



Article Info/Makale Bilgisi

✓Received/Geliş: 20.08.2016 ✓Accepted/Kabul: 11.11.2016

DOI: 10.5505/pausbed.2017.90582

AR-GE YATIRIMLARININ TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: OECD ÜLKELERİ ÜZERİNDE PANEL VERİ ANALİZİ (1994-2014)

Halil İbrahim AYDIN*, Ömer YALÇINKAYA**

Özet

İçsel büyüme teorileriyle birlikte teknoloji düzeyindeki gelişmeler genellikle Ar-Ge yatırımlarıyla ilişkilendirilmekte ve farklı nitelikteki Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkileri teorik-ampirik düzeyde araştırılmaktadır. Bu çalışmada, OECD üyesi ülkelerde Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği (TFV) üzerindeki etkileri 1994-2014 dönemi için yeni nesil panel veri analizi metodolojisi ile ekonometrik olarak incelenmektedir. Ar-Ge yatırımlarının TFV üzerindeki etkilerinin daha tutarlı bir şekilde incelenebilmesi için 29 OECD üyesi ülke toplam Ar-Ge yatırımlarının büyüklüğüne göre OECD-1 ve OECD-2 olarak iki alt grupta analize dâhil edilmişlerdir. Bu yönüyle çalışmada, OECD-1 ve OECD-2 gruplarında yer alan ülkelerin uzun dönemli ekonomik büyüme performanslarının sürdürülebilirliği üzerinde farklı nitelikteki Ar-Ge yatırımlarının etkilerinin nasıl olduğu makroekonomik düzeyde araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, inceleme döneminde farklı nitelikteki bütün Ar-Ge yatırımlarının TFV üzerindeki etkilerinin her iki ülke grubunda da pozitif yönlü olduğu ve bu pozitif yönlü etkilerin büyüklüğünün ise beklenildiği gibi OECD-1 grubunda çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte çalışmada, OECD-1 ve OECD-2 grupları arasında TFV üzerindeki etkileri itibarıyla üniversiteler ve kamu kesimi tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge yatırımları açısından bir benzerliğin, özel sektör ve toplam Ar-Ge yatırımları açısından da bir farklılığın oluştuğunu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: TFV, Ar-Ge Yatırımları, OECD Ülkeleri, Yeni Nesil Panel Veri Analizi.

THE EFFECTS ON TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY OF R&D INVESTMENTS A PANEL DATA ANALYSIS ON OECD COUNTRIES: (1994-2014)

Abstract

Advances in technology level with endogenous growth theory often associated with R&D investment and impacts on total factor productivity of investment in R&D in different qualities being investigated in theoretical and empirical levels. In this study, effects on the total factor productivity (TFP) of R&D investment in the OECD member countries has been examined as econometric with a new generation of panel data analysis methodology for the period 1994-2014. In order to the effects on TFP of R&D investments more consistently to be examined the 29 OECD member countries according to size of the total R&D investments in the OECD-1 and the OECD-2 were included in the analysis subgroup. This aspect of the study was to investigate the macroeconomic level the OECD and OECD-2-one group of countries in the long term is how the effects of investment in R&D in different qualities on the sustainability of

* Yrd. Doç. Dr., Batman Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, Batman.
e-posta:hiaydin12@gmail.com

**Yrd. Doç. Dr., Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, Ağrı.
e-posta:omeryalcinkaya84@hotmail.com

economic growth. As a result, the review period while both groups of countries the effects on TFP of all R&D investments in different qualities that the positive and the magnitude of this positive effect as expected in the OECD-1 group was found to be much higher. However, the study, the OECD-1 and the OECD-2 groups in accordance with their impact on TFP universities and a similarity in terms of realization of the R&D investments by the public sector, it is determined that the private sector and total R&D investment in terms of a difference occurs.

Keywords: *TFP, R&D Investments, OECD Countries, The New Generation Panel Data Analysis.*

1. GİRİŞ

Bilindiği üzere, Neo-Klasik ve İçsel büyüme teorilerinde, uzun dönemli ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin temel belirleyicisi olarak teknoloji düzeyindeki gelişmeler görülmektedir. Bununla birlikte, Solow (1956) tarafından geliştirilen Neo-Klasik ve Lucas (1988) ile Romer (1990) tarafından geliştirilen İçsel büyüme teorilerinde teknoloji düzeyinde meydana gelen gelişmeler toplam faktör verimliliğindeki artışlarla ilişkilendirilmektedir. Ancak, teknolojik gelişme düzeyinin dışsal olmayıp, ekonominin dinamikleri tarafından belirlenebilmesi ve politikalar yoluyla yönlendirilebilmesi, İçsel büyüme teorilerini Neo-Klasik büyüme teorilerinden ayıran temel nokta olmaktadır. İçsel büyüme teorilerinde teknolojik gelişme düzeyi, Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) yatırımları Romer (1990), Grossman ve Helpman (1991), Aghon-Howitt (1992) ve beşeri sermaye Lucas (1988) kanalıyla içselleştirilmekte, Ar-Ge yatırımlarındaki ve beşeri sermaye düzeyindeki iyileşmeler toplam faktör verimliliğinde meydana gelen artışları açıklamaktadır (Voutsinas ve Tsamadias, 2014: 631-632). Bu yönüyle, yeni iktisadi büyüme yaklaşımında; eğitim yoluyla beşeri sermayenin, Ar-Ge yatırımları yoluyla teknoloji düzeyinin ilerlemesine, kısaca modelde içerilen toplam faktör verimliliğinin artışına dayanmayan ekonomik büyüme süreçlerinin uzun erimli olmayacağı belirtilmektedir.

Diğer taraftan, Grossman ve Helpman (1991) İçsel büyüme teorilerinde toplam faktör verimliliğinin önemini yatay veya dikey ürün farklılaşmalarıyla birlikte ortaya koymaktadır. Grossman ve Helpman (1991) üretim miktarını, üretim sürecinde kullanılan yatay veya dikey olarak farklılaştırılmış ara girdilerin bir fonksiyonu olarak tanımlamaktadır. Bazı basitleştirici varsayımlar altında, üretim sürecinde kullanılan ara girdilerin sayısı ve niteliği Ar-Ge yatırımların bir fonksiyonu olarak açıklanmakta ve böylece toplam faktör verimliliğindeki artışlar da Ar-Ge yatırımlarının bir sonucu olarak değerlendirilmektedir (Gutierrez ve Gutierrez, 2003: 5).

Teknolojik değişimin asıl kaynağını oluşturan Ar-Ge yatırımları, bilgi stoğunu artırmada ve yeni uygulamaları tasarlamada bu bilgi stoğunu kullanmak için sistematik bir temelde üstlenilen yaratıcı işlemleri kapsamaktadır. Bununla birlikte, Ar-Ge yatırımlarının farklı türleri bulunmakta ve toplam faktör verimliliği üzerindeki etkileri çeşitli kanallar yoluyla işlemektedir. Bu nedenle, Ar-Ge yatırımları ile toplam faktör verimliliği arasındaki bağlantıların yakalanabilmesi için bu özelliklerin dikkate alınması gerekmektedir. Nitekim özel sektör tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge yatırımları, yeni mal ve hizmetler ile yeni üretim süreçlerini geliştirmekte ve kamu kesimi ile üniversiteler tarafından gerçekleştirilen temel düzeydeki Ar-Ge yatırımları ise toplumun bilgi stoğunu artırmaktadır. Ancak kamu kesimi tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge yatırımlarının verimlilik üzerindeki etkileri dolaylı olarak gerçekleştiğinden toplam faktör verimliliği üzerindeki etkileri doğrudan ölçülememektedir. Bu yönüyle sadece özel sektör ve üniversiteler tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge yatırımları, mikro ve makroekonomik düzeyde toplam faktör verimliliğinde meydana gelen artışlara temel

teşkil etmektedir (Guellec ve Potterie, 2001:105-106). Bu ilişki, içsel büyüme teorileriyle birlikte, yürütülen teorik düzeydeki çalışmaların yanı sıra ampirik düzeydeki çalışmalarca da doğrulanmaktadır. Bu çalışmada, OECD üyesi ülkelerde kamu kesimi, özel sektör ve üniversiteler tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge yatırımlarının sürdürülebilir ekonomik büyümenin temelini oluşturan toplam faktör verimliliği (TFV) üzerindeki etkileri 1994-2014 dönemi için yıllık bazda ve ampirik olarak incelenmektedir. Bu yönüyle çalışmada, toplam Ar-Ge yatırımlarının büyüklüğüne göre OECD-1 ve OECD-2 olarak gruplandırılan OECD üyesi ülkelerin uzun dönemli ekonomik büyüme performanslarının sürdürülebilirliği üzerinde farklı nitelikteki Ar-Ge yatırımlarının etkilerinin makroekonomik düzeyde ve ayrı ayrı değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Bu kapsamda girişi takiben ikinci bölümde, Ar-Ge yatırımları ile toplam faktör verimliliği arasındaki ilişkileri inceleyen ilgili literatür ana hatlarıyla özetlenmektedir. Çalışmanın üçüncü bölümünde, farklı nitelikteki Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkileri yeni nesil panel veri analizi metodolojisi kapsamında ekonometrik olarak incelenmektedir. Çalışmanın genel değerlendirmelerin yer aldığı dördüncü ve son bölümle birlikte tamamlanmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Teknolojik gelişmeye ilişkin varsayımları veri alındığında hem Neo-Klasik hem de içsel büyüme teorilerinde teknoloji düzeyindeki gelişmeler uzun dönemli ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin temel belirleyicisi olarak görülmektedir. İçsel büyüme teorileriyle birlikte, teknoloji düzeyindeki gelişmeler genellikle Ar-Ge yatırımlarına atfedilmekte ve Ar-Ge yatırımları ile toplam faktör verimliliği arasındaki ilişkiler teorik-ampirik düzeyde araştırılmaktadır (Khan ve Luintel, 2006: 5).

İlgili literatür incelendiğinde, Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkilerinin farklı nitelikteki Ar-Ge değişkenleri kullanılarak mikroekonomik¹ ve makroekonomik² düzeyde araştırıldığı görülmektedir. Bununla birlikte, mikro ve makroekonomik düzeyde yapılan çalışmalarda, Ar-Ge yatırımlarını temsilen genellikle kamu kesimi, özel sektör ve üniversiteler tarafından yapılan ve yurtiçi-yurtdışı kaynaklı Ar-Ge harcamaları ile Ar-Ge sermaye birikimi şeklindeki değişkenlerin kullanıldığı izlenmektedir. Genellikle OECD üyesi kapsamındaki ülkeler üzerinde mikro ve makroekonomik düzeyde yapılan bu çalışmaların büyük bir bölümünde, Ar-Ge yatırımlarını temsilen kullanılan değişkenlerin toplam faktör verimliliği üzerinde genellikle pozitif yönlü ve istatistiki açıdan anlamlı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. ((Cuneo ve Mairesse (1983), Griliches ve Lichtenberg (1984), Yoshitomi (1992), Lichtenberg (1992), Nadiri ve Mamuneas (1994), Griliches (1994), Coe ve Helpman (1995), Adams ve Jaffe (1996), Niininen (2000), Madden ve Savage (2000), Wakelin (2001), Guellec ve Potterie (2004), Cameron vd., (2005), Khan ve Luintel (2006), Sandu ve Modoran (2008), Erken vd., (2008), Van Reenen vd., (2010), Moen ve Burchardt (2010), Arbeláez ve Torrado (2011), Edquist ve Henrekson (2016)).

¹Bu kapsamdaki çalışmalar için bakınız: Cuneo ve Mairesse (1983), Griliches ve Lichtenberg (1984), Lichtenberg ve Siegel (1991), Yoshitomi (1992), Nadiri ve Mamuneas (1994), Griliches (1994), Adams ve Jaffe (1996), Harhoff (1998), Niininen (2000), Wakelin (2001), Kim ve Park (2003), Cameron vd., (2005), Van Reenen vd., (2010), Zhou ve Xia (2010), Moen ve Burchardt (2010), Arbeláez ve Torrado (2011), Edquist ve Henrekson (2016).

² Bu kapsamdaki çalışmalar için bakınız: Lichtenberg (1992), Coe ve Helpman (1995), Verspagen (1995), Singh ve Trieu (1996), Madden ve Savage (2000), Guellec ve Potterie (2001), Guellec ve Potterie (2004), Khan ve Luintel (2006), Sandu ve Modoran (2008), Erken vd., (2008), Voutsinas ve Tsamadias (2014), Fikiri ve Çetin (2015).

Mikro ve/veya makroekonomik düzeyde yapılan çalışmaların bazılarında ise Ar-Ge yatırımlarını temsilen kullanılan değişkenlerin, toplam faktör verimliliği üzerindeki etkileri sektörel açıdan karşılaştırmalı bir bakış açısıyla incelenmektedir. Bu kapsamda yapılan çalışmalarda, Ar-Ge yatırımlarını temsilen kullanılan değişkenlerin toplam faktör verimliliği üzerindeki pozitif yönlü etkilerinin büyüklüğünün ülkelere ve/veya sektörler göre önemli ölçüde farklılaştığı belirlenmiştir. ((Verspagen (1995-OECD), Singh ve Trieu (1996-Japonya, Güney Kore, Tayvan), Guellec ve Potterie (2001-OECD), Kim ve Park (2003-Güney Kore), Gutierrez ve Gutierrez (2003-OECD), Lee ve Kim (2006-OECD), Zhou ve Xia (2010-Çin)). Bununla birlikte, farklı ülkeler için mikro ve makroekonomik düzeyde yapılan sınırlı sayıdaki bazı çalışmalarda ise Ar-Ge yatırımlarını temsilen kullanılan değişkenlerin toplam faktör verimliliği üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. ((Atella ve Quintieri (2001-İtalya), Khan ve Luintel (2006-OECD), Moen ve Burchardt (2010-Norveç), Fikirli ve Çetin (2015-Türkiye)).

Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkilerini araştıran literatür bir bütün olarak incelendiğinde, çalışmaların büyük bir bölümünün OECD üyesi ülkeler üzerinde panel veri veya zaman serisi analizi kapsamında yapıldığı görülmektedir. Bununla birlikte mikroekonomik (endüstri ve/veya firma bazında) ve makroekonomik düzeyde yapılan çalışmalarda, Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkilerinin genellikle bir bütün olarak incelendiği görülmektedir. Bu çalışmada ise literatür incelemesinin ardından toplam Ar-Ge yatırımlarının büyüklüğüne göre OECD-1 ve OECD-2 olarak gruplandırılan OECD üyesi ülkelerde kamu kesimi, özel sektör ve üniversiteler tarafından gerçekleştirilen farklı nitelikteki Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkilerinin makroekonomik düzeyde ve karşılaştırmalı bir bakış açısıyla ayrı ayrı incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu yönüyle çalışmanın bulgularının ilgili literatürün gelişimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. ARAŞTIRMANIN VERİLERİ METODOLOJİSİ VE BULGULARI

Bu çalışmada, OECD üyesi ülkelerde Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkileri 1994-2014 dönemi için yıllık bazda ve ekonometrik olarak incelenmektedir.³ Bu yönüyle çalışmada, OECD üyesi ülkelerin uzun dönemli ekonomik büyüme performanslarının sürdürülebilirliği üzerinde kamu kesimi, özel sektör ve üniversiteler tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge yatırımlarının etkilerinin nasıl olduğu makroekonomik düzeyde ayrı ayrı araştırılmaktadır. Çalışmada, Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkilerinin daha tutarlı bir şekilde incelenebilmesi ve sonuçlar özelinden karşılaştırma yapılabilmesi için ilgili dönemde verileri erişilebilir olan 29 OECD üyesi ülkenin toplam Ar-Ge yatırımlarının büyüklüğüne göre alt gruplara ayrılması gerektiği değerlendirilmiştir. 29 OECD üyesi ülkenin Ar-Ge yatırımlarına göre gruplandırılmasında, kamu kesimi, özel sektör ve üniversiteler tarafından 1994-2014 döneminde 2010 baz yılı ve satın alma gücü paritesi cinsinden gerçekleştirilen toplam reel Ar-Ge yatırımlarının ilgili dönemdeki ortalama değerleri kullanılmıştır. Bu kapsamda, ilgili dönemde toplam reel Ar-Ge yatırımlarının ortalaması 10.000 milyon doların (USD) üstünde olan OECD üyesi ülkeler OECD-1 ve 10.000 milyon doların altında olanlar ise OECD-2 kısaltmalarıyla analizlere dâhil edilmişlerdir.⁴ Bu yönüyle çalışmada,

³Çalışmanın inceleme döneminin 1994 yılı ile başlatılmasında, Ar-Ge yatırımlarını temsilen kullanılan değişkenlerin ilgili veri tabanlarında çalışmada içerilen ülkelerin büyük bir kısmı için 1994 yılından itibaren temin edilebilir olmaları etkili olmuştur.

⁴Çalışmada OECD ülkeleri için böyle bir gruplandırılmaya gidilmesinde, 29 OECD üyesi ülkenin ilgili dönemdeki toplam reel Ar-Ge yatırımlarının ortalaması açısından 10.000 milyon doların (USD) altında ve üstünde kümelendiklerinin belirlenmesi etkili olmuştur. Bununla birlikte, bu ölçüte göre OECD-1 grubunda yer alan ülkelerin ekonomik açıdan gelişmiş G-7 ülkeleri ve Güney Kore'den

OECD-1 ve OECD-2 gruplarında yer alan ülkelerin uzun dönemli ekonomik büyüme performanslarının sürdürülebilirliği açısından farklılaşmalarında Ar-Ge yatırımlarının ne derece etkili olduğunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada OECD-1 ve OECD-2 gruplarında, farklı nitelikteki Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkilerini incelemek üzere tahmin edilecek modellerde kullanılan değişkenler ve kaynakları Tablo 1’de sunulmaktadır⁵.

Tablo 1: Modelde Kullanılan Değişkenler ve Kaynakları

İnceleme Dönemi: 1994-2014		
Değişkenler	Tanımı	Veri Kaynağı
TFV	Reel Toplam Faktör Verimliliği (2011-Ulusal Fiyatlar)	Penn World Table (Version 9.0).
RSSY	Reel Sabit Sermaye Yatırımları (2010-USD)	World Bank (World Development Indicators).
EL	İstihdam Edilen İşgücü	The Conference Board (Total Economy Database May 2016).
KARGE	Kamu Kesimi AR-GE Yatırımları (2010-USD)	OECD-Stat (Organization for Economic Cooperation and Development-Statistics)
OARGE	Özel Sektör AR-GE Yatırımları (2010-USD)	
UNARGE	Üniversite Kesimi AR-GE Yatırımları (2010-USD)	
TARGE	Toplam AR-GE Yatırımları (2010-USD)	
Not:	Tabloda tanımlanan bütün değişkenler ilgili dönem aralığındaki yıllık büyüme hızı rakamlarıyla analizlerde kullanılmışlardır.	

Çalışmada, Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkileri farklı ülkelerin zaman serisi verilerinin kullanılmasından ötürü panel veri analizi ile incelenmekte ve değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin yönünün/büyükliğünün belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bununla birlikte, çalışmada OECD-1 ve OECD-2 gruplarında Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkileri farklı nitelikteki Ar-Ge değişkenleriyle inceleneceğinden, tahmin edilecek modellerde çoklu

oluşturduğunun belirlenmesi de etkin olmuştur. Çalışmada OECD-1 grubunda yer alan ülkeler: ABD, Almanya, Fransa, Güney Kore, İngiltere, İtalya, Japonya ve Kanada iken, OECD-2 grubunda yer alan ülkeler: Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Danimarka, Finlandiya, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İzlanda, Macaristan, Meksika, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya, Türkiye ve Yunanistan şeklindedir. Bununla birlikte, çalışmada içerilemeyen diğer OECD üyesi ülkelerde (Avustralya, İsviçre, Lüksemburg, Şili ve Yeni Zelanda) ilgili veri 2000 ve sonrasında temin edilebilir olduğundan bu ülkeler çalışma kapsamından çıkartılmışlardır.

⁵Ar-Ge yatırımlarını temsil eden tüm değişkenler ilgili veri tabanından satın alma gücü paritesi cinsinden ve reel olarak alınmıştır. Toplam Ar-Ge yatırımları (TARGE) değişkeni Kamu, Özel Sektör ve Üniversiteler tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge yatırımlarının toplamından oluşmaktadır. Çalışmada kullanılan Ar-Ge değişkenleri, ilgili veri tabanında ABD, Avusturya, Danimarka, Estonya, Güney Kore, İsveç, İzlanda, Meksika, Norveç ve Yunanistan için çeşitli yıllarda eksik olduğundan, bu veriler EVIEWS9.5 paket programında Log-Linear metodu ile tahmin edilerek analize dâhil edilmiştir. Bununla birlikte, tanımlı modeller Ar-Ge değişkenlerinin ilgili yıllardaki eksik verileriyle de tahmin edilmiş ve iki ülke grubu için benzer sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

doğrusal bağlantı sorunuyla karşılaşmamak için alternatif modellerin kurulması yoluna gidilmektedir. Çalışmada OECD-1 ve OECD-2 gruplarında, Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki uzun dönemli etkilerini incelemek üzere sabit sermaye yatırımları ve istihdam edilen işgücü kontrol değişkenleriyle birlikte farklı varyasyonları tahmin edilecek ekonometrik model aşağıdaki eşitlikte gösterilmektedir:⁶

$$\text{Model 1: } TFV_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 RSSY_{it} + \beta_2 EL_{it} + \beta_3 ARGE_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Çalışmada OECD-1 ve OECD-2 gruplarında Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkilerini tespit etmek üzere yukarıda tanımlanan modeller yeni nesil panel veri analizi metodolojisi kapsamında başlıca dört aşamada incelenmektedir. İlk aşamada, modellerde kullanılan değişkenlerde ve eş-bütünleşme denklemlerinde paneli oluşturan yatay kesitler arasındaki bağımlılık (cross-sectional dependency) LM (Lagrange Multiplier) testleriyle incelenmektedir. Tanımlanan modellerde kullanılan değişkenlerde ve eş-bütünleşme denklemlerinde yatay kesit bağımlılığının varlığı tespit edildikten sonra ikinci aşamada serilerin durağanlığı, yatay kesit bağımlılığını göz önünde bulunduran Pesaran (2007) CADF ikinci nesil panel birim kök testiyle araştırılmaktadır. Modellerde kullanılan tüm değişkenlerin aynı mertebeden [I(1)] durağan olduklarının belirlenmesinin ardından üçüncü aşamada değişkenler arasında olması muhtemel uzun dönemli ilişkiler Westerlund Panel Eş-Bütünleşme testiyle incelenmektedir. Dördüncü ve son aşamada, tanımlı modeller için panel eş-bütünleşme testiyle saptanan uzun dönemli eş-bütünleşme ilişkisinin katsayıları Mark vd., (2005) DSUR tahmincisiyle tahmin edilmektedir.

3.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Panel verilerde zaman serisi verilerinde olduğu gibi serilerin durağan olması önem taşımakta, durağan olmayan seriler ile analiz yapıldığında sahte regresyon olgusu ile karşılaşılabilen, diğer bir deyişle sapmalı t, F testleri ve R² değerleri elde edilebilmektedir. Bu nedenle, panel veri çalışmalarında güvenilir sonuçlar elde edebilmek için öncelikle serilerin durağan olup olmadıklarının test edilmesi gerekmektedir (Tatoğlu, 2013:199). Panel verilerin durağanlığını tespit etmek için kullanılacak birim kök testleri de paneli oluşturan birimlerde yatay kesit bağımlılığının olup olmamasına göre birinci nesil ve ikinci nesil panel birim kök testleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Birinci nesil panel birim kök testlerinde seriyi oluşturan yatay kesitlerin birbirinden bağımsız olduğu ve seriyi oluşturan birimlerden birinde meydana gelen şoktan bütün birimlerin aynı oranda etkilendikleri varsayılmaktadır. Seriyi oluşturan yatay kesitlerin birbirine bağımlı olduğu varsayımına dayanan ikinci nesil panel birim kök testlerine göre ise paneli oluşturan birimlerden birinde meydana gelen şoktan her birim farklı şekilde etkilenmektedir. Bu yönüyle paneli oluşturan birimler arasında yatay kesit bağımlılığının olması durumunda birinci nesil panel birim kök testleri (Hadri 2000; Levin vd., 2002; Im vd., 2003; Breitung 2005 vb.) güvenilir sonuçlar vermemektedir. Böyle bir durumda paneli oluşturan birimler arasında yatay kesit

⁶Çalışmada Ar-Ge yatırımları; kamu kesimi, özel sektör, üniversite kesimi Ar-Ge yatırımları ve bunların toplamından oluşan toplam Ar-Ge yatırımları şeklindeki dört farklı değişkenle temsil edildiğinden Eşitlik 1'deki tanımlı modelin dört ayrı varyasyonu tahmin edilmektedir. Çalışmada tanımlanan modellerin tahmin edilmesinde EViews 9.0, Stata 12.00 ve Gauss 10.0 paket programı ile bu program için yazılan kodlar kullanılmaktadır.

bağımlılığına izin veren (Taylor ve Sarno 1998; Breuer vd., 2002; Pesaran 2007; Hadri ve Kurozumi, 2012 vb.) ikinci nesil Panel Birim Kök Testleri kullanılabilir. Bu çerçevede, panel veri çalışmalarında analize başlamadan önce serilerde ve eş-bütünleşme denkleminde yatay kesit bağımlılığının araştırılması ve kullanılması gereken birim kök, eş-bütünleşme ve diğer testlerin belirlenmesi gerekmektedir. Aksi halde yapılan analizler sapmalı olabilmekte ve hatalı sonuçlar verebilmektedir.

Diğer yandan, panel verilerde yatay kesit bağımsızlığını tespit edebilmek için serinin zaman ve yatay kesit boyutunun göz önüne alınması gerekmektedir. Panelin zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük olduğunda ($T > N$) Breusch ve Pagan (1980) CD-LM1 testi; zaman boyutunun yatay kesit boyutundan küçük olduğu ($T < N$) veya zaman boyutunun yatay kesit boyutuna eşit olduğu ($T = N$) durumlarda ise Pesaran (2004) CD-LM2 testi kullanılabilir. Ancak, Breusch ve Pagan (1980) CD-LM1 ve Pesaran (2004) CD-LM2 testleri grup ortalamasının sıfır fakat birim ortalamasının sıfırdan farklı olduğu durumlarda sapmalı sonuçlar vermektedir. Bu nedenle, grup ortalamasının sıfır ancak birim ortalamasının sıfırdan farklı olduğu durumlarda iyi sonuçlar vermeyen CD-LM1 ve CD-LM2 testleri Pesaran ve diğerleri tarafından 2008 yılında yapılan çalışmada aşağıdaki gibi geliştirilmiştir.

$$LM_{adj} = NLM^{**} = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=j}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \frac{(T-K)\hat{\rho}_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{u_{Tij}} \right) \quad (2)$$

Pesaran vd., (2008) yapmış oldukları çalışmalarında, test istatistiğine birimlerin ortalamasını (μ_{Tij}) ve varyansını (u_{Tij}) dâhil ederek elde ettikleri yeni istatistiğinin; bireysel ortalamasının sıfırdan farklı olduğu durumlarda CD-LM1 ve CD-LM2 testlerinden daha tutarlı sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir (Pesaran vd., 2008:105-127). Düzeltilmiş CD-LM testi olarak ($CD-LM_{adj}$) ifade edilen teste, temel hipotez “değişken veya modelde yatay kesit bağımlılığı yoktur” şeklinde tanımlanmaktadır. Asimtotik olarak standart normal dağılım özelliğine sahip olduğu varsayılan testte temel hipotezin reddedilmesi durumunda modelde veya seride yatay kesit bağımlılığının olduğu sonucuna varılmaktadır. Çalışmada, OECD-1 ve OECD-2 grupları için tanımlı modellerde kullanılan değişkenlerde ve eş-bütünleşme denklemlerinde yatay kesit bağımlılığının varlığı $CD-LM_{adj}$ testi ile incelenmiş ve sonuçları Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2: Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Değişkenler	OECD-1			OECD-2		
	CD-LM _{adj} İst.	L	T	CD-LM _{adj} İst.	L	T
TFV	41.132* [0.001]	3	0	107.594* [0.000]	4	1
RSSY	42.075* [0.000]	4	1	86.266* [0.000]	4	1
EL	23.169* [0.001]	4	1	82.108* [0.000]	4	0
KARGE	26.144*[0.001]	4	1	83.510* [0.000]	4	1
OARGE	43.258* [0.000]	4	0	81.150* [0.000]	4	1
UNARGE	27.281* [0.001]	5	0	56.299* [0.000]	5	1
TARGE	29.812* [0.001]	4	1	62.368* [0.000]	5	0

Model-1	3.336* [0.000]	3	1	9.066* [0.000]	3	1
Model-2	3.151* [0.001]			8.072* [0.000]		
Model-3	3.254* [0.001]			9.961* [0.000]		
Model-4	3.024* [0.001]			6.879* [0.000]		

Not: CD-LM_{adj} test istatistik değerlerinin önünde yer alan (*) işareti ilgili değişkenlerde ve tanımlı modellerdeki eş-bütünleşme denklemlerinde % 1 anlamlılık düzeyine göre yatay kesit bağımlılığının olduğunu göstermektedir. Tablodaki T sütununda yer alan "1" rakamı ilgili değişkenin ve modelin sabitli ve trendli formda tahmin edildiğini "0" rakamı ise sabitli formda tahmin edildiğini belirtmektedir. Tablodaki L sütunu değişkenler ve eş bütünleşme denklemleri için Schwarz bilgi kriterine göre belirlenen optimal gecikme uzunluklarını ve "[]" parantez içindeki değerler ise CD-LM_{adj} test istatistiklerine ait olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 2'deki CD-LM_{adj} test sonuçları OECD grupları açısından incelendiğinde; tanımlı modellerde kullanılan bütün değişkenler ve eş-bütünleşme denklemlerine ait olasılık değerlerinin 0.01'den küçük olduğu görülmektedir. Bu nedenle, iki ülke grubunda değişkenler ve eş-bütünleşme denklemleri için CD-LM_{adj} testlerine göre kurulan temel hipotezlerin (birimler arasında yatay kesit bağımlılığı yoktur) güçlü bir biçimde reddedilmesi ve alternatif hipotezlerin kabul edilmesi gerekmektedir. Bu sonuçlar, her iki ülke grubunda paneli oluşturan yatay kesit birimler arasında tanımlı modellerde yer alan değişkenler ve eş-bütünleşme denklemleri açısından yatay kesit bağımlılığının bulunduğunu ortaya koymaktadır.

3.2. Panel Birim Kök Testi Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tablo 2'de yer alan yatay kesit bağımlılığı test sonuçları analizin ilerleyen aşamalarında yeni nesil panel veri test yöntemlerinin kullanılması gerektiğini işaret etmektedir. Bu çalışmada, OECD gruplarında tanımlı modellerdeki değişkenlerin durağanlık durumu, Pesaran (2007) tarafından geliştirilen ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan CADF (Cross-sectional Augmented Dickey Fuller) ikinci nesil panel birim kök testiyle araştırılmaktadır. N>T ve N<T durumlarında anlamlı sonuçlar verebilen bu teste, önce paneli oluşturan tüm birimler için CADF test istatistiği değerleri hesaplanmakta, daha sonra bu testlerin aritmetik ortalaması alınarak panel geneli için CIPS (Cross-Sectionally Augmented IPS) testi istatistiği değerleri hesaplanmaktadır. Bununla beraber, CADF testi sonuçları paneli oluşturan her bir ülke için durağanlık analizi yaparken, CIPS testi sonuçları ise panelin geneli için durağanlık analizi yapmaktadır. CADF test istatistik değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$t(N, T) =$$

$$\frac{\Delta y_i' \bar{M}_i y_{i-1}}{\bar{\sigma}^2 (\Delta y_{i-1}' \bar{M}_i y_{i-1})^{\frac{1}{2}}} \quad (3)$$

$$\text{Burada; } \bar{M} = (\tau, \Delta \bar{y}, \bar{y}_{t-1}) \quad (4)$$

Eşitlik 7'deki Tau "τ" ve diğer değerler ise aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$\tau = (1, 1, \dots, 1)' \quad (5)$$

$$\Delta \bar{y} = (\Delta \bar{y}_1, \Delta \bar{y}_2, \dots, \Delta \bar{y}_t)' \quad (6)$$

$$\bar{y}_{t-1} = (\bar{y}_0, \bar{y}_1, \dots, \bar{y}_{t-1})' \quad (7)$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\Delta y_i' \bar{M}_{i,w} \Delta y_i}{T-4} \quad (8)$$

Eşitlik 3'teki CADF test istatistiği değerleri hesaplandıktan sonra CIPS istatistik değerleri de aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$N^{-1} \sum_{i=1}^n t(N, T) \quad \text{CIPS} = \quad (9)$$

Elde edilen CADF ve CIPS test istatistiği değerleri Pesaran tarafından Monte Carlo simülasyonları ile oluşturulan, makalesindeki kritik tablo değerleri ile karşılaştırılmakta ve durağanlık için hipotezler sınanmaktadır. Burada, hesaplanan CADF ve CIPS test istatistik değerlerinin kritik tablo değerlerinden mutlak değer olarak büyük olması durumunda temel hipotez (seride birim kök vardır) reddedilmekte ve ilgili birim-panel geneli için alternatif hipotez (seride birim kök yoktur) kabul edilmektedir (Pesaran, 2007:265-312). Çalışmada OECD-1 ve OECD-2 grupları için tanımlı modellerde kullanılan değişkenlerin durağanlık durumu CADF testinden elde edilen CIPS Panel Birim Kök testiyle incelenmiş ve sonuçları Pesaran (2007) tarafından hesaplanan kritik değerleri ile birlikte Tablo 3'te sunulmuştur

Tablo 3: CADF Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Panel Geneli (CIPS) İstatistikleri	OECD-1				OECD-2			
	Seviye	1. Fark	L	T	Seviye	1. Fark	L	T
TFV	-2.26	-3.15*	3	0	-2.58	-3.15*	4	1
RSSY	-2.55	-3.92*	4	1	-2.71	-3.22*	4	1
EL	-2.14	-3.66*	4	1	-1.84	-2.46*	4	0
KARGE	-2.80	-3.18*	4	1	-2.64	-3.27*	4	1
OARGE	-2.31	-3.27*	4	0	-2.68	-3.09*	4	1
UNARGE	-2.33	-2.74*	5	0	-2.53	-3.04*	5	1
TARGE	-2.76	-3.58*	4	1	-2.14	-2.66*	5	0
CIPS Kritik Tablo Değerleri	-2.60		-2.34	0	-2.40		-2.21	0
	-3.15		-2.88	1	-2.92		-2.73	1
	(% 1)		(% 5)		(% 1)		(% 5)	

Not: CIPS test istatistiklerinin önünde yer alan (*) işareti ilgili değişkenin % 1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğunu göstermektedir. CADF ve CIPS testlerinde optimal gecikme uzunlukları Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. Tabloda yer alan T ve L sütunları hakkında Tablo 2'deki açıklamalara bakınız.

Tablo 3'teki sonuçlar incelendiğinde, her iki ülke grubunda da bütün değişkenlerin % 5 anlamlılık düzeyine göre seviye düzeyinde [I(0)] durağan olmadıkları

görülmektedir. Bu durum, değişkenler için sabitli veya sabitli ve trendli formlarda hesaplanan CIPS istatistik değerlerinin kritik tablo değerlerinden 0.05 önem düzeyinde mutlak değer olarak küçük olmasından anlaşılmaktadır. Bu nedenle, her iki ülke grubunda da serilerin birinci farklarının alınması yoluna gidilmiş ve değişkenlerin birinci farkları alındığında $I(1)$ tüm değişkenlerin % 1 önem düzeyine göre durağanlaştığı tespit edilmiştir. Bu durum, değişkenler için sabitli veya sabitli ve trendli formlarda hesaplanan CIPS istatistik değerlerinin kritik tablo değerlerinden 0.01 önem düzeyinde mutlak değer olarak büyük olmasından anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar, OECD-1 ve OECD-2 gruplarında tanımlı modellerde kullanılan bütün değişkenlerin seviye düzeyinde durağan olmadıklarını, ancak birinci farkları alındığında durağanlaştıklarını ortaya koymaktadır.

3.3. Panel Eş-Bütünleşme Testi Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Seviye düzeyinde durağan olmayan, ancak farkları alınarak durağanlaştırılan serilerde, bu fark alma işlemi serilerinin geçmiş süreçte maruz kaldığı geçici şokların etkisini yok ettiği gibi aynı zamanda bu seriler arasında olması muhtemel uzun dönemli ilişkileri de ortadan kaldırabilmektedir. Böyle bir durumda iktisadi değişkenlere ait seriler durağan olmasalar bile bu serilerin durağan bir kombinasyonu var olabilir ve eğer varsa bu eş-bütünleşme analizi ile belirlenebilir. Bu durumdaki serilerin eş-bütünleşik olması, değişkenleri etkileyen kalıcı şoklar olması durumunda bile değişkenlerin uzun dönemde bir denge ilişkisinin olduğunu belirtir (Tari, 2010: 415). Yatay kesit bağımlılığı olmayan modellerde (Johansen 1988, Kao 1999, Pedroni 1999 vb.) birinci nesil eş-bütünleşme testleri güvenilir sonuçlar verirken, eş-bütünleşme denkleminde yatay kesit bağımlılığının olması durumunda bu testler güvenilir sonuçlar vermemektedir. Böyle bir durumda değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığına izin veren (Westerlund ve Edgerton, 2007; Westerlund, 2008 vb.) ikinci nesil panel eş-bütünleşme testlerinin kullanılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, OECD grupları için tanımlanan modellerde kullanılan serilerde ve eş-bütünleşme denklemlerinde yatay kesit bağımlılığı tespit edildiğinden, modeldeki serilerin uzun dönemde eş-bütünleşik olup olmadıkları yatay kesit bağımlılığını dikkate alan Westerlund (2008) Durbin-Hausman Panel Eş-Bütünleşme Testiyle incelenmiştir. Westerlund Durbin-Hausman Panel Eş-Bütünleşme testinde, uzun dönemli eş-bütünleşme ilişkileri panel ve grup boyutunda ayrı ayrı araştırılmaktadır. DH panel (DH_p) testinde otoregresif parametrenin bütün kesitler için aynı olduğu, buna karşılık DH grup (DH_g) testinde ise otoregresif parametrenin yatay kesitler arasında farklılaştığı kabul edilmektedir. Bu yönüyle, DH panel testinde H_0 temel hipotezi reddedildiğinde, paneli oluşturan bütün kesitler için eş-bütünleşme ilişkisinin var olduğu kabul edilirken, DH grup testinde ise H_0 temel hipotezi reddedildiğinde en azından paneli oluşturan bazı kesitlerde eş-bütünleşme ilişkisinin varlığı kabul edilmektedir. Diğer taraftan, hem DH panel testinde hem de DH grup testinde H_0 temel hipotezinin red veya kabul edilmesine elde edilen test istatistiğinin normal dağılım tablosu kritik değerleriyle karşılaştırılarak karar verilmektedir. DH_p ve DH_g testleri için hesaplanan test istatistik değerlerinin normal dağılım kritik tablo değerinden (1.645) büyük olması durumunda H_0 temel hipotezi % 5 önem düzeyinde reddedilmekte, paneli oluşturan bütün kesitlerde ve paneli oluşturan bazı kesitlerde eş-bütünleşme ilişkisinin varlığına karar verilmektedir (Westerlund, 2008: 196-199). Çalışmada, OECD grupları için tanımlı modellerde

değişkenler arasındaki uzun dönemli eş-bütünleşme ilişkilerinin varlığı Durbin-Hausman Panel Eş-Bütünleşme testiyle incelenerek sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4: Durbin-Hausman Panel Eş-Bütünleşme Test Sonuçları

OECD-1				
Test-İstatistiği	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4
DH _g	45.625* [0.000]	8.394* [0.000]	10.489* [0.000]	11.525* [0.000]
DH _p	24.003* [0.000]	12.862* [0.000]	14.429* [0.000]	12.982* [0.000]
OECD-2				
Test-İstatistiği	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4
DH _g	228.619* [0.000]	168.037* [0.000]	113.119* [0.000]	97.846* [0.000]
DH _p	36.262* [0.000]	49.914* [0.000]	37.175* [0.000]	51.159* [0.000]

Not: DH_p ve DH_g testleri için rapor edilen olasılık değerleri yatay kesit bağımlılığını dikkate alan 10.000 tekrarlı bootstrap dağılımından ve test istatistikleri de sabitli ve trendli formdan elde edilmiştir. (*) işareti % 1 anlamlılık düzeyine göre seriler arasında eş-bütünleşme ilişkisinin olduğu anlamına gelmektedir. “[]” köşeli parantez içindeki sayılar test istatistik değerlerine ait olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 4'teki Durbin-Hausman test sonuçları incelendiğinde, OECD-1 ve OECD-2 grupları için tanımlı bütün modellerde temel hipotezlerin (paneli oluşturan bütün kesitlerde ve paneli oluşturan bazı kesitlerde seriler arasında eş-bütünleşme ilişkisi yoktur) % 1 önem düzeyinde reddedildiği ve H₁ alternatif hipotezlerinin kabul edildiği görülmektedir. Bu durum, her iki ülke grubunda hem panel genelinde hem de paneli oluşturan bütün yatay kesit birimlerde modellerdeki seriler arasında uzun dönemli bir eş-bütünleşme ilişkisinin olduğu anlamına gelmektedir.

Tanımlı modellerde uzun dönemli ilişkiler belirlendikten sonra, eş-bütünleşme denklemindeki eğim katsayılarının homojen olup olmadığının Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Eğim Katsayılarının Homojenliği Testi (Slope Homogeneity Tests) ile incelenmesi gerekmektedir. Bu teste, eş-bütünleşme denklemindeki eğim katsayılarının paneli oluşturan yatay kesitler arasındaki homojenlik durumu eğim katsayılarının homojen olduğunu belirten temel hipotezine karşılık, eğim katsayılarının homojen olmadığını belirten alternatif hipoteziyle araştırılmaktadır. Test sonucunda hesaplanan ($\tilde{\Delta}$) ve ($\tilde{\Delta}_{adj}$) test istatistiklerine ait olasılık değerlerinin 0.01'den büyük olması durumunda temel hipotez % 1 anlamlılık düzeyinde kabul edilmekte ve eş-bütünleşme katsayılarının homojen olduğuna karar verilmektedir (Pesaran ve Yamagata, 2008: 50-93). Bu çalışmada, OECD gruplarındaki modellerin eş-bütünleşme denklemlerindeki eğim katsayılarının homojenliği daha tutarlı sonuçlar veren ($\tilde{\Delta}_{adj}$) testi ile incelenmiş ve sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5: Eğitim Katsayılarının Homojenliği Test Sonuçları

OECD-1				
Test İstatistiği	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4
$\tilde{\Delta}_{adj}$	0.1604* [0.436]	0.1549* [0.439]	0.1639* [0.435]	0.1587* [0.4370]
OECD-2				
Test İstatistiği	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4
$\tilde{\Delta}_{adj}$	-0.0193* [0.508]	0.1313* [0.448]	0.1634* [0.435]	0.1871* [0.426]

Not: Test istatistiklerinin önünde yer alan (*) işareti modellerdeki eş-bütünleşme denklemlerine ait eğitim katsayılarının % 1 anlamlılık düzeyine göre homojen olduğunu "[]" köşeli parantez içindeki sayılar ise ($\tilde{\Delta}_{adj}$) test istatistik değerlerine ait olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 5'teki Homojenlik Testi Sonuçları incelendiğinde, tanımlanan modellerde ($\tilde{\Delta}_{adj}$) test istatistikleri için hesaplanan olasılık değerlerinin 0.01'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle, her iki ülke grubunda tanımlanan modeller için panel genelinde eğitim katsayılarının homojen olduğunu belirten temel hipotezin kabul edilmesi gerekmektedir. Bu sonuçlar, OECD-1 ve OECD-2 grupları için tanımlı modellerin eş-bütünleşme denklemlerinde, sabit terim ve eğitim katsayılarının homojen olduğunu göstermekte, panel geneli için yapılacak eş-bütünleşme yorumlarının geçerli ve güvenilebilir olduğunu ortaya koymaktadır.

3.4. Uzun Dönem Eş-Bütünleşme Katsayılarının Tahmini ve Değerlendirilmesi

OECD grupları için tanımlanan modellerde yer alan değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiler eş-bütünleşme testleri ile belirlendikten sonra bağımsız değişkenlere ait uzun dönem katsayılarının nasıl tahmin edileceği sorunu ortaya çıkmaktadır. Çalışmada, OECD grupları için tanımlanan bütün modellerde yatay kesit bağımlılığı tespit edildiğinden, modellerdeki bağımsız değişkenlerin, toplam faktör verimliliği üzerindeki uzun dönemli etkilerinin büyüklüğünün yatay kesit bağımlılığını dikkate alan tahmincilerle belirlenmesi gerekmektedir. Mark vd., (2005) tarafından geliştirilen DSUR yöntemi, modeldeki çoklu eş-bütünleşik regresyonları parametrik bir yöntemle tahmin etmekte ve denklemler arasındaki eş-bütünleşik vektörlerin homojen veya heterojen olduğu durumlarda da kullanılabilir. DSUR yöntemi, zaman boyutunun yatay kesit boyutundan büyük olduğu durumlarda daha tutarlı ve asimtotik olarak normal dağılım sağlayan sonuçlar üretebilmekle birlikte zaman boyutunun yatay kesit boyutundan küçük olduğu durumlarda kullanılabilir (Mark vd., 2005: 797-820). Çalışmada OECD gruplarında Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki uzun dönemli etkilerini incelemek için tanımlanan modeller DSUR yöntemi ile tahmin edilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6: Uzun Dönemli Eş-Bütünleşme Katsayıları: Panel DSUR Sonuçları

Bağımlı Değişken: TFV				
Modeller	OECD-1		OECD-2	
Model-1	Katsayı	Standart Hata	Katsayı	Standart Hata
RSSY	0.178*	0.027 [0.000]	0.189*	0.011 [0.000]
EL	-0.033	0.102 [0.749]	-0.284*	0.048 [0.000]
KARGE	0.020	0.016 [0.225]	0.005	0.007 [0.941]
Model-2	Katsayı	Standart Hata	Katsayı	Standart Hata
RSSY	0.172*	0.026 [0.000]	0.188*	0.012 [0.000]
EL	-0.157	0.111 [0.160]	-0.285*	0.048 [0.000]
OARGE	0.057*	0.020 [0.005]	0.001	0.005 [0.828]
Model-3	Katsayı	Standart Hata	Katsayı	Standart Hata
RSSY	0.184*	0.026 [0.000]	0.179*	0.012 [0.000]
EL	-0.158	0.109 [0.149]	-0.288*	0.047 [0.000]
UNARGE	0.044*	0.014 [0.002]	0.021*	0.007 [0.004]
Model-4	Katsayı	Standart Hata	Katsayı	Standart Hata
RSSY	0.177*	0.026 [0.000]	0.185*	0.012 [0.000]
EL	-0.215	0.146 [0.096]	-0.293*	0.048 [0.000]
TARGE	0.079*	0.024 [0.001]	0.012	0.010 [0.252]

Not: Modellerde değişkenler için hesaplanan katsayıların önündeki (*) işareti, katsayılara ait t-istatistiklerinin % 1 önem düzeyine göre anlamlı olduğunu göstermektedir. Değişkenler için t-istatistik değerlerinin hesaplanmasında, Newey-West değişen varyans standart hatası kullanılmıştır. “()” parantez içindeki değerler katsayılara ait standart hataları ve “[]” köşeli parantez içindeki değerler ise katsayılara ait olasılık değerlerini belirtmektedir.

Tablo 6'daki sonuçlar OECD-1 grubu açısından incelendiğinde, beklentilerle uyumlu olarak RSSY, KARGE, OARGE, UNARGE ve TARGE açıklayıcı değişkenlerinin katsayılarının tüm modellerde pozitif ve (KARGE değişkeni dışında) istatistiki olarak % 1 önem düzeyinde anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar çalışma döneminde, sabit sermaye yatırımları, kamu, özel sektör ve üniversiteler tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge yatırımları ile toplam Ar-Ge yatırımlarında meydana gelen artışların/iyileşmelerin sürdürülebilir ekonomik büyümenin temelini oluşturan TFV artışına panel genelinde pozitif ve istatistiki açıdan anlamlı (kamu kesimi hariç) bir şekilde katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte sonuçlar, OECD-1 grubunda bir yandan farklı nitelikteki Ar-Ge yatırımlarının TFV üzerindeki etkilerinin pozitif yönlü olduğunu göstermekte, diğer yandan da bu etkilerin büyüklüğünün sırasıyla toplam, özel sektör ve üniversite Ar-Ge yatırımları şeklinde olduğunu belirtmektedir. Sonuçlar, kamu kesimi tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge yatırımlarının ise toplam faktör verimliliği üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir. Buna karşılık, Tablo 6'daki sonuçlar EL değişkeni açısından incelendiğinde, EL açıklayıcı değişkeninin katsayısının istisnasız

bütün modellerde negatif olduğu ve istatistiki açıdan % 10 önem düzeyinde bile anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Bu durum, istihdam edilen işgücü sayısında meydana gelen artışların toplam faktör verimliliği üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığını göstermekte ve eğitim seviyesi veri alındığında istihdam edilen işgücünün sayısı ile toplam faktör verimliliği arasındaki bağı kopuk olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 6'daki sonuçlar, OECD-2 grubu açısından incelendiğinde, beklentilerle uyumlu olarak bütün modellerde RSSY açıklayıcı değişkeninin katsayısının pozitif, buna karşılık EL açıklayıcı değişkeninin katsayısının ise negatif ve istatistiki açıdan % 1 önem düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar inceleme döneminde, sabit sermaye yatırımlarında meydana gelen artışların/iyileşmelerin sürdürülebilir ekonomik büyümenin temelini oluşturan TFV artışına panel genelinde pozitif ve anlamlı bir şekilde katkı sağladığını, eğitim seviyesi veri alındığında istihdam edilen işgücü sayısında meydana gelen artışların ise toplam faktör verimliliği üzerinde azaltıcı yönde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

OECD-2 grubu için Tablo 6'daki sonuçlar, Ar-Ge yatırım değişkenleri açısından incelendiğinde, KARGE, OARGE, UNARGE ve TARGE açıklayıcı değişkenlerinin katsayılarının pozitif olduğu ve (UNARGE değişkeni dışında) istatistiki olarak % 10 önem düzeyinde bile anlamlı olmadıkları belirlenmiştir. Bu sonuçlar, inceleme döneminde OECD-2 grubunda sadece üniversiteler tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge-yatırımlarında meydana gelen artışların/iyileşmelerin sürdürülebilir ekonomik büyümenin temelini oluşturan TFV artışına panel genelinde pozitif ve istatistiki açıdan anlamlı bir şekilde katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte sonuçlar, kamu ve özel sektör tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge-yatırımları ile toplam Ar-Ge yatırımlarında (katsayıları pozitif olsa da istatistiki açıdan anlamsız olmaları) meydana gelen artışların/iyileşmelerin toplam faktör verimliliği üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir.

OECD-1 ve OECD-2 grupları için tanımlı modellerden elde edilen Tablo 6'daki bulgular bir bütün olarak değerlendirildiğinde ise elde edilen sonuçları şu şekilde özetlemek mümkün olmaktadır. OECD-1 ve OECD-2 grupları için tanımlı bütün modellerde sabit sermaye yatırımları (RSSY) değişkeninin toplam faktör verimliliği üzerindeki etkisinin pozitif ve istatistiki olarak anlamlı olduğu ve bu pozitif yönlü etkinin büyüklüğünün ise OECD-2 grubunda (Model-3 hariç) daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, tanımlı bütün modellerde eğitim seviyesi veri alındığında istihdam edilen işgücü (EL) değişkeninin OECD-1 grubunda toplam faktör verimliliği üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı, buna karşılık OECD-2 grubunda toplam faktör verimliliği üzerinde azaltıcı yönde bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum, OECD-1 ve OECD-2 gruplarında eğitim durumundan bağımsız olarak istihdam edilen işgücünün sayısı ile toplam faktör verimliliği arasındaki bağıntıların sırasıyla kopuk olduğunu ve zayıf kaldığını göstermektedir.

Diğer taraftan, iki ülke grubu arasında uzun dönemde toplam faktör verimliliği üzerindeki etkileri itibarıyla farklılık yaratan asıl unsurların ise ülkelerin bilgi, inovasyon ve teknolojik gelişmişlik seviyelerini temsilen kullanılan Ar-Ge yatırımları değişkenlerinde olduğu belirlenmiştir. Nitekim Tablo 6'daki sonuçlar Ar-Ge yatırımları açısından incelendiğinde, farklı nitelikteki bütün Ar-Ge yatırımlarının, TFV üzerindeki etkilerinin her iki ülke grubunda da pozitif yönlü olduğu ve bu pozitif yönlü etkilerin büyüklüğünün beklenildiği gibi OECD-1 grubunda OECD-2 grubuna kıyasla çok daha fazla olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, farklı nitelikteki tüm Ar-Ge yatırımlarının

OECD-1 grubundaki modellerde istatistiki açıdan anlamlı oldukları (Model-1 kamu kesimi Ar-Ge yatırımları hariç), ancak OECD-2 grubundaki modellerde ise istatistiki açıdan anlamlı olmadıkları (Model-3 üniversite kesimi Ar-Ge yatırımları hariç) Tablo 6'daki sonuçlardan izlenmektedir.

Bu sonuçlar OECD-1 ve OECD-2 grupları arasında TFV üzerindeki etkileri itibarıyla üniversiteler ve kamu kesimi tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge yatırımları açısından bir benzerliğin, ancak özel sektör ve toplam Ar-Ge yatırımları açısından da bir farklılığın olduğunu göstermektedir. Özetle tüm bu sonuçlar, OECD-1 grubunda toplam Ar-Ge yatırımlarının daha büyük ve/veya verimli alanlara yönlendirilebilen nitelikli bir bölümünün özel sektör ve üniversiteler tarafından, nispeten daha düşük ve/veya verimli alanlara yeterince kanalize edilemeyen bir bölümünün ise kamu kesimi tarafından yapıldığını düşündürmektedir. OECD-2 grubunda ise toplam Ar-Ge yatırımlarının daha büyük ve/veya verimli alanlara yönlendirilebilen nitelikli bir bölümünün sadece ve büyük çoğunlukla üniversiteler tarafından gerçekleştirildiğini, kamu ve özel sektör tarafından yapılan Ar-Ge yatırımlarının ise verimli alanlara yeterince kanalize edilemediğini işaret etmektedir. Bu sonuçlar, OECD-1 grubunu oluşturan ülkelerin gelişmiş yedi ülke (G-7: ABD, Almanya, Fransa, İngiltere, İtalya, Japonya, Kanada) ve Güney Kore'den oluştuğu dikkate alınarak değerlendirildiğinde, iki gruptaki ülkelerin uzun dönemli ekonomik büyüme performanslarının sürdürülebilirliği açısından farklılaşmalarında diğer şartlar sabitken farklı nitelikteki Ar-Ge yatırımlarının da önemli derecede etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

4. SONUÇ

Teknolojik gelişme düzeyine ilişkin temel varsayımları veri alındığında hem Neo-Klasik hem de İçsel büyüme teorilerinde teknoloji düzeyindeki gelişmeler uzun dönemli ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin temel belirleyicisi olarak görülmektedir. Bununla birlikte, İçsel büyüme teorileriyle birlikte teknoloji düzeyindeki gelişmeler genellikle Ar-Ge yatırımlarına atfedilmekte ve farklı nitelikteki Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkileri teorik-ampirik düzeyde araştırılmaktadır.

Bu çalışmada, OECD üyesi ülkelerde Ar-Ge yatırımlarının sürdürülebilir ekonomik büyümenin temelini oluşturan toplam faktör verimliliği üzerindeki etkileri 1994-2014 dönemi için yıllık bazda ve ekonometrik olarak incelenmektedir. Bu yönüyle çalışmada, OECD üyesi ülkelerin uzun dönemli ekonomik büyüme performanslarının sürdürülebilirliği üzerinde kamu kesimi, özel sektör ve üniversiteler tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge yatırımlarının etkilerinin nasıl olduğu makroekonomik düzeyde araştırılmaktadır. Çalışmada, Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkilerinin daha tutarlı bir şekilde incelenebilmesi ve sonuçlar özelinden karşılaştırma yapılabilmesi için ilgili dönemde verileri erişilebilir olan 29 OECD üyesi ülke toplam Ar-Ge yatırımlarının büyüklüğüne göre OECD-1 ve OECD-2 olarak iki alt grupta analize dâhil edilmişlerdir. Bu yönüyle çalışmada, OECD-1 ve OECD-2 gruplarında yer alan ülkelerin uzun dönemli ekonomik büyüme performanslarının sürdürülebilirliği açısından farklılaşmalarında Ar-Ge yatırımlarının ne derece etkili olduğunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, OECD-1 ve OECD-2 gruplarında farklı nitelikteki Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki uzun dönemli etkilerini incelemek üzere sabit sermaye yatırımları ve istihdam edilen işgücü kontrol değişkenleriyle birlikte kurulan modeller, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan yeni nesil panel veri metodolojisi kapsamında tahmin edilmiştir. Çalışma sonucunda her iki ülke grubu üzerinde

tanımlanan modellerden elde edilen teorik ve ampirik literatürle uyumlu olduğu belirlenen sonuçları şu şekilde ifade etmek mümkün olmaktadır.

OECD-1 ve OECD-2 grupları için tanımlı bütün modellerde sabit sermaye yatırımları değişkeninin toplam faktör verimliliği üzerindeki etkisinin pozitif yönlü ve istatistiki açıdan anlamlı olduğu ve bu pozitif yönlü etkilerin büyüklüğünün ise OECD-2 grubunda (Model-3 hariç) daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar inceleme döneminde, sabit sermaye yatırımlarında meydana gelen artışların/iyileşmelerin sürdürülebilir ekonomik büyümenin temelini oluşturan TFV artışına panel genelinde pozitif ve anlamlı bir şekilde katkı sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte, tanımlı bütün modellerde eğitim seviyesi veri alındığında istihdam edilen işgücü değişkeninin OECD-1 grubunda toplam faktör verimliliği üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı, buna karşılık OECD-2 grubunda toplam faktör verimliliği üzerinde azaltıcı yönde bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum, OECD-1 ve OECD-2 gruplarında eğitim durumundan bağımsız olarak istihdam edilen işgücünün sayısı ile toplam faktör verimliliği arasındaki bağıntıların sırasıyla kopuk olduğunu ve zayıf kaldığını düşündürmektedir.

Diğer taraftan, iki ülke grubu arasında uzun dönemde toplam faktör verimliliği üzerindeki etkileri itibariyle farklılık yaratan asıl unsurların ise ülkelerin bilgi, inovasyon ve teknolojik gelişmişlik seviyelerini temsilen kullanılan Ar-Ge yatırımları değişkenlerinde olduğu belirlenmiştir. Nitekim tanımlı modellerden elde edilen sonuçlar, farklı nitelikteki bütün Ar-Ge yatırımlarının TFV üzerindeki etkilerinin her iki ülke grubunda da pozitif yönlü olduğu ve bu pozitif yönlü etkilerin büyüklüğünün ise beklenildiği gibi OECD-1 grubunda OECD-2 grubuna kıyasla çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Dahası farklı nitelikteki tüm Ar-Ge yatırımlarının OECD-1 grubundaki modellerde istatistiki açıdan anlamlı oldukları (Model-1 kamu kesimi Ar-Ge yatırımları hariç), ancak OECD-2 grubundaki modellerde ise istatistiki açıdan anlamlı olmadıkları (Model-3 üniversite kesimi Ar-Ge yatırımları hariç) belirlenmiştir. Bu sonuçlar OECD-1 ve OECD-2 grupları arasında TFV üzerindeki etkileri itibariyle üniversiteler ve kamu kesimi tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge yatırımları açısından bir benzerliğin, ancak özel sektör ve toplam Ar-Ge yatırımları açısından da bir farklılığın oluştuğunu göstermektedir. Özetle tüm bu sonuçlar, OECD-1 grubunda toplam Ar-Ge yatırımlarının daha büyük ve/veya verimli alanlara yönlendirilebilen nitelikli bir bölümünün özel sektör ve üniversiteler tarafından, nispeten daha düşük ve/veya verimli alanlara yeterince kanalize edilemeyen bir bölümünün ise kamu kesimi tarafından yapıldığını düşündürmektedir. OECD-2 grubunda ise toplam Ar-Ge yatırımlarının daha büyük ve/veya verimli alanlara yönlendirilebilen nitelikli bir bölümünün sadece ve büyük çoğunlukla üniversiteler tarafından gerçekleştirildiğini, kamu ve özel sektör tarafından yapılan Ar-Ge yatırımlarının ise verimli alanlara yeterince kanalize edilemediğini işaret etmektedir. Tüm bu sonuçlar, OECD-1 grubunu oluşturan ülkelerin gelişmiş yedi ülke (G-7: ABD, Almanya, Fransa, İngiltere, İtalya, Japonya, Kanada) ve Güney Kore'den oluştuğu dikkate alınarak değerlendirildiğinde, iki gruptaki ülkelerin uzun dönemli ekonomik büyüme performanslarının sürdürülebilirliği açısından farklılaşmalarında diğer şartlar sabitken farklı nitelikteki Ar-Ge yatırımlarının da önemli derecede etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu kapsamda, OECD-2 grubunu oluşturan gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde politika yapıcılarının, farklı nitelikteki Ar-Ge yatırımları ile toplam faktör verimliliği arasındaki nispeten zayıf kaldığı belirlenen bağıntıları güçlendirici yönde politikaları

izlemelerini gerektirmektedir. Bu yönüyle, söz konusu ülkelerde bir yandan toplam Ar-Ge yatırımlarının miktarının artırılmasıyla toplumun bilgi stoğunun geliştirilmesi diğer yandan da özel sektör-üniversiteler tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge-yatırımlarının daha fazla katma değer yaratabilen verimli alanlara yönlendirilmesi gereklilik arz etmektedir. Aksi halde, çalışma döneminde OECD-1 ve OECD-2 gruplarındaki ülkeler arasında Ar-Ge yatırımları ve toplam faktör verimliliği açısından mevcut olan farklılıkların yakın gelecekte de benzer olacağını şimdiden öngörmek mümkün olmaktadır. Tüm bunlara ek olarak, Ar-Ge yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkilerini incelemek için yakın gelecekte yapılacak ampirik çalışmalarda, gerekli verilerin temin edilebilir olması durumunda ekonomik açıdan gelişmişlik farklılıkları daha belirgin olan ülke grupları üzerinde çalışılmasının bu konudaki literatürün gelişimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Adams, J. D. ve Jaffe, A. B. (1996). "Bounding the Effects of R&D: An Investigation Using Matched Establishment-Firm Data", **National Bureau of Economic Research, Working Paper Series**, Working Paper No: 5544.
- Arbeláez, M. A., ve Torrado, M. P. (2011). "Innovation, R&D Investment and Productivity in Colombian Firms", **Inter-American Development Bank**.
- Atella, V. ve Quintieri, B. (2001). "Do R&D Expenditures Really Matter for TFP?", **Applied Economics**, 33, 1385-1389.
- Breitung, J. (2005). "A Parametric Approach to The Estimation of Cointegration Vectors in Panel Data", **Econometric Reviews**, 24/2, 151-173.
- Breuer, J. B., Mcnown, R. ve Wallace, M. (2002). "Series-specific Unit Root Tests with Panel Data", **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 64/5, 527-546.
- Cameron, G., Proudman, J. ve Redding, S. (2005). "Technological Convergence, R&D, Trade and Productivity Growth", **European Economic Review**, 49/3, 775-807.
- Coe, D. T. ve Helpman, E. (1995). "International R&D Spillovers", **European Economic Review**, 39, 859-887.
- Cuneo, P. ve Mairesse, J. (1983). "Productivity and R&D at The Firm Level in French Manufacturing", **Nber Working Paper Series**, Working Paper No: 1068
- Edquist, H. O. ve Henrekson, M. (2016). "Do R&D and ICT Affect Total Factor Productivity Growth Differently?", **Research Institute of Industrial Economics, IFN Working Paper No: 1108**.
- Erken, H., Donselaar, P., and Thurik, A. R. (2008). "Total Factor Productivity and the Role of Entrepreneurship", **Jena Economic Research Papers**, No: 2008, 019.
- Fikirli, Ö., ve Çetin, A. K. (2015). "Ar-Ge Sermaye Birikiminin Toplam Faktör Verimliliğine Etkisi: Türkiye Örneği", **Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi**, 4/2, 147-166.
- Griliches, Z. ve Lichtenberg, F. (1984). "Inter Industry Technology Flows and Productivity Growth: A Reexamination", **Review of Economics and Statistics**, 66/2, 324-329.
- Griliches, Zvi (1994), "Productivity, R&D and The Data Constraint", **American Economic Review**, 84, 1-23.
- Hall, Bronwyn H. (2007). "Measuring the Returns to R&D: The Depreciation Problem", **National Bureau of Economic Research, NBER Working Paper**, No: 13473.

- Cambridge, M. A., Guellec, D. ve Potterie, V. P. De-La 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, 353-378.
- Guellec, D. ve Potterie, B. (2001). "R&D and Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries", **OECD Economic Studies**, 33, 103-26.
- Gutierrez, Luciano, and Michele M. G. (2003). "International R&D Spillovers and Productivity Growth in the Agricultural Sector. A Panel Cointegration Approach", **European Review of Agricultural Economics**, 30/3, 281-303.
- Hadri, K. (2000). "Testing for Stationarity in Heterogeneous Panels", **Econometrics Journal**, 3, 148-161.
- Hadri, K. ve Kurozumi, E. (2012). "A Simple Panel Stationarity Test in the Presence of Serial Correlation and a Common Factor", **Economics Letters**, 115, 31-34.
- Harhoff, D. (1998). "R&D and Productivity in German Manufacturing Firms", **Economics of Innovation and New Technology**, 6, 29-49.
- Im, K. S., Pesaran, M. H. ve Shin, Y. (2003). "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels". **Journal of Econometrics**, 115/1, 53-74.
- Johansen, S. (1988). "Statistical Analysis of Cointegration Vectors", **Journal of Economic Dynamics and Control**, 12/2, 231-254.
- Kao, C. (1999). "Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data", **Journal of Econometrics**, 90/1, 1-44.
- Khan, M. ve Luintel, K. B. (2006). "Sources of Knowledge and Productivity: How Robust is the Relationship?", **OECD Science, Technology and Industry Working Papers**, 2006/06.
- Kim, T. ve Park, C. (2003). "R&D, Trade, and Productivity Growth in Korean Manufacturing", **Review of World Economics**, 139/3, 460-483.
- Lee, J. Y. and Jung W. Kim (2006). "Total Factor Productivity and R&D Capital in Manufacturing Industries", **East-West Center Working Papers**.
- Levin, A., Lin, C. F. ve Chu, C. S. J. (2002). "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties", **Journal of Econometrics**, 108/1, 1-24.
- Lichtenberg, F. R. (1992). "R&D Investment and International Productivity Differences", **National Bureau of Economic Research, NBER Working Paper Series No: 4161**.
- Lichtenberg, F. R., Siegel, D. (1991). "The Impact of R&D Investment on Productivity: New Evidence Using Linked R&D-LRD Data", **Economic Enquiry** 29, 203-228.
- Madden G. Savage S. J., (2000). "R&D Spillovers, Information Technology and Telecommunications, and Productivity in ASIA and the OECD", **Information Economics and Policy**, 12/4, 367-392.
- Mark, N. C., Ogaki, M. ve Sul, D. (2005). "Dynamic Seemingly Unrelated Cointegrating Regressions", **Review of Economic Studies**, 72, 797-820.
- Moen, M. S. ve Burchardt, S. M. (2010). "R&D and Productivity: A Firm Level Investigation of the Norwegian Manufacturing Industry", **Center for Research in Economics and Management Cream Publication**, No: 6.
- Nadiri, M. I., ve Mamuneas, T. P. (1994). "In Frastructure and Public R&D Investments, and the Growth of Factor Productivity in US Manufacturing Industries", (No. w4845). **National Bureau of Economic Research**, NBER Working Paper No: 4845.
- Niininen, Petri (2000). "Effect of Publicly and Privately Financed R&D on Total Factor Productivity Growth", **Finnish Economic Papers**, 13/1, 56-68.

- Pedroni, P. (1999). "Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors", **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 61/1, 653-670.
- Pesaran, M. H. (2007). "A Simple Panel Unit Root Test in The Presence of Cross-Section Dependence", **Journal of Applied Econometrics**, 22/2, 265-312.
- Pesaran, M. H., Ullah, A. ve Yamagata, T. (2008). "A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence", **The Econometrics Journal**, 11/1, 105-127.
- Sandu, S. ve Modoran, C. (2008). "The Impact of R&D Investment on Productivity", **Annales Universitatis Apulensis Series Oeconomica**, 2/10.
- Singh, N., ve Trieu, H. (1996). "The Role of R&D in Explaining Total Factor Productivity Growth in Japan, Korea and Taiwan", **UCSC Dept. of Economics Working Paper**.
- Tarı, R. (2010). **Ekonometri**, 6. Baskı, Umuttepe Yayınları, Kocaeli.
- Tatoğlu, F. Y. (2013). **İleri Panel Veri Analizi-Stata Uygulamalı**, 2. Baskı, Beta Basım Yayım, İstanbul.
- Taylor, M. P. ve Sarno, L. (1998). "The Behavior of Real Exchange Rates During The Post-Bretton Woods Period", **Journal of International Economics**, 46/2, 281-312.
- Van Reenen, J., Bloom, N., Draca, M., Kretschmer, T., Sadun, R., Overman, H. ve Schankerman, M. (2010), "The Economic Impact of ICT." **London School of Economics, Centre for Economic Performance**, London.
- Verspagen, B. (1995). "R&D and Productivity: A Broad Cross-Section Cross-Country Look", **Journal of Productivity Analysis**, 6, 119-135.
- Voutsinas, I. ve Tsamadias, C. (2014). "Does Research and Development Capital Affect Total Factor Productivity? Evidence from Greece", **Economics of Innovation and New Technology**, 23, 631-651.
- Wakelin, K. (2001). "Productivity Growth and R&D Expenditure in UK Manufacturing Firms", **Research Policy**, 30, 1079-90.
- Westerlund, J. ve Edgerton, D. L. (2007). "A Panel Bootstrap Cointegration Test", **Economics Letters**, 97/3, 185-190.
- Westerlund, J. (2008). "Panel Cointegration Tests of the Fisher Effect", **Journal of Applied Econometrics**, 23/2, 193-233.
- Yoshitomi, M. (1992). "Macroeconomic and Schumpeterian Features of Japanese Innovations in the 1980s", **Japan's Growing Technological Capability**, 98-105.
- Zhou, L. ve Liangke X. (2010). "How R&D Investments Influence TFP Growth: Evidence From China's Large and Medium-Sized Industrial Enterprises", **Frontiers of Economics in China**, 5/4, 537-558.