

**AR&GE HARCAMALARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: TÜRKİYE  
VE G7 ÜLKELERİ İÇİN BİR UYGULAMA**  
**Relations Between R & D Expenditures And Economic Growth: An  
Application For Turkey And G7 Countries**

Muhyettin ERDEMLİ\*  
Hüseyin ÇELİK\*\*

**ÖZ**

Ar&Ge olarak ifade edilen araştırma- geliştirme faaliyetleri günümüzde ülke ekonomilerinin itici gücü olarak kabul edilmektedir. Ar&Ge faaliyetleri ekonominin gelişmesi anlamında önemli bir yere sahiptir. Özellikle 1980'den sonra ortaya çıkan içsel büyüme teorilerinde, ekonomik büyümede Ar&Ge'nin ne kadar önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışma Ar&Ge harcamaları ile ekonomik büyüme ilişkisini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu ilişki, G7 ile birlikte Türkiye için 1996-2014 dönemi için panel veri modeli ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Ar&Ge harcamaları ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir. Gerek firma gerekse de ülke yöneticilerinin yaşam standartını ve ekonomik büyümeyi hızlandırmak için Ar&Ge harcamalarına ağırlık vermeleri gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelime:** Ar-Ge, Ekonomik Büyüme, G-7, Türkiye

**ABSTRACT**

The research and development activities that expressed as R & D are considered to be the driving force of national economies today. R & D activities have an important place in the development of the economy. The internal growth theories, especially after 1980, emphasized the importance of R & D in economic growth. This study was carried out in order to reveal the relationship between R & D spending and economic growth. This relationship will be examined with panel data model for Turkey during 1996-2014 period with G7. According to the results obtained, R & D spending affects economic growth positively. The result is that the firm needs to focus on R & D expenditures in order to speed up the standard of living and economic growth.

**Keywords:** R&D, Economic Growth, G-7, Turkey

**1.GİRİŞ**

Ekonomik büyüme, üretim faktörlerinin nicelik olarak artırılmasıyla veya mevcut üretim faktörlerinin nitelik olarak yani verimliliğinin artırılmasıyla gerçekleştirilebilir. Bilgi ekonomisi, bilişim ve teknoloji çağı olarak atfedilen bu dönemde üretim faktörlerindeki verimi arttırabilmek adına ekonomilere ciddi avantajlar sağlayabilir. Bu noktada bir ekonomide teknolojiye, bilimsel çalışmalara,

\* Arş.Gör. Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü,  
merdemli@gantep.edu.tr

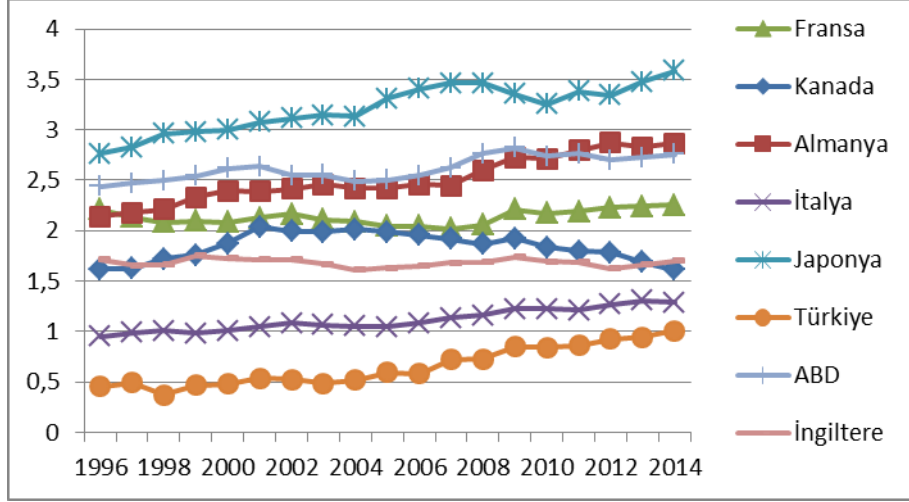
\*\* Doktora Öğrencisi, Gaziantep Üniversitesi

araştırma geliştirme (Ar&Ge)'ye ne derecede kaynak aktarıldığı önemlidir. Buradan hareketle Ar&Ge, bilgi birikimini artırmak ve bu birikimi kullanarak yeni uygulamaların, ürünlerin ve yöntemlerin elde edilmesi amacıyla verimli çalışmalar icra etmek olarak ifade edilebilmektedir (Guellec ve Potterie, 2001: 105). Ar&Ge'ye yönelim olması, büyük oranda kaynak aktarılması yeni ürünler, yeni süreçler ve yeni tekniklerin geliştirilmesi anlamına gelmektedir.

Ar&Ge ekonomi açısından son derece önemli bir kavramdır. Örneğin yeni bir bilginin elde edilmesi ve bu bilginin ürüne dönüştürülmesi, ürün elde edildikten sonra oluşturulacak olan bir pazarlama planıyla piyasaya sürülerek tüketicilere ulaşmasıyla nihai aşama tamamlanmış olur. Bu durumda Ar&Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında doğru orantılı ilişki olduğu görülmektedir (Pessoa, 2010: 152).

Genel olarak Ar&Ge harcamaları ve ekonomik büyümenin aralarında bir ilişki söz konusu olduğu görülmektedir. Var olan bu ilişkinin yönü ve derecesi de önem arz etmektedir. Literatürde yapılan çalışmalarda, genel olarak Ar&Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu görülmüştür. Diğer bir ifade ile Ar&Ge harcamaları ekonomik büyümeye neden olmaktadır. Buradan hareketle G7 ve Türkiye'de Ar&Ge harcamalarının ekonomik büyümeyi nasıl ve ne ölçüde etkilediği çalışmanın temel amacı olmuştur.

G7 ve Türkiye'de yapılan Ar&Ge harcamalarının Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) içerisindeki payı Grafik 1'de gösterilmiştir. Bu grafik G7 ülkeleri ile Türkiye'nin söz konusu harcamalarda karşılaştırılması açısından yol gösterici olacaktır. Nitekim Grafik 1'de Ar&Ge harcamaları bakımından ilk üç sırayı Japonya, Almanya ve ABD almaktadır ki ele alınan ülke grubunda ekonomik açıdan da ilk üç sırayı bu ülkeler almaktadır. Ayrıca grafikte görüleceği üzere Ar&Ge harcamaları konusunda Türkiye gözle görülür bir fark ile G7 ülkelerinin altında kalmakla birlikte son yıllarda bu farkı kapatma eğilimindedir. Bu açıdan yapılan Ar&Ge harcamalarının ülkelerin ekonomik büyümelerini pozitif yönde etkilediği ön sezisi oluşmaktadır. Türkiye ise bu konunun önemini kavrayan bir ülke olarak söz konusu yatırımlarını son yıllarda arttırarak devam ettirmektedir.

**Grafik 1. Ülkelerin Yıllara Göre Ar&Ge Harcamaları (% GSYH)**

**Kaynak:** Dünya Bankası veri tabanından elde edilen veriler yardımı ile yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Genel anlamda Ar&Ge harcamalarının ekonomik büyümeye etkisini test etmek çalışmanın temel amacıdır. Birinci bölümü konuya giriş olarak planlanan bu çalışma dört bölümden oluşmakta, ikinci bölümde Ar-ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisini ele alan uygulamalı çalışmaların bulunduğu literatür yer almaktadır. Üçüncü bölümde araştırmanın verileri, modeli ve yöntemi ele alınmıştır. Sonuç bölümünde ise araştırmanın bulgularından hareketle genel bir değerlendirme yapılmıştır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Ar-Ge'nin ekonomik açıdan önemine istinaden, son zamanlarda iktisat literatüründe oldukça üzerinde durulan bir konu olup konu ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların birinde de Sungur vd. (2016) 1990-2013 yılları arası Türkiye için Ar-Ge yatırımlarının ekonomik büyüme üzerine olan etkisi birim kök testi, granger ve hatemi-j nedensellik testi ile sınışıldır. Çalışmalarında patentten büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi, ihracattan Ar-Ge harcamalarının milli gelir içindeki payına, patent sayısından ihracata ve Ar-Ge'de çalışan işgücü sayısından ihracata doğru tek yönlü tek yönlü nedensellik ilişkisi, Hatemi-J asimetric nedensellik analizine göre ise, patentten büyümeye doğru pozitif bileşenler, büyümeden patente doğru negatif bileşenler ve Ar-Ge'den büyümeye doğru negatif bileşenler arasında tek yönlü ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca Ar-Ge işgücü ile ihracat değişkenlerinin pozitif bileşenleri arasında çift yönlü, AR-GE işgücünden ihracata ve ihracattan da Ar-Ge'ye doğru negatif bileşenler arasında ilişkinin var olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Altıntaş ve Mercan (2015) çalışmalarında OECD ülkeleri için 1998-2013 döneminde Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümü üzerinde güçlü bir pozitif etkiye sahip olduğu sonucuna varılmış olup, bu etki sermaye oluşumunda ve işgücü artışında daha fazla etkilidir. Ayrıca Özcan ve Arı (2014) ise yine OECD ülkeleri için 1990-2011 dönemini için Ar-Ge ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemiş, yine benzer sonuçlar elde etmiştir. Elde edilen sonuca göre Ar-ge'nin ekonomik büyümeyi olumlu etkilediği ve yaşam standardı ve ekonomik ekonomik büyümeyi amaçlayan ülkelerin Ar-Ge'ye önem vermesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Yine Gülmez ve Yardımcıoğlu (2012) çalışmalarında yaptıkları testlere göre ise araştırmanın sahasını oluşturan ülkelerde, Ar-Ge harcamalarında %1'lik bir artış ekonomik büyümeyi %0,77 oranında etkilediği gözlemlenmiştir.

Bozkurt (2105) Türkiye için 1998-2103 döneminde Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeye olan katkısı incelenmiş olup, Arge yatırımlarındaki %1'lik bir artış uzun dönemde ekonomik büyümeyi % 0,2630 oranında arttırdığı gözlemlenmiştir.

Fernandez, Martinez ve Robles (2012) İspanya için 1995-2015 döneminde Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeye etkisi incelendiklerinde, Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği ayrıca kamu kesimi ve üniversitelerin ar-ge harcamalarının önemsiz olduğu sonucuna ulaşıldığı görülmektedir.

Korkmaz (2010) Türkiye için 1990-2008 dönemi için Ar-Ge yatırımlarından ekonomik büyümeye etkilerini panel veri yöntemiyle incelemişler ve Ar-Ge yatırımlarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü pozitif bir etki olduğu görülmüştür. Başka bir çalışma olarak Altın ve Kaya (2009) 1990-2005 dönemi için Türkiye açısından duruma baktıklarında kısa dönemde Ar-Ge yatırımları ve ekonomik büyüme arasında nedensellik bulunamamış fakat uzun dönemde Ar-Ge yatırımlarının ekonomik büyümeyinin nedeni gözlemlenmiştir.

Yukarıda ifade edilen uygulamalı çalışmaların kısa bir özeti Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Ar&Ge Ekonomik Büyüme İlişkisini Ele Alan Uygulamalı Çalışmalar

Yazar-yıl	Kapsadığı ülkeler ve dönem	Kullanılan yöntemler	Sonuç
Sungur, vd. (2016)	Türkiye 1990-2013	Birim kök testi ve Granger ve Hatemi-j nedensellik testi	Yapılan testler sonucunda olumlu Ar-Ge yatırımları ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir.
Altıntaş ve Mercan (2015)	OECD ülkeleri 1996-2011	Yatay kesit bağımlılığı, Panel veri	Ar-Ge yatırımlarının ekonomik büyümü üzerinde güçlü bir pozitif etki yaptığı sonucuna varılmış olup, bu etki sermaye oluşumunda ve işgücü artışında daha fazla etkilidir.

## 126 / Muhyettin ERDEMLİ - Hüseyin ÇELİK

Bozkurt (2015)	Türkiye 1998-2013 dönemi		Arge yatırımlarındaki %1'lik artış uzun dönemde ekonik büyümeyi %0,2630 oranında etkilemektedir.
Özcan ve Arı (2014)	15 OECD ülkesi 1990-2011 dönemi	Panel veri modeli	Ar-Ge'nin ekonomik büyümeyi olumlu etkilediği ve yaşam koşulları iyileştirmeyi ve ekonomik büyümeyi amaçlayan ülkelerin Ar-Ge'ye önem vermesi icap ettiği sonucuna varılmıştır.
Özer ve Çiftçi(2008)	OECD ülkeleri 1990-2005 dönemi	Panel veri yöntemi	Ar-ge harcamalarının, patent ve araştırmacı sayısının ekonomik büyümeye olumlu etkisi olduğu gözlemlenmiştir.
Gülmez ve Yardımcıoğlu (2012)	21 OECD ülkesi 1990-2010 dönemi	Pedroni ve Kao Eşbütünleşme testi, pedroni nedensellik analizi	Araştırmanın sahasını oluşturan ülkelerde, Ar-Ge harcamalarında %1'lik bir artış ekonomik büyümeyi % 0,77 arttırdığı gözlemlenmiştir.
Fernández vd. (2012)	İspanya 1995-2008 dönemi	Panel veri modeli	Ar-Ge yatırımlarının ekonomik büyümeyi olumlu etkilediği ayrıca kamu kesimi ve üniversitelerin Ar-Ge harcamalarının önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.
Korkmaz (2010)	Türkiye 1990-2008 dönemi	Birim kök, VAR modeli ve Eş bütünleşme testi	Ar-Ge yatırımları ve ekonomik büyüme arasında bir ilişki olduğu fakat bu ilişkinin uzun dönemde pozitif olarak ortaya çıktığı sonucuna varılmıştır.
Genç ve Atasoy (2010)	34 arklı ülke 1997-2008 dönemi	Panel ve nedensellik testleri	Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü pozitif bir etki olduğu sonucuna varılmıştır.
Altın ve Kaya (2009)	Türkiye 1990-2005 dönemi	VEC (Vector Error Correction) modeli	Kısa dönemde Ar-Ge yatırımları ve ekonomik büyüme arasında bir nedensellik bulunamamış fakat uzun dönemde Ar-Ge yatırımlarının ekonomik büyümenin nedeni olduğu görülmüştür.

### 3. MODEL VE VERİ SETİ

Teknoloji soyut bir kavramdır. Bu nedenle, değişken olarak iktisadi modellerde teknolojinin kullanılması ancak teknoloji düzeyini yansıtan başka verilerin olması halinde mümkün olabilmektedir. Bu durumu göz önüne alan yeni büyüme teorileri teknolojiyi ve teknoloji düzeyini temsil etmek amacı ile Ar-Ge harcamalarının GSYİH içerisindeki payı, Ar-Ge faaliyetlerinde istihdam edilen mühendis ve bilim insanı sayıları, patent sayıları gibi çeşitli değişkenleri kullanmaktadır (Özer ve Çiftçi, 2008:219-240). Bu çalışmada teknoloji düzeyi, Ar-Ge harcamalarının GSYİH içerisindeki payı ile temsil edilmektedir. Çalışmada

kullanılan model Narayan vd. (2010) ve Fernandez vd. (2012) başta olmak üzere literatürdeki çalışmalar esas alınarak Denklem 1'deki gibi belirlenmiştir.

$$\ln Y_{it} = \theta_i + \alpha_{1i} \ln C_{it} + \alpha_{2i} \ln L_{it} + \alpha_{3i} \ln RD_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

Burada  $Y_{it}$ , ülkelerin ekonomik büyümesini ve çıktı düzeyini belirten Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (2005 baz yılına dayalı satın alma gücü paritesine göre hesaplanmış) bağımlı değişkenini göstermektedir. Modeldeki bağımsız değişkenler ise fiziksel sermaye, istihdam düzeyi ve Ar&Ge harcamalarıdır. Bunlara dair veriler ise Dünya Bankası'ndan sırasıyla, brüt sabit sermaye yatırımları (2005 baz yılına dayalı), iş gücüne katılımın toplam nüfusa oranı (15 yaş ve üzeri çalışanların toplam nüfusa oranı) ve Ar-Ge harcamalarının GSYİH içerisindeki yüzde payı olarak alınmıştır. Bunları temsilen sarası ile  $C_{it}$ ,  $L_{it}$  ve  $RD_{it}$  değişkenleri kullanılmıştır. Burada kullanılan veriler Dünya Bankası internet veri tabanından alınmıştır. Çalışmanın kapsadığı yıllar 1994-2016 dönemi olarak belirlenmiştir. Bu dönemin seçilmesini zorunlu kılan etmen tüm ülkelere ait verilerin bu aralıkta elde edilmesidir.

#### 4. ANALİZ

Ekonometrik analizde, öncelikle paneli oluşturan yatay kesitler (ülkeler) arasında herhangi bir bağımlılığın varlığı, ilk kez Breusch-Pagan tarafından geliştirilen (Lagrange Multiplier-LM testi) ve Pesaran vd. tarafından sapması düzeltilen  $LM_{adj}$  (Adjusted Crossectionally Dependence Lagrange Multiplier) testiyle incelenmiştir. Panelde, yatay kesit bağımlılığı varlığının reddedildiği durumda 1. nesil birim kök testleri kullanılmalıdır. Fakat tersine panel verilerinde yatay kesit bağımlılığı reddedilemezse 2. Nesil birim kök testlerini kullanmak daha tutarlı, etkin ve güçlü tahminler yapmamızı sağlayacaktır.

Yatay kesit bağımlılığı testi sonucunda tüm değişkenler ve eşbütünleşme denklemi için yatay kesit bağımlılığı kabul edilmiştir. Bu nedenle birim kök sınaması için 2. nesil birim kök testlerinden biri olan SURADF (Seemingly Unrelated Augmented Dickey Fuller) testi kullanılmıştır. Daha sonra Basher ve Westerlund tarafından geliştirilen, yatay kesit bağımlılığını ve eşbütünleşme vektöründeki yapısal kırımları göz önünde bulunduran eşbütünleşme testi ile eşbütünleşmenin varlığı test edilmiştir. Var olan bu ilişkinin yönünü ve derecesini belirlemek amacı ile Pedroni panel tam düzeltilmiş en küçük kareler (FMOLS) ve dinamik en küçük kareler (DOLS) yöntemlerini geliştirmiştir. FMOLS ve DOLS özellikle değişkenlerin birinci dereceden durağan olduğu heterojen panellere uygulandığında en küçük kareler (OLS) yöntemine göre oldukça üstündür (Harb, 2003:1-32).

##### 4.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi

Çalışmada ele alınan ülkelere ait seriler arasında yatay kesit bağımlılığı söz konusu iken, bu durum dikkate alınmadan analiz yapılması sonuçları önemli ölçüde etkileyecektir. Yatay kesit bağımlılığının uygulanacak birim kök ve eşbütünleşme testlerinin seçiminde dikkate alınmaması; yapılan analizin sonuçlarının sapmalı ve tutarsız olmasına neden olacaktır. Burada amaç ele alınan değişkenler için panelde

yer alan ülkelerde meydana gelen şokların birbirlerini etkileyip etkilemediğini ortaya koymaktır. Örneğin Ar&Ge harcamaları değişkeni için İngiltere’de meydana gelen bir şok Almanya’yı etkiliyorsa burada yatay kesit bağımlılığı (cross-section dependence) söz konusudur ve yapılacak analizde bunun göz ardı edilmesi pek de sağlıklı olmayacaktır.

Ele alınan seriler arasında yatay kesit bağımlılığının varlığı, serilerin boyutuna bağlı olarak farklı testler ile test edilebilmektedir. Test seçimi, serilerde zaman boyutu olarak ifade edilen T ve yatay kesit boyutu (ülke sayısı) olarak ifade edilen N değerlerinin karşılaştırması sonucu yapılabilmektedir. Zaman boyutu, yatay kesit boyutundan büyük ( $T > N$ ) olduğu durumda Berusch-Pagan (1980) CDLM1 testi, zaman boyutu yatay kesit boyutuna eşit ( $T=N$ ) olduğu durumda Pesaran (2004) CDLM2 testi ve zaman boyutu yatay kesit boyutundan küçük olduğu durumda ( $T < N$ ) Pesaran (2004) CDLM testi kullanılabilir. Bu çalışmada 8 ülke ( $N=8$ ) ve 19 dönem ( $T=19$ ) olduğundan Berusch-Pagan (1980) CDLM1 testinin kullanılması uygun olacaktır. Fakat bu test, grup ortalaması sıfır olduğu halde bireysel ortalama sıfırdan farklı olduğunda, sonuçlar sapmalı olmaktadır. Pesaran, vd. (2008), bu sapmayı, varyansı ve ortalamayı da test istatistiğine ekleyerek düzeltmişlerdir. Bu sebeple testin ismi düzeltilmiş LM testi olarak literatüre geçmiştir. LM test istatistiği ilk haliyle aşağıdaki gibidir.

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

(2)

Daha sonra yapılan düzeltme ile bu denklem şu hale gelmiştir.

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

(3)

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

Sonuçta elde edilecek test istatistiği, asimtotik olarak standart normal dağılım göstermektedir Pesaran, vd. (2008). Bu teste ait hipotezler şu şekildedir:

$H_0$ : Yatay kesit bağımlılığı yoktur.

$H_1$ : Yatay kesit bağımlılığı vardır.

Test sonucunda elde edilen olasılık değerinin 0.01’den küçük olduğu durumda, %1 anlamlılık düzeyinde  $H_0$  hipotezi reddedilmekte ve paneli oluşturan birimler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğuna karar verilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan değişkenlerde ve oluşturulan eşbütünleşme denkleminde yatay kesit bağımlılığının varlığı Gauss 10 paket programı ve bu program için yazılan kodlar yardımı ile  $LM_{adj}$  testi ile kontrol edilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Yatay Kesit Bağımlılığı ( $LM_{adj}$ ) Testi Sonuçları

Değişkenler CD Testleri	Y		C		L		RD		Eşbütünleşme Denklemleri	
	Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
CD LM1 (Breusch,Pagan 1980)	59.676	0.000	56.463	0.001	38.060	0.097	36.966	0.120	28.139	0.457
CD LM2 (Pesaran 2004 CDLM)	4.233	0.000	3.804	0.000	1.344	0.089	1.198	0.115	0.019	0.493
CDLM (Pesaran 2004 CD)	-0.718	0.236	-1.271	0.102	-1.731	0.042	-2.277	0.011	0.748	0.227
Bias-adjusted CD test	3.211	<b>0.001*</b>	4.085	<b>0.000*</b>	4.275	<b>0.000*</b>	5.150	<b>0.000*</b>	3.908	<b>0.000*</b>

Not:\* %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 1’den görüleceği üzere en alt satırda yer alan ve koyu olarak belirtilen ifadeler sırası ile ekonomik büyüme (Y), sermaye birikimi (C), istihdam düzeyi (L) ve Ar&Ge harcamaları (RD) değişkenlerine ait olasılık değerleridir ve bu değerler 0.01’den küçüktür. Aynı zamanda eşbütünleşme denklemlerine ait olasılık değeri de 0.01’den küçüktür. Bu durumda  $H_0$  hipotezleri güçlü bir şekilde reddedilmiştir. Bu ise gerek serilerde gerekse eşbütünleşme denkleminde yatay kesit bağımlılığının olduğu anlamını taşımaktadır. Yani, bu değişkenler için ülkelerden birinde meydana gelen bir şok diğer ülkeleri de etkilemektedir. Buradan yapılabilecek bir diğer çıkarım, bu ülkelerde karar verici konumunda bulunanlar ekonomi politikalarını belirlerken, diğer ülkelerin durumlarını da göz önünde bulundurmalıdırlar.

Çalışmada ele alınan ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığının bulunması, gerek eşbütünleşme ilişkisinin varlığı gerekse eşbütünleşme denkleminin katsayılarının tahmininde yatay kesit bağımlılığını dikkate alan test yöntemlerinin kullanılmasını gerektirir. Bu nedenle çalışmanın geri kalan aşamalarında, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan 2. nesil panel birim kök testleri ve panel eşbütünleşme analizi yöntemleri kullanılacaktır.

#### 4.2. Panel Birim Kök Testi

Yatay kesit bağımlılığının tespitinden sonra panel veri analizinde bunu dikkate alan 2. nesil birim kök testlerinden biri olan SURADF panel birim kök testi kullanılacaktır. Breuer vd. (2001) tarafından geliştirilen bu test, otokorelasyonu ve değişen varyansı dikkate alarak tahmin sonucu veren bir testtir. Bu testin avantajlı sayılabilecek bir yanı ise panelin birim köklü olması halinde panelde yer alan hangi kesitin birim köklü olduğunu göstermesidir.

SURADF testi, aslında “görünüşte ilişkisiz regresyon” olarak bilinen ve kısaca SUR olarak ifade edilen panel tahmin yöntemine dayalı genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testidir. Tahmin edilecek olan ADF denklemleri 4,5 ve 6 nolu denklemlerde verilmiştir.

$$\Delta y_{1,t} = \alpha_1 + (\rho_1 - 1)y_{1,t-1} + \sum_{i=1} \delta_i \Delta y_{1,t-i} + u_{1,t}$$

(4)



$$\Delta y_{2,t} = \alpha_2 + (\rho_2 - 1)y_{2,t-1} + \sum_{i=1} \delta_i \Delta y_{2,t-i} + u_{2,t} \quad (5)$$

$$\Delta y_{N,t} = \alpha_N + (\rho_N - 1)y_{N,t-1} + \sum_{i=1} \delta_i \Delta y_{N,t-i} + u_{N,t} \quad (6)$$

Burada yer alan N toplam ülke sayısını göstermektedir. Denklemlerden anlaşılacağı gibi genişletilmiş Dickey-Fuller birim kök testi her bir ülke için ayrı ayrı SUR tahmini ile yapılmaktadır. Bu yöntemde N tane temel hipotez ve alternatif hipotez vardır. Her bir ülke için hipotezler şu şekilde ifade edilebilir:

$H_0$ : Seri birim köklüdür.

$H_1$ : Seri durağandır.

Test sonucunda elde edilen test istatistiği değeri, mutlak değerce kritik değerden büyük ise temel hipotez reddedilerek serinin birim köklü değil durağan olduğuna karar verilir. SURADF testinin kritik değerleri, gecikme yapılarını ve kovaryans matrisini kullanan 10.000 tekrarlı Monte Carlo Simülasyonu ile elde edilen bootstrap kritik değerleridir.

Bu çalışmada birim kökün varlığı Gauss 10 paket programı ve bu program için yazılan kodlar yardımı ile SURADF testi ile kontrol edilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 3. Değişkenlere Ait SURADF Birim Kök Testi Sonuçları**

GSYİH Verileri İçin SURADF Test ve Kritik Değerleri					Sermaye Verileri İçin SURADF Test ve Kritik Değerleri				
Ülke	SURADF <sub>t-1</sub>	Kritik Değerler			Ülke	SURADF <sub>t-1</sub>	Kritik Değerler		
		% 1	% 5	% 10			% 1	% 5	% 10
Kanada	3.4977*	7.3242	5.8683	5.2441	Kanada	0.1199*	7.4321	5.7803	4.9447
Fransa	3.3104*	7.2872	5.5657	4.8895	Fransa	2.4886*	8.0101	6.0388	5.2518
Almanya	1.9228*	7.9401	6.3273	5.4839	Almanya	4.5295*	7.6354	5.7353	5.0292
Japonya	2.8566*	6.7509	5.3358	4.6619	Japonya	1.0956*	7.2577	5.5617	4.7792
İtalya	2.8591*	7.2158	5.6345	4.9438	İtalya	3.1879*	7.1375	-5.482	4.7702
Türkiye	0.9296*	7.2791	5.5609	4.8654	Türkiye	4.8636*	10.7065	8.0882	7.0255
İngiltere	3.3506*	7.0817	5.2888	-4.613	İngiltere	3.3688*	8.3502	6.3805	5.4168
ABD	2.8775*	7.1135	5.5145	4.6328	ABD	3.1537*	7.7429	-6.146	5.3737

Emek Verileri İçin SURADF Test ve Kritik Değerleri					Ar&Ge Harcamaları İçin SURADF Test ve Kritik Değerleri				
Ülkele r	SURADF <sub>T,ca</sub>	Kritik Değerler			Ülkele r	SURADF <sub>T,ca</sub>	Kritik Değerler		
		% 1	% 5	% 10			% 1	% 5	% 10
Kana da	- 2.8954 *	- 6.825 8	- -5.477	- 4.813 5	Kanad a	-0.6073*	- 6.9011	- 4.7371	- 3.7491
Frans a	0.3879 *	-8.38	6.322 4	5.465 5	Fransa	0.4722*	- 7.3413	- 5.6959	- 5.0112
Alma nya	- 2.3242 *	- 6.474 4	- -4.778	- 4.047 9	Alman ya	-0.0271*	- 7.3874	- 5.9493	- 5.2713
Japon ya	- 2.4545 *	- 6.494 8	- 4.991 6	- 4.251 4	Japon ya	0.8304*	- 10.170 5	- 7.5412	- 6.3321
İtalya	- 2.8838 *	- 7.974 9	- 6.050 3	- 5.197 6	İtalya	-1.4552*	- 9.4065	- 7.0004	- 5.9627
Türki ye	-4.082*	- 7.057 9	- 5.398 8	- 4.662 3	Türkiy e	0.5406*	- 6.2959	- 4.9367	- 4.3858
İngilt ere	- 1.1937 *	- 7.392 2	- 5.358 8	- -4.607	İngilte re	-2.577*	- 8.0613	- 5.8952	- 5.0389
ABD	0.4769 *	- 7.377 4	- 5.375 6	- 4.589 4	ABD	-0.54*	- 8.0394	- 5.9084	- 5.0635

**Not:** Kritik değerler sırası ile 0.01, 0.5 ve 0.1 anlamlılık düzeylerine göre 10.000 döngü ile Monte Carlo Simülasyonu'ndan hesaplanmıştır. \* ise 0.01 anlamlılık düzeyinde durağanlığı ifade etmektedir.

10.000 defa tekrarlanan Monte Carlo Simülasyonu'ndan elde edilen kritik değerler ile SURADF test istatistiklerinin karşılaştırılması sonucu her bir ülke için birim kökün varlığı sorgulanmaktadır. Tablo 2'den de görüleceği üzere, 1996-2014 dönemini kapsayan yıllarda sırası ile GSYİH, sermaye birikimi, emek ve Ar&Ge harcamaları verileri için çalışmaya konu olan tüm ülkelerde  $H_0$  hipotezi %1 anlamlık düzeyinde kabul edilir. Böylece G7 ve Türkiye'den oluşan panel grubunun sırası ile GSYİH, sermaye birikimi, emek ve Ar&Ge harcamaları panel verilerinin durağan olmayan süreç karakteristiğine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

#### 4.3. Panel Eşbütünlük Testi

Çalışmanın bu kısmında, G7 ile birlikte Türkiye'de büyüme ve Ar&Ge harcamaları arasında eşbütünlük, diğer bir deyişle uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığı test edilmektedir. Diğer testlerde olduğu gibi burada da sermaye birikimi

ve emek değişkenleri teste dahil edilmiştir. Bu amaçla Basher ve Westerlund tarafından geliştirilen eşbütünleşme testi panel veri setine uygulanacaktır.

Basher ve Westerlund (2009) tarafından ortaya konulan bu test, yatay kesit bağımlılığı varlığı durumunda, düzeyde durağan olmayan seriler arasında, eşbütünleşme ilişkisinin varlığını test etmektedir. Ayrıca bu test ele alınan modelde varsa birden fazla yapısal kırılmayı göz önünde bulundurarak tahminleme yoluna gitmektedir. Geliştirilen test istatistiği 7 nolu denklem verilmiştir.

$$Z(M) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M_i+1} \sum_{t=T_{ij-1}+1}^{T_{ij}} \left( \frac{S_{it}^2}{(T_{ij}-T_{ij-1})^2 \hat{\sigma}_i^2} \right) \quad (7)$$

Burada  $S_{it} = \sum_{s=T_{ij-1}+1}^{T_{ij}} \tilde{W}_{st}$  dir.  $\tilde{W}_{it}$  ise tam değiştirilmiş en küçük kareler (EKK) yöntemi benzeri etkin bir tahminciden elde edilmiş kalıntılar vektörüdür.  $\hat{\sigma}_i^2$  ise  $\tilde{W}_{it}$  ye dayalı uzun dönem varyans tahmincisidir.  $Z(M)$ , yatay kesit ortalamaları alınarak sadeleştirildiğinde aşağıdaki şekle gelmektedir:

$$Z(M) = \sum_{t=T_{ij-1}+1}^{T_{ij}} \left( \frac{S_{it}^2}{(T_{ij}-T_{ij-1})^2 \hat{\sigma}_i^2} \right) \sim N(0,1) \quad (8)$$

Elde edilen bu test istatistiği standart normal dağılım göstermektedir. Hipotezler ise şu şekildedir:

$H_0$ : Panele konu olan bütün ülkelerde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır..

$H_1$ : Panele konu olan bazı ülkelerde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur.

Testin sonucunda elde edilen olasılık değeri 0.05'ten büyük ise  $H_0$  kabul edilerek seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu yönünde karar verilir. Olasılık değerinin 0.05'ten küçük olması durumunda ise  $H_0$  rededilerek seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığı yönünde karar verilir (Göçer, vd., 2012: 460). Elde edilen test sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Yapısal Kırılmalı Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları

	Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Karar
Sabit Terimdeki Yapısal Kırılmalar Dikkate Alınmadığında	-0.116	0.546	Panele konu olan bütün ülkelerde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır.
Sabit Terim ve Trenddeki Yapısal Kırılmalar Dikkate Alınmadığında	-0.362	0.641	Panele konu olan bütün ülkelerde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır.

**Not:** Olasılık değerleri, bootstrap kullanılarak 10000 yinleme ile elde edilmiştir. Test modeli olarak, sabitte ve trendde yapısal kırılmaya izin vermeyen model seçilmiştir.

Tablo 4'ten de görüleceği üzere analizde yapısal kırılmaya izin vermeyen modeller seçilmiştir. Bunun nedeni ise yapılan testin kırılma tespit edememiş olmasıdır. Test kırılma olmaması varsayımı altında da sağlıklı sonuçlar verdiği için elde edilen sonuçlar yorumlanabilir. Olasılık değerleri dikkate alındığında 0.05 değerinden büyüktür ve bu da paneli oluşturan ülkeler için eşbütünleşme yani uzun dönemli bir ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır.

#### 4.4 Panel Eşbütünleşme Katsayı Tahmincileri

Eşbütünleşme testi sonucunda  $H_0$ : eşbütünleşme vardır, hipotezi kabul edildiği durumda değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi diğer bir ifade ile uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu söylenmektedir. Bu aşamadan sonra bu ilişkinin yönünün ve derecesinin belirlenmesi için uzun dönem katsayıların tahmin edilmesi gerekmektedir.

Pedroni (2000, 2001), eşbütünleşme katsayı tahmini için panel tam düzeltilmiş en küçük kareler (FMOLS) ve dinamik en küçük kareler (DOLS) yöntemlerini geliştirmiştir. (Harb, 2003).

FMOLS tahmin edicisi,  $\beta_{GFM}^* = N^{-1} \sum_{i=1}^N \beta_{FMI}^*$  olarak ifade edilebilir. Burada  $\beta_{FMI}^*$  panel verinin her bir kesitinin zaman serisi denkleminin FMOLS yöntemiyle tahmin edilmesiyle elde edilir. Benzer şekilde, t-istatistiği de  $t_{\beta_{GFM}^*} = N^{-1/2} \sum_{i=1}^N t_{\beta_{FMI}^*}$  şeklinde yazılabilir (Nazlıoğlu, Soyaş, 2012:1098-1104).

DOLS yöntemi ile eşbütünleşme katsayı tahmininde bulunabilmek adına, Denklem 9'daki panel modelinin her bir kesit için OLS ile tahmin edilmesi gerekmektedir.

$$\ln(gsyih)_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i} \ln(c)_{it} + \beta_{2i} \ln(l)_{it} + \beta_{3i} \ln(rd)_{it} + \sum_{k=-Ki}^{Ki} \alpha_{ik} \ln(c)_{it} + \sum_{k=-Ki}^{Ki} \delta_{ik} \ln(l)_{it} + \sum_{k=-Ki}^{Ki} \theta_{ik} \ln(rd)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

Burada  $-Ki$  ve  $Ki$  öncül ve gecikmeleri ifade etmektedir. Panel DOLS tahmin edicisi sade bir ifade ile  $\beta_{GD}^* = N^{-1} \sum_{i=1}^N \beta_{Di}^*$  olarak ifade edilebilir.  $\beta_{Di}^*$  yukarıdaki denklemin bireysel tahmininden elde edilmektedir. Ayrıca t-istatistiği de  $t_{\beta_{GD}^*} = N^{-1/2} \sum_{i=1}^N t_{\beta_{Di}^*}$  şeklinde yazılabilir (Nazlıoğlu, Soyaş, 2012:1098-1104).

Değişkenler arasında var olduğu kabul edilen uzun dönemli ilişkinin yönünün ve derecesinin belirlenebilmesi adına Pedroni tarafından geliştirilen FMOLS ve DOLS testleri kullanılarak elde edilen sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 5. Eşbütünleşme Katsayı Tahmincileri Analiz Sonuçları

Bağımlı Değişken ln(gsyih)	FMOLS			DOLS		
	Katsayı	Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Katsayı	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
ln ( c )	0.6371	5.466853	0.000*	0.4737	9.532718	0.000*
ln ( l )	3.545	4.890736	0.000*	0.43428	2.987022	0.005*
ln ( rd )	1.1681	7.564971	0.000*	0.37202	3.450503	0.001*

Not: \*:%1 Anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Elde edilen sonuçlara bakıldığında her iki tahminci için de sonuçların anlamlı olduğu görülmektedir. FMOLS tahmincisine göre sermayenin, emeğin ve Ar&Ge harcamalarının %1 istatistiki anlamlılık düzeyinde GSYİH ile pozitif ilişkisinin olduğunu söyleyebiliriz. DOLS tahmincisine göre ilişkilerin yönünün FMOLS tahmincisindeki ile aynı ve bütün değişkenler için istatistiki anlamlılık düzeyinin %1 olduğunu tablodan görmekteyiz.

İlişkilerin derecesinden bahsetmek gerekirse FMOLS tahmincisi için sermaye miktarındaki %1'lik artış sonucunda GSYİH' da %0.637'lik bir artış, emek miktarındaki %1'lik artış sonucunda GSYİH' da %3.545'lik bir artış ve Ar&Ge harcamalarındaki %1'lik artış sonucunda GSYİH' da %1.168'lik bir artış olacağı sonucunu elde ettik. DOLS tahmincisi için sermaye miktarındaki %1'lik artış sonucunda GSYİH'da %0.474'lik bir artış, emek miktarındaki %1'lik artış sonucunda GSYİH' da %0.434' lük bir artış ve Ar&Ge harcamalarındaki %1'lik artış sonucunda GSYİH' da %0.372' lik bir artış olacağı sonucunu elde ettik.

## SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Günümüzde ister ülke ekonomileri isterse -mikro düzeyde- firmalar, ayakta kalabilmek ve başarılı bir şekilde faaliyetlerini sürdürebilmek için tüm yeniliklere ve gelişmelere açık olmak zorundadırlar. Çünkü, ancak bu şekilde rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri mümkün olacaktır. Söz konusu yenilikler yönetim biçimlerinden finansal işlemlere, üretim sürecinden pazarlama yöntemlerine kadar geniş bir yelpazede değerlendirilmeli ve uygulamaya konulmalıdır. Fakat bu yeniliklerin yapılabilmesi ve özellikle üretim sürecine dahil edilebilmeleri ülkelerin veya firmaların Ar&Ge faaliyetleri için gerekli yatırımların yapılmasına bağlıdır. Ar&Ge faaliyetlerinin, teknolojik gelişmelerin ve yeniliğin önemi geleneksel iktisadi büyüme kuramlarından bu yana çeşitli açılardan ele alınmıştır. Modern büyüme teorileri olarak kabul edilen içsel büyüme modelleri ise beşeri sermayenin ve Ar&Ge faaliyetlerinin önemini özellikle vurgulamakta ve teknolojinin ekonomik büyümeye olan katkısını ön plana çıkartmaktadır.

Ekonomik büyümenin içsel faktörlerden Ar&Ge'ye bağlı olarak oluştuğunu savunan bu çalışmada örneklem olarak seçilen G7 ve Türkiye ülkeleri üzerinde Ar&Ge ve ekonomik büyüme arasındaki eşbütünleşme ilişkisi 1996-2014 yıllarına ait veriler ile incelenmiştir. Elde edilen uzun dönemli ilişkinin yönü ve derecesi Panel FMOLS ve Panel DOLS eşbütünleşme katsayı tahmincileri yardımı ile elde edilmiştir. Oluşturduğumuz modelin katsayıları anlaşılır ve anlaşılır bir şekilde FMOLS ve DOLS tahmincilerine göre sırası ile 10 ve 11 nolu denklemlerde verilmiştir.

$$\ln(Y) = 0.637 \ln(c) + 3.545 \ln(l) + 1.1681 \ln(rd) \quad (10)$$

$$\ln(Y) = 0.474 \ln(c) + 0.434 \ln(l) + 0.327 \ln(rd) \quad (11)$$

10 ve 11 nolu denklemlerden de anlaşılacağı gibi Ar&Ge yatırımlarının GSYH içerisindeki payı arttıkça ekonomik büyüme göstergesi olarak kabul edilen GSYH miktarında artmaktadır. Ayrıca modele dahil edilen ve büyümenin temel belirleyicileri kabul gören sermaye ve emek miktarlarındaki artış da beklendiği gibi GSYH miktarında artış meydana getirmektedir.

Sonuç olarak elde edilen bulgular Ar&Ge harcamalarının büyüme için önemini açıkça ortaya koymaktadır. G7 ülkeleri en gelişmiş yedi ülke olarak ifade edilen ve net küresel zenginliğin yaklaşık % 65 ine sahip olan ülkelerdir. Bu ülkelerin sürdürülebilir büyüme adına Ar&Ge harcamalarına büyük önem verdiklerini söyleyebiliriz. Ele alınan ülke grubuna Türkiye'yi de dahil ettiğimizi göz önünde bulundurduğumuzda ülkemizin son yıllarda büyüme adına Ar&Ge harcamalarını arttırdığını açıkça ifade edebiliriz. Fakat göz önünde olan bir başka durum ise yapılan bu harcamaların henüz yeterli seviyeye ulaşmadığı ve bu nedenle özellikle teknolojik anlamda hala ciddi oranda ithalat harcamamızın olduğudur. O halde gerek dış ticaret açığının azaltılması gerek dışa bağımlılığın azaltılması ve gerekse istenilen düzeyde ve süreklilikte ekonomik büyümenin sağlanabilmesi adına Ar&Ge yatırımlarının GSYH içindeki payı artırılmalıdır. Bu konudaki sorumluk ise başta hükümet veya devlet yönetimine daha sonra ülkenn katma değerine katkı sağlayan diğer tüm kuruluşlara düşmektedir.

#### KAYNAKÇA

- Altın, O. Ve Kaya, A.A. “Türkiye’de Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Analizi” Ege Akademik Bakış Dergisi, 2009, Cilt 9, Sayı 1.
- Altıntaş, H. ve Mercan, M. “Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Panel Eşbütünleşme Analizi”, Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 2015, Cilt: 70, Sayı:2, ss. 345-376
- Basher Sayed A., Westerlund, J. “ Panel Cointegration and The Monetary Exchange Rate Model”. Economic Modelling, 2009, Cilt 26, ss. 506-513.
- Breuer, J. B., Mcnown, R. ve Wallace, M. S. “Misleading İnferences From Panel Unit-Root Tests With An İllustration From Purchasing Power Parity”. Review Of International Economics, 2001, Cilt 9, Sayı 3, ss.482–493.

- Breusch, T.S., Pagan, A.R. “The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics”. *Review of Economic Studies*, 1980, Cilt 47, Sayı 1, ss. 239–253.
- Bozkurt, C. “ R&D Expenditure and Economic Growth Relationship in Turkey”. *International Journal of Economic and Finance Issues*, 2015, SCilt 5, Sayı 1, ss. 188-198
- Fernnandez, N., Martinez, V. ve Sanchez-Robles, B. “ R&D and Growth in the Spanish Regions: An Empirical Approximation”. *International Journal of Business and Social Science*, 2015, Cilt 3, Sayı 10.
- Genç, M.C. ve Atasoy, Y. “ Ar&Ge ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi”, *The Journal of Knowledge Economy & Knowledge Management*, 2015, Sayı 5.
- Göçer, İ., Mercan M. ve Hotunluoğlu H. “ Seçilmiş OECD Ülkelerinde Cari İşlemler Açığının Sürdürülebilirliği: Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Çoklu Yapısal Kırılmalı Panel Veri Analizi”. *Maliye Dergisi*, 2012, Cilt163 ss.449-467.
- Guelle, D. Ve Potterie, P.B. “ R&D Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries”, *OECD Economic Studies*, 2001, Sayı 33.
- Gülmez, A. Yardımcıoğlu F. (2012), “OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Eşbütünleşme ve Panel Nedensellik Analizi (1990-2010)”, 2012, *Maliye Dergisi*, Sayı 163.
- Harb, N. “ Money Demand Fuction: A Heterogeneous Panel Application”. *United Arab Emirates University Working Paper*, 2003, Cilt 3, Sayı 4, ss. 1-32.
- Korkmaz, S. “ Türkiye’de Ar-Ge Yatırımları Ve Ekonomik Büyüme arasındaki İlişkinin Var Modeli İle Analizi”, *Journal of Yasar University*, 2012, Cilt 20, Sayı 5. ss.3320-3330
- Narayan, S., Narayan, P.K. ve Mishra, S. “ Investigating the Relationship Between Health and Economic Growth: Empirical Evidence from a Panel of 5 Asian Countries”. *Journal of Asian Economics*, 2010, Cilt 21.
- Nazlıoğlu, Ş., Soytaş, U. “ Oil price, agricultural commodity prices, and the dollar: A panel cointegration and causality analysis. *Energy Economics*”, 2012, Sayı 34, ss. 1098-1104.
- Özcan, A. Ve Arı, A. “ Araştırma-Geliştirme Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi”, *Maliye Dergisi*, 2014, Sayı 166
- Özer, M., Çiftçi, N. “Ar-Ge Tabanlı İçsel Büyüme Modelleri ve Ar-Ge Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi: OECD Ülkeleri Panel Veri Analizi”. *SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2008, Cilt 9, Sayı 16, ss. 219-240.
- Pedroni, P. (2000). “Fully Modified OLS for Heterogeneous Cointegrated Panels”. *Advances in Econometrics*, 2000, Sayı 15, ss. 93-130.
- Pedroni, P. “Purchasing Power Parity Tests In Cointegrated Panels. *Review of Economics and Statistics*”, 2001, Sayı 83, ss. 727-731.

- Pesaran, M.H., Ullah, A. ve Yamagata, T. “A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence. *Econometrics Journal*”, 2008, Sayı 11, Cilt 1, ss.105-127.
- Pessoa, A. “ R&D and Economic Growth: How Strong is the Link?”, *Economic Letters*, 2010, Sayı 107, ss. 152-154
- Sungur, O. Aydın, İ.H. Eren, M.V. “Türkiye’de Ar-Ge, İnovasyon, İhracat ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Asimetrik Nedensellik Analizi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2016, Cilt 21, Sayı 1. ss. 173-192
- Westerlund, J. “A Panel CUSUM Test of the Null of Cointegration”. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 2005, Cilt 67, Sayı 2.