

Ar-Ge Sermaye Birikiminin Toplam Faktör Verimliliğine Etkisi: Türkiye Örneđi

Özlem Fikirli*, Ahmet Kibar Çetin*

Öz

Bu çalışmada 1990-2013 yılları arasında Türkiye’de Ar-Ge sermaye birikimi ve Toplam Faktör Verimliliği (TFV) arasındaki eş-bütünleşme ilişkisi ARDL sınır testi yöntemiyle incelenmiştir. TFV’nin Ar-Ge sermaye birikimiyle ilişkisi, Ar-Ge sermaye stokunun bileşenlerine ayrılarak tek tek incelenmiştir. Ar-Ge sermaye birikiminin TFV üzerindeki etkisi doğrudan ve dolaylı olarak incelenmekte olup, bu çalışmada “doğrudan Ar-Ge etkisi” tercih edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre inceleme dönemi içinde Ar-Ge sermaye birikimi bileşenlerinden hiçbirinin TFV üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunamamıştır.

Anahtar Kelimeler: TFV, Ar-Ge Sermayesi, Ar-Ge

The Impacts of Accumulation of R&D Capital on Total Factor Productivity: Case of Turkey

Abstract

In this study, the cointegration relationship between R&D capital stock and total factor productivity (TFP) is analyzed by applying ARDL method in period of 1990-2013 years in Turkey. The relations of TFP with R&D capital stock were separately examined by dividing into its components (state, private, and university). The effects of R&D capital stocks on TFP are directly and indirectly examined. In this study, direct effect is preferred. According to findings, none of components of R&D capital stock do not have statistically significant effects on TFP during the period of investigation.

Keywords: TFP, R&D Capital, R&D

* Cankiri Karatekin University, ozlemfikirli@karatekin.edu.tr, akcetin@hotmail.com

1. Giriş

Ülkelerin nihâi hedeflerinden birisi sürdürülebilir yüksek büyümenin sağlanmasıdır. Gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülke refah düzeyine ulaşabilmesi ancak sürdürülebilir yüksek büyüme ile mümkündür. Büyüme literatüründe kısa dönem büyümenin kaynağı olarak fiziksel sermaye birikimi gösterilmektedir. Fiziksel sermaye birikiminin artmasıyla ölçeğe göre getiri düşecek ve sonunda büyüme durulacaktır. Uzun dönemli büyüme ise ancak teknolojik gelişmeye bağlı olan Toplam Faktör Verimliliği (TFV) ile mümkündür. İktisadi büyüme literatürü analiz edildiğinde, büyüme ölçümünün TFV artışıyla ilişkilendirildiği görülür (Solow, 1957; Kendrick, 1961; Denison, 1962). Durağan durumdan çıkıp sürdürülebilir büyümenin sağlanmasının yolu TFV artışıdır. Bu sebeple TFV, politika yapımcıların önemle üzerinde durduğu konuların başında gelmektedir. Konuya atfedilen bu önem ise TFV'nin doğası ve belirleyicileri üzerine çok sayıda çalışmanın yapılmasına sebep olmuştur (Coe ve Helpman, 1995; Prescott, 1998; Comin, 2006; Hulten, 2001; Coelli ve Rao, 2005).

Küreselleşen dünyada ekonomik gelişme ile birlikte sanayi toplumları yerini bilgi toplumlarına bırakmaya başlamıştır. Bu dönüşümle beraber bilimsel çalışmaların da teknoloji konusunda yoğunlaştığı görülmektedir (Romer, 1990; Grossman ve Helpman, 1991a; Aghion ve Howitt, 1992; Coe ve Helpman, 1995; Keller, 2002; Cecchini ve Lai-Tong, 2008; Voutsinas ve Tsamadias, 2014). Schumpeter (1934), teknolojik ilerlemeyle gerçekleşen “yaratıcı yıkımı” iktisadi büyümenin itici gücü olarak tanımlamıştır.

Teknolojik ilerlemenin sağlanması Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri ile mümkün olmaktadır. Bu sebeple yapılan çalışmalarda teknolojik ilerlemenin ölçütü olarak Ar-Ge değişkenleri kullanılmıştır (Coe ve Helpman, 1995; Keller, 2001; Damijan vd., 2003; Gong ve Keller, 2003; Griliches, 1979). Ar-Ge'nin göstergesi olarak patent (Howitt, 2004; Kortum, 1997), Ar-Ge harcamaları (Atella ve Quintieri, 2001; Keller, 1998), Ar-Ge sermaye birikimi (Cecchini ve Lai-Tong, 2008; Voutsinas ve Tsamadias, 2014) vb. parametreler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Grossman ve Helpman (1991a) yaptıkları analizde TFV'nin Ar-Ge sermaye birikiminin artan fonksiyonu olduğunu ortaya koymuşlardır (Voutsinas ve Tsamadias, 2014). Literatürde Ar-Ge sermaye birikiminin TFV'nde

yarattığı değişim “doğrudan Ar-Ge etkisi” ve “dolaylı Ar-Ge etkisi” olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir (Keller, 2002; Griliches ve Lichtenberg, 1984; Verspagen, 1995; Kim ve Park, 2003; Los ve Verspagen, 2000). Doğrudan Ar-Ge etkisi, bu serinin TFV’nde meydana getirdiği etkiyi ifade etmektedir. Dolaylı Ar-Ge etkisi ise, yapılan Ar-Ge harcamalarının ulusal ve uluslararası düzeyde meydana getirdiği pozitif dışsallıkları da kapsamaktadır. Başka bir ifadeyle teknolojinin difüzyonunu (yayılmamasını) kapsamaktadır.

Türkiye’de toplam Ar-Ge harcamalarının gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) içindeki payı 1990 ve 2013 yılları için sırasıyla % 0,32 ve % 0,94’tür. Bu oranın 2023 yılı hedefi % 3 olarak belirlenmiştir. Bu noktada şu soruların cevapları oldukça önemlidir: Sadece Ar-Ge harcamalarının artırılması ile istenen TFV artışına ulaşılabilir mi? Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye için Ar-Ge sermaye birikimi anlamlı mıdır? Ar-Ge sermaye birikiminin etkinliğini artırmak için neler yapılması gerekir?

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de Ar-Ge sermaye birikiminin 1990-2013 yılları arasında TFV üzerine olan doğrudan etkisinin eş-bütünleşme analiz yöntemi kullanılarak araştırılmasıdır. Çalışmanın ikinci bölümünde teknolojik ilerleme, TFV ve Ar-Ge sermaye birikiminin oluşturulmasında karşılaşılan sorunlara değinilecektir. Üçüncü bölümde empirik model oluşturulacaktır. Dördüncü bölümde yöntem ve TFV ile Ar-Ge sermaye birikim serilerinin nasıl hesaplandığı açıklanacaktır. Beşinci bölümde araştırma bulguları sunulacak, ortaya çıkan bulguların literatürdeki çalışmalarla benzerliklerine ve farklılıklarına değinilecektir. Son bölümde ise Türkiye’de Ar-Ge sermaye birikiminin doğrudan etkileri tartışılacak ve önerilerde bulunulacaktır.

2. Literatür

Solow (1957), üretim faktörleri ve TFV’nin büyüme üzerindeki etkilerine vurgu yapmıştır. Bu alandaki çalışmalar Kendrick (1961) ve Denison (1962) tarafından devam ettirilerek zaman içinde kendine geniş bir yer bulmuştur. Herhangi bir faktörün birikimi olarak tanımlanamayan üretim artışı Solow artışı olarak tanımlanır. Solow artışı, TFV veya teknolojik ilerleme olarak da adlandırılabilir.

Geleneksel büyüme teorilerinde teknoloji şokları dışsal kabul edilmektedir. Bu şokların sürdürülebilir ekonomik büyüme için gerekliliği vurgu-

lanmaktadır. Yeni büyüme teorilerinde ise inovasyonun içsel olduğu kabul edilmektedir. Teknoloji şokları olmadan inovasyonun da sürdürülebilir ekonomik büyümeyi sağlayabileceği belirtilmektedir. Hem neoklasik (Solow, 1957) hem de içsel büyüme modellerinde (Lucas, 1988; Romer, 1990) uzun dönemde verimlilik artışında teknolojik ilerlemenin önemi vurgulanmaktadır.

Teknolojik ilerlemenin sağlanması Ar-Ge faaliyetleriyle gerçekleşmektedir. Son dönem çalışmalarda, Ar-Ge'nin teknolojik ilerleme ve TFV üzerindeki etkileri vurgulanmaktadır (Romer, 1990; Grossman ve Helpman, 1991a; Aghion ve Howitt, 1992). Grossman ve Helpman (1991b) yaptıkları çalışmada Ar-Ge ile TFV arasındaki bağıntıyı göstermişlerdir. TFV'ni Ar-Ge sermaye birikiminin artan fonksiyonu olarak tanımlamışlardır (Voutsinas ve Tsamadias, 2014).

Literatür analizi yapıldığında, Ar-Ge sermaye birikiminin TFV üzerindeki etkisini ele alan çalışmaların mikro (Adams ve Jaffe, 1996; Los ve Verspagen, 2000) ve makro düzey (Voutsinas ve Tsamadias, 2014; Cecchini ve Lai-Tong, 2008; Verspagen, 1995) olmak üzere iki temel başlık altında toplandığı görülmektedir. Bu çalışmaların bir kısmı ülkeler arası karşılaştırma üzerine kurulmuştur. Cecchini ve Lai-Tong (2008); Akdeniz ülkelerini, Verspagen (1995); OECD ülkelerini, Ballot vd. (2001) ise yapmış oldukları çalışmada İsveç ve Fransa'yı incelemişlerdir. Voutsinas ve Tsamadias (2014), makro düzeyde sadece Yunanistan'ı incelemişlerdir. Tek bir ülke özelinde yapılan çalışmaların bir kısmı ise sanayi sektörlerinin analizine yoğunlaşmışlardır. Kim ve Park (2003) Kore'yi, Los ve Verspagen (2000) Amerika'yi sektörel düzeyde analiz etmişlerdir. Mikro ve makro çalışmalar içerisinde sektörleri ileri teknoloji, orta teknoloji ve düşük teknoloji başlığı altında toplayanlar da bulunmaktadır (Los ve Verspagen, 2000; Verspagen, 1995).

Ar-Ge sermayesinin hesaplanması gereken çalışmalarda bir takım problemlerle karşılaşmaktadır (Griliches, 1979). Bunlar; (i) sabit sermaye yatırımlarıyla Ar-Ge yatırımları arasındaki mükerrer hesaplama (Schankerman, 1981; Cuneo ve Mairesse, 1984; Hall ve Mairesse, 1995), (ii) Ar-Ge'nin teknoloji difüzyonuyla yakından ilişkili olması ve difüzyonu hesaplama sorunu (Cohen ve Levinthal, 1989; Keller, 2002; Lundvall, 1992; Damijan vd., 2003) ve (iii) Ar-Ge sermaye birikim serisi oluşturulurken aşınma oranları

nın ve gecikme (lag) yapısının nasıl belirleneceği sorundur. Ar-Ge sermaye birikim serisinin oluşturulmasında sürekli envanter metodu (Perpetual Inventory Method) ve Schumpeteryan yaratıcı metodu (Schumpeter Inspired Method) olmak üzere iki yaklaşım karşımıza çıkmaktadır. PIM'de sabit bir amortisman oranı kullanılırken (Bitzer ve Stephan, 2006; Meinen vd., 1998), SIM'de yaratıcı yıkımdan yola çıkılarak eski bilginin tamamen yok olacağı dolayısıyla bilgi birikiminin bütün olarak değişeceği varsayımı kabul edilmektedir (Ha ve Howitt, 2007; Bitzer ve Stephan, 2006; Howitt ve Mayer-Folkes, 2002; Zachariadis, 2003; Madsen, 2008). Gecikme, yeni bilginin üretilmesi, bilginin kullanılarak inovasyon olarak ortaya çıkması, inovasyonun kârlı hale gelmesi vb. arasında geçen zamanla ilişkilidir (Verspagen, 1995). Ar-Ge sermaye birikim serisi incelenirken hangi gecikmeyi almanın uygun olduğu açık değildir.

3. Empirik Model

Ar-Ge Sermaye birikiminin TFV üzerindeki etkisini tespit etmek için kullanılacak olan empirik model Denklem 1'de gösterildiği gibidir.

$$\ln TFV_t = \alpha_0 + \beta_1 \ln K_t^{ARGE} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Denklem 1'de TFV, toplam faktör verimliliğini ve K^{ARGE} Ar-Ge sermaye stok (birikim) değişkenini temsil etmektedir. Çalışmada Ar-Ge sermaye stoku alternatif değişkenlerle temsil edilerek farklı modellerin tahmini gerçekleştirilecektir. Bu değişkenler; özel sektör Ar-Ge sermaye stoku ($K^{ÖzelARGE}$), kamu Ar-Ge sermaye stoku ($K^{KamuARGE}$) ve üniversite Ar-Ge sermaye stoku ($K^{ÜnvARGE}$) olarak belirlenmiştir. K^{ARGE} , üç bileşenin toplamından oluşan toplam Ar-Ge sermaye stokunu temsil etmektedir.

4. Veri ve Yöntem

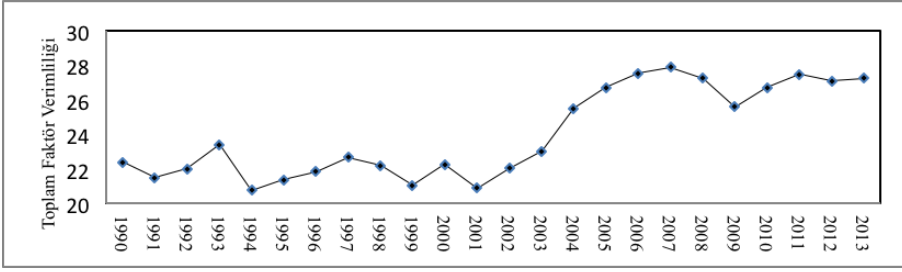
4.1. Veriler

TFV serisi hiçbir kurum tarafından üretilmemekle birlikte TFV artış hızı (büyüme oranı) bazı veri kaynaklarında erişilebilir olarak bulunmaktadır (www.conference-board.org; www.oecd.org). Bu çalışmada kullanılan TFV ve Ar-Ge sermaye birikimi verileri, herhangi bir kurum tarafından yayınlanmadığından yazarlar tarafından hesaplanmıştır. Cobb-Douglas üretim

fonksiyonu ve sabit getiri varsayımı altında t yılına ait TFV Denklem 2’de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (Cecchini ve Lai-Tong, 2008; Voutsinas ve Tsamadias, 2014).

$$TFV_t = \frac{Y_t}{K_t^\beta L_t^{1-\beta}} \quad (2)$$

Denklem 2’de, Y_t , t yılındaki GSYH’yı; K_t , t yılındaki fiziksel sermaye birikimini; L_t , t yılındaki istihdamı; β , sermayenin ve $(1-\beta)$, emeğin marjinal verimliliğini temsil etmektedir. β , 0 ile 1 aralığında olabilmektedir. Bu çalışmada sermayenin marjinal verimliliği Türkiye için 0,55 olarak alınmıştır (Yeldan vd., 2012). GSYH ve istihdam verileri ise TÜİK’ten alınmıştır. 1990-2013 yılları arasında Türkiye için hesaplanan TFV değerleri Grafik 1’de gösterilmiştir.

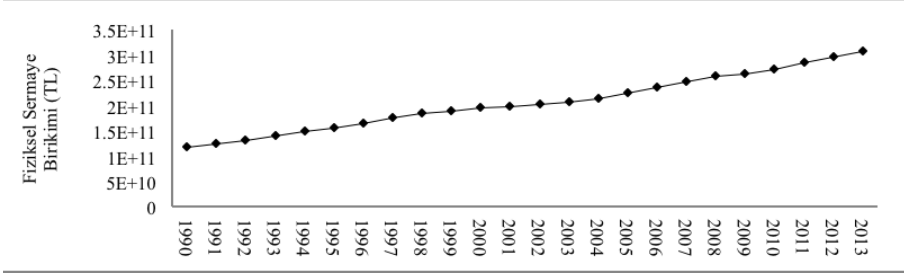


Grafik 1. 1990-2013 Yılları Türkiye TFV Değerleri

Fiziksel sermaye birikimleri hesaplanırken OECD ülkeleri için geçerli hesaplama yönteminden faydalanılmış ve sermaye yatırımlarının hizmet süresi, OECD ortalama hizmet sürelerine göre alınmıştır (Saygılı vd., 2002). Fiziksel sermaye birikimi hesaplanırken Denklem 3’ten faydalanılmıştır.

$$K_t = (1 - \alpha) K_{t-1} + I_t \quad (3)$$

Denklem 3’te, K_t , t yılına ait sermaye birikimini; I_t , t yılına ait sabit sermaye yatırımlarını; α , aşınma katsayısını göstermektedir. Türkiye’ye ait fiziksel sermaye birikimleri, 1998 yılı fiyatlarıyla TL olarak Grafik 2’de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.



Grafik 2. 1990-2013 Yılları Türkiye Fiziksel Sermaye Birikimleri

Ar-Ge sermaye birikimi (K_t^{ARGE}), PIM yöntemi kullanılarak, fiziksel sermaye birikimine benzer şekilde Denklem 4'ten yararlanılarak hesaplanmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, Ar-Ge harcamasıyla Ar-Ge sermaye birikiminin birbirinden farklı kavramlar olduğudur. Ar-Ge harcamaları, Ar-Ge'ye yapılan tüm harcamaları (personel, cari, makine-teçhizat ve arazi-bina) kapsarken, Ar-Ge sermaye birikimi bu harcamalardan sadece makine-teçhizat ve sabit tesis harcamalarını kapsamaktadır.

$$K_t^{ARGE} = (1 - \alpha) K_{t-1}^{ARGE} + I_t^{ARGE} \quad (4)$$

Denklem 4'te, K_t^{ARGE} , t yılına ait Ar-Ge sermaye stokunu; I_t^{ARGE} , t yılına ait Ar-Ge yatırımlarını (Ar-Ge için yapılan makine-teçhizat ve sabit tesis harcamalarını); α , aşınma katsayısını göstermektedir. Aşınma katsayısı Ar-Ge sermaye birikimi için genellikle %5 ile %15 arasında kabul edilmektedir. Ortalama bir değer olarak bu çalışmada %10 alınmıştır (Cecchini ve Lai-Tong, 2008). Ar-Ge sermaye stok serisinin başlangıç değerinin hesaplanmasında Voutsinas ve Tsamadias (2014)'in kullandığı yöntem benimsenmiştir. Bu yöntemde göre Ar-Ge sermaye stokunun başlangıç değeri (K_0^{ARGE}), başlangıç Ar-Ge yatırım değerinin (I_0^{ARGE}) aşınma (α) ile yatırım harcamaları ortalama yıllık büyüme oranı (g) toplamına ($\alpha+g$) bölünmesiyle elde edilir.

Ar-Ge sermaye birikimi; kamu Ar-Ge birikimi, özel Ar-Ge birikimi ve üniversite Ar-Ge birikimi olarak üç bileşenden oluşmaktadır. Çalışmada Ar-Ge stoku her üç bileşeni tarafından ayrı ayrı temsil edilmekte ve her birinin TFV üzerindeki etkisi ölçülmeye çalışılmaktadır. Bu yaklaşım Voutsinas ve Tsamadias (2014) ile benzerlik göstermektedir. Ar-Ge sermaye harcama veri-

leri TÜİK'ten alınmıştır. Tablo 1'de modelde kullanılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri raporlanmıştır.

Tablo 1. Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

	lnTFV	lnK ^{ARGE}	lnK ^{KamuARGE}	lnK ^{ÖzelARGE}	lnK ^{ÜnvARGE}
Ortalama	3.173306	-1.158742	-3.398115	-2.062592	-1.940149
Medyan	3.129050	-1.175632	-3.401258	-1.926951	-1.975486
Maksimum	3.328728	-0.541646	-2.423023	-1.397500	-1.402741
Minimum	3.033094	-1.927365	-4.558848	-3.370852	-2.453177
Standart Sapma	0.107705	0.373028	0.650884	0.522340	0.313082
Çarpıklık	0.236588	0.037195	0.119127	-0.642407	0.174594
Basıklık	1.378135	2.356662	1.936721	2.676529	1.981981
Jarque-Bera (Olasılık)	2.854341 (0.239987)	0.419418 (0.810820)	1.187328 (0.552300)	1.755383 (0.415742)	1.158295 (0.560376)

Türkiye'de 2013 yılı toplam Ar-Ge harcamalarının GSYH'ye oranı % 0,94 iken, Ar-Ge sermaye birikiminin GSYH'ye oranı % 0,58'dir. Oranların çok küçük olduğu göz önünde bulundurularak, bu çalışma için mükerrer hesaplama sorunu olsa dâhi sapmanın ihmal edilebilecek değerlerde olacağı varsayılmıştır.

4.2. ARDL Sınır Testi

Çalışmada eş-bütünleşme analiz yöntemlerinden ARDL (Auto Regressi- ve Distributed Lag) modeline dayalı sınır testi kullanılmıştır. Yöntem seçiminde veri setinin göreceli olarak küçük olması ve küçük gözlemlerde ARDL yaklaşımının diğer yöntemlerden daha avantajlı olması etkili olmuştur (Pesaran ve Shin, 1999). Türkiye Ar-Ge harcama verileri 1990 yılı itibariyle TÜİK tarafından oluşturulmaya başlanmış ve bu nedenle çalışmada yirmi dört yıllık veri kullanılmıştır.

Sınır testi değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını sorgulamaktadır. Sınır testi uygulanıp, hesaplanan test istatistiği üst kritik sınırı geçtiğinde kısa ve uzun dönem katsayıları tahmin edilebilmektedir. ARDL sınır testi yaklaşımı için kısıtsız hata düzeltme modeli (UECM) aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$\Delta \ln \text{TFV}_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta \ln \text{TFV}_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{2i} \Delta (\ln K^{\text{ARGE}})_{t-i} + \delta_1 \ln \text{TFV}_{t-1} + \delta_2 (\ln K^{\text{ARGE}})_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Yukarıdaki denklemde \ln , doğal logaritmayı; α_0 , sabit terimi; Δ , fark operatörünü ve ε_t , hata terimini temsil etmektedir. Uzun dönemli ilişkinin varlığı Wald testi (F-testi) ile araştırılır. Bu teste ilişkin hipotezler, $H_0 : \delta_1 = \delta_2 = 0$ (Eş-bütünleşme yoktur) ve $H_1 : \delta_1 \neq \delta_2 \neq 0$ (Eş-bütünleşme vardır) şeklindedir.

Hesaplanan F istatistiği, Pesaran vd. (2001)'in çalışmalarında asimptotik olarak türetilen anlamlılık düzeyleri ile karşılaştırılır. Bu çalışmada değişkenlerin tamamen $I(0)$ ve $I(1)$ olma durumlarına göre alt ve üst değerler verilmiştir. Eğer hesaplanan F istatistiği alt sınırdan küçük ise bu durumda sıfır hipotezi reddedilemeyecek ve eş-bütünleşmenin olmadığı sonucuna varılacaktır. Hesaplanan F istatistiği değeri üst sınırdan büyük ise değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı kabul edilecektir. Hesaplanan F istatistiği değeri alt ve üst kritik değer arasında kalırsa, eş-bütünleşmenin olup olmadığına dair bir yorum yapılamayacaktır.

Uzun dönemli ilişkinin varlığını kabul eden durumlar için, uzun dönem katsayılarını tahmin etmek amacıyla aşağıdaki eşitlikte yer alan ARDL (m,n) modeli oluşturulmuştur.

$$\ln \text{TFV}_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} (\ln \text{TFV})_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2i} (\ln K^{\text{ARGE}})_{t-i} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Uzun dönemli ilişkiye dair katsayılar belirlendikten sonra modelin uygun olup olmadığına karar verilir. Bunun için CUSUM (Cumulative Sum of the Recursive Residuals – Ardışık Hataların Kümülatif Toplamı) ve CUSUMSQ (CUSUM of Squares – Ardışık Hata Karelerinin Kümülatif Toplamı) testleri ile hata düzeltme modelinden yararlanılır. Uygulama dönemi içinde olası bir yapısal kırılma durumunda tahmin edilen katsayılar istikrarını kaybedebileceğinden Brown vd. (1975) tarafından geliştirilen CUSUM ve CUSUMSQ testleri kullanılmaktadır. CUSUM ve CUSUMSQ grafikleri istenilen güven sınırları içinde kaldıysa tahmin edilen katsayıların istikrarlı olduğu sonucuna ulaşılır.

Değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkilerin belirlenmesinde Denklem 7'deki hata düzeltme modeli kullanılmalıdır.

$$\Delta \ln \text{TFV}_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} (\Delta \ln \text{TFV})_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{2i} (\Delta \ln K^{\text{ARGE}})_{t-i} + \lambda \text{ECM}_{t-1} + E_t \quad (7)$$

Hata düzeltme terimi ECM_{t-1} ile gösterilmiştir. λ intibak hızı katsayısı olarak bilinir ve Denklem 6'daki hata teriminin bir dönem gecikme serisidir. Hata düzeltme teriminin anlamlı, negatif ve 0-1 aralığında olması beklenir.

5. Araştırma Bulguları

Modelin tahminine geçmeden önce modelde kullanılacak değişkenlerin zaman serisi özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Tablo 2'de değişkenlerin Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök test sonuçları verilmektedir. Ayrıca serilerin Zivot-Andrews yapısal kırılma birim kök sonuçları Tablo 3'te raporlanmıştır.

Tablo 2: ADF ve PP Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF			
	Düzye		Birinci Fark	
	sabit	trend	sabit	trend
$\ln \text{TFV}$	-0.86	-2.38	-5.26***	-5.12***
$\ln K^{\text{ARGE}}$	0.16	-2.93	-7.22***	-7.31***
$\ln K^{\text{KamuARGE}}$	-1.16	-2.79	-5.32***	-5.18***
$\ln K^{\text{ÖzelARGE}}$	-2.52	-2.67	-5.02***	4.76***
$\ln K^{\text{UnvARGE}}$	-1.73	-2.13	-7.76***	-8.72***
PP				
$\ln \text{TFV}$	-0.85	-2.37	-5.25***	-5.12***
$\ln K^{\text{ARGE}}$	-1.68	-3.22	-7.01***	-7.64***
$\ln K^{\text{KamuARGE}}$	-1.07	-2.84	-6.97***	-6.66***
$\ln K^{\text{ÖzelARGE}}$	-2.46	-3.95**	-5.23***	-4.92***
$\ln K^{\text{UnvARGE}}$	-1.94	-2.34	-7.25***	-9.60***

Notlar: *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Hata teriminin beyaz dizi olması için gerekli gecikme uzunluğunun seçiminde ADF testi için AIC ve PP testi için Newey-West Bandwidth kullanılmıştır.

ADF ve PP birim kök test sonuçlarına göre tüm değişkenler $I(1)$ durağandır. Yapısal kırılma testine göre serilerdeki potansiyel düzey, eğitim veya her iki kırılmanın da gerçekleştiği durumlarda, bazı değişkenler

düzye de durağanlık gösterebilmektedir. Buna rağmen ARDL yaklaşımında değişkenlerin I(1) olması zorunlu değildir. Değişkenlerin I(0) veya I(1) olması yeterlidir. ARDL yaklaşımının küçük gözlemlerde diğer yöntemlerden daha etkin sonuçlar vermesi bu yöntemin seçiminde belirleyici olmuştur.

Tablo 3. Zivot- Andrews Yapısal Kırılma Birim Kök Testleri

	Düzye Kırılması	Eğim Kırılması	Düzye ve Eğim Kırılması
lnTFV	-5,20** (2004)	--- ^a	-4,59 (2004)
lnK ^{ARGE}	-7,13*** (1998)	-5,12*** (2005)	-5,14** (2008)
lnK ^{Kamu} ARGE	-4,44 (1998)	-3,32 (2003)	-4,72 (1998)
lnK ^{Özel} ARGE	-5,97*** (1999)	-4,69** (2003)	-5,35** (1999)
lnK ^{Unv} ARGE	-3,18 (1995)	-4,58** (1997)	-4,02 (1996)

^a lnTFV serisinin eğim kırılma regresyonunda tekil matris (singular matrix) sorunu olduğundan eğim kırılması birim kök testi yapılamamıştır. Parantez içindeki sayılar potansiyel kırılma yılını göstermektedir. Gözlem sayısı sınırlı olması nedeniyle maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak alınmıştır. *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

TFV ile Ar-Ge sermaye stoku arasındaki uzun dönem ilişkinin varlığı sorgulanırken, Ar-Ge sermaye stoku bileşenleri itibariyle farklı kombinasyonlar oluşturularak alternatif modellerde uzun dönem ilişkinin varlığı sınanmıştır. Tablo 4, farklı Ar-Ge sermaye stok değişkenlerinin TFV ile uzun dönemli ilişkilerini trendsiz ve trendli olarak modelleyen ilişkilerin Wald (F) test sonuçlarını göstermektedir. Gözlem sayısının çok sınırlı olması (24) testte kullanılan maksimum gecikme uzunluğunun üç olarak sınırlandırılmasına neden olmuştur.

Tablo 4'te görüldüğü gibi, üniversite Ar-Ge sermaye stoku modelinde ve üç değişkenin birlikte kullanıldığı modelde, Ar-Ge sermaye stoku ile TFV arasında eş-bütünleşme ilişkisi bulunamamıştır. Diğer tüm modellerde trendsiz veya trendli olarak eş-bütünleşme ilişkisi bulunmuştur. Wald testi sonuçlarına göre eş-bütünleşme ilişkisi bulunan modeller ARDL yöntemiyle tahmin edilmiş ve Tablo 5'te, tek değişkenli ve Tablo 6'da çok değişkenli model tahmin sonuçları raporlanmıştır. Gözlem sayısının sınırlı olması ve çok değişkenli modellerde değişken artışının serbestlik derecesini düşürmesinden dolayı maksimum gecikme uzunluğu olarak iki alınmıştır.

Tablo 4: ARDL Wald Test Sonuçları

Model	F-istatistiği	
	Trendsiz	Trendli
$F(\ln TFV \mid \ln K^{ARGE})$	4,31 (3)	9,52* (3)
$F(\ln TFV \mid \ln K^{KamuARGE})$	5,10 (3)	8,28* (3)
$F(\ln TFV \mid \ln K^{ÖzelARGE})$	9,32* (3)	7,91* (3)
$F(\ln TFV \mid \ln K^{ÜnvARGE})$	0,64 (2)	4,19 (3)
$F(\ln TFV \mid \ln K^{KamuARGE}, \ln K^{ÖzelARGE})$	43,10* (3)	51,34* (3)
$F(\ln TFV \mid \ln K^{KamuARGE}, \ln K^{ÜnvARGE})$	1,13 (3)	6,97* (3)
$F(\ln TFV \mid \ln K^{ÖzelARGE}, \ln K^{ÜnvARGE})$	4,851* (3)	6,12* (3)
$F(\ln TFV \mid \ln K^{ÖzelARGE}, \ln K^{KamuARGE}, \ln K^{ÜnvARGE})$	2,83 (2)	2,94 (2)

NOT: F-tablo değerleri Pesaran vd. (2001)'den alınmıştır. *, %5 anlamlılık düzeyinde uzun dönem ilişkinin varlığını göstermektedir. Maksimum gecikme uzunluğu 3 alınmış, optimum gecikme uzunluğunun seçiminde AIC kullanılmıştır. Parantez içindeki değerler optimum gecikme değerini göstermektedir.

Tek ve çok değişkenli modellerde Ar-Ge sermaye birikimi değişkenlerinin tahmin sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Buna rağmen tek değişkenli $\ln K^{ÖzelARGE}$ modeli ve çok değişkenli $\ln K^{ÖzelARGE} \ln K^{ÜnvARGE}$ modelleri hariç, diğer tüm modellerde ECM_{t-1} katsayısı beklendiği gibi anlamlı, negatif ve 0 ile 1 aralığında gerçekleşmiştir. ECM_{t-1} katsayısı, değişkenler arasında kısa dönemde meydana gelen sapmanın her dönem yüzde kaçının düzeltildiğini göstermektedir. Örneğin $\ln K^{ÖzelARGE}$ modelinde -0.40 olarak bulunan ECM_{t-1} katsayısı, kısa dönemde oluşan sapmaların her dönem % 40'ının düzeltildiğini göstermektedir.

Tek ve çok değişkenli modellerin tamamında Ar-Ge sermaye birikimlerinin TFV üzerindeki etkisi anlamsız çıkmıştır. Literatürde Ar-Ge sermaye birikimlerinin TFV üzerinde etkilerinin olduğu birçok araştırma bulunmaktadır (Coe ve Helpman, 1995; Cecchini ve Lai-Tong, 2008; Los ve Verspagen, 2000). Bu çalışmaların tamamına yakınının Ar-Ge harcamaları ve dolayısıyla Ar-Ge sermaye birikimi yüksek olan ülkelerde yoğunlaştığı görülmektedir (Los ve Verspagen, 2000; Verspagen, 1995; Ballot vd., 2001).

Tablo 5: Tek Değişkenli Modellerin ARDL Tahmin Sonuçları

	ARDL(1,0)	ARDL(1,0)	ARDL(1,0)	ARDL(1,0)
Sabit	2.7371*** (6.2785)	3.5931*** (15.2915)	3.0880*** (5.2875)	2.9801*** (8.3079)
Trend	0.020306* (1.9652)		0.012902 (1.0723)	0.015182 (1.4069)
$\ln K^{\text{Kamu}} \text{ARGE}$			0.019382 (0.14810)	
$\ln K^{\text{Özel}} \text{ARGE}$	-0.094140 (-0.61106)	0.18983 (1.6621)		
$\ln K^{\text{ARGE}}$				-0.012503 (-0.062506)
ECM_{t-1}	-0.40358** (-2.1834)	-0.22442 (-1.5325)	-0.38715* (-2.0097)	-0.37467* (-1.9960)
Düz. R-kare	0.79599	0.78224	0.79223	0.79203
F-test	28.3118***	38.7178***	27.6907***	27.6589***
Diagnostik Testler				
Seri Korelasyon	0.079[0.778]	0.106[0.744]	0.033[0.854]	0.026[0.870]
Fonksiyonel Form	0.352[0.553]	0.182[0.669]	0.082[0.774]	0.24[0.624]
Normallik	0.687[0.709]	2.573[0.276]	1.065[0.587]	1.13[0.568]
Değişen Varyans	1.486[0.223]	0.324[0.569]	0.773[0.379]	0.934[0.334]

NOT: ARDL gecikme (lag) seçiminde Schwarz Bayesian Ölçütü kullanılmıştır. Maksimum gecikme uzunluğu olarak 2 alınmıştır. Parantez ve köşeli parantez içindeki değerler sırasıyla t-test değerini ve olasılık değerlerini göstermektedirler. Tüm modellerin CUSUM ve CUSUMSQ grafikleri istenilen sınırlar dâhilindedir. *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Türkiye’de toplam Ar-Ge harcamasının GSYH içindeki payı 2013 yılına kadar %1’in altındadır. Bu oran yüksek Ar-Ge harcamasına sahip ülkelerde %3 civarındadır. Bu çalışmada ulaşılan sonuçların karşılaştırılabilir olması için Türkiye gibi Ar-Ge harcaması düşük ülkelere ait çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye gibi Ar-Ge harcaması görece olarak düşük olan Yunanistan için yapılan çalışmada Türkiye’dekine yakın sonuçlara ulaşılmıştır. Yunanistan örneğinde Ar-Ge sermaye stokunun bileşenlerinden olan kamu Ar-Ge sermaye birikiminin TFV üzerinde pozitif etkisi bulunmuşken özel Ar-Ge sermaye birikiminin etkisi bulunamamıştır. Bulunan kamu Ar-Ge sermaye birikimi etkisinin ise yüksek Ar-Ge’ye sahip ülkeler için belirlenen seviyelerin çok gerisinde kaldığı tespit edilmiştir (Voutsinas ve Tsamadias, 2014).

Tablo 6: Çok Değişkenli Modellerin ARDL Tahmin Sonuçları

	ARDL(1,0,0)	ARDL(1,0,0)	ARDL(1,0,0)	ARDL(1,0,0)	ARDL(1,0,0)
Sabit	2.7510*** (3.2191)	3.6971*** (20.0921)	3.1680*** (5.2787)	2.8591*** (6.8662)	3.6342*** (11.6893)
Trend	0.020029 (1.1184)		0.011872 (1.0080)	0.018989* (2.0903)	
lnK _{Kamu} ARGE	0.0025485 (0.019125)	0.11595 (1.2308)	0.015249 (0.12096)		
lnK _{Özel} ARGE	-0.093203 (-0.56322)	0.056735 (0.43920)		-0.11312 (-0.83174)	0.16672 (1.0429)
lnK _{Ünv} ARGE			0.042275 (0.32548)	0.075484 (0.67240)	0.046643 (0.19586)
ECM _{t-1}	-0.40469* (-2.0346)	-0.34214* (-1.7814)	-0.41629* (-1.8977)	-0.47705** (-2.1134)	-0.24149 (-1.3658)
Düz. R-kare	0.78399	0.78113	0.78121	0.78832	0.77057
F-test	20.0547***	25.9826***	19.7460***	20.5518***	24.5103***
Diagnostik Testler (LM)					
Serisel Korelasyon	0.081[0.77]	0.011[0.91]	0.127[0.72]	0.481[0.48]	0.072[0.78]
Fonksiyonel Form	0.341[0.55]	0.0205[0.98]	0.015[0.90]	0.155[0.69]	0.112[0.73]
Normallik	0.682[0.711]	1.184[0.55]	1.109[0.57]	0.737[0.69]	2.518[0.28]
Değişen Varyans	1.469[0.22]	0.302[0.58]	0.452[0.50]	0.628[0.42]	0.274[0.60]

NOT: ARDL gecikme (lag) seçiminde Schwarz Bayesian Ölçütü kullanılmıştır. Maksimum gecikme uzunluğu olarak 2 alınmıştır. Parantez ve köşeli parantez içindeki değerler sırasıyla t-test değerini ve olasılık değerlerini göstermektedirler. Tüm modellerin CUSUM ve CUSUMSQ grafikleri istenilen sınırlar dâhilindedir. *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Yüksek ve düşük Ar-Ge harcamasına sahip olan ülkeler arasında yapısal farklılıklar mevcuttur. Ar-Ge'nin etkinliğini ve yoğunluğunu belirleyen karakteristikler arasında ulusal inovasyon sistemi, eğitim düzeyi ile niteliği, Ar-Ge ve teknolojik girişimlerin finansmanı için destek sağlayan kuruluşlar ve kurumsal yapılar ön plana çıkmaktadır. Düşük Ar-Ge harcama düzeyine sahip olan ülkelerde aynı zamanda ulusal inovasyon sistemleri de etkin çalışmamaktadır ve dolayısıyla Ar-Ge harcamalarının da etkinliği düşmektedir. Bu ülkelerin eğitim düzeyi ile niteliğinin ise yüksek Ar-Ge düzeyine sahip ülkelerin gerisinde kaldığı genel kabul gören bir durumdur. Bununla

beraber Ar-Ge harcamaları için fon sağlayan finansal yapılar da yüksek Ar-Ge'ye sahip ülke düzeylerinden uzakta kalmaktadır.

Ar-Ge sermaye birikiminin verimlilik üzerine etkisinin, ileri teknoloji sektörlerinde orta ve düşük teknoloji sektörlerine göre çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Verspagen, 1995; Los ve Verspagen, 2000). Ar-Ge sermaye birikimi göreceli olarak düşük olan Türkiye'nin ileri teknoloji sektörlerindeki üretimi ve ihracatının GSYH'ye oranı da son derece sınırlıdır. 2013 yılında Türkiye'nin sanayi ürünleri ihracatı içerisinde ileri teknoloji ürünlerinin oranı % 1,88'dir. Dolayısıyla Ar-Ge sermaye birikimi ve ileri teknoloji sektör payı düşük olan Türkiye'de Ar-Ge'nin verimlilik üzerinde etkisinin bulunmaması şaşırtıcı değildir.

6. Sonuç

Bu çalışmada, 1990-2013 yılları için Türkiye'de toplam Ar-Ge sermaye birikimi ile bileşenleri olan kamu, özel ve üniversite Ar-Ge sermaye birikimlerinin TFV üzerindeki etkisi incelenmiştir. Gözlem sayısının düşük olması ve değişkenlerin durağanlık özelliklerinin I(0) ve (1) göstermesinden dolayı araştırmada ARDL sınır test yaklaşımı kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, toplam Ar-Ge sermaye birikiminin ve bileşenlerinin TFV üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı ortaya konmuştur. Ulaşılan bulgular Ar-Ge harcama oranı yüksek olan ülkeler için yapılan çalışma sonuçlarıyla çelişse de, Yunanistan gibi Ar-Ge harcama oranı görece düşük olan ülkeler için yapılmış çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Türkiye'de Ar-Ge sermaye birikimlerinin TFV üzerinde etkisinin bulunmamasının olası nedenleri aşağıda belirtildiği gibi olabilir;

- i. Türkiye'de toplam Ar-Ge harcamasının (cari + yatırım) GSYH'ye oranı % 1'in altında iken yüksek Ar-Ge düzeyine sahip ülkelerde bu oranın %3 civarında seyretmesi,
- ii. Ar-Ge sermaye birikiminin en verimli olduğu ileri teknoloji sektörünün Türkiye'de göreceli olarak çok sınırlı olması,
- iii. Yüksek ve düşük Ar-Ge harcamasına sahip olan ülkeler arasındaki karakteristik farklılıklar (ulusal inovasyon sistemi, eğitim düzeyi ile niteliği, finansal destek araçları ve kurumsal yapılar gibi) bulunması.

Türkiye’de Ar-Ge sermaye birikiminin TFV’nde artış sağlayabilmesi için; Ar-Ge sermaye birikiminin hızlandırılması, genel olarak eğitimin hem nicel hem de nitel olarak iyileştirilmesinin yanında özellikle Ar-Ge’nin ihtiyaç duyduğu nitelikli personelin artırılması, ulusal inovasyon sisteminin iyileştirilmesi, Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerinin finansal desteklerinin artırılması ve kurumsal yapıda inovasyona uygun iyileştirmeler yapılması gerekmektedir.

Daha net politika önerilerinin yapılabilmesi için Ar-Ge harcama oranları düşük olan ülkeler için daha çok çalışma yapılması gerekmektedir. Yapılan çalışma, literatüre bu yönüyle katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda Türkiye’de Ar-Ge sermaye birikimi ile ilgili yapılan ilk çalışma özelliği taşımaktadır. Bu özelliği ile de Türkiye için bu alanda yapılacak sonraki çalışmalara ışık tutacaktır. Çalışma kapsamında Türkiye’de “doğrudan Ar-Ge etkisi” incelenmiş olup, “dolaylı Ar-Ge etkisi” ise sonraki çalışmalara bırakılmıştır.

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 5544.

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

Atella, V ve Quintieri, B. (2001). “Do R&D Expenditures Really Matter for TFP?”. *Applied Economics*, 33: 1385-1389.

Ballot, G., Fakhfakh, F ve Taymaz, E. (2001). “Firms’ Human Capital, R&D and Performance: A Study on French and Swedish Firms”. *Labour Economics*, 8: 443-462.

Bitzer, J. ve Stephan, A. (2006). “A Schumpeter-Inspired Approach to the Construction of R&D Capital Stocks”. *Applied Economics*, 39 (2): 179-189.

Brown, R.L., Durbin, J., Evans, J. (1975). “Techniques for testing the constancy of regression relationship over time”. *Journal of Royal Statistical Society, Series (B)* 37, 149–163.

Cecchini, L. ve Lai-Tong, C. (2008). “The Links Between Openness and Productivity in Mediterranean Countries”. *Applied Economics*, 40: 685-697.

Coe, D. T. ve Helpman, E. (1995). “International R&D Spillovers”. *European Economic Review*, 39: 859-887.

Coelli, T. J. ve Rao, D. S. P (2005). “Total Factor Productivity Growth in Agriculture: A Malmquist Index Analysis of 93 Countries, 1980–2000”. *Agricultural Economics*, 32: 115-134.

Cohen, W. M. ve Levinthal, D. A. (1989). “Innovation and Learning: The Two Faces of R&D”. *Economic Journal*, 99: 569-596.

Comin, D. (2006). “Total Factor Productivity” New York University and NBER.

Cuneo, P ve Mairesse, J. (1984). “Productivity and R&D at the Firm Level in French Manufacturing”. *R&D, Patents and Productivity*, Chicago University Press.

Damijan, J. P., Knell, M., Majcen, B. ve Matija, R. (2003). “The Role of FDI, R&D Accumulation and Trade in Transferring Technology to Transition Countries: Evidence from Firm Panel Data for Eight Transition Countries”. *Economic Systems*, 27: 189-204.

Denison, E. F. (1962). "Sources of Growth in United States and the Alternatives Before U.S." Supplement Paper 13, New York: Committee for Economic Development.

Gong, G. ve Keller, W. (2003). "Convergence and Polarization in Global Income Levels: A Review of Recent Results on the Role of International Technology Diffusion". *Research Policy*, 32: 1055-1079.

Griliches, Z. (1979). "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth". *The Bell Journal of Economics*, 10: 92-116.

Griliches, Z. ve Lichtenberg, F. (1984). "Interindustry Technology Flows and Productivity Growth: A Reexamination". *Review of Economics and Statistics*, 66 (2) : 324-329.

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

Grossman, G. M. ve Helpman, E. (1991b). "Innovation and Growth in the World Economy". Cambridge, MA: MIT Press.

Ha, J. ve Howitt, P. (2007). "Accounting for Trends in Productivity and R&D: A Schumpeterian Critique of Semi-Endogenous Growth Theory". *Journal of Money, Credit and Banking*, 39 (4): 733-774.

Hall, B. H. ve Mairesse, J. (1995). "Exploring the Relationship Between R&D and Productivity Growth in French Manufacturing Firms". *Journal of Econometrics*, 65: 263-294.

Howitt, P. (2004). "Endogenous Growth, Productivity and Economic Policy: A Progress Report". <http://www.csls.ca/ipm/8/howitt-e.pdf> (Erişim tarihi: 01.06.2015)

Howitt, P. ve Mayer-Foulkes, D. (2002). "R&D, Implementation and Stagnation: A Schumpeterian Theory of Convergence Clubs". National Bureau of Economic Research Working Paper, Paper No: 9104.

Hulten, C. R. (2001). "Total Factor Productivity A Short Biography". National Bureau of Economic Research, 8: 1-54.

Keller, W. (1998). "Are International R&D Spillovers Trade-Related? Analyzing Spillovers Among Randomly Matched Trade Partners". *European Economic Review*, 42: 1469-1481.

Keller, W. (2001). "International Technology Diffusion". National Bureau of Economic Research, Paper No: 8573.

Keller, W. (2002). "Trade and the Transmission of Technology". *Journal of Economic Growth*, 7: 5-24.

Kendrick, J. W. (1961). "Productivity Trends in the United States". Princeton, NJ: Princeton University Press.

Kim, T. ve Park, C. (2003). "R&D, Trade and Productivity Growth in Korean Manufacturing".

Kortum, S. S. (1997). "Research, Patenting and Technological Change". *Journal of The Econometric Society*, 65: 1389-1419.

Los, B. ve Verspagen, B. (2000). "R&D Spillovers and Productivity: Evidence from U.S. Manufacturing Microdata". *Empirical Economics*, 25: 127-148.

Lucas, R., E. (1988). "On the Mechanisms of Economic Development". *Journal of Monetary Economics*, 22: 3-42.

Lundvall, B. A. (ed.) (1992). *National Systems of Innovation: An Analytical Framework*, London: Pinter.

Madsen, J. B. (2008). "Semi-Endogenous Versus Schumpeterian Growth Models: Testing the Knowledge Production Function Using International Data". *Journal of Economic Growth*, 13: 1-26.

Meinen, G., Verbiest, P. ve Wolg, P. P. (1998). "Perpetual Inventory Method Service Lives Discard Patterns and Depreciation Methods". *Statistics Netherlands*.

Pesaran, M. H. ve Shin, Y. (1999). "An Autodistributed Lag Modeling Approach to Cointegration Analysis". Strom, S. (Ed.). *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*, Cambridge University Press, Cambridge.

Pesaran, M. H., Shin, Y. ve Smith, R. (2001). "Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships". *Journal of Applied Econometrics*, 16, 289-326.

Prescott, E. C. (1998). "Needed: A Theory of Total Factor Productivity". *International Economic Review*, 39: 525-551.

Romer, P. M. (1990). "Endogenous Technological Change". *Journal of Political Economy*, 92: 71-102.

Saygılı, Ş., Cihan, C. ve Yurtoğlu, H. (2002). "Türkiye Ekonomisinde Sermaye Birikimi, Büyüme ve Verimlilik: 1972-2000". Devlet Planlama Teşkilatı, Yayın No: 2665.

Schankerman, M. (1981). "The Effects of Double-Counting and Expensing on the Measured Returns to R&D". *Review of Economics and Statistics*, 454-458.

Schumpeter, J. A. (1934). "The Theory of Economic Development". Harvard University Press, Cambridge, Mass.

Solow, R. M. (1957). "Technical Change and the Aggregate Production Function". *Review of Economics and Statistics*, 39: 312-320.

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.

Yeldan, E., Taşçı, K., Voyvoda, E. ve Özsan, M. E. (2012). "Orta Gelir Tuzağı'ndan Çıkış: Hangi Türkiye?" http://turkonfed.org/Files/ContentFile/ogt-1sektorel_analiz.pdf. (Erişim Tarihi: 02.11.2014).

Zachariadis, M. (2003). "R&D, Innovation and Technological Progress: A Test of the Schumpeterian Framework without Scale Effects". *Canadian Journal of Economics*, 36: 566-586.

