2008:3). Seçicilikle ilgili problemler kişisel seçicilik, cevap alamama ve aşınma/eksilme dolayısıyla ortaya çıkan seçicilik problemleri şeklindedir. Kişisel seçicilikte verinin toplandığı deneklerin bazı sebeplerle ankete katılmak istememesi söz konusu olabilir. Ayrıca, bazı denekler anketteki bazı sorulara cevap vermemiş olabilir ve bu nedenle toplanan verilerde eksiklikler ortaya çıkabilir ve bu da beraberinde aşınmaları getirmektedir. Ayrıca, deneklerin ölmesi gibi sorunlar da aşınmalara sebebiyet vermektedir (Baltagi, 2005:7-8). Kısa zaman boyutu ile ilgili problemler; özellikle mikro panel veri analizleri her bir birey için yıllık verileri içeren panellerden oluşmaktadır. Zaman boyutunun artırılması ise maliyetler artmaksızın mümkün olamamakta ve veri toplama maliyetlerini artırmaktadır (Baltagi, 2005:7-8). Kesit seçimine bağımlılık; bir ülke veya bölge ile ilgili uzun bir zaman boyutunu kapsayan makro panellerde verinin toplanmasına ilişkin sorunlar görülebilmekte ve bazı yanıltıcı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (Baltagi, 2005:8).

Panel veri regresyon modeli aşağıdaki şekilde gösterilebilir (Baltagi, 2011:305)

$$y_{it} = \alpha + X'_{it}\beta + u_{it} \quad (2)$$

i , $i=1,2,\dots,N$ ile kesiti t ise $t=1,2,\dots,T$ ile zaman periyodunu temsil etmektedir.

α , veri miktarını (scalar) gözlem sayısını; β , $K \times 1$ 'i göstermektedir, x_{it} , K açıklayıcı değişkenleri ile ilgili it 'nci gözlem sayıdır. İlk hanehalkı ile ilgili T gözlemi, ikinci hanehalkı ile ilgili T gözlemine takip etmekte ve N 'inci hanehalkına kadar bu şekilde devam etmektedir. Hata terimi bileşenleri aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Baltagi, 2011:306):

$$u_{it} = \mu_i + v_{it} \quad (3)$$

μ_i , kesitin belli bileşenlerini, v_{it} ise geri kalan etkileri göstermektedir. (Baltagi, 2011:306). Yani burada zamana bağlı olmayan ancak kesitten kesite farklılık

gösteren μ_i bireysel etki olarak isimlendirilirken v_{it} 'nin hem zamana hem de kesite göre değişim gösterdiği varsayılmaktadır. Buna göre μ_i gözlemlenemeyen kesit etkisini göstermektedir, v_{it} ise stokastik hata terimini sembolize eder (Yılmaz, 2008:100). Mesela, μ_i bir kazanç eşitliğindeki bireysel yetenekleri veya bir üretim fonksiyonundaki yönetsel becerileri ya da bir ülkenin belli bir etkisini temsil edebilir. Bu etkiler zamanla değişmemektedir. Vektör formunda 1 numaralı denklem aşağıdaki şekilde yazılabilir (Baltagi, 2011:306):

$$y = \alpha_{NT} + X\beta + u = Z\delta + u \quad (4)$$

Burada y , $NT \times 1$ 'dir ve X ise $NT \times K$, $Z = [t_{NT}, X]$ 'dir. Ayrıca $\delta' = [\alpha', \beta']$ 'dir. t_{NT} , NT boyutunun vektörlerinden biridir. Bunun yanı sıra (2) numaralı eşitlik aşağıdaki şekilde yazılabilir (Baltagi, 2011:306):

$$u = Z_{\mu}\mu + v \quad (5)$$

$u' = (u_{11}, \dots, u_{1T}, u_{21}, \dots, u_{2T}, \dots, u_{N1}, \dots, u_{NT})$ ve $Z_{\mu} = I_N \otimes t_T$ 'dir. I_N , N boyutunun özdeşlik matrisidir, t_T ise T 'nin boyutlarından birinin vektörüdür. \otimes Kronecker² ürününü temsil etmektedir. Z_{μ} ayırıcı matristir ve sıfırdır veya sabit oldukları varsayımı altında μ_i 'nin regresyonunu tahmin etmeye yarayan bireysel kukla değişkenlerin matrisidir. $\mu' = (\mu_1, \dots, \mu_N)$ ve $v' = (v_{11}, \dots, v_{1T}, \dots, v_{N1}, \dots, v_{NT})$. J_T , T 'nin boyutlarından birinin matrisi olduğu durumda $Z_{\mu}Z_{\mu}' = I_N \otimes J_T$ ve $P = Z_{\mu}(Z_{\mu}'Z_{\mu})^{-1}Z_{\mu}'$, olduğu dikkate alınmalıdır. Projeksiyon matrisi Z_{μ} , $P = I_N \otimes \bar{J}_T$ 'nin değerini, zaman boyunca her bir bireyin ortalama gözlem matrisi olan $\bar{J}_T = J_T / T$. P ve Q , i 'nin simetrik idempotent matrisleridir (symmetric idempotent matrices). Mesela $P' = P$ ve $P^2 = P$ 'dir. Bu ise $(P) = tr(P) = N$ ve $(Q) = tr(Q) = N(T-1)$ kademesi (rank) olduğu anlamına gelmektedir. Bu ise idempotent matrisinin izine (trace) eşit olduğu anlamına gelmektedir (Baltagi, 2011:306).

2.3. Sonuçların Değerlendirilmesi

Panel veri analizinde birim kökün varlığını araştırmak için hem DF (Dickey–Fuller) hem de ADF (Augmented Dickey–Fuller) testleri panel veri analizi için genişletilmiştir ve panel veri analizinde birçok birim kök testi ADF testinin genişletilmesi temeline dayanmaktadır. Fakat panel veri analizinde söz konusu süreç zaman serisi analizindekinden daha komplekstir. Panel veri analizinde en önemli faktör heterojenliktir. Özellikle paneldeki her bir birey aynı özelliklere sahip olmayabilir yani hepsi durağan ya da durağan olmama (eşbütünleşik ya da eşbütünleşik olmama) bakımından farklıdır. Eğer bazı paneller birim köke sahip

²Kronecker ürünü ile ilgili ayrıntılı tanım için bakınız: Baltagi (2011), 7. Bölümün ilgili eki.

bazıları değil iken birim kök testinin yapılması durumu karmaşıklaştıracaktır (Asteriou ve Hall, 2007:366). Panel veri modellerinde birim kök sınavını öneren önde gelen çalışmalar arasında Levin, Lin ve Chu (2002), Im, Pesaran ve Shin (2003), Maddala ve Wu (1999) ve Choi (2001) yer almaktadır. Çalışmamızda, söz konusu bu birim kök testleri uygulanmıştır.

Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme değişkenlerinin logaritmaları alınmış ve birim kök testi ve diğer testler değişkenlerin logaritmik değerleri kullanılarak yapılmıştır. Hatalar arasındaki otokorelasyon sorununu gideren uygun gecikme uzunluğu ise Schwarz bilgi kriterine göre seçilmiştir.

2.3.1. Panel Birim Kök Testi Sonuçları ve Değerlendirilmesi³

Tablo 1: Birim Kök Testleri Sonuçları (Düzyey ve 1. Farklarda)

| | Ar-Ge Harcamaları (lnR&D) | | | |
|---------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | Sabitli Terim | | | |
| | <i>t</i> istatistiği <i>I</i> (0) | Olasılık <i>I</i> (0) | <i>t</i> istatistiği <i>I</i> (1) | Olasılık <i>I</i> (1) |
| Levin, Lin&Chu | - 6.90455*** | 0.0000 | -8.29795*** | 0.0000 |
| Im, Pesaran&Shin | 0.72203 | 0.7649 | -11.5953*** | 0.0000 |
| Maddala ve Wu | 48.3947 | 0.2305 | 205.252*** | 0.0000 |
| Choi | 1.20528 | 0.8860 | -10.0785*** | 0.0000 |
| | Büyüme (lnGDP) | | | |
| | Sabitli Terim | | | |
| | <i>t</i> istatistiği <i>I</i> (0) | Olasılık <i>I</i> (0) | <i>t</i> istatistiği <i>I</i> (1) | Olasılık <i>I</i> (1) |
| Levin, Lin&Chu | - 5.04052*** | 0.0000 | -6.52346*** | 0.0000 |
| Im, Pesaran&Shin | 0.78570 | 0.7840 | -9.15824*** | 0.0000 |
| Maddala ve Wu | 34.2039 | 0.7984 | 160.754*** | 0.0000 |
| Choi | 0.94231 | 0.8270 | -8.65352*** | 0.0000 |

*** %1 düzeyinde anlamlı.

LLC testinde Barlett Kernel metodu kullanılmış ve Bandwith genişliği Newey-West yöntemi ile belirlenmiştir.

Tablo 1'den de görüldüğü gibi değişkenlerin seviyelerine uygulanan birim kök test sonuçlarında *t* istatistikleri ve olasılık sonuçları ekonometrik analizde kullanılacak olan seriler düzeyde (*I*(0)) durağan olmadığını göstermekte ve seriler birim kök problemi içermektedir. Bu nedenle serilerin birincil farkları araştırılmıştır. Değişkenler için serilerin birincil farklarına bakıldığında elde edilen sonuçta Ar-Ge harcamalarının ve ekonomik büyüme serilerinin birincil farklarının durağan oldukları (*I*(1)) görülmüştür.

³Modelde kullanılan serilerin birim kök test sonuçları E-views 7.0 ekonometri paket programı ile elde edilmiştir.

2.3.2. Panel Eşbütünleşme Testi Sonuçları ve Değerlendirilmesi⁴

Birim kökler araştırıldıktan sonra seriler arasında uzun dönemde karşılıklı bir ilişkinin bulunup bulunmadığının araştırıldığı eşbütünleşme analizi yapılmaktadır. Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli karşılıklı bir ilişkinin araştırılması amacıyla çalışmamızda Pedroni eşbütünleşme analizi ve Kao eşbütünleşme analizi olmak üzere iki farklı eşbütünleşme analiz yöntemi kullanılmıştır.

Pedroni 1997, 1999, 2000 ve 2004 yıllarında eşbütünleşme analizlerinde heterejenliğe izin veren birkaç test önerisi ileri sürmüştür (Asteriou ve Hall, 2007:373). Bu test, eşbütünleşme vektöründeki heterojenliğe izin veren bir testtir. Bu test yalnızca dinamik ve sabit etkilerin panelin kesitleri arasında farklı olmasına izin vermesinin yanı sıra alternatif hipotez altında eşbütünsel vektörün kesitler arasında farklı olmasına da izin vermektedir. (Güvenek ve Alptekin, 2010:181). McCoskey ve Kao'nun yaklaşımlarından kesit varsayım trendi ve eşbütünleşmenin olmadığı sıfır hipotezleri bağlamında farklılaşan Pedroni'nin yaklaşımında Pedroni testleri bazı olumlu özelliklere sahiptir. Pedroni testleri birden fazla açıklayıcı değişkene (regressor) izin vermesi, eşbütünleşme vektörünün panelin farklı kısımları boyunca çeşitlenmesi ve ayrıca, kesit birimleri boyunca hataların heterojenliğine izin vermesi olumlu özellikler olarak belirtilmektedir. Paneldeki kesit içi (within) ve kesitler arası (between) etkilerini kapsayabilmesi için yedi farklı eşbütünleşme testi⁵ sunulmuş ve bu testler iki farklı kategoriye ayrılmıştır. İlk kategori "within" boyutunda havuzlanmış dört testi içermektedir. İkinci kategori ise "between" boyutunda diğer üç testi içermektedir (Asteriou ve Hall, 2007:374). "Birinci kategori içindeki dört testten ilk üçü parametrik olmayan testlerdir. İlk test varyans oranı tipinde bir istatistiktir. İkincisi Phillips-Peron (PP) (rho) istatistiğine, üçüncü istatistik de PP (t) istatistiğine benzemektedir. Dördüncü istatistik ise Augmented Dickey Fuller (ADF) (t) istatistiğine benzer parametrik bir istatistiktir. İkinci kategoride üç testten ilki PP (rho) istatistiği ile benzer iken diğer ikisi PP (t) ve ADF (t) istatistiklerine benzemektedir (Güvenek ve Alptekin, 2010:181). Çalışmada kullanılacak diğer eşbütünleşme testi ise Kao eşbütünleşme testidir. Kao, 1999 yılında DF ve ADF testlerini kullanarak panel veri analizi için bir eşbütünleşme testi sunmuştur (Baltagi ve diğ., 2000:13; Asteriou ve Hall, 2007:372).

Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme değişkenleri I(1) seviyesinde durağan oldukları için ikinci aşama olan eşbütünleşme testine geçilmiştir. Bu seriler arasındaki uzun dönemli ilişki Pedroni ve Kao eşbütünleşme testleri ile incelenmektedir. Tablo 2'den de görüldüğü gibi yapılan eşbütünleşme analizine göre Ar-Ge Harcamaları (lnR&D) ve ekonomik büyüme arasında Pedroni eşbütünleşme testinde yedi istatistikten altısı eşbütünleşmenin olduğunu biri ise eşbütünleşmenin olmadığını göstermektedir. Kao eşbütünleşme test sonucuna göre uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Bu çerçevede bu iki değişkenin uzun dönemde eşbütünleşik olduğu belirtilebilir.

⁴Panel eşbütünleşme test sonuçları E-views 7.0 ekonometri paket programı ile elde edilmiştir.

⁵Bu testlerin matematiksel sunumları için bakınız: Asteriou ve Hall, 2007:376-374.

Tablo 2: Eşbütünlüşme Testleri Sonuçları

| $\ln GDP_{it} = \alpha_{it} + \beta \ln R \& D_{it} + u_{it}$ | | | | |
|---|---------------|----------|----------------------------------|----------|
| Pedroni Panel Eşbütünlüşme Testi Sonucu | | | | |
| (Within-Dimension) | | | | |
| | t-istatistiği | Olasılık | Ağırlıklandırılmış t-istatistiği | Olasılık |
| Panel v-Statistic | 2.133823** | 0.0164 | 1.620989* | 0.0525 |
| Panel rho-Statistic | -3.058569*** | 0.0011 | -1.418089* | 0.0781 |
| Panel PP-Statistic | -5.337320*** | 0.0000 | -2.754022*** | 0.0029 |
| Panel ADF-Statistic | -2.561885*** | 0.0052 | -2.693683*** | 0.0035 |
| (Between-Dimension) | | | | |
| | t-istatistiği | Olasılık | | |
| Group rho-Statistic | -0.326650 | 0.3720 | | |
| Group PP-Statistic | -3.051468*** | 0.0011 | | |
| Group ADF-Statistic | -3.343183*** | 0.0004 | | |
| Kao Panel Eşbütünlüşme Testi Sonucu | | | | |
| | t-istatistiği | Olasılık | | |
| ADF | -4.039619*** | 0.0000 | | |
| Residual variance | 0.007495 | | | |
| HAC variance | 0.011161 | | | |

*** %1 düzeyinde anlamlı, **%5 düzeyinde anlamlı, *%10 düzeyinde anlamlı.

Pedroni ve Kao eşbütünlüşme testinde Barlett Kernel metodu kullanılmış ve Bandwidth genişliği Newey-West yöntemi ile belirlenmiştir.

Ar-Ge Harcamaları (lnR&D) ve ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırdığımız Pedroni eşbütünlüşme testine göre H_0 hipotezi (seriler arasında eşbütünlüşme yoktur) reddedilmiştir. Test sonuçlarından panel istatistiklerinin üçü %1 seviyesinde, biri ise %5 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup istatistiklerinden Grup rho-istatistiği haricinde diğer istatistikler %1 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Genel olarak değerlendirildiğinde Pedroni eşbütünlüşme testindeki hem panel hem de grup istatistiklerini oluşturan yedi testin altısının sonucunun seriler arasında eşbütünlüşme ilişkisini gösterdiği görülmektedir. Kao eşbütünlüşme testine göre de H_0 hipotezi (seriler arasında eşbütünlüşme yoktur) reddedilmiştir. Dolayısıyla alternatif hipotez (seriler arasında eşbütünlüşme vardır) kabul edilmiştir. Uzun dönemde Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu belirtilebilir. Bu bağlamda uzun dönemde OECD ülkelerinde Ar-Ge Harcamaları (lnR&D) ve ekonomik büyüme arasında birlikte hareket söz konusudur ve yapılan analizler değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğunu göstermektedir.

2.3.3. DOLS ve FMOLS ile Eşbütünlüşme Katsayıları Sonuçları ve Değerlendirilmesi⁶

Eşbütünlüşme testleri uygulandıktan sonra bu ilişkinin nihai sapsız katsayılarını tahmin etmek üzere tahmin edicilerinin beklentilerimiz çerçevesindeki tutarlılığını test etmek amacıyla Pedroni (2000 ve 2001) tarafından geliştirilen

⁶DOLS ve FMOLS test sonuçları Rats.v08 ekonometri paket programları ile elde edilmiştir.

DOLS (Dynamic Ordinary Least Square) yöntemi ve FMOLS (Full Modified Ordinary Least Square) yöntemi olmak üzere farklı iki yöntem kullanılmıştır.

FMOLS yöntemi, standart sabit etkili tahminlerdeki (otokorelasyon, değişen varyans gibi sorunlardan kaynaklanan) sapmaları düzeltirken, DOLS yöntemi modele dinamik unsurları da dahil ederek statik regresyondaki (özellikle içsellik sorunlarından kaynaklanan) sapmaları da giderebilecek özelliğe sahip bir yöntemdir (Kök ve diğ., 2010:8). Pedroni'nin bireysel kesitler arasında önemli ölçüde heterojenliğe izin veren bu FMOLS yöntemi, sabit terimin ve hata terimi ve bağımsız değişkenlerin farkları arasındaki olası korelasyonun varlığını hesaba katmaktadır. Pedroni (2000), FMOLS yönteminin küçük örneklerdeki gücünü de araştırmış, t istatistiğinin küçük örneklerdeki performansının Monte Carlo simülasyonları ile iyi olduğunu hesaplamıştır” (Kök ve Şimşek, 2006:7-8).

Tablo 3: Panel DOLS Sonuçları

| | $\ln GDP_{it} = \alpha_{it} + \beta \ln R \& D_{it} + u_{it}$ | |
|---------------------|---|-------------------|
| | DOLS | |
| Ülkeler | Katsayı | t istatistiği |
| Panel Geneli | 0.768665*** | 113.078945 |
| Belçika | 0.782411*** | 15.994148 |
| Bulgaristan | 0.994973*** | 5.225161 |
| Danimarka | 0.535213*** | 38.169669 |
| Almanya | 0.560097*** | 16.842553 |
| İrlanda | 0.957176*** | 8.020201 |
| İspanya | 0.575961*** | 94.372071 |
| Fransa | 1.167163*** | 35.270984 |
| İtalya | 0.735022*** | 25.997767 |
| Macaristan | 0.810958*** | 12.143402 |
| Hollanda | 1.062.239*** | 27.913935 |
| Avusturya | 0.444295*** | 32.643906 |
| Polonya | 0.963003*** | 16.748575 |
| Portekiz | 0.439963*** | 13.743531 |
| Finlandiya | 0.552406*** | 26.685064 |
| İsveç | 0.693394*** | 13.021415 |
| İngiltere | 1.160660*** | 43.357791 |
| İzlanda | 0.451782*** | 15.736081 |
| Norveç | 0.99135*** | 28.264214 |
| Türkiye | 0.636046*** | 16.008559 |
| A.B.D. | 0.883196*** | 29.194261 |
| Japonya | 0.744657*** | 2.839540 |

Tablo 3, Panel DOLS test sonuçlarını göstermektedir. Panel DOLS test sonuçları panel bazında değerlendirildiğinde ekonomik büyümenin işareti beklenildiği gibi pozitif ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlıdır. Yani uzun dönemde Ar-Ge harcamalarındaki artış, ekonomik büyümeyi panel genelinde pozitif bir şekilde etkilemektedir. Panel genelinde Ar-Ge harcamalarının esnekliği %0.768665 olarak

hesaplanmıştır. Yani 21 OECD ülkesinin genelinde Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik bir artış, ekonomik büyüme üzerinde uzun dönemde yaklaşık olarak %0.768665'lik bir artış meydana getirmektedir.

Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisine ilişkin Panel DOLS test sonuçları ülke bazında değerlendirildiğinde tüm ülkelerde katsayı beklenildiği gibi pozitif ve istatistiki olarak %1 düzeyinde anlamlıdır. Bu ülkeler içerisinde esneklik katsayısı en yüksek olan ülke %1.167163'lik katsayı değer ile Fransa iken en düşük esneklik katsayısına sahip ülke %0.439963'lük katsayı değeri ile Portekiz'dir. Türkiye'nin esneklik katsayısı ise %0.636046'tır. Yani Türkiye'de Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik bir artış, ekonomik büyüme üzerinde %0.636046'lük bir artış meydana getirmektedir.

Tablo 4: Panel FMOLS Sonuçları

| | $\ln GDP_{it} = \alpha_{it} + \beta \ln R \& D_{it} + u_{it}$ | |
|---------------------|---|---------------|
| | FMOLS | |
| Ülkeler | Katsayı | t istatistiği |
| Panel Geneli | 0.77*** | 78.80 |
| Belçika | 0.76*** | -17.9 |
| Bulgaristan | 1.19*** | -4.27 |
| Danimarka | 0.52*** | -27.78 |
| Almanya | 0.58*** | -15.53 |
| İrlanda | 0.84*** | -12.04 |
| İspanya | 0.58*** | -17.6 |
| Fransa | 1.11*** | -17.66 |
| İtalya | 0.68*** | -10.35 |
| Macaristan | 0.83*** | -9.86 |
| Hollanda | 1.06*** | -30.51 |
| Avusturya | 0.46*** | -29.34 |
| Polonya | 0.82*** | -11.6 |
| Portekiz | 0.39*** | -7.89 |
| Finlandiya | 0.55*** | -24.09 |
| İsveç | 0.65*** | -9.03 |
| İngiltere | 1.14*** | -30.04 |
| İzlanda | 0.46*** | -11.3 |
| Norveç | 0.96*** | -27.66 |
| Türkiye | 0.64*** | -15.01 |
| A.B.D. | 0.91*** | -27.74 |
| Japonya | 1.03*** | -3.93 |

Tablo 4, Panel FMOLS test sonuçlarını göstermektedir. Panel FMOLS test sonuçları panel bazında değerlendirildiğinde ekonomik büyümenin işareti beklenildiği gibi pozitif ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlıdır. Yani uzun dönemde Ar-Ge harcamalarındaki artış, ekonomik büyümeyi (Panel DOLS'de olduğu gibi) panel genelinde pozitif bir şekilde etkilemektedir. Panel genelinde Ar-Ge harcamalarının esnekliği %0.77 olarak hesaplanmıştır. Yani 21 OECD ülkesinin genelinde Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik bir artış, ekonomik büyüme üzerinde

uzun dönemde yaklaşık olarak %0.77'lik bir artış meydana getirmektedir. Bu sonuç, Panel DOLS sonuçları ile paralellik arz etmektedir.

Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisine ilişkin Panel FMOLS test sonuçları ülke bazında değerlendirildiğinde tüm ülkelerde katsayı beklenildiği gibi pozitif ve istatistiki olarak %1 düzeyinde anlamlıdır. Bu ülkeler içerisinde esneklik katsayısı en yüksek olan ülke %1.19'luk katsayı değeri ile Bulgaristan iken en düşük esneklik katsayısına sahip ülke %0.39'luk katsayı değeri ile Portekiz'dir. Türkiye'nin esneklik katsayısı ise %0.64'tür. Yani Türkiye'de Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik bir artış kişi başına düşen GSYH-Ekonomik Büyüme üzerinde uzun dönemde yaklaşık olarak %0.64'lük bir artış meydana getirmektedir. Türkiye'ye ilişkin bu sonuç, Panel DOLS sonuçları ile paralellik arz etmektedir.

2.3.4. Panel Nedensellik Sonuçları ve Değerlendirilmesi⁷

Ar-Ge Harcamaları (lnR&D) ve Ekonomik Büyüme (lnGDP) arasındaki nedensellik ilişkisi Canning ve Pedroni (2008) tarafından önerilen ve değişkenler arasındaki uzun dönem panel nedensellik ilişkisini ve bu ilişkinin katsayısını gösteren yöntem kullanılarak araştırılmıştır. Söz konusu bu yöntem değişkenler arasında uzun dönemde nedensellik ilişkisinin varlığının yönünün yanı sıra bu nedenselliğin işareti hakkında da bilgi vermektedir ve bu açıdan önemlidir.

Tablo 5: Ar-Ge Harcamaları, Ekonomik Büyüme Panel Nedensellik Sonuçları

| | $\lambda_2 = R \& D_{it} \rightarrow GDP_{it}$ | | | $\lambda_1 = GDP_{it} \rightarrow R \& D_{it}$ | | | $-\lambda_2 / \lambda_1$ |
|----------------|--|---------------|-----------------|--|---------------|-----------------|--------------------------|
| | Katsayı | t istatistiği | Olasılık değeri | Katsayı | t istatistiği | Olasılık değeri | Medyan |
| Lambda-Pearson | | 74.636*** | 0.00 | | 10.47*** | 0.00 | 0.27 |
| Grup Ortalama | -0.06 | 0.10 | 0.54 | -0.66 | -1.40* | 0.08 | -0.01 |

*** %1 düzeyinde anlamlı, **%5 düzeyinde anlamlı, *%10 düzeyinde anlamlı

Tablo 5'ten de görüldüğü gibi yapılan nedensellik analizinde Lamda-Pearson istatistiğine göre panelin geneli için panel nedensellik sonuçları Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik ilişkisini göstermektedir. Panel genelinde Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru nedenselliğin araştırıldığı ilk aşamada H_0 hipotezi (uzun dönem nedensellik ilişkisi yoktur) %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmekte ve bu bağlamda panel nedensellik sonuçları Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru uzun dönemde nedensellik ilişkisinin varlığını göstermektedir (74.636 (0.00)). Panel genelinde ekonomik büyümeden Ar-Ge harcamalarına doğru nedenselliğin araştırıldığı ikinci aşamada H_0 hipotezi (uzun dönem nedensellik ilişkisi yoktur) %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmekte ve bu bağlamda panel nedensellik sonuçları ekonomik büyümeden Ar-Ge harcamalarına doğru uzun dönemde nedensellik ilişkisinin varlığını göstermektedir (10.47 (0.00)).

Grup ortalama istatistik değerleri ise Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru uzun dönemde nedensellik ilişkisini göstermezken ekonomik

⁷Panel nedensellik test sonuçları Rats.v08 ekonometri paket programı ile elde edilmiştir.

büyümeden Ar-Ge harcamalarına doğru uzun dönemde %10 anlamlılık düzeyinde nedensellik ilişkisini göstermektedir. Her iki istatistik değerini birlikte değerlendirdiğimizde kişi başına düşen Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisinin mevcut olduğu belirtilebilir.

Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada 21 OECD ülkesi verisi kullanılarak 1990-2010 dönemi için kişi başına düşen Ar-Ge Harcamaları (lnR&D) ve Ekonomik Büyüme (lnGDP) arasındaki karşılıklı ilişki araştırılmıştır. Çalışmada, panel birim kök analizinde kullanılmış olan serilerin birincil farklarında durağan oldukları (I(1)) görülmüştür. Kişi başına düşen Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme değişkenleri (I(1)) seviyesinde durağan oldukları için ikinci aşama olan eşbütünlük testine geçilmiştir. Bu seriler arasındaki uzun dönemli ilişki Pedroni ve Kao eşbütünlük testleri ile incelenmiş ve her iki değişkenin uzun dönemde eşbütünlük ilişkisine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda uzun dönemde kişi başına düşen Ar-Ge harcamaları ve kişi başına düşen GSYH-Ekonomik Büyüme değişkenleri arasında pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Değişkenler arasında tespit edilen uzun dönem eşbütünlük ilişkisinin katsayıları ise FMOLS ve DOLS yöntemleri ile araştırılmıştır. Yapılan Panel DOLS ve Panel FMOLS test sonuçlarına göre panel geneli için kişi başına düşen Ar-Ge harcamalarının milli gelir esnekliği 0,77 olarak hesaplanmıştır. Yani 21 OECD ülkesinin genelinde kişi başına düşen Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik bir artış, kişi başına düşen GSYH-Ekonomik Büyüme üzerinde uzun dönemde yaklaşık olarak %0,77'lik bir artış meydana getirmektedir. Türkiye'ye ilişkin yapılan Panel DOLS ve Panel FMOLS test sonuçlarına göre kişi başına düşen Ar-Ge harcamalarının milli gelir esnekliği %0,64 olarak hesaplanmıştır. Yani Türkiye'de kişi başına düşen Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik bir artış, kişi başına düşen GSYH-Ekonomik Büyüme üzerinde uzun dönemde yaklaşık olarak %0,64'lük bir artış meydana getirmektedir. Panel geneli ve Türkiye için hem Panel DOLS hem de Panel FMOLS test sonuçları birbirleri ile paraleldir.

Yapılan nedensellik araştırmalarından Lamda-Pearson istatistiğine göre panelin geneli için panel nedensellik sonuçları kişi başına düşen Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemde çift yönlü nedensellik ilişkisini gösterirken grup ortalama istatistik değerleri ekonomik büyümeden kişi başına düşen Ar-Ge Harcamalarına doğru uzun dönemde tek yönlü bir nedensellik ilişkisini göstermektedir.

Sonuç olarak yapılan çalışmada, kişi başına düşen Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme değişkenlerinin beklendiği gibi birbirlerini pozitif olarak etkilediği ve değişkenler arasında karşılıklı olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu belirtilebilir. Bu bağlamda sürdürülebilir bir ekonomik büyüme sağlama arzusunda olan ülkelerin Ar-Ge harcamalarına daha fazla kaynak ayırması önerilebilir.

Kaynakça

Ak, M.Z. (2009), *Gelişmekte Olan Ülkelere Yönelik Doğrudan Yabancı Yatırımların Temel Belirleyicileri*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.

- Alene, A.D. (2012), "Productivity Growth and the Effects of R&D in African Agriculture", *Agricultural Economics*, 41, 223–238.
- Altın, O. ve Kaya, A.A. (2009), "Türkiye'de Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Analizi", *Ege Akademik Bakış*, 9(1), 251-259.
- Asteriou, D. ve Hall, S.G. (2007), *Applied Econometrics: A Modern Approach Using Eviews and Microfit Revisited Edition*, Palgrave Macmillan, Newyork.
- Baltagi, B.H., Bai, H. ve Kao, C. (2000), "Nonstationary Panels, Cointegration in Panels: A Survey", Center for Policy Research Working Paper No:16, http://www.maxwell.syr.edu/uploadedFiles/cpr/publications/working_papers/wp_16.pdf (26/01/2012)
- Baltagi, B.H. (2005), *Econometric Analysis of Panel Data*, 3rd edition, John Wiley&Sons Ltd. West Sussex, England.
- Baltagi, B.H. (2011), *Econometrics*, Fifth Edition, Springer, New York.
- Canning, D. ve Pedroni, P. (2008), Infrastructure, Long-Run Economic Growth and Causality Tests For Cointegrated Panels. The Manchester School Vol:76 No:5 Special Issue 20081463–6786, 504–527.
- Choi, I. (2001), "Unit Root Tests for Panel Data," *Journal of International Money and Finance*, 20, 249-272.
- Coe, D.T., Helpman, E. ve Hoffmaister, A.W. (1995), "International R&D Spillovers and Institutions", IMF Working Paper, WP/08/104.
- Eid, A. (2012), "Higher Education R&D and Productivity Growth: An Empirical Study on High-Income OECD Countries", *Education Economics*, February 2012, 20(1), 53-68.
- Falk, M. (2007), "R&D Spending in the High-Tech Sector and Economic Growth", *Research in Economics*, 61, 140-147.
- Freire-Serén, M^aJ. (1999), "Aggregate R&D Expenditure and Endogenous Economic Growth", UFAE and IAE Working Papers, No:WP 436.99.
- Genç, M.C. ve Atasoy, Y. (2010), "AR&GE Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi", *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, V(II), 27-34.
- Goel, R.K., Payne, J.E. ve Ram, R. (2008) "R&D Expenditures and US Economic Growth: A Disaggregated Approach", *Journal of Policy Modeling*, 30(2), 237-250.
- Goel, R.K. ve Ram, R. (1994), "Research and Development Expenditures and Economic Growth: A Cross-Country Study", *Economic Development and Cultural Change*, 42(2), 403-11.
- Greene, W.H. (2003), *Econometric Analysis*, Fifth Edition, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Griliches, Z. (1998), "Introduction to "R&D and Productivity: The Econometric Evidence", NBER Chapters, in: R&D and Productivity: The Econometric Evidence, 1-14, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Guellec, D. ve van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2004), "From R&D to Productivity Growth: Do the Institutional Settings and the Source of Funds of R&D Matter?", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 66(3), 305-9049.
- Gujarati, D.N. (2004), *Basic Econometrics*, Fourth Edition, New York: The McGraw-Hill.

- Güloğlu, B. ve Tekin, R.B. (2012), "A Panel Causality Analysis of the Relationship Among Research and Development, Innovation, and Economic Growth In High-Income OECD Countries", *Eurasian Economic Review*, 2(1), 32-47.
- Güvenek, B. ve Alptekin, V. (2010), "Enerji Tüketimi ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine İlişkin Bir Panel Veri Analizi", *Enerji, Piyasa ve Düzenleme*, 1(2), 172-193.
- Horvath, R. (2011), "Research & Development and Growth: A Bayesian Model Averaging Analysis", *Economic Modelling*, 28, 2669-2673.
- Im, K.S., Pesaran, M.H. ve Shin, Y. (2003), "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels", *Journal of Econometrics*, 115, 53-74.
- Kirankabeş, M.C. ve Erçakar, M.E. (2012), "Importance of Relationship between R&D Personnel and Patent Applications on Economics Growth: A Panel Data Analysis", *International Research Journal of Finance and Economics*, ISSN 1450-2887, 92, 72-81.
- Korkmaz, S. (2010), "Türkiye'de Ar-Ge Yatırımları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin VAR Modeli İle Analizi", *Journal of Yasar University*, 20(5), 3320-3330.
- Kök, R. ve Şimşek, N. (2006), "Endüstri-İçerici Dış Ticaret, Patentler ve Uluslararası Teknolojik Yayılma", <http://www.deu.edu.tr/userweb/recep.kok/dosyalar/eidtpatentyayilma.pdf>
- Kök, R., İspir, M.S. ve Arı, A.A. (2010), "Zengin Ülkelerden Azgelişmiş Ülkelere Kaynak Aktarma Mekanizmasının Gerekliliği ve Evrensel Bölüşüm Parametresi Üzerine Bir Deneme", http://kisi.deu.edu.tr/recep.kok/Zengin_ispir.pdf
- Levin, A., Lin, C. ve Chu, C.J. (2002), "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finitesample Properties", *Journal of Econometrics*, 108, 1-24.
- Lichtenberg, F.R. (1993), "R&D Investment and International Productivity Differences", NBER Working Paper Series, Vol:W4161.
- Lucas, R. (1988), "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, July 1988, 342.
- Maddala, G.S. ve Wu, S. (1999), "Comparative Study of Unit Root Tests With Panel Data and a New Simple Test", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Special Issue, 61, 631-652.
- Park, W.G. (1995), "International R&D Spillovers and OECD Economic Growth", *Economic Inquir*, 33(4), 571-591.
- Pazarlıoğlu, V. ve Gürler, Ö.K. (2007), "Telekomünikasyon Yatırımları ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Yaklaşımı", *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, Yıl:44, 508, 35-43.
- Pedroni, P. (2000), "Fully-Modified OLS for Heterogeneous Cointegrated Panels", *Advances in Econometrics*, 15, 93-130.
- Pedroni, P. (2001), "Purchasing Power Parity Tests in Cointegrated Panels", *Review of Economics and Statistics*, 83, 727-731.
- Romer, P.M. (1986), "Increasing Returns and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.
- Romer, P.M. (1990), "Endogenous Technological Change" *Journal of Political Economy*, 98(5), 71-101.
- Romer, P.M. (1994), "The Origins of Endogenous Growth", *Journal of Economic Perspectives*, 8, 3-22.

- Samimi, A.J. ve Alerasoul, S.M. (2009), "R&D and Economic Growth: New Evidence from Some Developing Countries", *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4), 3464-3469, ISSN 1991-8178.
- Saraç, B.T. (2009), "Araştırma-Geliştirme Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Erkisi: Panel Veri Analizi", *EconAnadolu 2009: Anadolu International Conference in Economics*, June 17-19, 2009, Eskişehir, Turkey.
- Saygılı, Ş., Cihan, C. ve Yavan, Z.A. (2006), *Eğitim ve Sürdürülebilir Büyüme Türkiye Deneyimi, Riskler ve Fırsatlar*, TÜSİAD Büyüme Stratejileri Dizisi No:7, Yayın No:TÜSİAD-T/2006-06-420, İstanbul.
- Schumpeter, J.A. (1943), *Capitalism, Socialism and Democracy*, London: Allen and Unwin (originally published in the USA in 1942; reprinted by Routledge, London in 1994).
- Sun, H. ve Parikh, A. (2001), "Exports, Inward Foreign Direct Investment (FDI) and Regional Economic Growth in China", *Regional Studies*, 35(3), 187-196.
- Sylwester, K. (2001), "R&D and Economic Growth", *Knowledge, Technology, & Policy*, 13(4), 71-84.
- Şükriüoğlu, D. (2008), *Eşanlı Panel Veri Modelleri ve Bir Uygulama*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, İstanbul.
- Tarı, R. (2010), *Ekonometri*, 6. Basım, Umuttepe Yayın No:32, Kocaeli.
- Ülkü, H. (2004) "R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis", IMF Working Paper, No:04/185.
- Wang, E.C. (2007), "R&D Efficiency and Economic Performance: A Cross-Country Analysis Using The Stochastic Frontier Approach", *Journal of Policy Modeling*, 29(2), 345-360.
- Yaylalı, M., Akan, Y. ve Işık, C. (2010), "Türkiye'de Ar&Ge Yatırım Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Eş-bütünleşme ve Nedensellik İlişkisi: 1990-2009", *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, V(1)I, 13-26.
- Yılmaz, M. (2008), *Gelişmekte Olan Ülkelerde Doğrudan Yabancı Yatırımlar-Ekonomik Büyüme İlişkisi Panel Veri Analizi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, İzmir.
- Zachariadis, M. (2004), "R&D-induced Growth in the OECD?", *Review of Development Economics*, 8(3), 423-439.