

## AR-GE HARCAMALARI İLE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: OECD ÜLKELERİ İÇİN PANEL VERİ ANALİZİ

Öğretim Görevlisi Dr. Hakan GÜNEŞ

Bartın Üniversitesi Bartın Meslek Yüksekokulu Muhasebe ve Vergi Bölümü,  
hakangunesh@bartin.edu.tr

### ÖZET

*İçsel büyüme teorilerinde, Romer, Grossman-Helpman ve Aghion-Howitt tarafından geliştirilen AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme ilişkisi, günümüzde birçok çalışmaya yön vermiştir. Bu ilişkinin yönü son zamanlarda yapılan çalışmalarda tartışılmaya başlanmıştır. Teknoloji ve yenilik uzun dönemde verimlilik ve refahı artıracaktır. Bu da ekonomik büyümeyi arttırır. Günümüzde bilim ve teknolojide rekabet gücü sağlayan ve teknoloji ile bilgi temelli ürün üreten birçok ülke bugünün gelişmiş ülkeleri arasında yer almaktadır.*

*Bu çalışmada, 32 OECD ülkesi için, Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme ilişkisi panel veri analizi ile test edilmiştir. Bu kapsamda alınan verilerin durağanlığını test etmek için Levin-Lin ve Chu (LLC) Panel Birim Kök Testi yapılmıştır. Daha sonra, Panel Granger Nedensellik Testi yapılmıştır. Yapılan analizlerde, ekonomik büyümeden AR-GE harcamalarına doğru tek yönlü bir nedensel ilişki tespit edilmiştir. Öte yandan, AR-GE harcamalarından ekonomik büyümeye doğru herhangi bir nedensel ilişki tespit edilememiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme, birim kök, Granger nedensellik testi, panel veri.

## THE RELATIONSHIP BETWEEN R-D EXPENDITURES AND ECONOMIC GROWTH: PANEL DATA ANALYSIS FOR THE OECD COUNTRIES

### ABSTRACT

*In endogenously growth theories, the relationship between R-D expenditure and economic growth that was developed by Romer, Grossman-Helpman and Aghion-Howitt, has directed a lot of studies nowadays. Direction of this relationship has begun to be discussed in recent studies. Technology and innovation causes increase of productivity and prosperity in the longrun. This increases economic growth. Multiple countries which provide competitive power in science and technology and product technology and information based products, are inside the developed countries today.*

*In this study, the relationship between R-D expenditures and economic growth was tested with panel data analysis for the 32 OECD countries. In this context, to test the data's stability, we made Levin-Lin and Chu (LLC) Panel Unit Root Test. After that, we made Panel Granger Causality tests. In the conclusion of the analysis it has been reached that there is a one-sided causal relation from economic growth to R-D expenditures. On the other hand there is no causal relation from R-D expenditures to economic growth.*

**Keywords:** *R-D Expenditures, economic growth, unit root, Granger causality test, panel data.*

### 1.Giriş

Ekonomik büyümenin kaynakları üzerine yapılan çalışmalarda 2 yaklaşım ön plana çıkmaktadır. İlki Solow'un öncülüğündeki Neoklasik büyüme teorisidir. Teknolojiyi dışsal kabul eden Neoklasik büyüme modeli 1980'lere doğru geçerliliğini yitirmiştir. İkinci yaklaşım ise teknolojiyi içsel kabul eden ve 1980'lerden sonra ortaya çıkan içsel büyüme modelleridir. İçsel büyüme modelleri teknolojiyi analize dâhil etmekte ve ekonomik büyüme için Ar-Ge faaliyetlerine önem vermektedir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, teknolojik yenilik sürdürülebilir büyümenin sağlanmasında temel faktördür. Ar-Ge ise teknolojik yeniliğin temel kaynağıdır. Ar-Ge sayesinde teknolojik yenilikler daha fazla önem kazanmış, bu da verimliliği artırıp kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlamıştır.

Ekonomide yenilik yaratma amacıyla gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetleri, ekonomik büyümenin sürdürülebilir kılınması, istihdam yaratma potansiyeli, rekabet edebilirlik, verimlilik artışı ve bunlara paralel olarak sosyo-ekonomik gelişmeler üzerinde etkili olmaktadır (Kutlu, 2005: 98). Ar-Ge; yetkinlik geliştirme, yenilik, buluş, ürün geliştirme ve süreç iyileştirme gibi aşamaları içine alacak şekilde var olan işi yenileme veya genişletme yahut yeni işler yaratma potansiyeline sahip olma veya teknolojiyi içeren her türlü faaliyetler olarak tanımlanır. Ayrıca Ar-Ge; bilgi sermayesinin üretim ve gelire dönüştürüldüğü yatırımlar olarak da görülür. Toplum, kültür ve insan bilgisini içeren bir faaliyet olan Ar-Ge; bilgi düzeyini arttırmak amacıyla bilginin yeni uygulamaları sonucu ortaya çıkan düzenli ve yaratıcı çalışmaların bir bütünüdür. Firma açısından Ar-Ge; yeni bir ürünü ve üretim sürecinin ortaya konulması için yapılan sistemli ve yaratıcı çalışmaları ifade eder (Yaylalı, 2010:14).

Bu çalışmada, 32 OECD ülkesi<sup>1</sup> için Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmektedir. Bu eksende, Ar-Ge harcamaları ile

---

<sup>1</sup>ABD, Almanya, Avustralya, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İsrail, İsveç, İspanya, İtalya, İzlanda, Japonya,

ekonomik büyüme arasındaki teorik çerçeve ele alınmış, daha sonra da çalışmaya konu olan ülkelerdeki Ar-Ge harcamalarının ekonomik boyutu ele alınarak, literatür taraması yapılmıştır. Son bölümde ise çalışmadaki 32 ülke için 2000-2014 dönemindeki Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi panel nedensellik analizi ile ele alınmıştır.

## **2.Ar-Ge Harcamaları İle Ekonomik Büyümenin Teorik Çerçevesi**

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. 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 (Altıntaş ve Mercan, 2015:347).

Klasik İktisatçılardan başlayarak günümüze kadar ortaya atılan birçok büyüme teorisinde yeni teknolojiler önemli bir yer tutmaktadır. Schumpeter'in meşhur tabiriyle yenilikleri (yeni teknolojileri) içermeyen bir büyüme teorisi Danimarkalı prensin olmadığı Hamlet'e benzemektedir (Gülmez ve Yardımcıoğlu, 2012,336).Aslında, Schumpeter bir büyüme teorisi geliştirme arayışında değildi ama çok önemli bir özelliğin altını çiziyordu. Bunu da yeni teknolojiler olarak ifade ediyordu. (Gürak, 2006:15). Schumpeter'in bu görüşleri, yeniliklerin ve teknolojik gelişmenin olmadığı bir büyümenin anlamlı olmayacağını göstermektedir.

Neoklasik büyüme modeli, teknolojiyi ve yenilikleri dışsal bir faktör olarak ele alınıp, modelde yer almadığı için teknolojiyi içselleştiren içsel büyüme modelleri ön plana çıkmıştır. Bu doğrultuda Romer ve Lucas'ın çalışmaları teknolojiyi ve yenilikleri içsel kabul ederek Ar-Ge harcamaları sonucundaki büyümeye işaret etmektedir.

Öncülüğünü Romer ve Lucas'ın yaptığı içsel büyüme teorilerinde teknoloji içsel bir değişken olarak ele alınmıştır. İçsel büyüme teorisi, büyümeyi, Neoklasik modeldeki gibi piyasa mekanizmasının kontrolü altında olmayan dışsal teknolojik değişme yerine, merkezi olmayan bir piyasa yapısı içinde serbestçe faaliyet gösteren ekonomik güçlerin içsel olarak belirlediğini ileri sürmektedir (Romer, 1994:3). Romer'e göre uzun dönemli ekonomik büyümenin motoru teknolojik yeniliklerdir ve bir ekonomide teknolojik yenilikler Ar-Ge faaliyetleri sonucunda ortaya çıkmaktadır. Romer'e göre Ar-Ge ile ekonomik büyüme arasında güçlü bir korelasyon söz konusudur (Gülmez ve Yardımcıoğlu, 2012,337). Lucas'ın yaklaşımında ise, yaparak öğrenme olgusu, beşeri sermayenin işgücü ve fiziki sermayede sağladığı üretkenlik

artışlarını açıklamada kullanılmaktadır. Modelde beşeri sermayedeki artış, Arrow'un yaklaşımına benzer şekilde rekabet edilemeyen ve dışlanamayan bir ürün geliştirilmesini sağlar ve ekonomideki dağılma etkisiyle üretim artışları gerçekleşir. Ancak bilgiyi kamu malı olarak kabul eden böyle bir yapıda, Ar – Ge sektöründeki araştırma faaliyetleri yeterli düzeye ulaşmayacaktır. Bu noktada, kamuya araştırma faaliyetlerini teşvik anlamında önemli bir rol düşerken, Ar – Ge sektörlerinin nasıl tanımlanacağı ve hangi araçlarla teşvik edileceği sorusu ön plana çıkmaktadır (Ercan, 2002:133).

Romer ve Lucas'ın öncülüğündeki model, Ar-Ge faaliyetleri ile ekonomik büyüme arasında güçlü bir ilişki kurmuştur. Bu yüzden kendisinden sonra gelen birçok çalışmaya ışık tutmuşlardır. Belli bir zaman sonra Lucas, Riviera – Batiz, Grossman–Helpman, Aghion–Howitt ve Jonestarafından geliştirilen bu modeller Ar-Ge'ye ve teknolojiye ayrı bir önem vermiştir.

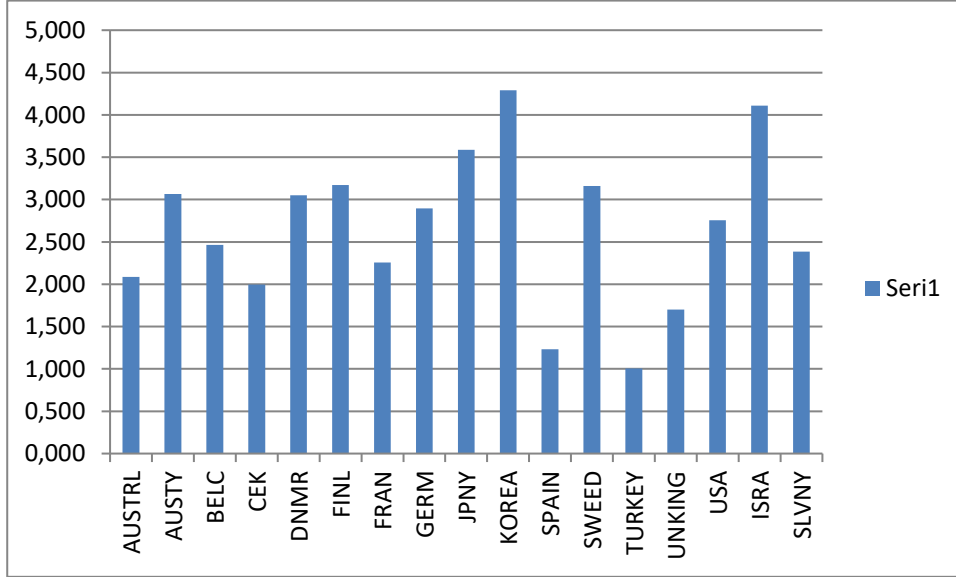
Rivera–Batiz ve Romer 1991'deki çalışmasında, iktisadi büyümenin kaynağı olarak belirtilen Ar – Ge faaliyetlerini bilgi temelli model ve laboratuvar gereçleri modeli olarak iki aşamada ele alınmıştır. Bilgi temelli modelde, ticari açıklığın iktisadi büyüme üzerinde sürekli bir etkisi yokken; laboratuvar gereçleri modelinde, tam ekonomik bütünleşme durumunda mal ticaretinin iktisadi büyüme oranı üzerinde sürekli bir etkisi vardır ve artış göstermektedir (Rivera-Batiz ve Romer, 1990). Grossman ve Helpman ise, geleneksel ürün, sanayi ürünü ve Ar – Ge çalışmaları olarak üç temel üretim faaliyeti tanımlanmıştır. Bu tanımlama, uluslararası sermaye akımları Ar-Ge sektörü içinde yer almaktadır ve büyümenin itici gücünü oluşturmaktadır (Grossman ve Helpman, 1988:1). Aghion ve Howitt'in çalışmalarında ise, yenilik yapan ülkelerde teknoloji artışının olduğu, yenilik yapmayan ülkeler de ise teknoloji sınırının altında kaldığı gösterilmiştir (Aghion ve Howitt, 1992). Jones ise, Lucas ve Romer modelini modifiye ederek yarı içsel bir büyüme teorisi geliştirmiştir. Jones hem AK tipi hem de Ar – Ge temelli modellerin zaman serileri ile analizini yaptığı modelde, içsel büyüme literatürü, kişi başına büyüme oranlarında artışın eksikliğini ispatlayan zaman serileri kanıtıyla uyumlu görülmemektedir. Bu şekilde yarı içsel büyüme modellerinin geliştirilmesinde etkili olmuştur. Jones'a göre, bir yandan büyümenin içsel olduğu söylenebilir çünkü büyüme, özel firmaların piyasa teşvikleri sonucunda bilinçli Ar-Ge kararlarının bir ürünüdür. Öte yandan dışsaldır çünkü kamu politikaları yoluyla dengeli gelişme çizgisini kontrol etmek olası değildir (Özer ve Çiftçi, 2009:223; Yardımcı, 2006:103).

### **3. OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamalarının Genel Görünümü**

Türkiye'deki Ar-Ge harcamaları OECD ülkelerine oranla çok düşüktür. Türkiye, çalışmadaki 32 ülke içinde, Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı esas alındığında, Yunanistan, Meksika, Polonya ve Slovakya'dan daha öndedir. Ancak geriye kalan 27 ülke GSYİH'sının daha büyük bir kısmını Ar-Ge

harcamalarına ayırmaktadır. Şekil 1’de 2014 yılı itibariyle seçilmiş bazı OECD ülkelerinde Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı verilmiştir.

**Şekil 1: Bazı OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamalarının GSYİH İçindeki Payı (%)**



**Kaynak:** data.oecd.org

Şekil 1’e göre, Güney Kore GSYİH’sının %4,3’ünü Ar-Ge harcamalarına ayırmaktadır. Daha sonra İsrail %4,1; Japonya %3,6 ve İsveç %3,16 ile sıralanmaktadır. GSYİH büyüklüğü olarak çalışmada ilk sırada yer alan ABD’nin payı ise % 2,75’tir. Ar-Ge harcamalarına daha çok ağırlık veren ülkeler teknolojik açıdan daha ileride olan gelişmiş ülkelerdir. Gelişmekte olan ülkeler de Ar-Ge harcamalarına ağırlık verdikçe istikrarlı bir büyüme sağlayabileceklerdir.

Tablo 1’de ise bazı OECD ülkelerinde 2015 yılına ait Ar-Ge harcamalarının toplam tutarı yer almaktadır.

**Tablo 1: Bazı OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamaları (2015-milyar €)**

Avusturya	10,444
Belçika	10,072
Çek Cumhuriyeti	3,25
Danimarka	8,054

Fransa	48,643
Almanya	87,188
Japonya	124,531
Güney Kore	45,585
İspanya	13,172
İsveç	14,581
Türkiye	6,055
İngiltere	43,878
ABD	344,083
İtalya	21,892
Slovenya	0,853
Rusya (OECD dışı)	13,437
Çin(OECD dışı)	159,004
AB(OECD dışı)	298,811

**Kaynak:**<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7752010/9-30112016-BP-EN.pdf/62892517-8c7a-4f23-8380-ce33df016818>

Tablo 1'e göre, Ar-Ge'ye en çok kaynak ayıran ülke 344 milyar € ile ABD'dir. ABD, AB üyelerinden tamamından 46 milyar € daha fazla Ar-Ge'ye kaynak ayırmaktadır. ABD'den sonra Ar-Ge'ye en çok kaynak ayıran ülkeler sırasıyla OECD dışında yer alan Çin (159 milyar €) ve OECD üyesi olan Japonya'dır (124 milyar €). Oransal olarak GSYİH'sından Ar-Ge'ye en çok kaynak ayıran (%4,291) Güney Kore ise toplamda 45,5 milyar € kaynak ayırmaktadır. Türkiye'nin payı ise son yıllarda artmasına rağmen 6 milyar € seviyesindedir. Diğer bir deyişle, ABD'nin Ar-Ge'ye ayırdığı pay, Türkiye'den 57 kat daha fazladır.

Batelle, Ar-Ge harcamalarına ilişkin olarak mevcut durum ve gelecekteki 10 yıllık dönem için Global R&D FundingForecast adlı çalışmasında şu değerlendirmeleri yapmaktadır: 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 performanslı 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 (Altıntaş ve Mercan, 2015:350).

#### 4. Literatür Taraması

Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğu OECD ülkelerini ve gelişmiş ülkeleri ele almaktadır. Tablo 2’de Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki literatür taramasına yer verilmiştir.

**Tablo 2: Ar-Ge Harcamaları İle Ekonomik Büyüme Literatürü**

Yazar (lar)	Ülke (ler)	Yöntem	Değişkenler	Sonuç
Goel ve Ram (1994)	52 Ülke- 18 gelişmekte olan, 32 az gelişmiş ülke (1960-1985)	Yatay Kesit Analizi	Reel Gelir, İşgücü oranı, Sermaye oranı, Ar-Ge Harcamaları	Ar-Ge harcamaları ekonomik büyümeyi pozitif ve büyük oranlı etkilemesine karşın istatistiksel anlamlılığı zayıftır.
Coe ve Helpman (1995)	22 ülke (1971-1990)	Panel veri analizi	Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme	Uluslararası Ar-Ge harcamalarının özellikle dışa açıklığı yüksek olan ülkelerin ekonomik büyümesinde önemli etkiler sağladığını tespit etmişlerdir.
Freire-Serén (2001)	21 OECD ülkesi (1965-1990)	Panel veri analizi	Ekonomik büyüme, Ar-Ge harcamaları	Ar-Ge harcamalarında %1’lik bir artış reel GSYİH’yi %0,08 oranında arttırdığı tespit edilmiştir.
Sylwester (2001)	7’si G7 olmak üzere 20 OECD ülkesi (1981-1996)	Panel veri analizi	Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme	G7 ülkelerinde Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeyi arttırdığı görülürken, 20 OECD ülkesi genelinde Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında bir ilişki tespit edilememiştir.
Yanyun ve Mingqian (2004)	8 Uzakdoğu Asya ülkesi (1994-2003)	Panel regresyon yöntemi	Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme	Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir.
Falk (2007)	OECD ülkeleri (1970-2004)	Dinamik panel veri analizi	Ar-Ge harcamaları, kişi başı GSYİH	İleri teknolojik sektörlerdeki Ar-Ge yatırımlarının GSYİH içindeki payı arttıkça kişi

				başı GSYİH'yi arttıracağını tespit etmiştir.
Wu ve Zhou (2007)	Çin (1953-2004)	Eşbütünleşme ve nedensellik testi	Ekonomik büyüme, Ar-Ge harcamaları	Ar-Ge ile GSYİH arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi ve çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Altın ve Kaya (2009)	Türkiye (1990-2005)	Nedensellik analizi	Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme	AR-GE harcamalarından ekonomik büyümeye doğru uzun dönemli bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır.
Samimi ve Alerasoul (2009)	30 gelişmekte olan ülke (2000-2006)	Panel regresyon yöntemi	Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme	Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.
Genç ve Atasoy (2010)	34 ülke (1997-2008)	Panel nedensellik testi	Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme	Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Korkmaz (2010)	Türkiye (1990-2008)	Johansen eşbütünleşme yöntemi	Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme	Söz konusu iki değişkenin uzun dönemde birbirlerini etkiledikleri tespit edilmiştir.
Gülmez ve Yardımcıoğlu (2012)	21 OECD ülkesi (1990-2010)	Panel FMOLS ve DOLS	Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme	21 OECD ülkesinin genelinde Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik bir artış, ekonomik büyüme üzerinde uzun dönemde yaklaşık olarak %0,77'lik bir artış meydana getirmektedir. Ayrıca uzun dönemde Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında karşılıklı olarak anlamlı bir ilişkinin olduğunu belirtmişlerdir.
Wang vd. (2013)	23 OECD ülkesi ve Tayvan (1991-2006)	Panel veri analizi	Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme	Yüksek endüstriyel Ar-Ge harcamalarının kişi başı reel gelir üzerinde güçlü ve pozitif bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.
Meçik (2014)	OECD ülkeleri (1990-2012)	Panel veri analizi	Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme	Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve anlamlı etkilerinin olduğu tespit edilmiştir.
Taban ve Şengür (2014)	Türkiye (1990-2012)	Johansen eşbütünleşme yöntemi	Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme	Uzun dönemde Ar-Ge harcamaları ile Ar-Ge'de tam zamanlı eşdeğer çalışan sayılarının ekonomik büyümeyi pozitif olarak etkilediğini göstermiştir. Kısa dönemde ise Ar-Ge'de çalışan sayıları



				ekonomik büyümede anlamlı pozitif bir etkiye sahip iken, Ar-Ge harcamalarının böyle bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür.
Özcan ve Arı (2014)	15 OECD ülkesi (1990-2011)	Panel veri analizi	Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme	Ar-Ge harcamaları büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir.
Altıntaş ve Mercan (2015)	21 OECD ülkesi (1996-2011)	Panel veri analizi	Ar-Ge harcamaları, sabit sermaye oluşumu, işgücü artış oranı	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.
Bozkurt (2015)	Türkiye (1998-2013)	Johansen bütünlük ve nedensellik testi	Ar-Ge harcamaları, ekonomik büyüme	Ekonomik büyümeden Ar-Ge'ye doğru tek yönlü bir nedensellik vardır. GSYİH içindeki Ar-Ge harcamaları %1 artarsa, GSYİH büyümesi %0,263 artmaktadır.

Tablo 2'deki sonuçlara göre, Goel ve Ram (1994), Coe ve Helpman (1995), Freire-Serén (2001), Sylwester (2001), Yanyun ve Mingqian (2004), Falk (2007), Wu ve Zhou (2007) ve Wang vd. (2013) çalışmalarında Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında doğrudan veya dolaylı olarak bir ilişki tespit etmişlerdir. Ancak, Samimi ve Alerasoul (2009) çalışmalarında iki değişken arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Bu sonucun nedeni, ele alınan ülke gruplarından kaynaklanabilmektedir.

Türkiye için yapılan çalışmalarda da Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında doğru yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Örneğin, Altın ve Kaya (2009), Genç ve Atasoy (2010), Korkmaz (2010), Gülmez ve Yardımcıoğlu (2012), Meçik (2014), Özcan ve Arı (2014), Taban ve Şengür (2014), Altıntaş ve Mercan (2015) ve Bozkurt (2015).

## 5. Veri Seti, Ekonometrik Yöntem ve Bulgular

### 5.1. Veri Seti ve Ekonometrik Model

32 OECD ülkesi için 2000-2014 yılları arasındaki veriler panel veri analizi ile test edilmiştir. Çalışmada kullanılan Ar-Ge göstergesi GSYİH içindeki Ar-Ge'nin payını göstermekte ve analizde "RD" olarak yer almaktadır. Çalışmada kullanılan büyüme verileri ise GSYİH büyümesinde yıllık artışları vermekte ve analizde

“Growth” olarak adlandırılmaktadır. Çalışmaya ait veriler, Dünya Bankası’nın veri tabanı olan “data.oecd.org” adresinden temin edilmiştir.

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

$$GROWTH_{it} = \alpha + \beta_1 RD_{it} + \varepsilon_{it} \quad i=1, \dots, N; t=1, \dots, T \quad (1)$$

Modelde bağımlı değişken büyüme oranı olup modelde “GROWTH” olarak gösterilmiştir. Modelin bağımsız değişkeni ise Ar-Ge harcamalarıdır ve modelde “RD” olarak gösterilmiştir.

## 5.2. Ekonometrik Yöntem

Zaman boyutuna sahip yatay kesit veriler bir başka ifade ile panel veriler kullanılarak oluşturulan panel veri modelleri yardımıyla ekonomik ilişkilerin tahmin edilmesi yöntemine panel veri analizi ismi verilmektedir. Bu analizde genelde, yatay kesit birim sayısının (N) dönem sayısından (T) fazla (N>T) olduğu durumla karşılaşılmaktadır. Değişkenlerin, parametrelerin ve hata teriminin i ve t alt indisini taşıması, panel veri setine sahip olduğunu göstermektedir (Tatoğlu, 2013a:4). Panel veri analizinde birden fazla yatay kesit objesinin analiz dönemindeki gözlemleri kullanılarak regresyon yapılmakta ve bu nedenle de zaman serisi ile yatay kesit dalgalanmasına izin verilmektedir. Tipik bir panel veri analizinde bağımlı değişken için N sayıda bireyin T dönemlik zaman serisi verileri kullanılarak analiz yapılmaktadır (Kaya ve Yılmaz, 2006: 69).

Serilerde durağanlığın tespiti için birim kök testlerine başvurulmaktadır. Serilerde birim kök varsa seri durağan değildir. Bundan dolayı seriler durağan hale getirilmelidir. Durağan zaman serileri için şoklar geçicidir. Şokların etkisi zamanla kaybolur ve seriler uzun dönem ortalama seviyelerine geri dönmektedir. Zaman içinde değişmeyen sabit varyansa sahiptirler. Durağan olmayan seriler ise sürekli bileşene sahiptirler. Durağan olmayan bir zaman serisinin ortalaması ve varyansı zamana bağlıdır. Serinin dönebileceği bir uzun dönem ortalaması yoktur. Serinin varyansı zamana bağlıdır yani zaman sonsuza yaklaştıkça varyans da sonsuza gitmektedir.

Panel veri birim kök testlerinin kullanılması tek bir zaman serisine dayalı birim kök testlerinin gücünü arttırmak için geliştirilmiştir (Maddala ve Wu, 1999:631). Zaman serisi verileri kullanılan çalışmalarda, çalışmada kullanılan verilerin durağan bir yapıya sahip olup olmadığı sınanmalıdır. Çünkü durağan olmayan zaman serilerinin kullanılması halinde sahte regresyon problemi ortaya çıkmaktadır ve bu durumda regresyon analizi ile elde edilen sonuçlar gerçek ilişkiyi yansıtmamaktadır (Granger ve Newbold, 1974:111).

Panel birim kök testleri ile yapılan çalışmalarda birinci ve ikinci kuşak testler

kullanılmaktadır. Birinci kuşak testler, birimler arasında korelasyon olmadığını varsaymaktadır. Korelasyon varsa bu testlerin gücü zayıftır. En çok bilinenleri, Levin Lin ve Chu (LLC), Harris ve Tzavalis, Breitung, Hadri, ImPesaranShin (IPS), Fisher ADF, FisherPhilips ve Perron panel birim kök testleridir. İkinci kuşak panel birim kök testlerinin temel özelliği ise, birimlere ait seriler arasında korelasyon olduğunu varsaymasıdır. Bu testler de Pesaran, Bai ve Ng, Philips ve Sul, Moon ve Perron panel birim kök testleridir (Tatoğlu, 2013b:199).

Bu çalışmada serilerin durağanlığını tespit etmek için birinci nesil birim kök testlerinden LLC testi kullanılmıştır. Çalışmada ele alınan LLC panel birim kök testi kısaca şöyle özetlenebilir:

LLC testi, panel veri alanında kullanılmak üzere hazırlanan ilk testlerden olup, paneldeki her grubun birim kök içerip içermediğini analiz etmek için kullanılır. Ancak LLC testinin alternatif hipotezinde, otoregresif katsayısının homojen olması sınırlaması bulunmaktadır (Çelik vd., 2008:5).

$$\Delta Y_{i,t} = \alpha_i + \rho Y_{i,t-1} + \sum_{k=1}^n \varphi_k \Delta Y_{i,t-k} + \lambda_i t + \delta_i + \varepsilon_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T \quad (2)$$

Modelde, her bir birey  $t = 1, 2, \dots, T$  zaman serisini içerecek şekilde  $i = 1, 2, \dots, N$  bireyin panelleri için  $y_{i,t}$  stokastik sürecini gözlemlenmiş ve paneldeki her birey için  $y_{i,t}$ 'lerde birim kök olup olmadığı belirlenmek istendiğinde paneldeki tüm bireylerin birinci dereceden kısmi otokorelasyona sahip olduğu fakat hata sürecindeki diğer parametrelerin bireyler boyunca farklılaşmasına izin verildiği varsayılmıştır (Levin, Lin ve Chu, 2002:4).

Aynı zamanda çalışmada Granger nedensellik testi de yapılmıştır. Granger nedenselliği, değişkenler arasında ilişki olup olmadığını ve ilişki varsa bunun yönünü belirlemek için kullanılmaktadır.

Granger nedenselliği, bağımlı değişkenin cari değerinin, kendisinin ve bağımsız değişkenin gecikmeli değerleri tarafından belirlendiği öngörüsüne dayanmaktadır. Granger nedensellik testi sürecinde, bağımlı değişken ilk önce kendi gecikmeli değerleri üzerine koşularak AIC veya Schwarz gibi bilgi kriterleri yardımı ile kendi optimal gecikme uzunluğu belirlenir (kısıtlı model). Daha sonra, bağımlı değişkenin optimal gecikmelerinin olduğu model içerisinde, söz konusu kriterler yardımı ile bağımsız değişkenin optimal gecikme uzunluğu belirlenir (kısıtsız model). Son olarak, F testi yardımı ile iki seri arasında Granger anlamda bir nedensellik ilişkisi olup olmadığına karar verilir (Yamak ve Korkmaz, 2005:23). Granger tarafından kurulan basit nedensellik modeli şöyledir:

$$Y_t = \sum_{j=1}^m c_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^m d_j Y_{t-j} + \eta_t \quad (3)$$

Modele göre, X değişkeni Y değişkeninin nedeniyse, X'teki değişimler Y'deki değişimlerden önce gelmektedir. Granger testiyle tahminden ziyade nedensellik çıkarsaması yapıldığı için değişkenler önceden durağanlaştırılmalıdır (Granger, 1969:431).

Daha sonra Holtz-Eakin, Newey ve Rosen tarafından model geliştirilmiştir. Bu modelde aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

$$y_{it} = \alpha_{0t} + \sum_{l=1}^m \alpha_{lt} y_{it-l} + \sum_{l=1}^m \delta_{lt} x_{it-l} + \psi_t f_i + u_{it} \quad (4)$$

Denklemden  $f_i$  sabit etkileri,  $u_{it}$  hata terimini göstermektedir. Bu tanımlamada hata terimi  $u_{it}$ , denklemden  $y_{it}$  ile korelasyonludur (Holtz-Eakin ve diğ., 1988:1376).

### 5.3. Ekonometrik Bulgular

Değişkenlerin durağanlığının tespiti ve birim kök sorununun giderilmesi için verilere LLC ve IPS Panel birim kök testleri yapılmıştır. Verilerin en uygun durağanlığa sahip olduğunu göstermek için Tablo 3'de sabitli trendli yapıda durağanlık sonuçları gösterilmektedir.

**Tablo 3: LLC Panel Birim Kök Testi Sonuçları**

			LLC	
			t-istatistiği	p-değeri
<b>GROWTH</b>	Seviyesi	Sabitli-Trendli	-9.04868	0.0000
<b>RD</b>	Seviyesi	Sabitli-Trendli	-2.63361	0.0042

Tablo 3'de LLC Panel Birim Kök Testi Sonuçları yer almaktadır. Tablo 3'de maksimum optimal gecikme uzunluğu 1 olarak seçilmiştir. Olasılıklar, asimptotik normallik varsayımı altında hesaplanmıştır. Veri setinde söz konusu yıllara ait veriler tam olduğundan "Balanced Örnekleme" seçilmiştir. Tablo 3'e göre, ekonomik büyüme ve Ar-Ge serileri seviyesinde durağan çıkmıştır. Böylece serilerdeki birim kök sorunu giderilerek serileri durağan hale getirilmiştir.

Durağanlık testi sonucunda her iki seri de seviyesinde durağan çıktığı için uzun dönemli ilişkiyi veren Eşbütünleşme testi yapılamamaktadır. Kısa dönemli bir ilişki olup olmadığı ise Granger nedensellik testi ile yapılmaktadır. Durağan hale getirilen serilere Granger nedensellik testi yapılmıştır. Tablo 4'de Granger Nedensellik testi sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 4: Granger Nedensellik Test Sonuçları**

	Ki-kare	Ser.Der.	Gözlem Sayısı	p-değeri
ARGE → Büyüme	3.655240	4	352	0.4547
Büyüme → ARGE	15.87209	4	352	0.0032

Tablo 4'deki sonuçlardan görüldüğü üzere; Ar-Ge ve Büyüme istatistiği (4 serbestlik derecesi ile ki-kare dağılımlı) arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır. Buna göre, Ar-Ge'den büyümeye doğru herhangi bir nedensel ilişki yokken, Ekonomik Büyümeden Ar-Ge'ye doğru bir nedensel ilişki mevcuttur. Kısa dönemde ekonomik büyümedeki değişimler Ar-Ge yatırımlarını da etkilemektedir.

Tablo 5'de ise sabit etkili modelin sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 5: Panel Veri Analizi Sabit Etkili Modelin Tahmin Sonuçları**

Bağımlı Değişken: GROWTH  
Metot: Panel EKK  
Periyot: 2000 2014  
Kesit Sayısı: 32  
Toplam panel (balanced) gözlem sayısı: 480

Değişken	Katsayı	St. Hata	t-istatistiği	p-değeri
RDC	-3.408302	0.518442	-6.574119	0.0000
	8.507014	0.966292	8.803774	0.0000
R <sup>2</sup>	0.215490	Prob(F-statistic)		0.000000
F-statistic	3.836960			

Model tahmin sonuçları incelendiğinde, Hausman testi doğrultusunda sabit etkili modelin daha tutarlı sonuçlar verdiği görülmektedir. Sabit etkiler modeli sonuçlarına göre R<sup>2</sup> değeri %21,54 olarak tahmin edilmektedir. Yani bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni açıklama gücü yaklaşık olarak %21,54'tür. F-istatistiği olasılık değeri dikkate alındığında tüm değişkenlerin istatistikî olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Tüm modellerde Sabit değişken ve CONS değişkeninin olasılık değeri 0,000<0,05 olduğundan ekonomik büyümenin Ar-Ge yatırımlarını etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Analiz sonuçları Granger nedensellik testi ile paralel bulguları yansıtmaktadır.

## 6. Sonuç

Uzun dönemli sürdürülebilir bir büyümenin anahtarı teknolojik yenilikler ve Ar-Ge'dir. Ülkelerin Ar-Ge'ye ayırdıkları kaynaklar arttıkça ekonomik büyümelerinin de arttığı görülmektedir. Nitekim gelişmiş ülkeler Ar-Ge'ye daha çok kaynak aktarmaktadır. Kaldı ki parasal anlamda ilk sırada ABD yer almakta, GSYİH'ya oran açısından da Güney Kore ilk sırada yer almaktadır. Dolayısıyla Ar-Ge'ye daha çok kaynak ayıran ülkeler ekonomik gelişmişlik açısından da öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada 32 OECD ülkesi için 2000-2014 dönemlerinde Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada, panel birim kök testlerinden LLC testi yapılmıştır. Yapılan test sonucunda serilerin seviyesinde durağan olduğu görülmüş ve bu yüzden uzun dönemli ilişkiyi veren eşbütünleşme testine gidilmemiştir. Bu kapsamda Granger nedensellik testi yapılmış ve ekonomik büyümeden Ar-Ge'ye doğru tek yönlü bir nedensel ilişki tespit edilmiştir. Çalışmada, Ar-Ge'den ekonomik büyümeye doğru herhangi bir nedensel ilişki tespit edilememiştir. Aynı zamanda Hausman testi sonuçlarıyla da modelin sabit etkilere göre tahmin edileceği görülmüş ve sabit etkili modelin sonuçlarıyla Granger nedensellik testi sonuçları paralellik göstermiştir.

Çalışmanın sonucunda, Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki görülmüştür. Ekonomik büyümeden Ar-Ge'ye doğru görülen tek yönlü nedensellik, ülkelerin ekonomik büyümelerindeki artışın Ar-Ge'ye ayrılan payı arttıracaklarını göstermiştir. Bu kapsamda, ekonomik büyümenin sürdürülebilir olması için Ar-Ge harcamaları artırılmalı ve teknolojik yeniliklere daha çok önem verilmelidir.

## 7. Kaynakça

AGHION, P. ve HOWITT, P. (1992), "A Model of Growth Through Creative Destruction" *Econometrica*, Vol:60, No:2, March 1992, s.323-351, JSTOR.

ALTIN, O. ve KAYA, A. A. (2009), "Türkiye'de Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensel İlişkinin Analizi" *Ege Akademik Bakış*, 9 (1) 2009: 251-259.

ALTINTAŞ, H. ve MERCAN, M. (2015), "Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Panel Eşbütünleşme Analizi" *Ankara Üniversitesi, SBF Dergisi*, Cilt:70, No:2, s.345-376.

BOZKURT, C.(2015), "R&D Expenditures and Economic Growth Relationship in Turkey" *International Journal of Economics and Financial Issues*, Vol. 5, No. 1, 2015, pp.188-198.

COE, D. T. ve HELPMAN, E. (1995), "International R&D Spillovers" *European Economic Review* 39 (1995) 859-887.

ÇELİK, S., DENİZ, P. ve EKEN, S. (2008), “Eşbütünleşme Analiziyle Altı Gelişmekte Olan Ülke İçin İkiz Açıklar Hipotezi” 2. Ulusal İktisat Kongresi, 20-22 Şubat 2008, Dokuz Eylül Üniversitesi, İİBF İktisat Bölümü, İzmir.

ERCAN, N. Y. (2002), “İçsel Büyüme Teorisi: Genel Bir Bakış” DPT Planlama Dergisi, Özel Sayı, s.129-138, Ankara.

FALK, M. (2007), “R&D Spending in The High-Tech Sector and Economic Growth” *Research in Economics*, 61 (3):140-147.

FREİRE-SERÉN, M. (2001), “R&D-Expenditure in an Endogenous Growth Model” *Journal of Economics*, Vol.74 (2001) No.1, pp.39-62.

GENÇ, M. C. ve ATASOY, Y. (2010), “Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi” *The Journal of Knowledge Economy& Knowledge Management*, Volume:V/II, Fall 2010.

GOEL, R. K. ve RAM, R. (1994), “Research and Development Expenditures and Economic Growth: A Cross-Country Study” *Economic Development and Cultural Change*, Vol:42, No:2, January 1994, pp.403-411.

GRANGER, C.W.J. (1969). “Investigating Causal Relations By Econometric Models And Cross-Spectral Methods” *Econometrica*, Vol.37, No:3, July 1969.

GRANGER, C.W.J. ve NEWBOLD, P. (1974), “Spurious Regressions in Econometrics” *Journal of Econometrics* 2 (1974) s.111-120, North-Holland Publishing Company.

GROSSMAN, G. M. ve HELPMAN, E. (1988), “Product Development and International Trade” NBER WorkingPaper Series, WorkingPaper, No:2540, May 1988, Cambridge.

GÜLMEZ, A. ve YARDIMCIOĞLU, F. (2012), “OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcaması ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Eşbütünleşme ve Panel Nedensellik Analizi (1990-2010)” *Maliye Dergisi*, Sayı:163, Temmuz-Aralık 2012, s.335-353.

GÜRAK, H. (2006), “Önce Bilgili İnsan” [http://www.hasmendi.net/makale\\_gurak/once\\_bilgili\\_insan.pdf](http://www.hasmendi.net/makale_gurak/once_bilgili_insan.pdf) Erişim Tarihi:19.12.2016

HOLTZ-EAKİN, D, NEWEY W. ve ROSEN, H. (1988). “Estimating Vector Autoregressions With Panel Data” *Econometrica*, 56(6), s.1371-1395.

KAYA, V. ve YILMAZ, Ö. (2006), “Bölgesel Enflasyon, Bölgesel Büyüme İlişkisi: Türkiye İçin Zaman Serisi ve Panel Veri Analizleri” *İktisat İşletme Finans Dergisi*, Ekim 2006, 62-78.

KORKMAZ, S. (2010), “Türkiye’de Ar-Ge Yatırımları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin VAR Modeli ile Analizi”, *Journal of Yaşar University*, S. 20 (5), s. 3320-3330.

KUTLU, E. (2005), “Bilgi ve Kalkınma”, M. Kar ve S. Taban (Ed.), *İktisadi Kalkınmada Sosyal, Kültürel ve Siyasal Faktörlerin Rolü*, Bursa: Ekin Kitabevi, 89-114.

LEVİN, Andrew, LİN, C. ve CHU, C.J. (2002), “Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties” *Journal of Econometrics* 108 (2002) s.1-24, ELSEVIER.

MADDALA, G.S. ve SHAOWEN W. (1999), A Comparative Study of Unit Root Tests With Panel Data And A New Simple Test, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Special Issue, 0305-9049.

MEÇİK, O. (2014), “Ar-Ge Harcamalarının Ekonomik Gelişmişlik Üzerindeki Etkileri” *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 7, Sayı: 32, 669-674.

OSBAT, C. (2004), “Panel Unit Root and Panel Cointegration Methods” *European Central Bank*, September 24,2004.

ÖZCAN, B. ve ARI, A. (2014), “Araştırma-Geliştirme Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi” *Maliye Dergisi*, Sayı 166, Ocak-Haziran 2014, 39-55.

ÖZER, M. ve ÇİFTÇİ, N. (2009), Ar-Ge Tabanlı İçsel Büyüme Modelleri ve Ar-Ge Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi: OECD Ülkeleri Panel Veri Analizi” *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, Sayı:16, 219-240.

RIVERA-BATIZ, L. A. ve ROMER, P. M. (1990), “International Trade With Endogenous Technological Change” *NBER Working Papers Series*, Working Paper No:3594, Cambridge.

ROMER, P. M. (1994), “The Origins of Endogenous Growth” *The Journal of Economic Perspectives*, Volume:8, No:1, s.3-22, JSTOR.

SAMİMİ, A. J. ve ALERASOUL, S. M. (2009), “R&D and Economic Growth: New Evidence From Some Developing Countries” *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4): 3464-3469.

SYLWESTER, K. (2001), “R&D and Economic Growth” *Knowledge, Technology&Policy*, Vol.13, No.4, pp.71-84.

TABAN, S. ve ŞENGÜR, M. (2014), “Türkiye’de Ar-Ge ve Ekonomik Büyüme” *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt:14, Yıl:14, Sayı:1, 14:355-376.

TATOĞLU (YERDELEN), F. (2013a), *Panel Veri Ekonometrisi*, 2. Baskı, Ekim 2013, İstanbul.

TATOĞLU (YERDELEN), F. (2013b), *İleri Panel Veri Analizi*, 2. Baskı, Kasım 2013, İstanbul.

WANG, D. Han-Min; TIFFANY, H. K. Yu ve HONG-QUAN, L. (2013), “Heterogeneous Effect of High-Tech Industrial R&D Spending on Economic Growth” *Journal of Business Research*, 66(10):1990-1993.

WU, Y. ve ZHOU, L. (2007), “Cointegration and Causality Between R&D Expenditure and Economic Growth in China: 1953-2004” *International Conference on Public Administration*, 869-76.



YAMAK, R. ve KORKMAZ, A. (2005), “Reel Döviz Kuru ve Dış Ticaret Dengesi İlişkisi” İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi, Ekonometri ve İstatistik Dergisi, Sayı:2, 2005-11-29, s.16-38.

YANYUN, Z. ve MİNGQIAN, Z. (2004), “R&D and Economic Growth-Panel Data Analysis in ASEAN+3 Countries” A Joint Conference of AKES, RCIE and KDI: Koreaandthe World Economy, III, July 3-4, Sungkyunkwan.

YARDIMCI, P. (2006), “İçsel Büyüme Modelleri ve Türkiye Ekonomisinde İçsel Büyümenin Dinamikleri” Selçuk Üniversitesi, Karaman İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Haziran 2006, Sayı:10, s.96-114, Karaman.

YAYLALI, M.; AKAN, Y. ve IŞIK, C. (2010) “Türkiye’de Ar-Ge Yatırım Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisi: 1990-2009” Bilgi Ekonomisi ve Yönetim Dergisi, Cilt:5, Sayı:2, s.13-26.