

AR-GE HARCAMALARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: OECD ÜLKELERİ ÜZERİNE YATAY KESİT BAĞIMLILIĞI ALTINDA PANEL EŞBÜTÜNLEŞME ANALİZİ*

Doç. Dr. Halil Altıntaş

Erciyes Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

Doç. Dr. Mehmet Mercan

Hakkari Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

• • •

Öz

Bu çalışmada, Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri üretim fonksiyonu yardımıyla 21 OECD ülkesi örneğinde 1996-2011 dönemi verileri kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada Ar-Ge harcamalarının yanı sıra, sabit sermaye oluşumu ve işgücü artış oranı değişkenleri de kullanılmıştır. Analizde yatay kesit bağımlılığını, yani incelenen ülkelerden herhangi birisinde meydana gelen bir şokun diğerlerini de etkileyeceği varsayımını göz önünde bulunduran yeni nesil panel veri yöntemleri kullanılmıştır. Analiz sonucunda; Ar-Ge harcamalarındaki artışın ekonomik büyümeyi güçlü bir şekilde etkilediği, bu etkinin sabit sermaye oluşumu ve işgücü artış oranından daha yüksek olduğu ve Ar-Ge harcamalarındaki bir birimlik artışın ekonomik büyümeyi 3.4 birim arttırdığı belirlenmiştir. Sabit sermaye oluşumu ve işgücü artış oranı değişkenlerinin de ekonomik büyüme olumlu etkilediği ve bu değişkenlerdeki 1 birimlik artışın büyümeyi sırasıyla 0.21 ve 0.20 birim arttırdığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Ar-Ge, Ekonomik Büyüme, Yatay Kesit Bağımlılığı, Panel Eşbütünleşme, OECD

The Relationship between Research and Development (R&D) Expenditures: Panel Cointegration Analysis Under Cross Sectional Dependency on OECD Countries

Abstract

In this study, the effects of R&D expenditures on economic growth in the sample of 21 OECD countries were analyzed with the help of production function by using the data between 1996 and 2011 period. Besides the R&D expenditures, fixed capital formation and labour force growth variables were also utilized in the study. In the analysis, new generation panel data methods considering the cross sectional dependency, which assumes that a shock happening in one of the analyzed countries would affect the other one, was used. As a result of the analysis, it was determined that the increase in R&D expenditures strongly affected the economic growth and this effect was higher than the fixed capital formation and labour force growth and 1 unit of increase in R&D expenditures increased the economic growth 3.4 unit. It was found out that fixed capital formation and labour force growth variables also affected the economic growth positively and 1 unit of increase in these variables increased the economic growth 0.21 and 0.20 unit, respectively.

Keywords: Research and Development, Economic Growth, Cross Sectional Dependency, Panel Cointegration, OECD

*Makale geliş tarihi: 18.06.2014

Makale kabul tarihi: 13.02.2015

AR-GE Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Panel Eşbütünleşme Analizi

Giriş

OECD ülkeleri için Ar-Ge harcama istatistiklerinde standart ilkeleri belirleyen *Frascati Manual*'de yapılan tanımlamada Ar-Ge; yeni ürünler, yeni süreçler ve yeni bilgiye neden olan teknik değişimin en önemli kaynağıdır. Ar-Ge bilgi stokunu artırmak amacıyla sistematik temelde gerçekleştirilen yaratıcı çalışmalar ile bu süreçte elde edilen bilginin yeni ürünlerin tasarımında kullanımına yönelik faaliyetlerin bütünü olarak tanımlanmaktadır. Ar-Ge, temel araştırma, uygulamalı araştırma ve deneysel gelişim olmak üzere üç faaliyeti kapsamaktadır: *Temel araştırma*, gözlemlenen gerçekler ve olguların temelinde yatan yeni bilgilere ulaşmak amacıyla gerçekleştirilen teorik ve deneysel çalışmalardır. *Uygulamalı araştırma* yeni bilgileri elde etmek amacıyla yapılan orijinal çalışmalardır ve belirli bir uygulama amacına yönelik olarak gerçekleştirilir. Deneysel gelişim ise yeni tasarım, yeni materyal, yeni ürün ve aletlerin üretimiyle kazanılmış araştırma ve deneyimler yanında, yeni süreçler, sistem ve hizmetlerin kurulmasına ve mevcut ürünlerin sürekli olarak iyileştirilmesini amaçlayan, sistematik çalışmalardır (Guellec ve Pooterie, 2001:105; OECD, 2011; Rdmag, 2013).

Ar-Ge harcamalarına dayalı ekonomik büyüme modelleri, Romer (1990) Grossman-Helpman (1991) ve Aghion-Howitt (1992)'in çalışmalarında önerilmektedir. Bu çalışmalarda kar maksimizasyonu amaçlayan firmaların Ar-Ge faaliyetleriyle teknolojik gelişmeyi esas aldıkları ve sürekli büyümeye odaklandıkları vurgulanmaktadır. Ayrıca bu modellerde firmaların yenilik faaliyetleriyle elde ettikleri bilgileri patent ve mülkiyet hakları gibi korumalarla aşırı kar elde ederek monopol bir güce sahip olacakları kabul edilmektedir. Ayrıca yenilik faaliyetleriyle yeni sermaye mallarının üretilmesini sağlayacak “patentler” şeklinde rekabeti dışlayan ve kısmen dışlanabilir teknolojiler yaratılabilmekte, karlılıktaki artışın patentler yoluyla yenilikçi firmalar tarafından kavranmasıyla Ar-Ge harcamalarının birim başına getirisi

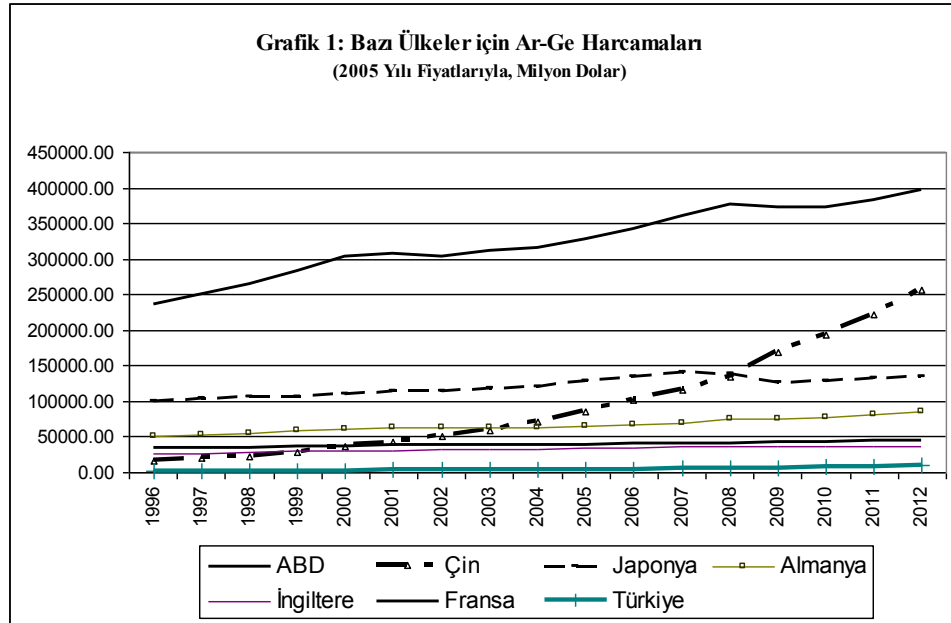
yükselebilmektedir. Böylece monopolcü karındaki artış, Ar-Ge'yle ilgili yatırımları artırırken yeni sermaye mallarının üretimini teşvik etmektedir. Sermaye mallarının ise hem tüketim mallarının üretiminde tamamlayıcı girdi olarak kullanılması hem de mevcut olan sermayenin marjinal verimliliğini azaltmamasından dolayı ekonomik büyümede süreklilik sağlanmaktadır (Freire-Serén, 1999: 3). Sonuçta Ar-Ge harcamaları yeni teknolojiler, üretim süreçleri, yeni ürünler ve malzemeler yaratarak sadece Ar-Ge'nin yapıldığı ülkede değil, diğer ülkelerde de üretim kapasitesini sürekli bir şekilde geliştirecektir (Seck, 2012: 347). Ayrıca ekonomik ve beşeri sermayenin kaynağı olarak görülen Ar-Ge yatırımları, ekonomik istikrarsızlığı önlemede, uluslararası düzeyde rekabet avantajının elde edilmesinde, ekonomik canlanma ve sürekli büyümenin sağlanmasında önemli unsur olarak görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, 1996-2011 dönemi arasında 21 OECD ülkesinde Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi yatay kesit bağımlılığını dikkate alan panel eşbütünleşme yöntemiyle analiz etmektir. Birinci bölüm dünyada Ar-Ge harcamalarının gelişimi, ikinci bölümde Ar-Ge harcamasıyla ekonomik büyümenin ilişkilendirildiği teorik çerçeve, üçüncü bölümde Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyümeyle ilgili ampirik çalışmalar ve dördüncü bölümde ise çalışmanın ampirik uygulamasından oluşmaktadır.

1. Dünyada ve OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamaları

Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme ve ülkelerarası rekabetteki etkisinin anlaşılması, ülkelerarası Ar-Ge'ye verilen önemi gittikçe artırmaktadır. Son 10 (2000-2010) yılda GSYİH'ya oran olarak Ar-Ge harcamaları Avrupa Birliği'nde yüzde 1.74'den 1.91'e, Japonya'da yüzde 3'den 3.26'ya ve ABD'de yüzde 2.71'den yüzde 2.90'a yükselmiştir. Aynı dönemde ise Çin'in Ar-Ge harcaması hemen hemen ikiye (yüzde 0.90'dan yüzde 1.77'ye) katlamıştır (OECD, 2013a). Global düzeyde Ar-Ge harcamalarının 2013 yılı itibarıyla Amerika kıtasının payı yüzde 34.0 (sadece ABD yüzde 31.4), Asya'nın payı (20 ülke) yüzde 38.3, (bu ülkelerden Japonya yüzde 10.5, Çin yüzde 16.5, Hindistan yüzde 2.7), Avrupa'nın payı yüzde 22.4, (sadece Almanya yüzde 5.3) ve dünyanın geri kalan ülkelerinin payı ise yüzde 5.3'dür (Global R&D Funding, 2013: 5). ABD 2009 yılı itibarıyla OECD ülkeleri arasında GSYİH'ya oran olarak yüzde 42 ile en yüksek performansa sahip ülke konumundadır. Bu ülkeyi yüzde 15 ile Japonya, yüzde 9'la Almanya izlemektedir. OECD dışında Çin'in ortalama yıllık reel Ar-Ge harcamasındaki artış yüzde 20'ye yakındır ve bu artış Çin'i dünyanın ikinci en yüksek performansına sahip ülke olmasını sağlamış ve 2009'dan beri Japonya'nın performansının ötesine taşımıştır (OECD, 2013b).

Aşağıdaki Grafik 1’de bazı ülkelerin toplam Ar-Ge harcamaları gösterilmektedir.



Kaynak: OECD (2014), *Main Science and Technology Indicators*.

Grafik 1’de ABD ve Çin’in Ar-Ge harcamasının genel olarak istikrarlı bir şekilde arttığı görülmektedir. 2012 yılında ABD 397.3 milyar dolar ve Çin 256.7 milyar dolar Ar-Ge harcaması gerçekleştirmiştir. 2008’den itibaren Çin’in Ar-Ge harcamalarındaki artışıyla, iki ülke arasındaki Ar-Ge açığının kapanmaya başladığı gözlenmektedir. Japonya’nın toplam Ar-Ge harcamaları 2008’den itibaren nispi olarak yavaşlansa da durağan ve istikrarlı bir gelişmesini sürdürmüştür. 2012’de Japonya’nın toplam Ar-Ge harcaması 133.8 milyar dolardır. İngiltere ve Fransa’nın toplam Ar-Ge harcamaları (sırasıyla 2012’de 35.8 milyar ve 44,8 milyar dolar) birbirine yakın olsa da Almanya’nın toplam Ar-Ge harcaması (2012’de 84.8 milyar dolar) iki ülkenin toplamından daha fazladır. Türkiye’nin Ar-Ge harcaması (2012’de 9.3 milyar dolar) ifade edilen ülkelerle kıyaslanmayacak derecede düşüktür.

Aşağıdaki Tablo 1’de bazı OECD ülkelerinin Ar-Ge harcamaları gösterilmektedir.

Tablo 1: Bazı OECD Ülkeleri Ar-Ge Harcamaları (GSYİH'ya Oran Olarak)

Ülkeler	1996	1997	2000	2001	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<i>Avusturya</i>	1.598	1.694	1.932	2.051	2.459	2.439	2.506	2.670	2.708	2.798	2.766	2.836
<i>Belçika</i>	1.765	1.831	1.966	2.068	1.830	1.859	1.893	1.967	2.027	2.104	2.213	2.236
<i>Kanada</i>	1.616	1.624	1.872	2.038	1.986	1.956	1.918	1.869	1.923	1.817	1.744	1.688
<i>Çek Cumh</i>	0.923	1.033	1.167	1.157	1.224	1.291	1.365	1.296	1.353	1.397	1.641	1.881
<i>Danimarka</i>	1.838	1.924	..	2.387	2.456	2.478	2.580	2.850	3.160	3.001	2.976	2.984
<i>Estonya</i>	0.601	0.700	0.930	1.128	1.081	1.281	1.413	1.620	2.371	2.186
<i>Finlandiya</i>	2.526	2.705	3.346	3.316	3.477	3.476	3.471	3.701	3.938	3.901	3.795	3.552
<i>Fransa</i>	2.269	2.194	2.150	2.199	2.109	2.108	2.083	2.124	2.271	2.244	2.250	2.290
<i>Almanya</i>	2.196	2.241	2.472	2.474	2.506	2.540	2.532	2.689	2.823	2.804	2.893	2.977
<i>Macaristan</i>	0.640	0.710	0.805	0.931	0.944	1.005	0.983	1.004	1.167	1.170	1.218	1.297
<i>İrlanda</i>	1.296	1.267	1.113	1.093	1.246	1.248	1.282	1.446	1.686	1.689	1.613	1.661
<i>İsrail</i>	2.605	2.856	4.031	4.302	4.149	4.225	4.523	4.403	4.168	3.965	3.974	3.926
<i>İtalya</i>	0.980	1.023	1.040	1.081	1.086	1.127	1.173	1.206	1.264	1.265	1.254	1.266
<i>Japonya</i>	2.765	2.828	3.002	3.074	3.309	3.409	3.461	3.467	3.357	3.254	3.383	3.353
<i>Kore</i>	2.360	2.407	2.296	2.473	2.792	3.009	3.210	3.361	3.561	3.738	4.039	4.358
<i>Hollanda</i>	1.984	1.989	1.936	1.933	1.903	1.884	1.809	1.767	1.816	1.856	2.027	2.157
<i>Norveç</i>	..	1.625	..	1.590	1.506	1.479	1.594	1.583	1.758	1.681	1.652	1.652
<i>Portekiz</i>	0.556	0.570	0.728	0.772	0.779	0.987	1.165	1.503	1.640	1.590	1.523	1.495
<i>Slovakya</i>	0.911	1.077	0.648	0.634	0.505	0.487	0.460	0.473	0.483	0.632	0.679	0.823
<i>Slovenya</i>	1.286	1.267	1.381	1.495	1.437	1.558	1.447	1.656	1.855	2.102	2.474	2.628
<i>İspanya</i>	0.814	0.802	0.908	0.915	1.121	1.199	1.267	1.351	1.393	1.395	1.356	1.301
<i>İsveç</i>	..	3.468	..	4.130	3.559	3.684	3.435	3.695	3.617	3.392	3.387	3.406
<i>Türkiye</i>	0.336	0.366	0.479	0.538	0.591	0.580	0.722	0.725	0.849	0.843	0.860	0.922
<i>İngiltere</i>	1.801	1.734	1.795	1.772	1.698	1.719	1.751	1.754	1.825	1.774	1.781	1.731
<i>ABD</i>	2.442	2.471	2.619	2.637	2.506	2.550	2.626	2.767	2.816	2.738	2.763	2.792
<i>AB(18)</i>	1.651	1.655	1.738	1.756	1.729	1.753	1.760	1.826	1.906	1.907	1.946	1.979
<i>AB(15)</i>	1.754	1.755	1.849	1.870	1.859	1.887	1.899	1.979	2.069	2.067	2.104	2.130
OECD	2.041	2.060	2.169	2.208	2.188	2.220	2.254	2.326	2.373	2.335	2.365	2.397

Kaynak: OECD (2014) *Main Science and Technology Indicators*.

Tablo 1’de OECD ülkelerinde Ar-Ge GSYİH’sı 1996’da yüzde 2.04 iken bu oran yavaş bir artış eğilimi göstermiş, 2000’de yüzde 2.16’dan 2012’de yüzde 2.39’a yükselmiştir. OECD ülkeleri arasında Danimarka, Finlandiya, İsrail, Japonya, Kore ve İsveç Ar-Ge harcaması yüzde 3’ü geçen ülkelerdedir. Buna karşılık Türkiye ve Slovakya, Ar-Ge harcaması yüzde 1’in altında olan en düşük performansa sahip iki ülke iken, İngiltere, İspanya, Portekiz, Norveç, İtalya, İrlanda, Macaristan, Kanada ve Çek Cumhuriyeti yüzde 1-yüzde 2 arasında Ar-Ge harcaması oranına sahiptir.

Batelle, Ar-Ge harcamalarına ilişkin olarak mevcut durum ve gelecekteki 10 yıllık dönem için *Global R&D Funding Forecast* adlı çalışmasında şu değerlendirmeleri yapmaktadır (Batelle, 2013): ABD, Çin, Japonya ve Avrupa ülkeleri 2014’te 1.6 trilyon dolar Ar-Ge harcaması ile toplamda yüzde 78’lik bir paya sahiptir. ABD’nin savunma ve uzay sanayi Ar-Ge harcamaları son yıllarda federal bütçedeki kesinti baskısından dolayı azalış gösterse de enerji, doğa bilimleri, kalkınma, bilgi teknolojileri, kimya ve gelişmiş materyaller alanındaki araştırma yatırımları artmaktadır. Batı ülkelerinde Ar-Ge harcamaları, robotlar, yüksek performansa sahip bilgisayar, sosyal medya, yazılım, maliyet etkinliği sağlayan enerji kaynakları ve nanoteknoloji gibi geniş bir alanda sürmektedir. Güneydoğu Asya ülkelerinin Ar-Ge yatırımlarındaki artışlar ekonomik büyümeyi desteklemekte ve bu eğilimin gelecek 10 yılda devam etmesi beklenmektedir. Orta Doğu ülkeleri (Katar ve İsrail hariç) son yıllarda hızlı ekonomik büyüme gerçekleştirse de zayıf Ar-Ge altyapısı, hızlı büyümeyi sınırlamaktadır. Afrika ülkeleri (Güney Afrika hariç) ve Güney Amerika (Brezilya hariç) ülkeleri, Orta Doğu ülkeleri gibi güçlü büyüme oranlarına sahipse olsalar da, zayıf Ar-Ge altyapısı ve Ar-Ge gecikmelerinden dolayı hızlı ekonomik büyümenin kalıcı olması beklenmemektedir.

2. Teorik Çerçeve

Çalışmalarında ilk defa yenilik kavramını kullananlar arasında yer alan Schumpeter, büyümeyi ekonomik değişimin kaynağı olarak görmüştür. Schumpeter’e (1939) göre azalan verimler kanunu” gereği, yeniliklerin yokluğunda, tüm üretim faktörlerinin marjinal üretkenliği düşecektir ve bu da marjinal maliyetlerdeki artış nedeniyle iş çevrimlerine yol açacaktır. Ancak yenilik sürecinde ortaya çıkan yeni ürünler ve firmalar, eski marjinal maliyet eğrisini yok ederek yerine yeni bir marjinal maliyet eğrisi ortaya çıkaracaktır. Böylece yenilikler aracılığıyla yeni teknolojilerin eski teknolojilerin yerini alacağı ve yaratıcı yıkımı başlatacağı kabul edilmektedir (Bayarçelik ve Taşar, 2012:745; Chizarnitzki ve Toivanen, 2013: 4; Akbey, 2014: 7).

Solow (1956) zaman tasarrufu sağlayan teknolojiye dayalı yeni sermayenin eski sermayeye göre daha değerli olduğunu ifade etmiş ve

teknolojik ilerlemeyi büyümenin motoru olarak görmüştür. Solow'un neoklasik büyüme modelinde, teknolojiye ilişkin değişimin tasarruf, sermaye ve üretkenliği uzun vadede olumlu etkilediği kabul edilmiştir. Ancak modelde teknolojinin dışsal olduğu ve azalan getiri varsayımları kabul edildiğinden teknolojik gelişmenin nasıl sağlanacağı tam olarak açıklanamamıştır.

Romer (1986)'ın öncüsü olduğu içsel büyüme modellerine göre teknolojik yenilikler, beşeri sermaye ve mevcut bilgi stokunu kullanan *Ar-Ge* sektörlerinde yaratılmaktadır. Teknolojik bilgi ise nihai malların üretiminde kullanılmakta ve ekonomik büyüme oranında sürekli artışa yol açmaktadır. Bu modellerin en önemli özelliği, teknolojik gelişmenin kara kutu anlamında dışsal olmaktan çıkartılarak yakından incelenmesi ve *sürekli ekonomik büyüme*ye yol açan yeniliğin içsel kabul edilmesidir. İçsel büyüme modellerinde her yeni yatırımın, yenilikler ve bilgi sağlayarak hem fiziksel sermaye hem de beşeri sermaye artışına olanak sağlayacağı ve böylece azalan verimlerin ortaya çıkışını engelleyeceği öngörülmektedir (Taban, 2014: 141-142).

Lucas (1988), Neo-klasik iktisadın ülkeler arasındaki farkları dikkate almayışını ve sermaye ve işgücü faktörlerinin gelişmiş ülkeler arasında hızlı bir şekilde hareket edebileceği iddiasını eleştirerek analizine başlamıştır. Sonrasında ise Solow'un "teknolojik değişim" adını verdiği unsuru "beşeri sermaye" ile ilişkilendirmiş ve *Ar-Ge* sektörlerinde kullanılan beşeri sermayenin fiziksel sermayenin marjinal verimliliğini artıracağını ileri sürmüştür. Ayrıca bilgi yayılması yoluyla ortaya çıkan pozitif dışsallıkların ve artan getirilerin ekonomik büyüme oranını sürekli kılacağını ifade etmiştir (Freeman ve Soete, 2003: 373; Ülkü, 2004:4). Böylece Romer (1986) ve Lucas (1988) *Ar-Ge* yatırımlarıyla firma ve ülkelerin daha yüksek teknolojik standartlara sahip olacağı, üstün üretim süreçleri ve ürünler üretecekleri ve sonuçta daha yüksek gelir düzeyini gerçekleştireceklerini belirtmişlerdir. Kısaca modellerinde büyümenin en önemli faktörleri, *Ar-Ge* kaynaklı bilgi ve bilginin yayılmasıdır (Grossman ve Helpman 1991; Kuo ve Yang, 2008:594; Ünsal, 2007:253).). Bu görüşü destekleyen ampirik çalışmalarda uluslararası teknolojik yayılmanın ve verimlilik artışının en önemli kaynakları arasında *Ar-Ge* harcamaları görülmüş ve bilgi akışının coğrafik uzaklığı zayıflatarak uluslar üstü bir etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır (Coe vd., 1995; Eaton ve Kortum, 1996; Keller, 2000; Branstetter, 2001).

Yeni büyüme teorilerinin gelişmesi, *Ar-Ge*'nin yayılma literatürüne ilişkin görüşlerin yenilenmesini sağlamıştır. Yeni büyüme teorileri ülkelerin yeni bilgileri yaratmada nasıl başarılı olduklarını ve yeni gelişmiş teknolojilerin ülkelerin ticari ortaklarına nasıl yayıldığını analiz etmede önemli katkılar sağlamışlardır. Helpman (2004) yeniliğin ittiği büyüme modelleri geliştirerek teknolojik yayılmanın uluslararası ticaret ve doğrudan yabancı sermaye

kanalıyla gerçekleşeceğini göstermiştir. Coe ve Helpman (1995), Ar-Ge harcamalarının farklı kanallarla verimliliği artırabileceğini ifade etmişlerdir. Birincisi Ar-Ge, mevcut kaynakların daha etkin kullanımını sağlayan yeni mal ve hizmetlerin üretimini artırabilmektedir. İkincisi, diğer ülkelerin teknolojik süreçten yararlanmasını kolaylaştırmaktadır. Üçüncüsü, Ar-Ge faaliyetlerinden elde edilen kazanımlar, yeni teknolojik ve üretken süreçlerin öğrenilmesiyle, yeni teknoloji içeren mal ve hizmetlerin ithalatı yoluyla yurtiçi verimliliği artırabilmektedir.

Birçok çalışma Ar-Ge harcamalarının toplam faktör verimlilik üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Guellec ve Potterie, 2004; Bravo ve Marin, 2011). Bu çalışmalarda “Ar-Ge harcamalarının doğrudan ittiği ekonomik büyüme” veya “yeniliğe dayalı büyüme” ifadeleri kullanılarak yeniliğin verimlilik ve rekabet kazandırıcı bir araç olduğu vurgulanmaktadır. Ar-Ge harcamaları ülkelere rekabet üstünlüğü sağlayabilmekte, ekonomik büyüme modelini olumlu etkileyecek sanayi üretimi ve istihdam artışı gibi yapısal ekonomik göstergeleri de iyileştirebilmektedir (Coccia, 2012:370).

Jones (1995) Ar-Ge teknolojilerinin iki çeşit dışsallığı içerdiğini; birinci dışsallığın, Ar-Ge harcama verimliliğinin ekonomide keşfedilen bilgi düzeyiyle ortaya çıktığını, ikinci dışsallığın ise toplam Ar-Ge harcamasına bağlı olarak görüldüğünü belirtmiştir. İkinci dışsallık, harcamalar arttıkça, toplam Ar-Ge harcamasının marjinal verimliliğinin azalacağını varsaymaktadır. Bu durum toplam Ar-Ge harcaması büyüdükçe daha çok sayıda firmaların yenilikçi faaliyetlerinin artacağını ve her bir firmanın yenilikçi bilgileri taklit etme ve keşfetmesinden dolayı karlılıklarının azalacağı anlamına gelmektedir.

Ar-Ge faaliyetlerinin önemi, gelişmekte olan ülkelerin teknolojik olarak gelişmiş olan ülkeleri niçin yakalayamadığının açıklanmasıyla daha iyi anlaşılmaktadır. Ar-Ge'nin yayılması veya taşması (R&D spillover), yabancıların geliştirdiği süreç veya ürün temelli yenilikten ülkedeki endüstrinin veya tek başına ülkenin elde ettiği fayda düzeyi ile ilişkilendirilmektedir. Süreç temelli yenilik, üretim maliyetini düşürürken, ürün temelli yenilik ise hem yeni malların üretilmesini hem de mevcut malların daha kaliteli olmasını amaçlamaktadır. Griliches (1979) Ar-Ge yayılmasını, rant yayılması (rent spillover) ve bilgi yayılması (knowledge spillover) olarak ikiye ayrılarak incelemektedir. Rant yayılması birtakım girdiler içeren bilginin kalite iyileşmesini yansıtmayan bir fiyattan satın alınmasıyla ortaya çıkacağı ve böylece endüstri veya ülkenin diğer ülke veya endüstrideki araştırmalardan yararlanmaması veya verimli girdilerin satın alınmada isteksiz davranması anlamına gelmektedir. Kısaca korunaklı bilginin elde edilmesinin sonlanması ve diğer yenilikçiler tarafından taklit edilmesiyle “taklidin yaygınlaşması” kaçınılmaz olacaktır. Bilginin yayılması ise fikir veya düşüncenin

yaratılmasıyla ilgilidir ve bilgi stokunun yeni bilgi ve düşüncelerin üretilmesinde en önemli girdi olması temeline dayanmaktadır.

Diğer taraftan bir ülkenin Ar-Ge faaliyetinden yararlanabilmesi için masnetme kapasitesini güçlendirmesi ve geliştirmesi önerilmektedir. Burada masnetme kapasitesi sosyal kapasite veya yeteneklerin özümsemesine işaret etmektedir. Geri kalmış ülkelerin niçin teknolojinin gerisinde kaldığını ve bu ülkelerin yabancı teknolojiyi kullanmada ve özümsemede niçin başarısız oldukları masnetme kapasitelerinin zayıf olmasıyla ilişkilendirilmektedir. Bir ülkenin öğrenme kapasitesi; sosyal kurumlar, eğitim düzeyi, teknik kabiliyetler, altyapı ve sermayenin yoğunlaşma düzeyi, politik, endüstriyel, ticari ve finansal kuruluşların gelişmişliğine bağlıdır (Seck, 2012: 439). Geri kalmış ülkelerin anlamlı bir masnetme kapasitelerine sahip olmaması, yeni bilgi ve teknolojilerin bu ülkeler arasında yayılımını engellemektedir. Bu görüş neoklasik büyüme teorisinin ilham aldığı yakınsama hipotezine tezat teşkil etmektedir. Ar-Ge'nin neden olduğu bilgi ve teknolojinin bu ülkeler arasında yayılma başarısı, beşeri ve kurumsal sermayeye yatırım yapmaktan geçmektedir. Pritchett (1997) teknolojiye geri kalmış ülkelerin göreceli olarak teknolojik bilgiyi masnetme kapasitesinin zayıf olmasını, bu ülkelerdeki siyasi elitlerin tarihsel ve politik yönden güçlerinin erozyona uğraması endişesine dayandırmaktadır.

3. Ampirik Uygulamalar

OECD ülkeleri 1990'lı yıllarda kişi başı gelir ve toplam faktör verimliliği artışında büyük farklılıklarla karşılaşmıştır. Ampirik uygulamalarda ise yenilik faaliyetleri, beşeri sermaye, mal ve emek piyasalarındaki reformların öneminin uzun dönem büyüme üzerinde etkili olduğu konusunda yaygın bir uzlaşma bulunmaktadır. Özellikle Ar-Ge harcamaları, üretim artışı ve toplam faktör verimliliği artışının açıklanmasında en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir [(Falk, 2007; Bassanini vd., 2001; Bassanini ve Scarpetta, 2002; OECD, 2003; Khan ve Lunitel, 2006)]. Bu yaklaşım Aghion ve Howitt (1998)'in Ar-Ge harcamalarının ekonomideki diğer sektörlerde teknolojik yayılma etkisi yaratacağı şeklindeki ekonomik büyüme modeliyle uygunluk göstermektedir. Ancak ekonomik gelişme ve verimlilikteki değişme için sadece Ar-Ge harcamalarının düzeyi değil aynı zamanda bileşimi de büyük önem arz etmektedir. Örneğin Griliches ve Mairesse (1984) ve Nadiri (1993) ileri teknoloji sektörlerinde yapılan Ar-Ge harcamalarının diğer sektörlerdeki Ar-Ge harcamalarıyla karşılaştırıldığında ekonomide daha yüksek artan verimlilik yarattığını ifade etmektedirler. Ayrıca Ar-Ge harcamalarının bileşimi düşük teknoloji sektörlerinden yüksek teknoloji sektörlerine doğru kaymaktadır (Acemoğlu, 2002). Bu gelişme trendinin devam etmesi, üretim sürecinde kullanılan girdilerin verimliliğinde doğrudan artışa yol açmaktadır.

Ar-Ge harcamaları konusunda yapılan ampirik çalışmalarda analiz yönteminin, döneminin, incelenen ekonomik yapının ve göstergelerin farklı olmasına bağlı olarak elde edilen sonuçların tartışmaya açık ve bulguların farklı olmasına neden olabilmektedir. Hall ve Mairesse (1995) Fransa’da imalat sanayiinde Ar-Ge harcaması ve verimlilik arasındaki karşılıklı ilişkinin pozitif yönde olduğunu belirtmiştir. Mamuneas ve Nadiri (1996) imalat sektöründe dengeli ve sürekli ekonomik büyüme ile verimliliğin sağlanmasında Ar-Ge harcamalarını artırıcı kolaylıkların (vergi, kredi vb.) önemli unsurlar olduğunu belirtmişlerdir. Griffith vd. (2004) ise 12 OECD ülkesinde Ar-Ge harcamalarının toplam faktör verimliliğini artırması üzerinde doğrudan etkiye sahip olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Samimi ve Alerasoul (2009), 30 gelişmekte olan ülkede Ar-Ge harcamaları, verimlilik ve ekonomik büyüme arasında pozitif anlamlı bir ilişkinin olmadığını göstermişlerdir. Coccia (2011) ise gelişmekte olan ülkeler için kamunun finanse ettiği Ar-Ge harcamalarının özel kesim tarafından desteklenen Ar-Ge harcamaları için tamamlayıcı bir girdi olduğunu belirtmiştir. Bravo-Ortega ve Garcia-Bravo ve Marin (2011) 1965-2005 dönemi için 65 ülke verilerini panel veri yöntemiyle yaptığı çalışmada kişi başı Ar-Ge harcamasındaki yüzde 10’luk bir artışın uzun dönemde toplam faktör verimliliğini yüzde yaklaşık yüzde 1.6 artırdığı bulgusuna ulaşmışlardır.

Sanayileşmiş ülkelere gelişmekte olan ülkelere Ar-Ge kaynaklı bilginin yayılmasının toplam faktör verimliliği üzerinde sonraki dönemde pozitif olarak etkilediği Coe vd. (1995) ve Griffith vd. (2002) tarafından yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Savvides ve Zachariadis (2003) hem yurtiçi Ar-Ge hem de doğrudan yabancı sermayenin yurtiçi verimlilik ve üretimde katma değer artışına yol açtığını söylemişlerdir. Zachariadis (2003) ise Ar-Ge’nin toplam üretim ile imalat sanayi üretimi üzerindeki etkilerini karşılaştırdığı çalışmada, Ar-Ge’nin imalat sanayi üretiminden ziyade toplam üretimdeki etkisinin daha büyük olduğu bulgusuna ulaşmıştır.

Wakelin (2001) 1988-1996 dönemi için İngiltere’de 170 firma verilerini kullanarak Ar-Ge harcamalarıyla verimlilik artışı arasındaki ilişkiyi Cobb–Douglas üretim fonksiyonu yardımıyla analiz etmiştir. Tahmin sonucunda firmaların Ar-Ge harcamalarının verimlilik artışını üzerinde güçlü ve pozitif bir etkiye neden olduğunu, ayrıca yenilikçi firmaların yenilikçi olmayan firmalara göre daha fazla Ar-Ge harcaması yaptıklarını, bu durumun artan getiri ve yenilikçi faaliyetlere yol açtığını göstermiştir. Wang ve Tsai (2003) 1994-2000 dönemi için Tayvan’da 136 imalatçı firmanın Ar-Ge yatırımlarının firma verimliliğini anlamlı bir şekilde etkilediği ve yüksek teknolojili firmaların üretim elastikiyetinin geleneksel firmalardan daha yüksek olduğunu ileri sürmüştür. Göçer (2014), 11 Asya ülkesi için 1996-2012 dönemi verileriyle yatay kesit bağımlılığı altında panel veri analizi yöntemini kullanmış ve Ar-Ge harcamalarındaki yüzde 1’lik artışın yüksek teknolojili ürün ihracatını yüzde

6.5, bilgi-iletişim teknolojileri ihracatını yüzde 0.6 ve ekonomik büyümeyi yüzde 0.43 oranında arttırdığı tespit etmiştir. Gyakye vd. (2012), 1997-2007 dönemi için seçilmiş Sahra Altı Afrika ülkelerinde Ar-Ge, yenilik ve ekonomik büyüme arasındaki etki ve korelasyonu panel veri yöntemiyle Cobb-Douglas üretim fonksiyonu kullanarak analiz etmiştir. Tahmin sonucunda Ar-Ge harcamalarındaki yüzde 1 artışın ekonomik büyüme üzerinde yüzde 0.326 artışa neden olduğu bulgusuna ulaşmıştır. Ayrıca Gyakye vd. (2012) ABD, Japonya ve Almanya gibi gelişmiş ülkelerde Ar-Ge harcamaları ve yeniliklerin verimlilik üzerine etkisini inceleyen çalışmalarda elde edilen bulguları şu şekilde özetlemiştir:

-Ar-Ge yoğunluğu ile verimlilik artışı arasında pozitif korelasyonun mevcuttur.

-Verimlilik artışının Ar-Ge yatırımlarıyla karşılandığı yaygın olarak doğrulanmıştır.

-Ar-Ge'nin toplam faktör verimliliği üzerinde pozitif etkiye yol açmaktadır.

-Ar-Ge yatırımları ile beşeri sermayenin niteliği arasında pozitif ilişki bulunmaktadır.

-Ar-Ge yoğunluğu ile doğrudan yabancı sermaye girişleri arasında pozitif korelasyon mevcuttur.

Ülkelerin Ar-Ge harcamaları ile verimlilik artışı arasında pozitif ilişkinin varlığı birçok çalışmada [Frantzen (2000) ,Griffith vd. (2002)] panel veri analizi kullanılarak doğrulanmıştır. Benzer çalışmalar Coe vd. (1995), Griffith] vd.(2002) tarafından yapılmış ve bu çalışmalarda sanayileşmiş ülkelere gelişmekte olan ülkelere doğru Ar-Ge yayılmasının (spillovers) toplam faktör verimliliği artışı üzerinde güçlü bir etkiye yol açtığı bulgusuna ulaşılmıştır. Savvides ve Zachariadis (2003) ise Ar-Ge ve doğrudan yabancı yatırımların ülke içi verimlilik ve üretimde katma değer artışına yol açtığını göstermiştir.

Falk (2007) 1970-2004 dönemi için OECD ülkelerinde Ar-Ge harcamalarının uzun dönem ekonomik büyüme üzerindeki etkisini panel veri analiziyle dinamik büyüme modelinde araştırmıştır. İleri teknolojik sektörlerdeki Ar-Ge yatırımlarının payının çalışma yaşındaki nüfusun GSYİH'sını önemli ölçüde olumlu etkilediği bulgusuna ulaşmıştır. Ayrıca uzun dönemde firmaların Ar-Ge harcamaları ile ileri teknolojik sektörlerdeki Ar-Ge harcamalarının payının kişi başı gelir ve çalışılan saat başı üretim (verimlilik) üzerinde güçlü ve pozitif etkiye neden olduğunu ortaya koymuştur. Goel ve Ram (1994) 18 gelişmiş ve 36 gelişmekte olan ülke için sermaye, işgücü ve Ar-Ge harcamalarının reel üretim üzerindeki etkisini araştırdıkları toplam üretim fonksiyonu modelinde, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere reel üretime ilişkin Ar-Ge harcamaları elastikiyetini istatistikî olarak anlamlı ve pozitif

bulmuştur. Her iki ülke grubu için okullaşma oranı değişkeni modele dahil edildiğinde Ar-Ge katsayısının büyüklüğünün gelişmekte olan ülkelerde 0.170'den 0.477'ye, gelişmiş ülkelerde 0.185'den 0.235'e yükseldiği belirlenmiştir. Bayraktar-Sağlam ve Yetkiner (2014) 1980-2008 dönemi için 31 OECD ülkesinde Mankiw, Romer ve Weil (MRW) (1992) modelini sistem GMM yöntemi kullanarak tahmin etmişlerdir. Model sonucunda koşullu yakınsama hipotezini destekler bulgulara ulaşmışlar ve Ar-Ge yatırımları ile beşeri sermayenin yakınsamanın önemli belirleyicileri olduğunu, yakınsama oranının artması için Ar-Ge'ye yeterli kaynak tahsis edilmesi ve teknolojinin yayılmasının kolaylaştırılması gerektiği vurgulanmıştır.

Freire-Serén (1999) 21 OECD ülkesi için 1965-1990 dönemini kapsayan beşer yıllık gözlemlerle Ar-Ge harcamalarının verimlilik artışı üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Tahmin sonucunda toplam Ar-Ge harcamalarındaki artışla ekonomik büyüme arasında güçlü bir pozitif ilişkinin varlığına ulaşılmıştır. Ar-Ge harcamasındaki yüzde 1'lik artışın reel GSYİH'da yüzde 0.08'lik bir artışa neden olduğu, yenilik teknolojisini tanımlayan parametreler dikkate alındığında, Ar-Ge harcamalarının elastikiyetinin 1'e yakın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Silaghi vd. (2014) 1998-2008 dönemi için Merkezi ve Doğu Avrupa ülkelerinde özel ve kamu Ar-Ge harcamalarının büyüme hızı üzerinde etkisini GMM panel yöntemiyle tahmin etmişlerdir. Özel Ar-Ge harcamalarının büyüme üzerine etkisi kısa dönemde pozitif olsa da istatistikî olarak anlamsız, buna karşılık kamu Ar-Ge harcamasının büyüme üzerindeki etkisi anlamlı ve pozitif bulunmuştur. Modele beşeri sermaye değişkeni eklendiğinde, Ar-Ge harcamasının büyüme üzerindeki etkisi azalsa da anlamlı kalmıştır. Ayrıca büyüme üzerindeki etkinin Ar-Ge harcamasıyla birlikte bir kısmının beşeri sermayeden kaynaklandığı ve farklı kontrol değişkenlerinin modele eklenmesiyle özel Ar-Ge harcamalarının anlamlı hale dönüştüğü görülmüştür. Ülkü (2004) yeniliklerin Ar-Ge sektörlerinde yapıldığı ve yeniliklerin Ar-Ge'yle bağlantılı olarak sürekli ekonomik büyümeye neden olduğu şeklindeki Ar-Ge'ye dayalı büyüme modeli varsayımını ampirik çalışmayla analiz etmiştir. Çalışmasında 1981-1997 dönemi için 20 OECD ve 10 OECD olmayan ülke verilerini kullanmış ve kişi başı büyüme ile hem OECD hem de OECD olmayan ülkelerdeki yenilik arasında pozitif ilişkiyi göstermişse de, AR-Ge stoğunun yenilik üzerine etkisinin sadece OECD ülkelerinde ortaya çıktığını vurgulamıştır. Wang vd. (2013) 23 OECD ülkesi ve Tayvan için 1991-2006 dönemini esas alarak ileri teknolojik sektörlerdeki Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini quantile regresyon yöntemiyle incelemişlerdir. Ampirik sonuçlar yüksek endüstriyel Ar-Ge harcamalarının kişi başı reel gelir üzerinde güçlü ve pozitif etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

4. Analiz

4.1. Model

Çalışmada, ülkelerarası Ar-Ge harcamalarıyla ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin belirlenmesinde toplam üretim fonksiyonundan türetilen model kullanılmıştır. Üretim fonksiyonuna sermaye ve işgücü gibi standart üretim faktörleri yanında, bilgi sermayesi gibi ilave değişkenler de eklenmektedir. Bilgi sermayesini Ar-Ge harcamaları, patent sayıları ve gerçekleşen yenilikçi faaliyetlerin sayısı gibi çok sayıda gösterge temsil edebilmektedir. Ar-Ge harcaması ise en yaygın tercih edilen bilgi sermayesi göstergesidir. Çalışmada kullanılan aşağıdaki toplam üretim fonksiyonu Wakelin (2001), Goel ve Ram (1994), Wang ve Tsai (2003), Ülkü (2004), Goel vd. (2007), tarafından yapılan çalışmalarda modeller esas alınarak oluşturulmuştur. Üretim fonksiyonu, Goel ve Ram (1994) ve Goel vd. (2007)'nin çalışmasında aşağıdaki gibi açıklanmaktadır:

$$y = f(l, k, r) \quad (1)$$

Burada y ; toplam reel üretimi, l ; toplam işgücü girdisini, k ; toplam sermaye girdisini ve r ; belirli bir emek ve sermaye kullanılarak üretilen toplam çıktıyı etkilemesi bakımından Ar-Ge harcamalarını temsil etmektedir. 1 nolu modelin her iki tarafının türevi alındığı zaman aşağıdaki formda yazılabilir:

$$\frac{dy}{y} = \beta_L \left(\frac{dl}{l} \right) + \alpha_K \left(\frac{I_k}{y} \right) + \alpha_R \left(\frac{I_r}{y} \right) \quad (2)$$

Modelde $\frac{dy}{y}$ ve $\frac{dl}{l}$ sırasıyla reel GSYİH ve işgücündeki artış oranını, I_k ; (dk 'ya eşittir) geleneksel toplam yatırımı, I_r ; Ar-Ge harcamalarını, β_L ; üretimin işgücü elastikiyetini, α_K ve α_R sırasıyla geleneksel sermaye (fiziksel) ve Ar-Ge harcamalarının marjinal ürünlerini temsil etmektedir. Model

l 'e sabit (a_0) ve stokastik hata terimi (u_{it}) eklendiğinde $\frac{dy}{y} = Y_{it}$, $\frac{dl}{l} = L_{it}$, $\frac{I_k}{y} = K_{it}$ ve $\frac{I_r}{y} = R_{it}$ olmak üzere, aşağıdaki ekonometrik model elde edilir.

$$Y_{it} = a_0 + \beta_L(L_{it}) + \alpha_K(K_{it}) + \alpha_R(R_{it}) + u_{it} \quad (3)$$

Literatürde, Ar-Ge harcamalarının kullanıldığı modellerle ilgili farklı tartışmalar olsa da Model (3), ekonomik büyüme sürecinde Ar-Ge

harcamalarının rolünün değerlendirilmesinde oldukça iyi bir çerçeve sunar (Goel vd. (2007)).

4.2. Veri Seti

Çalışmada, 21 OECD ülkesi örneğinde 1996-2011 dönemi için yıllık veriler kullanılmıştır. Model (3) doğrultusunda analizde kullanılan değişkenlerden R_{it} : Ar-Ge harcamalarını temsilen kişi başına Ar-Ge harcamalarının artış oranını (SAGP, \$), K_{it} : toplam yatırımları temsilen sabit sermaye oluşumunun GSYİH içindeki payını ifade etmektedir. İşgücü artış oranını L_{it} , reel GSYİH artış oranı ise (2005 yılı sabit fiyatlarıyla) Y_{it} ile gösterilmektedir. Modelde β_L , α_K ve α_R katsayılarının sıfırdan büyük ve pozitif olması beklenmektedir. Analizde kullanılan Ar-Ge dışındaki tüm değişkenler Dünya Bankası'nın (Worldbank, 2014) ve Ar-Ge değişkeni ise OECD'nin Temel Bilim ve Teknoloji Göstergeleri adlı veri dağıtım sisteminden elde edilmiştir.

4.3. Yöntem

Çalışmada, seriler arasındaki eşbütünlüşme ilişkisini incelemeye önce paneli oluşturan yatay kesitler (ülkeler) arasındaki bağımlılığın olup olmadığı ilk kez Breusch-Pagan (1980) tarafından geliştirilen (Lagrange Multiplier-LM testi) ve Pesaran vd. (2008) tarafından saptası düzeltilen LM_{adj} (Adjusted Cross-sectionally Dependence Lagrange Multiplier) testiyle incelenmiştir. Seriler için birim kök testi olarak; yatay kesit bağımlılığını (YKB) ve serilerdeki yapısal kırılmaları dikkate alan ikinci kuşak birim kök testlerinden, Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CADF (Cross-Sectionally Augmented Dickey Fuller) testi kullanılmıştır. Eş-bütünlüşme katsayılarının homojenliği, yani açıklayıcı değişkenin katsayılarının yatay kesitten (ülkeden) yatay kesite değişip değişmediği; Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Slope Homogeneity Testi'yle incelenmiştir. Seriler arasındaki eş-bütünlüşme ilişkisinin varlığı; Westerlund (2008) tarafından geliştirilen, yatay kesit bağımlılığını (YKB) göz önünde bulunduran ve seriler farklı durağanlık düzeylerinde iken eş-bütünlüşme ilişkisini analiz yapmaya olanak tanıyan Durbin-H (Durbin-Hausman) testiyle analiz edilmiştir. Uzun döneme ait bireysel ve panelin geneline ait eş-bütünlüşme katsayıları; Eberhardt ve Bond (2009) tarafından geliştirilen ve yatay kesit bağımlılığını (YKB) göz önünde bulunduran AMG (Augmented Mean Group Estimator) tahmincisiyle hesaplanmıştır.

4.4. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi

Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı (YKB) varken, bu durum dikkate alınmadan analiz yapılması elde edilecek sonuçları önemli ölçüde etkilemektedir (Breusch and Pagan, 1980; Pesaran, 2004). Bu nedenle analize başlamadan önce, serilerde ve eş-bütünleşme denkleminde YKB'nın varlığının test edilmesi gerekmektedir. YKB'nın yapılacak birim kök ve eş-bütünleşme testleri seçilirken göz önünde bulundurulmaması; yapılan analizin sonuçlarını sapmalı (biased) ve tutarsız (inconsistent) hale getirebilecektir.

Seriler arasında YKB'nın varlığı; Berusch-Pagan (1980) LM testiyle ya da Pesaran (2004) CD testiyle incelenebilmektedir. Berusch-Pagan (1980) LM testi zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük olduğunda ($T > N$), Pesaran (2004) CD testi ise hem zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük hem de yatay kesit boyutu zaman boyutundan büyük durumda ($T > N$, $N > T$) kullanılabilir. Bu testler, grup ortalaması sıfır fakat bireysel ortalama sıfırdan farklı olduğunda, sapmalı olmaktadır. Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008), bu sapmayı, test istatistiğine varyansı ve ortalamayı da ekleyerek düzeltmiştir. Bu nedenle ismi sapması düzeltilmiş LM testi olarak ifade edilmektedir (LM_{adj}). LM test istatistiği ilk haliyle aşağıdaki gibidir.

$$CDLM1 = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \sim \chi_{\frac{N(N-1)}{2}}^2 \quad (3)$$

Daha sonra yapılan düzeltmeyle şu hale gelmiştir.

$$LM_{adj} = \left(\frac{2}{N(N-1)} \right)^{1/2} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \frac{(T-K-1)\hat{\rho}_{ij} - \hat{\mu}_{Tij}}{v_{Tij}} \sim N(0,1) \quad (4)$$

Burada; $\hat{\mu}_{Tij}$ ortalamayı, v_{Tij} varyansı (variance) temsil etmektedir.

Buradan elde edilecek olan test istatistiği, asimtotik olarak standart normal dağılım göstermektedir (Pesaran, vd. 2008). Testin hipotezleri:

H_0 : Yatay kesit bağımlılığı yoktur.

H_1 : Yatay kesit bağımlılığı vardır.

Test sonucunda elde edilecek olasılık değeri 0.05'ten küçük olduğunda, %5 anlamlılık düzeyinde, H_0 hipotezi reddedilmekte ve paneli oluşturan birimler arasında YKB olduğuna karar verilmektedir (Pesaran vd., 2008).

Bu çalışmada, değişkenlerde ve eş-bütünleşme denkleminde YKB'nin varlığı, Gauss kodları yardımıyla ayrı ayrı LM_{adj} testi ile kontrol edilmiş ve Tablo 2'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 2: Yatay Kesit Bağımlılığı (LM_{adj}) Testleri Sonuçları

Değişkenler	Y	L	K	R	Eşbütünleşme Denklemleri
Testler	<i>Test istat. ve p-değeri</i>				
LM (Breusch ve Pagan, 1980)	1447.99 (0.00)	316.30 (0.00)	443.08 (0.00)	392.95 (0.00)	181.86 (0.00)
CDLMI (Pesaran, 2004)	61.87 (0.00)	5.18 (0.00)	11.37 (0.00)	8.92 (0.00)	16.93 (0.00)
CDLM (Pesaran 2004)	36.48 (0.05)	4.80 (0.32)	13.37 (0.32)	9.67 (0.00)	9.49 (0.00)
LM_{adj} (Pesaran et al. 2008)	45.20 (0.00)	62.95 (0.00)	70.35 (0.00)	64.03 (0.00)	44.48 (0.00)

Tablo 2'den izlenebileceği gibi; değişkenlere ve eşbütünleşme denkleminde ait olasılık değerleri 0.05'ten küçük olduğu için, H_0 hipotezleri, güçlü biçimde reddedilmiş, serilerde ve eşbütünleşme denkleminde YKB'nin olduğuna karar verilmiştir. Bu durumda paneli oluşturan ülkeler arasında, YKB vardır. Ülkelerden birine gelen büyüme, işgücü artış oranı, sabit sermaye oluşumu artışları (yatırımlar) ve Ar-Ge harcamaları şoku, diğer ülkeleri de etkilemektedir. Bu nedenle, bu ülkelerdeki karar vericiler ekonomi politikalarını belirlerken, diğer ülkelerin uyguladıkları politikaları ve bu ülkelerin büyüme, işgücü artış oranı, sabit sermaye oluşumu artışları ve Ar-Ge harcamalarını etkileyen şokları da göz önünde bulundurmalıdırlar. Ayrıca, çalışmada kullanılan seriler için, analizin bundan sonraki aşamalarında birim kök analizi yapılırken, YKB'yi dikkate alan birim kök testleri kullanılmalıdır. Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı ve eşbütünleşme denklemleri tahmin edilirken de YKB'yi dikkate alan test yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Bu yüzden çalışmanın bundan sonraki aşamalarında, YKB'yi dikkate alan ikinci nesil panel birim kök testi ve panel eş-bütünleşme analizi yöntemleri kullanılmıştır.

4.5. Panel Birim Kök Testi

Verinin hem zaman hem de yatay kesit boyutuna ilişkin bilgiyi dikkate alan panel birim kök sınamalarının, sadece zaman boyutuyla ilgili bilgiyi göz önüne alan zaman serisi birim kök sınamalarından, istatistiksel anlamda daha güçlü olduğu kabul edilmektedir (Im, Pesaran ve Shin, 2003; Maddala ve Wu, 1999; Taylor ve Sarno, 1998; Levin, Lin ve Chu, 2002; Hadri, 2000; Pesaran, 2006; Beyaert ve Camacho, 2008). Yatay kesit boyutunun analize eklenmesiyle, verideki değişkenlik artmaktadır.

Panel birim kök sınamasında karşılaşılan ilk sorun, paneli oluşturan yatay kesitlerin birbirinden bağımsız olup olmadıklarıdır. Panel birim kök testleri bu noktada; birinci ve ikinci kuşak testler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Birinci kuşak testler de homojen ve heterojen modeller olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Levin, Lin ve Chu (2002), Breitung (2005) ve Hadri (2000) homojen model varsayımına dayanırken; Im, Pesaran ve Shin (2003), Maddala ve Wu (1999), Choi (2001) heterojen model varsayımına dayanmaktadır.

Birinci kuşak birim kök testleri, paneli oluşturan yatay kesit birimlerinin bağımsız olduğu ve paneli oluşturan birimlerden birine gelen şoktan, tüm yatay kesit birimlerinin aynı düzeyde etkilendikleri varsayımına dayanmaktadır. Hâlbuki günümüzde ülke ekonomilerinin birbiriyle ilişkili olduğu düşünülürse, paneli oluşturan yatay kesit birimlerinden birine gelen bir şoktan, birimlerin farklı düzeyde etkilenmesi daha gerçekçi bir yaklaşımdır. Bu eksikliği gidermek için, yatay kesit birimleri arasındaki yatay kesit bağımlılığını göz önünde bulundurarak birim kök analizi yapan ikinci nesil birim kök testleri geliştirilmiştir. Başlıca ikinci nesil birim kök testleri ise MADF (Taylor ve Sarno, 1998), SURADF (Breuer, Mcknown ve Wallace, 2002), Bai ve Ng (2004), CADF (Pesaran, 2007) ve PANKPSS (Carrion-i-Silvestre vd. 2005) 'tir.

Bu çalışmada kullanılan değişkenler için paneli oluşturan ülkeler arasında YKB tespit edildiği için serilerin durağanlığı, YKB olduğu durumda kullanılabilen, ikinci kuşak birim kök testlerinden Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CADF testi ile incelenmiştir. CADF ile paneli oluşturan serilerdeki her bir yatay kesit biriminde (her bir ülke için) birim kök testi yapılabilmektedir. Böylece serilerin durağanlığı, panelin geneli için ve her bir yatay kesit için ayrı ayrı da hesaplanabilmektedir. Her ülkenin zaman etkilerinden farklı etkilendiğini varsayan ve mekansal otokorelasyonu dikkate alan CADF testi, $T > N$ ve $N > T$ durumunda kullanılmaktadır. Bu test istatistiği değerlerini, Pesaran (2007)'in CADF kritik tablo değerleriyle karşılaştırarak, her ülke için durağanlık test edilmektedir. CADF kritik tablo değeri, CADF istatistiği değerinden büyükse boş hipotez reddedilir ve sadece o ülkenin serisinin durağan olduğu sonucuna ulaşılır. CADF test istatistiği aşağıdaki şekilde tahminlenir:

$$Y_{i,t} = (1 - \phi_i)\mu_i + \phi_i Y_{i,t-1} + u_{i,t} \quad i = 1, 2, \dots, N \text{ ve } t = 1, 2, \dots, T \quad (5)$$

$$u_{it} = \gamma_i f_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

Burada, f_t her ülkenin gözlenemeyen ortak etkilerini (common effect), ε_{it} bireysel-spesifik hatayı gösterir. Denklem (5), (6) ve birim kök hipotezleri şu şekilde yazılabilir:

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + \gamma_i f_t + \varepsilon_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N \text{ ve } t = 1, 2, \dots, T \quad (7)$$

$$H_0: \beta_i = 0 \quad \text{tüm } i\text{'ler için} \quad (\text{Seri Durağan Değildir.})$$

$$H_1: \beta_i < 0 \quad i=1, 2, \dots, N_1, \beta_i = 0 \quad i=N_1+1, N_1+2, \dots, N. \quad (\text{Seri Durağandır.})$$

Ayrıca herbir yatay kesite (ülkelere) ait birim kök test istatistiklerinin ortalaması alınarak panelin geneli için birim kök test istatistiği olan CIPS (Cross-Sectionally Augmented IPS) elde edilebilir (Pesaran, 2007). CIPS istatistiği şu şekilde ifade edilebilir:

$$CIPS = N^{-1} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (8)$$

Paneli oluşturan her ülke için birim kök istatistiği (CADF) ve panelin geneli için test istatistiği (CIPS) ve Pesaran (2007) tarafından hesaplanan kritik değerler Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3: CADF Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler Değişkenler	Test İstatistiği							
	Y	ΔY	L	ΔL	K	ΔK	R	ΔR
Avusturya	0.001	-3.769*	-2.227	-1.4459	-0.775	-3.123	0.030	-2.611
Belçika	-1.474	-2.298	-2.872	-3.1552	1.529	-2.239	-1.271	-2.228
Kanada	-1.815	-3.002	0.533	-0.3675	0.079	-2.554	-0.789	-2.106
Danimarka	-2.462	-2.063	-3.393	-4.3368*	-2.139	-3.149	-3.693*	-2.411
Finlandiya	-2.864	-1.224	-2.416	-2.1709	0.214	-3.469	-2.989	-2.391
Fransa	-1.049	-1.623	-1.590	-2.0020	0.001	-2.151	-3.367	-2.732
Almanya	-0.147	-0.369	-2.077	-2.6480	-1.256	-0.538	-0.599	-2.214
Macaristan	-1.747	-1.126	-2.846	-2.0859	-0.228	-1.448	-1.939	-1.479
İrlanda	-1.296	-2.141	-0.151	-1.2358	-1.905	0.592	-1.958	-1.587
İtalya	-2.580	-1.286	-0.162	-0.6010	-1.857	-1.595	-0.803	-2.209
Japonya	-2.205	-2.687	-4.156*	-2.4583	-3.400	-2.720	-1.684	-2.825
Polonya	-1.926	-2.422	-0.759	-2.8242	-1.010	-1.627	-1.300	-1.457
Portekiz	-1.503	-0.576	0.446	-3.7685*	-0.913	-2.463	-2.010	-0.834
İspanya	-2.083	-6.764*	-1.293	-1.5909	-1.989	-0.182	0.226	-1.897
İsveç	-10.31	-2.932	-2.261	-5.0587*	-0.140	-1.593	-0.693	-2.451
Türkiye	-1.917	-2.144	-1.546	-5.3212*	-2.395	-1.989	-0.813	-2.397
İngiltere	-0.905	-1.257	-2.247	-5.5376*	-1.053	-4.306*	0.068	-3.154
Amerika	-1.428	-3.247	-2.572	-3.3835	-1.202	-1.332	-2.706	-1.247
Hollanda	-1.355	-1.050	-1.594	-2.7223	-4.203*	-1.414	-1.777	-1.453
G.Kore	-3.059	-6.301*	-4.573*	-4.9225*	-8.951*	-6.051*	-8.279*	-2.822
Norveç	-4.168*	-2.317	-2.697	-2.6635	-0.981	-2.847	-2.860	-2.557
Panel (CIPS)	-2.20	-2.40*	-1.92	-2.87*	-1.55	-2.19*	-1.86	-2.27*

Not: *: serilerin %5 anlamlılık düzeyinde durağan olduğunu göstermektedir. Ülkeler ve panelin geneli için kritik değerler Pesaran (2007) çalışmasından alınmıştır. Ülkeler için kritik değer -3.54, panelin geneli için ise -2.22'dir. Δ , fark operatörü olup değişkenin farkının alındığını göstermektedir. Test modeli olarak, tüm değişkenler için sabitli model seçilmiştir.

Tablo 3'deki sonuçlar incelendiğinde, panelin geneli için, serilerin düzeyde durağan olmayıp, birinci farkları alındığında durağan hale geldiği yani, I(1) oldukları görülmüştür. Serilerin tamamı I(1) olduğu için eş-bütünleşme analizine geçilebilir. Çünkü eş-bütünleşme analizinin yapılabilmesi için serilerin I(1) olması ön koşuldur.

4.6. Eş-bütünleşme Katsayılarının Homojenliğinin Test Edilmesi

Eş-bütünleşme denkleminde eğim katsayısının homojen olup olmadığını belirlemeye yarayan bir testtir. Bu konudaki ilk çalışmalar, Swamy (1970) ile başlamıştır. Pesaran ve Yamagata (2008), Swamy testini geliştirmiştir. Bu testte;

$$Y_{it} = \alpha + \beta_i X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

Şeklindeki genel bir eş-bütünleşme denkleminde, β_i eğim katsayılarının, yatay kesitler arasında farklı olup olmadığını test edilmektedir. Testin hipotezleri:

$H_0: \beta_i = \beta$ Eğim katsayıları homojendir.

$H_1: \beta_i \neq \beta$ Eğim katsayıları homojen değildir.

(7) nolu regresyon modelini önce panel OLS (Ordinary Least Squares) ile sonra da Ağırlıklandırılmış Sabit Etkiler (Weighted Fixed Effect) modeli ile tahmin ederek, gerekli test istatistiğini oluşturmaktadır. Pesaran and Yamagata (2008), hipotezleri test edebilmek için iki farklı test istatistiği geliştirmiştir:

Büyük Örneklem İçin:
$$\tilde{\Delta} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \bar{S} - k}{2k} \right) \sim \chi_k^2 \quad (10)$$

Küçük Örneklem İçin:
$$\tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \bar{S} - k}{v(T, k)} \right) \sim N(0, 1) \quad (11)$$

Burada N; yatay kesit sayısını, S; Swamy test istatistiğini, k; açıklayıcı değişken sayısını ve $v(T, k)$ standart hatayı ifade etmektedir. Homojenlik testi sonuçları, Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: Homojenlik Testi Sonuçları

	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
$\hat{\Delta}$	0.802	0.211
$\hat{\Delta}_{adj}$	0.954	0.170

Tablo 4'te hesaplanan testlerin olasılık değerleri 0.05'ten büyük olduğu için, H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Eş bütünleşme denkleminde, sabit terim ve eğim katsayılarının homojen olduğuna karar verilmiştir. Bu durumda, panelin geneli için yapılacak eş-bütünleşme yorumları geçerlidir ve güvenilebilir (Pesaran and Yamagata, 2008).

4.7. Durbin-Hausman (Durbin-H) Panel Eş-Bütünleşme Testi

Panel veri analizinde değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisinin eş-bütünleşme yöntemiyle test edilmesi, ampirik analizlerde yaygın biçimde kullanılmaktadır (Pedroni, 1999; Pedroni, 2004; Westerlund 2007; Westerlund ve Edgerton, 2007 ve Westerlund, 2008).

Westerlund (2008) tarafından geliştirilen Durbin-H panel eş-bütünleşme analizi ile büyüme, işgücü artış oranı, sabit sermaye oluşumu artışları ve ar-ge harcamaları serileri arasındaki eş-bütünleşme ilişkisi analiz edilmiştir. Seriler arasında Yatay kesit bağımlılığı tespit edildiği için, panelde eş-bütünleşmenin varlığı, Westerlund (2008) Durbin-H yöntemi ile test edilmiştir. Bu yöntem; bağımlı değişken I(1) olmak şartıyla, bağımsız değişkenlerin I(1) veya I(0) olması durumunda panel eş-bütünleşme analizi yapılmasına olanak tanımakta ve ortak faktörleri dikkate almaktadır (Westerlund, 2008). Testin hipotezleri şu şekildedir:

$$H_0: \phi_i = 1, \text{ Eş-bütünleşme ilişkisi yok. } (i=1,2,\dots,n)$$

$$H_1: \phi_i < 1, \text{ Eş-bütünleşme ilişkisi var. } (i=1,2,\dots,n)$$

Hipotezlerin red veya kabulüne, elde edilen test istatistiğinin normal dağılım tablosu kritik değerleriyle karşılaştırılmasıyla karar verilmektedir. Buna göre, elde edilen test istatistiği 1.645'ten büyük olduğunda (%5 anlamlılık düzeyi), H_0 reddedilmekte ve eş-bütünleşme ilişkisinin varlığına karar verilmektedir.

Westerlund (2008) Durbin-H yönteminde, eş-bütünleşme ilişkisinin varlığı, grup ve panel boyutunda ayrı ayrı test edilmektedir. Westerlund (2008) Durbin-H grup testinde otoregresif parametrenin kesitler arasında

farklılaşmasına izin verilmektedir. Bu testte H_0 hipotezinin reddedilmesi, en azından bazı kesitler için eş-bütünleşme ilişkisinin varlığını ifade etmektedir. Westerlund (2008) Durbin-H panel eş-bütünleşme testinde ise, otoregresif parametrenin bütün kesitler için aynı olduğu kabul edilmektedir. Bu varsayım altında, H_0 hipotezi reddedildiğinde, bütün kesitler için eş-bütünleşme ilişkisinin var olduğu kabul edilmektedir. (Di Iorio ve Fachin, 2008; Bayar, Güloğlu ve Selman, 2011).

Panel veri modeli denklem (12) ile ifade edilebilir.

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_i x_{it} + z_{it} \quad (12)$$

$$x_{it} = \delta X_{it-1} + w_{it} \quad (13)$$

z_{it} 'nin dağılımının, aşağıda belirtilen ve ortak faktörlerin kullanılması yoluyla YKB'ye izin veren denklem setiyle uyumlu olduğu varsayılır.

$$z_{it} = \lambda_i F_t + e_{it} \quad (14)$$

$$F_{jt} = \rho_j F_{jt-1} + u_{jt} \quad (15)$$

$$e_{it} = \phi_i e_{it-1} + v_{it} \quad (\text{Her } j \text{ için } \rho_j < 1) \quad (16)$$

Burada F_t ; F_{jt} k-boyutlu ortak faktör vektörüdür ($j=1 \dots k$) ve λ_i ise; faktör yüklerinin uyumlu vektörüdür. Öncelikle Durbin-H testini oluşturmak için, (14) nolu denklemde fark alınır.

$$\Delta z_{it} = \lambda_i \Delta F_t + \Delta e_{it} \quad (17)$$

Fark denkleminde Δz_{it} bilirse, λ_i ve ΔF_t temel bileşenler metoduyla doğrudan tahmin edilebilir. Ancak Δz_{it} bilinmemektedir ve bu yüzden denklem (18)'de yazılan OLS tahmini yerine, temel bileşenler analizinin uygulanması gerekmektedir.

$$\Delta \hat{z}_{it} = \Delta y_{it} - \tilde{\beta}_i \Delta x_{it} \quad (18)$$

Burada $\tilde{\beta}_i$; Δy_{it} 'nin Δx_{it} üzerine regres edilmesiyle elde edilebilir. ΔF_t 'nin temel bileşen tahmincisi $\Delta \hat{F}_t$; $(T-1) \times (T-1)$ boyutlu $\Delta \hat{z}_{it} \Delta \hat{z}'_{it}$ matrisinin en büyük Eigen değeriyle uyumlu Eigen vektörü $\sqrt{T-1}$ defa

hesaplanarak elde edilir. Tahmin edilen faktör yükleri matrisi $\hat{\lambda} = \frac{\Delta \hat{F}' \Delta \hat{Z}}{T-1}$ ile hesaplanır. $\hat{\lambda}_i$ ve $\Delta \hat{F}_t$ hesaplandıktan sonra, kalıntıların (resid) birinci farkı şu şekilde ifade edilebilir.

$$\Delta \hat{e}_{it} = \Delta \hat{Z}_{it} - \lambda_i' \Delta \hat{F}_t \quad (19)$$

$$\hat{e}_{it} = \sum_{j=2}^t \Delta \hat{e}_{ij}$$

Eşbütünlüğün olmadığını belirten boş hipotez, denklem (20) yoluyla $\phi_i = 1$ olup olmadığını test edilmişle asimtotik eşdeğerdir.

$$\hat{e}_{it} = \phi_i \hat{e}_{it-1} + \text{hata terimi} \quad (20)$$

Durbin-Hausman testi için gerekli olan çekirdek tahminci ise şu şekilde ifade edilebilir.

$$\hat{\omega}_i = \frac{1}{T-1} \sum_{j=M_i}^{M_i} \left(1 - \frac{j}{M_i+1}\right) \sum_{t=j+1}^T \hat{v}_{it} \hat{v}_{it-j} \quad (21)$$

Burada \hat{v}_{it} denklem (20)'den elde edilen OLS kalıntılarıdır ve M_i ise bant genişliği (bandwidth) parametresidir. $\hat{\omega}_i^2$ 'nin değeri, \hat{v}_{it} 'nin uzun dönem varyansı ω_i^2 'nin tahmini ile tutarlıdır. Buna karşılık gelen eşanlı varyans tahmini $\hat{\sigma}_i^2$ ile belirtilebilir. Verilen bu tahminlerle iki farklı varyans oranları

yazılabilir: $\hat{S}_i = \frac{\hat{\omega}_i^2}{\hat{\sigma}_i^4}$ ve $\hat{S}_i = \frac{\hat{\omega}_n^2}{(\hat{\sigma}_n^2)^2}$. Burada:

$$\hat{\omega}_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{\omega}_i^2 \quad \text{ve} \quad \hat{\sigma}_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{\sigma}_i^2 \quad (22)$$

Tüm hesaplamalar yapıldıktan sonra, Durbin-H grup ve panel (DH_g, DH_p) istatistikleri denklem (23) yardımıyla tahmin edilebilir.

$$DH_g = \sum_{i=1}^n \hat{S}_i (\tilde{\phi}_i - \hat{\phi}_i)^2 \sum_{t=2}^T \hat{\varepsilon}_{it-1}^2 \quad \text{ve} \quad DH_p = \hat{S}_n (\tilde{\phi} - \hat{\phi})^2 \sum_{i=1}^n \sum_{t=2}^T \hat{\varepsilon}_{it-1}^2 \quad (23)$$

Westerlund (2008) Durbin-H testi yapılmış ve Tablo 5'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 5: Durbin-H Panel Eş-Bütünleşme Testi Sonuçları

	<i>İstatistik değeri</i>	<i>Olasılık Değeri</i>	<i>Kritik Değer (%5)</i>	<i>Karar</i>
Durbin-H Grup İstatistiği	5.602	0.000	1.645	Eş-bütünleşme ilişkisi vardır.
Durbin-H Panel İstatistiği	2.218	0.013	1.645	Eş-bütünleşme ilişkisi vardır.

Test sonucunda elde edilen grup ve panel istatistiklerinin 1.645'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu durumda H_0 hipotezi reddedilmiş ve ülke gruplarında ve panelin genelinde, büyüme, işgücü artış oranı, sabit sermaye oluşumu artışları ve Ar-Ge harcamaları serileri arasında eş-bütünleşme ilişkisinin var olduğuna karar verilmiştir.

4.8. Uzun Dönem Eş-Bütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi

Çalışmanın bu kısmında, seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra uzun dönem bireysel eş-bütünleşme katsayıları; Eberhardt ve Bond (2009) tarafından geliştirilen ve yatay kesit bağımlılığını göz önünde bulunduran AMG (Augmented Mean Group Estimator: Güçlendirilmiş Ortalama Grup Etkisi) yöntemi ile denklem (11)'de verilen model yardımıyla tahmin edilecektir. AMG serilerin I(1) olması durumunda kullanılabilen paneli oluşturan ülkelere ve panelin geneline ait eşbütünleşme katsayılarını hesaplayabilen bir tahmincidir. AMG, panelin geneli için geçerli olacak olan uzun dönem eş-bütünleşme katsayısını, yatay kesitlere (ülkelere) ait uzun dönem eş-bütünleşme katsayılarının aritmetik ortalamasını ağırlıklandırarak tahmin etmektedir. Bu yönüyle Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE (Common Correlated Effects: Ortak Grup Etkisi) tahmincisinden daha güvenli sonuçlar vermektedir. Panel AMG tahmincisi ayrıca, değişkenlerdeki ortak faktörleri ve dinamik etkileri dikkate almakta, dengesiz panel analizlerinde de

etkin sonuçlar vermektedir. Ayrıca hata teriminden kaynaklanan içsellik probleminin olması halinde de kullanılabilir (Eberhardt ve Bond, 2009). AMG tahmincisi değişkenleri şu şekilde ayırtmaktadır.

$$y_{it} = \beta_i^1 x_{it} + u_{it}; u_{it} = \alpha_i + \lambda_i^1 f_t + \varepsilon_{it} \quad (i=1 \dots N, t=1 \dots T, m=1 \dots k) \quad (24)$$

$$x_{mit} = \pi_{mi} + \delta_{mi}^1 g_{mt} + \rho_{1mi} f_{1mt} + \dots + \rho_{nmi} f_{nmt} + v_{it} \quad (25)$$

$$f_t = \tau^1 f_{t-1} + \varepsilon_{it} \text{ ve } g_t = \Psi^1 g_{t-1} + \Omega_{it} \quad (26)$$

Bu denklemlerde, x_{it} gözlemlenebilen ortak değişken vektörünü, (vector of observable covariates) f_t ve g_t gözlemlenemeyen ortak faktörleri (unobserved common factors) ve λ_i ise kesitlere (ülkelere) ait faktör yüklerini (country-specific factor loadings) belirtmektedir (Eberhardt ve Bond, 2009). Paneli oluşturan ülkelere ve panelin geneline ait eş-bütünleşme katsayıları model (27) yardımıyla ve AMG yöntemiyle tahmin edilmiş ve sonuçlar, Tablo 6'da verilmiştir.

$$Y_{it} = \alpha_0 + \beta_L(L_{it}) + \alpha_K(K_{it}) + \alpha_R(R_{it}) + u_{it} \quad (27)$$

Tablo 6: Uzun Dönem Eş-Bütünleşme Katsayıları

Ülke	L	t-ist.	K	t-ist.	R	t-ist.
Avusturya	0.967	0.27	0.076	1.22	4.367	1.62*
Belçika	0.312	3.45***	0.152	4.82***	3.120	2.11**
Kanada	0.086	0.20	0.079	1.30*	2.028	0.66
Danimarka	0.183	0.80	0.172	5.27***	2.216	1.49*
Finlandiya	0.374	1.37*	0.316	7.06***	4.577	2.53***
Fransa	-0.522	-3.90***	0.219	9.98***	1.003	0.78
Almanya	0.464	1.43*	0.228	4.50***	8.470	3.30***
Macaristan	0.447	1.12	0.325	3.77***	8.877	2.94***
İrlanda	0.111	0.33	0.140	2.01**	-3.685	-0.95
İtalya	-0.071	-0.33	0.234	2.26***	5.649	2.46***
Japonya	1.204	1.95**	0.266	2.51***	13.863	2.72***
Polonya	-0.205	-0.74	0.180	10.03***	4.487	2.76***
Portekiz	0.085	0.30	0.237	7.39***	1.612	1.75***
İspanya	0.161	1.04	0.243	5.41***	0.047	0.03

İsveç	-0.453	-1.33*	0.236	4.33***	10.135	2.30***
Türkiye	0.178	0.77	0.286	12.87***	-0.774	-0.38
İngiltere	0.489	0.78	0.140	2.41***	3.725	0.77
Amerika	0.125	0.44	0.259	6.83***	0.357	0.16
Hollanda	0.218	0.79	0.208	4.79***	5.272	1.31*
G.Kore	0.785	1.58*	0.331	5.73***	0.019	0.01
Norveç	0.209	1.07	0.103	4.15***	3.191	1.64*
PANEL	0.203	2.47***	0.210	12.68***	3.436	3.62***

Not: t istatistiğinin hesaplanmasında; Newey-West değişen varyans standart hatası kullanılmıştır.

*, **, *** ifadeleri sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 6’da işgücü, sabit sermaye oluşumu ve Ar-Ge harcamaları değişkenlerinin beklentilere uygun olarak ekonomik büyüme üzerinde istatistiki olarak anlamlı ve pozitif etkiye sahip oldukları görülmektedir. Panel için tahmin edilen eşbütünleşme katsayıları incelendiğinde ekonomik büyümeyi en çok etkileyen Ar-Ge harcamalarıdır. Ülkelerin kişi başı Ar-Ge harcamalarındaki 1 birimlik yüzde artış ekonomik büyümeyi 3.43 birim arttırmaktadır. Ar-Ge harcamalarından sonra ekonomik büyümeye en fazla katkıyı sırasıyla sabit sermaye oluşumu ve işgücü değişkenleri sağlamaktadır. Sabit sermaye oluşumunda (GSYİH’ya oran olarak) 1 birimlik artış ekonomik büyümeyi 0.21 birim, işgücündeki 1 birimlik artış ise ekonomik büyümeyi 0.20 birim arttırmaktadır. Böylece Ar-Ge harcamalarının büyüme üzerindeki etkisinin işgücü ve sabit sermaye oluşumundan daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Model sonuçları, Ar-Ge harcamalarını büyümenin motoru olarak gören içsel büyüme teorilerine uygun olmakla birlikte, Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiye yol açacağını ileri süren çalışmalarda [Freire-Serén (1999); Zachariadis (2003); Falk (2007); Gyakye vd. (2012); Wang vd. (2013); Silaghi vd. (2014) ve Göçer (2014)] bulgularla tutarlıdır. Ayrıca incelenen ülkelerde Ar-Ge harcamalarının “doğrudan ittiği ekonomik büyüme” veya “yeniliğe dayalı büyüme” hipotezlerinin geçerli olduğu söylenebilir. Böylece Ar-Ge harcamalarının verimlilik ve rekabet kazandırıcı bir araç olduğu, toplam faktör verimliliği ve sanayi üretimini olumlu etkileyerek ülkelerin ekonomik büyümelerine önemli katkılarda bulunduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 6’daki sonuçlar ülkeler bazında incelendiğinde, 5 ülkede işgücü artışının, 20 ülkede sabit sermaye artışının ve 13 ülkede kişi Ar-Ge harcama artışının ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiye neden olduğu görülmektedir. Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde artırıcı etkisinin en yüksek olduğu 5 ülke sırasıyla, Japonya, İsveç, Macaristan, Almanya ve İtalya’dır.

Sonuç

Bu çalışmada, Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri, Goel ve Ram (1994) ve Goel vd. (2007), tarafından yapılan çalışmalardaki toplam üretim modeli esas alınmıştır. 21 OECD ülkesinin 1996-2011 dönemi yıllık verileri kullanılarak yatay kesit bağımlılığı varsayımını göz önünde bulunduran yeni nesil panel veri analiziyle Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde etkisi, sabit sermaye oluşumu ve işgücü değişkenleri de modele eklenerek araştırılmıştır.

Paneli oluşturan ülkeler arasında YKB varlığı, Berusch-Pagan (1980) tarafından geliştirilen ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) tarafından sapması düzeltilen LM_{adj} testi ile incelenmiştir. Bu ülkelerin ekonomik büyüme, Ar-Ge harcamaları, işgücü artış oranı, sabit sermaye oluşumu artışları değişkenleri ile modelin geneli oluşturulan eş-bütünleşme denkleminde YKB olduğuna karar verilmiştir. Analizde serilerde birim kökün varlığı, Pesaran (2007) tarafından geliştirilen ve serilerdeki YKB'yi dikkate alan CADF testiyle analiz edilmiş ve serilerin düzeyde durağan olmayıp, birinci farkları alındığında durağan hale geldikleri görülmüştür. Bu durumda seriler arasındaki eş-bütünleşme ilişkisinin incelenebilmesi için önkoşulun sağlandığı belirlenmiştir. Seriler arasında eş-bütünleşme ilişkisinin varlığı, Westerlund (2008) tarafından geliştirilen ve YKB'yi dikkate Durbin-H panel eş-bütünleşme testi ile analiz edilmiş ve seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu belirlenmiştir. Eşbütünleşme katsayılarının homojenliği, ilk kez Swamy (1970) tarafından literatüre kazandırılan ve Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Slope Homojenite testi ile incelenmiş ve katsayıların homojen olduğu görülmüştür. Yani panelin geneli için yapılacak eş-bütünleşme yorumları geçerlidir.

Uzun dönem eş-bütünleşme katsayıları, Eberhardt ve Bond (2009) tarafından geliştirilen YKB'yi dikkate alan AMG yöntemiyle tahmin edilmiştir. Analiz sonucunda; Ar-Ge harcamaları, sabit sermaye oluşumu ve işgücü artış oranı değişkenlerinin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği ve Ar-Ge harcamalarının etkisinin ise diğer değişkenlere göre oldukça yüksek düzeyde olduğu bulgusu elde edilmiştir. Kişi başı Ar-Ge harcamalarında meydana gelen 1 birimlik artış ekonomik büyümeyi 3.43 birim arttırmaktadır. İşgücü artışları ve sabit sermaye oluşumu değişkenlerinde meydana gelen 1 birimlik artışlar ise ekonomik büyümeyi sırasıyla 0.20 ve 0.21 birim arttırmaktadır. Böylece ampirik uygulamada elde edilen sonuçlar Ar-Ge harcamalarının artmasıyla incelenen OECD ülkelerinin daha yüksek teknolojik standartlara, üstün üretim süreçlerine ve artan rekabet yapısına sahip olacağı ve böylece nitelikli ürünler üreterek yüksek ekonomik büyümeyi gerçekleştireceklerini göstermektedir. Model sonuçları içsel büyüme modellerinin görüşleriyle tutarlılık

göstermektedir. Böylece teknolojik yeniliklerin ve mevcut bilgi stokunun *Ar-Ge* faaliyetleriyle yaratılabileceği ve teknolojik bilginin yeni yatırım ve istihdam artışı sağlayarak ekonomik büyüme oranını sürekli artıracakı öngörüsü kabul edilmektedir. Bu süreçte teknolojik bilgiyle yaratılan yeniliklerin hem fiziksel sermaye hem de beşeri sermaye artışına olanak sağlayacağından azalan verimlerin ortaya çıkışını engelleyeceği ve ekonomik büyümenin süreklilik kazanacağı unutulmamalıdır.

Analizden elde edilen bulgulara dayanarak, sürdürülebilir ekonomik büyüme için gelişmekte ve gelişmiş olan tüm ülkeler için *Ar-Ge* harcamalarının artırılmasının oldukça önemli olduğu ifade edilebilir. Politika yapıcılarının *Ar-Ge* harcamalarının artması ve teknolojik gelişme düzeyinin yükseltilmesi için teknoloji transferi sağlayan doğrudan yabancı yatırımları teşvik etmesi, vergi kolaylıkları gibi muafiyetleri genişletmesi, üniversite ve özel kuruluşların projelerine destekleri artırması gerekmektedir.

Kaynakça

- Acemoğlu, Daron (2002), *Technical Change, Inequality, and the Labor Market*, NBER Working Paper No 7800, (Cambridge).
- Aghion, Philippe ve Peter Howit (2006), "Appropriate Growth Policy: a Unifying Framework", *Journal of the European Economic Association*, 4 (2/3): 269-314.
- Aghion, Philippe ve Peter Howit (1998), *Endogenous Growth Theory*, (Cambridge, Massachusetts: The MIT Press).
- Aghion, Philippe ve Peter Howit (1992), "A Model of Growth Through Creative Destruction", *Econometrica*, 60: 323-351.
- Akbey, Ferhat (2014) "Ar-Ge, İnovasyon ve Kalkınma İlişkisine Yönelik Bir Literatür Taraması: Kuramsal Özet", *Maliye Dergisi*, 166: 1-16.
- Bai, Jushan ve Serena Ng (2004), "A Panic Attack on Unit Roots and Cointegration" *Econometrica*, 72(4): 1127-1178.
- Bai, Jushan ve Pierre Perron (1998), "Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Changes" *Econometrica*, 66 (1): 47-78.
- Basher, Syed A. ve Joakim Westerlund (2009), "Panel Cointegration and the Monetary Exchange Rate Model" *Economic Modelling*, 26: 506-513.
- Bassanini, Andrea ve Stefano Scarpetta (2002), "Does Human Capital Matter for Growth in OECD Countries? A Pooled Mean-Group Approach", *Economics Letters*, 74: 399-405.

- Bassanini, Andrea, Stefano Scarpetta ve P. Hemmings (2001), *Economic Growth: the Role of Policies and Institutions: Panel Data Evidence from OECD Countries*, Economics, Department Working Papers No 283, (Paris: OECD).
- Batelle (2013), *2014 Global R&D Funding Forecast*, December.
- Bayarçelik, Ebru Beyza ve Fulya Taşar (2012) "Research and Development: Source of Economic Growth", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 58: 744-753
- Bayraktar-Sağlam, Bahar ve İ.Hakan Yetkiner (2014), "A Romerian Contribution to the Empirics of Economic Growth", *Journal of Policy Modeling*, 36 (2): 257–272.
- Beyaert, Arielle ve Maximo Camacho (2008), "TAR Panel Unit Root Tests and Real Convergence: An Application to the EU Enlargement Process", *Review of Development Economics*, 12 (3): 668-681.
- Branstetter, Lee G. (2001). "Are Knowledge Spillovers International or Intranational in Scope? Microeconomic Evidence from the US and Japan", *Journal of International Economics*, 53 (1): 53–79.
- Bravo, Ortega Claudia ve Garcia Marin Alvaro (2011), "R&D and Productivity : A Two Way Avenue?", *World Development*, 39 (7): 1090-1107.
- Breitung, Jörg (2005), "A Parametric Approach to the Estimation of Cointegrating Vectors in Panel Data", *Econometric Reviews*, 24 (2): 151-173.
- Breuer, Boucher, Robert McNown ve Myles Wallace (2002) "Series-Specific Unit Root Test with Panel Data" *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 64 (5): 527-546.
- Breusch, Trevor Stanley ve Adrian Rodney Pagan (1980) "The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification Tests in Econometrics", *Review of Economic Studies*, 47 (1): 239-53.
- Carrion-Silvestre, Lluís J., Tomas Del Barrio-Castro, T. D. ve Enrique Lopez-Bazo (2005), "Breaking the Panels: An Application to the GDP Per Capita", *Econometrics Journal*, 8: 159-175.
- Charemza, Wojciech ve D. F. Deadman (1997), *New Directions in Econometric Practice: General to Specific Modelling, Cointegration and Vector Autoregression*, (Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing).
- Choi, In (2001), "Unit Roots Tests for Panel Data", *Journal of International Money and Finance*, 20 (2): 229-272.
- Coccia, Mario (2012), "Political Economy of R&D to Support the Modern Competitiveness of Nations and Determinants of Economic Optimization and Inertia", *Technovation*, 32 (6): 370-379.
- Coccia, Mario (2011), "The Interaction Between Public and Private R&D Expenditure And National Productivity", *Prometheus*, 29 (2): 121-130.
- Coe, David T., Elhanan Helpman ve Alexander Hoffmaister (1995) *North-South R&D Spillovers*, NBER Working Paper, No. 5048, (Cambridge, Massachusetts: National Bureau of Economic Research).
- Czarnitzki Dirk ve Otto Toivanen (2013), *Innovation Policy and Economic Growth*, European Commission Economic Papers, 482, April.
- Eaton, Jonathan ve Samuel Kortum (1996), "Trade in idea: Patenting and Productivity in the OECD", *Journal of International Economics*, 40 (3-4): 251-278.

- Eberhardt, Markus ve Stephen Bond (2009), *Cross-section Dependence in Nonstationary Panel Models: A Novel Estimator*, MPRA (Munich Personal RePEc Archive), Paper No: 17692, <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/17692/> (15.05.2014)
- Falk, Martin (2007), R&D "Spending in The High-Tech Sector and Economic Growth" *Research in Economics*, 61 (3): 140-147.
- Frantzen, Dirk (2000), "R&D, Human Capital and International Technology Spillovers: A Cross-country Analysis", *Scandinavian Journal of Economics*, 102 (1): 57-75.
- Freire-Serén, M. Jesus (1999), "Aggregate R&D Expenditure and Endogenous Economic Growth", <http://pareto.uab.es/wp/1999/43699.pdf>. (16.04.2014).
- Freeman, Chris. ve Luc Soete (2003), Yenilik İktisadı, (Ankara, TÜBİTAK Yayını) (Çev. Ergun Türkcan).
- Griliches, Z. (1979), "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth". *Bell Journal of Economics*, 10, 92-116.
- Global R&D Funding (2013), Global Funding of R&D, R&D Magazine", 03.04.2014, http://www.rdmag.com/sites/rdmag.com/files/gff-2014-5_7%20875x10_0.pdf, (15.04.2014).
- Goel Rajeev K. ve Tati Ram (1994), "Research and Development Expenditures and Economic Growth: A Cross-Country Study", *Economic Development and Cultural Change*, 42 (2): 403-411.
- Göçer, İsmet (2014) "Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı, Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri", *Maliye Dergisi*, 164: 215-240.
- Griffith, Rachel, Stephen Redding ve John V. Reenen, (2002), "R &D and Absorptive Capacity: Theory and Empirical Evidence", *Scandinavian Journal of Economics*, 105 (1), 99-118,
- Griffith, Rachel, Stephen Redding ve John V. Reenen, (2004), "Mapping the two Faces of R&D: Productivity Growth in a Panel of OECD Industries", *Review of Economics and Statistics*, 86 (4), 883-895.
- Griliches, Zivi ve Mairesse, J. (1984), *Productivity and R&D at the Firm Level*, In: Griliches, Z. (Ed.), *R&D, Patents and Productivity*, (Chicago University Press).
- Grossman, Gene M. ve Elhanan Helpman (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, (Cambridge: The MIT Press).
- Guellec, Dominique ve Bruno van Potteria Potterie (2001), *R&D and Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries*, OECD Economic Studies No. 33.
- Guellec, Dominique ve Bruno van Potteria Potterie (2004), "From R&D to Productivity Growth: Do the Institutional Setting and the Sources of Funds of R&D Matter?" *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 66 (3): 353-378.
- Gyekye, A. B., E.K. Oseifuah ve Vukor-Quarshie, G.N.K (2012), "The Impact of Research and Development on Socio-Economic Development: Perspectives from Selected Developing Economies", *Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences*, 3 (6): 915-922.
- Hadri, Kaddour (2000), "Testing for Stationarity in Heterogenous Panels" *Econometrics Journal*, 3 (2): 148-161.
- Hall, Bronwyn ve Jacques Mairesse, J. (1995). "Exploring The Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms", *Journal Econometrics*, 65 (1): 263-293.
- Helpman, E. (2004), *The Mystery of Economic Growth*, Balknap for Harvard University Press, Cambridge, MA.

- Im, So Kyung, M. Hashem Pesaran ve Yongceol Shin (2003), "Testing for Unit Roots in Heterogenous Panels", *Journal of Econometrics*, 115 (1): 53-74.
- Jones, Charles I. (1995), "Time Series Tests of Endogenous Growth Models", *Quarterly Journal of Economics*, 110 (2): 495-525.
- Keller, Wolfgang (2000), "Do Trade Patterns and Technology Flows Affect Productivity Growth", *World Bank Economic Review*, 14: 17-47.
- Khan, Mosahid ve Kul B.Lunitel (2006), *Sources of Knowledge and Productivity: How Robust is the Relationship?*, STI Working Paper 2006/6, (Paris: OECD).
- Kuo, Chun-Chien ve Chih-Hai Yang (2008), "Knowledge Capital and Spillover on Regional Economic Growth: Evidence From China", *China Economic Review*, 19 (4): 594-604.
- Levin, Andrew, Chien-Fu ve Lin, ve Chia-Shang JameChu (2002), "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite Sample Properties", *Journal of Econometrics*, 108 (1): 1-24.
- Liu, Jian., Shiyong Wu ve James V. Zidek (1997) "On Segmented Multivariate Regressions" *Statistica Sinica*, 7: 497-525.
- Maddala, G. S. ve Wu, Shaowen (1999), "A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and a New Simple Test", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61 (1): 631-652.
- Mamuneas, Theofanis P. ve M.Ishaq Nadiri (1996), "Public R&D Policies and Cost Behavior of The US Manufacturing Industries", *Journal of Public Policy*, 63 (1), 57-81.
- Nadiri, Ishaq (1993), "Innovations and Technological Spillovers", *NBER Working Paper No. 4423*. (Boston: National Bureau of Economic Research).
- OECD (2003), *Sources of Economic Growth*, OECD, Paris.
- OECD (2011) *OECD Factbook 2011-2012: Economic, Environmental and Social Statistics, Expenditure on R&D*, 05.04.2014, <http://www.oecd-ilibrary.org/sites/factbook-2011-01/index.html?itemId=/content/chapter/factbook-2011-68-en> (12.05.2014).
- OECD (2013a), *Research and Development, Expenditure on R&D, Researchers, Patents, Biotechnology*, http://www.oecd.org/std/08_Science_and_technology.pdf (12.05.2014).
- OECD (2013b), *Factbook 2013: Economic, Environmental and Social Statistics*, <http://www.oecd-ilibrary.org/sites/factbook-2013-en/08/01/01/index.html?itemId=/content/chapter/factbook-2013-60-en> (12.05.2014).
- OECD (2014), *Main Science and Technology Indicators*.
- Pesaran, M. Hashem (2004), *General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels*, Cambridge Working Papers in Economics, 435.
- Pesaran, M. Hashem (2006), "Estimation and Inference in Large Heterogeneous Panels with a Multifactor Error Structure" *Econometrica*, 74 (4): 967-1012.
- Pesaran, M. Hashem, Aman Ullah ve Takashi Yamagata (2008), "A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence" *Econometrics Journal*, 11 (1): 105-127.
- Pesaran, M. Hashem ve Yamagata, T. (2008), "Testing Slope Homogeneity in Large Panels", *Journal of Econometrics*, 142 (1), 50-93.
- Rdmag (2013), "Asia Drives Growth in 2013 Global R&D", http://www.rdmag.com/articles/2012/12/asia-drives-growth-2013-global-r-?cmpid=related_content (10.03.2014).
- Pritchett, L., (1997), "Divergence, Big Time", *Journal of Economic Perspectives*, 11: 3-17.

- Romer, Paul (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98 (5): 71-102.
- Savvides, Andreas ve Marios Zachariadis (2003), "International Technology Diffusion and the Growth of TFP in the Manufacturing Sector of Developing Economies", *Review of Development Economics*, 9 (4): 482-501.
- Schumpeter, J.A. (1939), *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, (New York-Toronto-London: McGraw-Hill Book Company).
- Seck, Abdoulaye (2012), "International technology Diffusion and Economic Growth: Explaining the Spillover Benefits to Developing Countries Structural Change and Economic Dynamics", 23: 437- 451.
- Silaghi, Monica Ioana Pop, Diana Alexa, Christina Jude ve Christian Litan (2014), "Do Business and Public Sector Research and Development Expenditures Contribute to Economic Growth in Central and Eastern European Countries? A Dynamic Panel Estimation", *Economic Modelling*, 36: 108-119.
- Taban, Sami (2014), *İktisadi Büyüme, Kavram ve Modeller*, 3. Baskı, Nobel Yayınevi, Ankara.
- Taylor, Mark P. ve Lucio Sarno (1998), "The Behaviour of Real Exchange Rates during the Post-Bretton Woods Period", *Journal of International Economics*, 46 (2): 281-312.
- Ülkü, Hülya (2004), "R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis", IMF Working Paper, WP/04/185.
- Ünsal, Erdal Muzaffer, (2007), *İktisadi Büyüme*, (İmaj Yayıncılık, Ankara).
- Wakelin Katharine (2001), "Productivity Growth and R&D Expenditure in UK Manufacturing Firms", *Research Policy*, 30 (7), 1079-1090.
- Wang, David Han-Min, Tiffany Hui-Kuang Yu ve Hong.-Quan Liu (2013), "Heterogeneous Effect of High-Tech Industrial R&D Spending on Economic Growth", *Journal of Business Research*, 66 (10): 1990-1993.
- Wang, Jiann-Chyuan ve Kuen-Hung Tsai (2003), *Productivity Growth And R&D Expenditure In Taiwan's Manufacturing Firms*, National Bureau of Economic Research Working Paper No 9724.
- Worldbank (2014), *World Development Indicators*.
- Zachariadis, Marios (2003), "R&D, Innovation, and Technological Progress: A Test of the Schumpeterian Framework without Scale Effects", *Canadian Journal of Economics*, 36 (3): 566-686.