



## İÇSEL BÜYÜME TEORİLERİ KAPSAMINDA AR-GE HARCAMALARI VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ: TÜRKİYE İÇİN ZAMAN SERİSİ ANALİZİ

### THE RELATIONSHIP BETWEEN R&D EXPENDITURES AND ECONOMIC GROWTH WITHIN THE SCOPE OF ENDOGENOUS GROWTH THEORIES: TIME SERIES ANALYSIS FOR TURKEY

Salih ÖZTÜRK<sup>1</sup>  
Uğur ÇINAR<sup>2</sup>

#### ÖZ

Bu çalışmanın temel amacı Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1990-2020 dönemi baz alınarak Türkiye ekonomisi için araştırmaktır. İçsel büyüme teorileri kapsamında oluşturulan modelde ekonomik büyüme, Ar-ge harcamaları, beşeri sermaye ve ticari dışa açıklık serileri yer almaktadır. Yapılan birim kök sınaması sonucunda serilerin 1. mertebeden durağan olmaları Johansen ve Juselius eşbütünleşme analizini uygulamayı mümkün kılmıştır. Daha sonra FMOLS tahmin yöntemi ile serilerin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri araştırılmaktadır. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi ise Granger nedensellik testi yardımıyla incelenmektedir. Ampirik bulgular; kurulan regresyon denklemindeki değişkenler arasında eş bütünleşmenin varlığı belirlenmiştir. Uzun dönem tahmin yöntemi FMOLS'a göre Ar-ge harcamaları, beşeri sermaye ve ticari dışa açıklık değişkenlerinin ekonomik büyümeyi arttırdığı tespit edilmiştir. Nedensellik testi sonuçları ekonomik büyümeden Ar-ge harcamalarına doğru tek yönlü nedenselliğin varlığını kanıtlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** İçsel Büyüme Teorileri, Ar-Ge Harcamaları, Türkiye, FMOLS, Granger Nedensellik Testi

#### ABSTRACT

The main purpose of this study investigate the relationship between R&D expenditures and economic growth for Turkey economy based on the 1990-2020 period. The model created within the scope of endogenous growth theories includes economic growth, R&D expenditures, human capital and trade openness series. As a consequence of the unit root test, the series are stationary at rank 1 and this situation making possible to apply the Johansen and Juselius cointegration analysis. Afterwards, the effects of the series on economic growth are investigated using the FMOLS estimation method. The causality relationship between variables is examined with the aid of the Granger causality test. Empirical findings; The existence of cointegration between the variables in the regression equation has been determined. According to the long-term estimation method FMOLS, it has been determined that the variables of R&D

<sup>1</sup> Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, [salihozturk@nku.edu.tr](mailto:salihozturk@nku.edu.tr), 0000-0001-6851-951X

<sup>2</sup> Doktora öğrencisi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, [ugurcinar1989@windowslive.com](mailto:ugurcinar1989@windowslive.com), 0000-0001-6978-6919

expenditures, human capital and trade openness increase economic growth. Causality test results prove the existence of one-way causality from economic growth to R&D expenditures..

**Keywords:** Endogenous Growth Theories, R&D Expenditures, Turkey, FMOLS, Granger Causality Test

## 1. GİRİŞ

Sürekli olarak değişimlerin yaşandığı günümüzde uluslararası rekabet gücünü korumak ve artırmak amacıyla gerçekleştirilen Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri ekonomiler açısından zorunlu hale gelmektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesi ve toplumun refah seviyesinin artırılmak istenmesi amacıyla Ar-Ge birimlerine ve faaliyetlerine yapılan yatırımlar sonucunda emek-yoğun üretim yerine teknoloji-yoğun üretim ile hem katma değeri yüksek ürünler üretilmektedir hem de ölçek ekonomileri kapsamında üretim maliyetleri düşürülebilmektedir. Bu sayede pazar payı gelişen ekonomilerin uluslararası ticarete diğer ekonomilere karşı avantaj sağlamasından dolayı Ar-Ge tabanlı ekonomik büyüme konusu yakın dönemde araştırmacıların ve çeşitli teorisyenlerin ilgisini çekmektedir.

İçsel büyüme teorileri kapsamında R. Lucas (1988) beşeri sermaye ve teknolojik gelişmenin üretimde verimlilik artışı sağlayarak ekonomik büyümeyi pozitif olarak etkilediğini ileri sürmektedir. Daha sonra R. Barro (1990) içsel büyüme modeline kamu harcamalarını dâhil etmektedir. Barro'ya göre Ar-ge gibi verimli alanlara yapılan kamu yatırımları ekonomik büyümede artırıcı etki yaratmaktadır. Lucas (1988) ve Barro (1990) her ne kadar ekonomik büyüme modellerinde teknolojik gelişmenin önemine vurgu yapsalar da Ar-Ge tabanlı ekonomik büyüme modeli ilk olarak Romer (1990) tarafından ele alınmaktadır.

Romer çalışmasında üç temel özellikten bahsetmektedir. Bunlardan ilki teknolojik değişimin hammadde kullanımındaki bilgiyi geliştirmesinden dolayı ekonomik büyümenin merkezinde yer almasıdır. Teknolojik değişim sayesinde beşeri sermaye teşviki oluşmakta ve böylece üretimde verimlilik artışı sağlamaktadır. İkinci olarak teknolojik değişimin piyasa teşviklerine yanıt verenlerin eylemlerinden dolayı ortaya çıktığını ileri sürmekte bu da kurulan modeli içsel bir modele dönüştürmektedir. Ancak teknolojik değişime katkıda bulunan herkesin piyasa teşvikleriyle motive edildiği anlamına gelmemelidir. Buradaki temel nokta, piyasa teşviklerinin yeni bilginin kar sağlayan mallara dönüştürülmesi sürecinde önemli bir rol oynadığıdır. Üçüncü özellik ise bilginin doğası gereği diğer ekonomik mallardan farklı olmasıdır. Teknolojik gelişim sayesinde oluşan yeni üretim tekniklerinin maliyeti bir kere oluştuktan sonra bu teknikler hiçbir ek ücret ödemediği için tekrar tekrar kullanılabilir (Romer, 1990: 72). Teknolojik gelişimin sağladığı güç (avantaj) ile firmalar, tam rekabet koşullarındaki zayıf konumundan, eksik rekabet piyasasında tekelleri firmalara dönüşerek faaliyetlerini sürdürmektedir. (Erdoğan-Canbay, 2016: 38).

Grossman ve Helpman (1990) çalışmasında teknolojik gelişme ve ticari dışa açıklığı birlikte ele almaktadır. Ar-Ge harcamalarına yapılan yatırımın büyümeye artırıcı etki yaptığını ancak diğer faktörlere yapılan yatırımın artması sonucunda büyümenin yavaşlayacağını savunmaktadır. Ar-Ge faaliyetlerinde karşılaştırmalı üstünlüğe sahip bir ülkede, araştırmalar sübvansede edildiğinde büyüme hızında artış gerçekleşecektir. Ancak

benzer bir sübvansiyon inovasyondan ziyade imalat sektörüne kaydırıldığında büyüme hızında düşüş yaşanacaktır.

Aghion ve Howitt (1992)'e göre toplumların örgün eğitim, iş başında eğitim, temel bilimsel araştırma, yaparak öğrenme, süreç yenilikleri ve ürün yeniliği dâhil olmak üzere bilgi biriktirdiği birçok süreç vardır. Bunlardan birisi de "yaratıcı yıkım" sürecidir. Buna göre üretilen yeni ve daha iyi ürünler kendilerinden önceki ürünleri eskimiş hale getirmektedir. Dolayısıyla bu durum bir süre boyunca devam eden tekelci kârları ortadan kaldırmaktadır. Böylece yeni dönem tekelci kârları elde etme amacıyla kalite geliştirme uğraşları ekonomik büyüme hızını artırmaktadır.

Teorik çerçeve ışığında çalışmanın temel amacı 1990-2020 yılları arasında Türkiye'de Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ampirik olarak incelemektir. Literatür araştırmaları sonucunda bu konuda yeterli düzeyde veri bulunamamasından dolayı panel veri analizine yönelik çalışmalar yapıldığı ya da eksik veri dönemleri ile zaman serisi analizlerinin uygulandığı gözlemlenmiştir. Bu gibi nedenlerden dolayı, yapılan çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmanın giriş bölümünde konuyla ilgili farklı teorilere değinildikten sonra ikinci bölümde çeşitli veri dönemleri baz alınarak yapılan çalışmaların yer aldığı literatür bulunmaktadır. Üçüncü bölümde ekonomik büyüme, Ar-ge harcamaları, beşeri sermaye ve ticari dışa açıklık değişkenlerinin yer aldığı ekonometrik model ve bu modelde kullanılan serilerin tanımlayıcı istatistikleri yer almaktadır. Dördüncü bölümde çalışmada uygulanan metodolojiye değinildikten sonra beşinci bölümde uygulanan analizler sonucunda ulaşılan sonuçlar yer almaktadır. Çalışma sonuç kısmı ile tamamlanmaktadır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Özcan ve Arı (2014) ekonomik büyüme ile Ar-ge harcamaları arasındaki ilişkiyi bazı OECD ülkeleri için 1990-2011 yılları arasında büyüme, sermaye, dış ticaret ve Ar-Ge harcamalarından oluşan model ile araştırmıştır. Çalışmada serilerin durağanlık mertebeleri belirlendikten sonra eş bütünleşme ve uzun dönem parametre tahmini yapılmıştır. Elde edilen sonuca göre tüm ülkeler baz alındığında Ar-Ge harcamaları ekonomik büyümeyi uzun dönemde pozitif olarak etkilemektedir.

Yıldırım ve Kantarcı (2018) ekonomik büyüme ve Ar-Ge harcamaları arasındaki ilişkiyi 15 gelişmekte olan ülke için 1998-2013 dönemini baz alarak araştırmaktadır. Serilerin birim kök analizi çeşitli panel birim kök testleri ile yapılmaktadır. Daha sonra Panel EKK kullanılarak seriler arasındaki ilişki değerlendirilmektedir. Sonuç olarak ekonomik büyüme ve Ar-Ge harcamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanılmamaktadır.

Silaghi vd. (2014) 1998-2008 döneminde Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinin büyümesini açıklamadaki özel sektör ve kamu sektörünün araştırma ve geliştirme rolünü ampirik olarak tahmin etmektedir. Çalışmada Arellano-Bond'un GMM tahmincisi kullanılmaktadır. Bulgular, özel sektör Ar-Ge yoğunluğundaki artışın, bu ülkelerde ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir. Kamu sektörü Ar-Ge harcamaları ise istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Zafar vd. (2014) Asya-Pasifik Ekonomik İşbirliği Ülkeleri'nin yer aldığı çalışmada için ekonomik büyüme ile Ar-ge harcamaları arasındaki ilişkiyi 1990-2015 yılları arasında incelemektedir. Serilerin Panel CIPS ve Panel CADF testleri kullanılarak birim kökleri araştırılmaktadır. Seriler arasındaki eş bütünleşme ilişkisi Westerlund testi ile belirlendikten sonra Panel FMOLS analizi kullanılarak değişkenlerin uzun dönem parametre tahminleri gerçekleştirilmektedir. Son olarak Dumitrescu ve Hurlin testi vasıtasıyla serilerin nedensellik ilişkisi incelenmektedir. Ampirik bulgular Ar-Ge harcamalarının uzun dönemde ekonomik büyümeyi arttırdığını göstermektedir. Ayrıca ekonomik büyümeden Ar-ge harcamalarına ve Ar-ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.

Choi ve Yi (2018) GMM tahmincisi ile ekonomik büyüme, internet ve Ar-ge arasındaki ilişkiyi 1994-2014 dönemi için 105 ülkede araştırmaktadır. Elde edilen bulgular internetin; Ar-ge harcamalarının ekonomik büyümeyi arttırıcı etki yaptığını ve ekonomik büyüme üzerindeki olumlu tesirinin Ar-ge harcamalarında ki artış ile güçlendiğini göstermektedir.

Can vd. (2017) G-7 ülkeleri örneğinde 1996-2011 dönemi için ekonomik büyüme, Ar-ge harcamaları, ve doğrudan yabancı yatırım değişkenleri arasındaki ilişkinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmanın ampirik bölümünde Pedroni ve Kao eş bütünleşme testleri, Panel Granger Nedenselliği kullanılmıştır. Elde edilen bulgular serilerin uzun dönemde eş bütünleşik olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte ekonomik büyümenin Ar-Ge harcamalarının nedeni olduğu uygulanan nedensellik testi ile belirlenmiştir.

Yuming ve Li (2007) tarafından Çin ekonomisi için 1953-2004 dönemi baz alınarak ekonomik büyüme ve Ar-ge arasındaki ilişki araştırılmaktadır. Serilerin durağanlık analizleri ADF birim kök testi yardımıyla yapıldıktan sonra Engle-Granger eş bütünleşme testi uygulanmıştır. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi Granger analizi kullanılarak yapılmıştır. Bulgular Ar-Ge harcamalarının nedeninin ekonomik büyüme olduğunu göstermektedir.

Köse vd. (2020) Avrupa Birliği ülkeleri için 1997-2014 yılları arasında Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri yöntemiyle incelemektedir. Serilerin birim kök sınaması yapıldıktan sonra Westerlund testi yardımıyla seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı araştırılmıştır. Daha sonra PMG tahmincisi ile serilerin parametre tahminleri yapılmaktadır. Bulgular uzun dönemde ekonomik büyümenin Ar-ge harcamaları tarafından pozitif olarak etkilediğini göstermektedir.

Ndlovu ve Lotz (2020) BIRCS ülkeleri için 1996-2015 yılları arasında panel veri yöntemiyle ekonomik büyüme-Ar-ge harcamaları ilişkisini araştırmaktadır. Serilerin birim kök içerip içermediği çeşitli Panel birim kök testleri kullanılarak incelenmektedir. Panel Johansen prosedürü ise serilerin eş bütünleşme ilişkisini belirlemiştir. Serilerin nedensellik ilişkisi Panel Granger yöntemi ile sınanmıştır. Bulgular ekonomik büyümenin Ar-ge harcamalarının nedeni olduğuna işaret etmektedir.

Gülmez ve Yardımcıoğlu (2012) 21 OECD ülkesi için 1990-2010 döneminde Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Çalışmada kullanılan değişkenlerin durağanlık mertebeleri Panel LLC ve IPS birim kök testleri yardımıyla belirlendikten sonra Pedroni ve Kao eş bütünleşme testleri uygulanmıştır. Panel DOLS ve FMOLS testleri ile uzun dönem parametre tahmini yapılmıştır. Son olarak Canning ve Pedroni nedensellik analizi vasıtasıyla serilerin nedensellik ilişkisi belirlenmiştir. Sonuçlar Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeyi uzun dönemde artırdığını göstermektedir. Ayrıca Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedenselliğin varlığı kanıtlanmaktadır.

Taş vd. (2017) Varyans Ayrıştırma, Etki-Tepki ve Granger nedensellik testi kullanarak Türkiye için 2005-2015 döneminde Ar-ge harcamaları-ekonomik büyüme ilişkisini araştırmaktadır. Bulgular ekonomik büyümenin Ar-ge harcamalarının nedeni olduğunu göstermektedir

Güneş (2019) 2000-2014 dönemi baz alınarak 32 OECD ülkesi için ekonomik büyüme ve Ar-Ge harcamaları arasındaki ilişkiyi test etmektedir. Çalışmada serilerin durağanlık mertebeleri Panel LLC birim kök testi vasıtasıyla incelendikten sonra seviyede durağan oldukları görülmektedir. Bu sebeple eş bütünleşme analizine gerek duyulmaksızın Panel Granger nedensellik testi yapılmaktadır. Bulgular ekonomik büyümeden Ar-Ge harcamalarına doğru tek yönlü bir nedenselliği kanıtlamaktadır.

Peng (2010) 1987-2007 yılları arasında Çin ekonomisi için Ar-Ge ile ekonomik büyüme ilişkisini araştırmaktadır. Serilerin durağanlık seviyeleri belirlendikten sonra aralarındaki eş bütünleşmenin varlığına karar verilmiştir. Son olarak Ar-ge harcamalarının ekonomik büyümenin nedeni olduğu Granger nedensellik analizi ile kanıtlanmaktadır.

Inekwe (2015) Ar-ge-ekonomik büyüme ilişkisini incelemek amacıyla 66 ülkeden oluşan örnekleminde 2000-2009 dönemi baz alınmaktadır. Üst-orta gelir düzeyine sahip ekonomilerde Ar-ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi pozitif, düşük gelire sahip ekonomilerde ise önemsiz olarak GMM tahmincisi tarafından belirlenmiştir.

Sağlam vd. (2017) 1996-2014 dönemi için 26 ülkede Ar-Ge ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri yöntemiyle incelemektedir. Çalışmada serilerin durağanlık analizleri Panel CADF ve Hodri-Kurozomi analizi kullanılarak yapılmaktadır. Seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi ise Westerlund prosedürü ile tespit edilmektedir. Dumitrescu-Hurlin nedensellik analizi yardımıyla değişkenlerin nedensellik ilişkisi araştırılmaktadır. Sonuçlar Ar-ge harcamalarının ekonomik büyümenin nedeni olduğunu göstermektedir.

Çelik (2020) Seçilmiş 10 OECD ülkesi için 2000-2016 veri döneminde Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Panel veri analizi yöntemi kullanmıştır. Çalışmadaki serilerin durağanlık mertebeleri Hadri ve Kuruzomi testi ile belirlenmiştir. Serilerin durağan seviyede birim kök içermediğinin anlaşılması üzerine eş bütünleşmenin varlığı kabul edilerek nedensellik analizine geçilmiştir. Dumitrescu-Hurlin testi ile seriler arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmış

ancak Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında istatistiki açıdan anlamlı bir nedenselliğe rastlanılmamıştır.

İspiroğlu ve Kılıç (2019) 15 ülke için 1996-2015 döneminde Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. CADF birim kök testi kullanılarak serilerin durağanlık seviyeleri belirlendikten sonra Durbin-H testi yardımıyla seriler arasındaki eş bütünleşme ilişkisi incelenmektedir. Son olarak Dumitrescu ve Hurlin testi ile seriler arasındaki nedensellik ilişkisi belirlenmiştir. Ampirik bulgular Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedenselliğe işaret etmektedir.

Dereli ve Salğar (2019) 1990-2015 yılları arasında Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisini Türkiye için incelemektedir. ADF birim kök testi yardımıyla serilerin birim kök içerip içermediği test edildikten sonra Johansen eş bütünleşme analizi ile seriler arasındaki eş bütünleşme ilişkisi belirlenmiştir. Seriler arasındaki nedenselliğin varlığı ve yönü ise VECM Granger testi ile tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki çift yönlü nedenselliğin varlığını kanıtlamaktadır.

Torun ve Çabaş (2020) Türkiye’de Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini 1990-2018 veri dönemini baz alarak araştırmaktadır. Çalışmada ADF ve PP birim kök testleri, Johansen eş bütünleşme analizi, FMOLS/DOLS uzun dönem katsayı tahmincisi ve Granger nedensellik analizi kullanılmıştır. Bulgular Ar-Ge harcamalarındaki bir birimlik artışın ekonomik büyümeyi arttırdığını ve Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedenselliğin varlığını göstermektedir.

Oğuz (2020) Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini 1997-2017 döneminde G8 ülkeleri için incelemektedir. Çalışmada serilerin durağanlık seviyeleri Im, Pesaran ve Shin birim kök testi ile belirlenmiştir. Daha sonra Arellano, Froot ve Rogers tahmincisi kullanılmıştır. Sonuç olarak Ar-Ge’deki bir birimlik artışın ekonomik büyümeyi 0.363 oranında arttırdığı kanıtlanmaktadır.

**Tablo 1.** Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki Üzerine Gerçekleştirilen Bazı Ampirik Çalışmalar

| Yazar                       | Ülke/Dönem     | Metodoloji                                   | Eşbütünleşme  | Uzun Dönem Etkisi | Nedensellik   |
|-----------------------------|----------------|--|---------------|-------------------|---------------|
| Özcan ve Arı (2014)         | 1990-2011      | Smith birim kök testi                        | Var           | Pozitif           | Araştırılmadı |
|                             | 15 OECD ülkesi | Westerlund eşbütünleşme testi<br>Panel FMOLS |               |                   |               |
| Yıldırım ve Kantarcı (2018) | 1998-2013      | Panel LLC,IPS, ADF,PP testi                  | Araştırılmadı | Araştırılmadı     | Araştırılmadı |
|                             | 15 ülke        | Panel EKK                                    |               |                   |               |
| Silaghi vd. (2014)          | 1998-2008      | GMM tahmincisi                               | Araştırılmadı | Araştırılmadı     | Araştırılmadı |
|                             | Orta ve        |  |               |                   |               |

|                                     | Doğu<br>Avrupa<br>ülkeleri   |  |               |               |               |
|-------------------------------------|--|--|---------------|---------------|---------------|
| Zafar vd.<br>(2014)                 | 1990-2015<br><br>Asya-Pasifik<br>Ekonomik<br>İşbirliği<br>Ülkeleri | Panel CIPS, CADF testi<br><br>Westerlund testi<br><br>Panel FMOLS tahmincisi<br><br>Dumitrescu ve Hurlin testi | Var           | Pozitif       | GDP↔RD        |
| Choi ve Yi<br>(2018)                | 1994-2014<br><br>105 ülke  | GMM  | Araştırılmadı | Araştırılmadı | Araştırılmadı |
| Can vd.<br>(2017)                   | 1996-2011<br><br>G-7 ülkeleri                                      | Pedroni ve Kao testi<br><br>Panel Granger testi  | Var           | Araştırılmadı | GDP→RD        |
| Yuming ve Li<br>(2007)              | 1953-2004<br><br>Çin   | ADF testi<br><br>Engle-Granger testi<br><br>Granger testi  | Var           | Araştırılmadı | GDP→RD        |
| Köse vd.<br>(2020)                  | 1997-2014<br><br>AB ülkeleri                                       | Panel ADF, IPS testi<br><br>Westerlund testi<br><br>PMG tahmincisi   | Var           | Pozitif       | Araştırılmadı |
| Ndlovu ve<br>Lotz<br>(2020)         | 1996-2015<br><br>BRICS<br>ülkeleri                                 | Panel LLC,IPS,ADF,PP testi<br><br>Panel Johansen testi<br><br>Panel Granger testi                              | Var           | Araştırılmadı | GDP→RD        |
| Gülmez ve<br>Yardımcıoğlu<br>(2012) | 1990-2010<br><br>21 OECD<br>ülkesi                                 | Panel LLC, IPS testi<br><br>Pedroni ve Kao testi<br><br>Panel DOLS, FMOLS<br><br>Canning ve Pedroni testi      | Var           | Pozitif       | GDP↔RD        |
| Taş vd.<br>(2017)                   | 2005-2015<br><br>Türkiye   | Varyans Ayrıştırma analizi<br><br>Etki-Tepki analizi<br><br>Granger testi                                      | Araştırılmadı | Araştırılmadı | GDP→RD        |
| Güneş                               | 2000-2014  | Panel LLC testi  | Var           | Araştırılmadı | GDP→RD        |

|                    |                      |  |               |               |               |
|--------------------|----------------------|--|---------------|---------------|---------------|
| (2019)             | 32 OECD ülkesi       | Panel Granger testi  |               |               |               |
| Peng               | 1987-2007            | ADF testi  | Var           | Araştırılmadı | RD→GDP        |
| (2010)             | Çin                  | Engle-Granger testi<br>Granger testi   |               |               |               |
| Inekwe (2015)      | 2000-2009<br>66 ülke | GMM tahmincisi   | Araştırılmadı | Araştırılmadı | Araştırılmadı |
| Sağlam vd. (2017)  | 1996-2014<br>26 ülke | Panel CADF<br>Hodri-Kurozomi testi<br>Westerlund testi<br>Dumitrescu ve Hurlin testi | Var           | Araştırılmadı | RD→GDP        |
| Çelik              | 2000-2016            | Hadri ve Kuruzomi testi  | Var           | Araştırılmadı | RDxGDP        |
| (2020)             | 10 OECD ülkesi       | Dumitrescu-Hurlin testi  |               |               |               |
| İspiroğlu ve Kılıç | 1996-2015<br>15 ülke | CADF testi<br>Durbin-H testi<br>Dumitrescu-Hurlin testi                              | Var           | Araştırılmadı | GDP↔RD        |
| (2019)             |                      |  |               |               |               |
| Dereli ve Salğar   | 1990-2015<br>Türkiye | ADF testi<br>Johansen testi<br>VECM Granger testi                                    | Var           | Araştırılmadı | RD→GDP        |
| (2019)             |                      |  |               |               |               |
| Torun ve Çabaş     | 1990-2018<br>Türkiye | ADF ve PP testi<br>Johansen testi<br>FMOLS ve DOLS testi<br>Granger testi            | Var           | Pozitif       | RD→GDP        |
| (2020)             |                      |  |               |               |               |
| Oğuz               | 1997-2017            | Im,Pesaran ve Shin testi   | Araştırılmadı | Araştırılmadı | Araştırılmadı |
| (2020)             | G8 ülkeleri          | Arellano,Froot ve Rogers tahmincisi  |               |               |               |

Not: Tabloda gösterilen “GSYH ve RD” simgeleri sırasıyla ekonomik büyüme ve Araştırma-Geliştirme harcamalarını temsil etmektedir. Tablodaki “↔” çift yönlü nedenselliği, “→” tek yönlü nedenselliği, “x” ise nedenselliğin bulunmadığı durumları göstermektedir.



### 3. EKONOMETRİK MODEL VE VERİ SETİ

Ar-Ge tabanlı içsel büyüme teorileri ve incelenen literatür kapsamında oluşturulan ampirik model Türkiye ekonomisi için 1990-2020 dönemi araştırılmaktadır. Modelde yer alan GDP; ekonomik büyüme göstergesi, RD; Ar-Ge harcamalarını, CAP; beşeri sermaye ve TRADE; dış ticareti temsil etmektedir.

$$LGDP = \beta_0 + \beta_1RD + \beta_2CAP + \beta_3TRADE + \varepsilon_t \quad (1)$$

(1) numaralı denklemde yer alan GDP; toplam reel geliri (2010 \$ sabit fiyatlarıyla), RD; Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payını, CAP; eğitim harcamalarının Gayri Safi Yurtiçi Yatırımlar içindeki payını ve TRADE; ticari açıklık oranını göstermektedir. Araştırmada kullanılan GDP, CAP ve TRADE verileri Dünya Bankası veri tabanından, RD ise OECD veri tabanından elde edilmiştir. 1990-2020 döneminde GDP, RD ve TRADE değişkenlerinin 2020 yılı ile CAP değişkeninin 2019-2020 yılına ait eksik veriler ARIMA prosedürü kullanılarak tahmin edilmiştir.

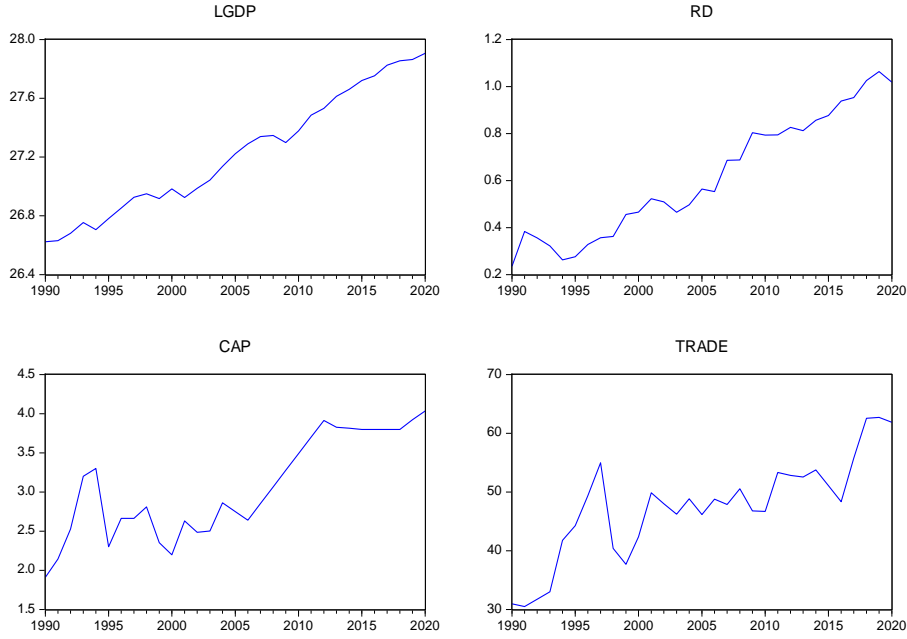
Çalışmada kullanılan serilerin mod, medyan, standart sapma gibi çeşitli tanımlayıcı istatistikleri Tablo 2'nin Panel A kısmında, seriler arasındaki korelasyon ise Panel B kısmında gösterilmektedir. Ayrıca araştırma için seçilen değişkenlerin 1990-2020 yılları arasındaki eğilimi Grafik 1'de gösterilmektedir. Tablo 2'nin Panel B kısmı incelendiğinde ekonometrik analiz için kurulan regresyon modelindeki değişkenler arasında pozitif ilişki olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler (1990-2020)

| <i>Panel A: İstatistikler</i>       |             |           |            |              |
|-------------------------------------|-------------|-----------|------------|--------------|
|                                     | <b>LGDP</b> | <b>RD</b> | <b>CAP</b> | <b>TRADE</b> |
| <b>Ortalama</b>                     | 27.2254     | 0.6144    | 3.0650     | 47.4611      |
| <b>Medyan</b>                       | 27.2227     | 0.5529    | 2.8600     | 48.3281      |
| <b>Maximum</b>                      | 27.9063     | 1.0636    | 4.0342     | 62.6828      |
| <b>Minimum</b>                      | 26.6239     | 0.2355    | 1.9090     | 30.4760      |
| <b>Std. Sapma</b>                   | 0.4106      | 0.2572    | 0.6404     | 8.5507       |
| <b>Çarpıklık</b>                    | 0.1916      | 0.2077    | 0.0347     | -0.3351      |
| <b>Basıklık</b>                     | 1.7448      | 1.7007    | 1.6495     | 2.8140       |
| <b>Gözlem</b>                       | 31          | 31        | 31         | 31           |
| <i>Panel B: Korelasyon Matriksi</i> |             |           |            |              |
| <b>LGDP</b>                         | 1.0000      | 0.9628    | 0.8647     | 0.8018       |

|              |        |        |        |        |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| <b>RD</b>    | 0.9628 | 1.0000 | 0.8468 | 0.7658 |
| <b>CAP</b>   | 0.8647 | 0.8468 | 1.0000 | 0.6967 |
| <b>TRADE</b> | 0.8018 | 0.7658 | 0.6967 | 1.0000 |

**Grafik 1.** Serilerin Zaman İçindeki Seyri (1990-2020)



## 4. METODOLOJİ

Çalışmada kullanılan ampirik metodoloji dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde Perron (1997) tarafından geliştirilen yapısal kırılmalı birim kök testi Innovational Outlier (IO) modeli ile serilerin durağanlık seviyeleri tespit edilmektedir. İkinci bölümde Johansen-Juselius (1990) tarafından geliştirilen test ile değişkenler arasındaki eş bütünleşme ilişkisi analiz edilmektedir. Üçüncü bölümde FMOLS analizi ile GDP, R&D, CAP ve TRADE değişkenlerinin uzun dönem parametreleri tahmini edilmektedir. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin Granger nedensellik testi yardımıyla belirlenmesi ile ampirik analiz tamamlanmaktadır.

### 4.1. Perron (1997) Birim Kök Testi

Perron (1997) tek yapısal kırılmaya izin veren birim kök testinde Perron (1989) testinin aksine kırılma tarihi dışsal olarak değil içsel bir değer olarak belirlenmektedir. Bu testte Innovational Outlier (Yenileşim Aykırı Değer) ve Additive Outlier (Toplamsal Aykırı Değer) olmak üzere iki farklı model bulunmaktadır. Innovational Outlier modeli farklı dönemlerde meydana gelen ekonomik şokların kademeli olarak saptanabilmesi avantajını kapsamından dolayı çalışmada tercih edilmiştir. Modelin denklemi (2) numaralı eşitlikte gösterilmektedir (İğde, 2010: 56).

$$Y_t = \mu + \Theta Du_t + \beta_t + \delta D(T_b)_t + \alpha y_{t-1} + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-1} + e_t \quad (2)$$

(2) numaralı denklemden elde edilen t-istatistik değeri ile hipotezler sınanarak birim kökün varlığına karar verilmektedir. Ayrıca (2) numaralı denklemde yer alan;

$$DU_t : \begin{cases} 1 & t > T_b \\ 0 & d.d. \end{cases}$$

$$D(T_b)_t : \begin{cases} 1 & t = T_b + 1 \\ 0 & d.d. \end{cases}$$

#### 4.2. Johansen ve Juselius (1990) Eşbütünleşme Testi

Değişkenler arasındaki eş bütünleşme ilişkisinin varlığı çeşitli testlerle yapılabilmektedir. Bunlardan biri olan Johansen ve Juselius (1990) I(1) olarak tespit edilen değişkenlerin eşbütünleşik olup olmadıklarını araştırmak amacıyla bir test geliştirmiştir. Testin ilk adımı olarak kurulan VAR modeli (3) numaralı denklemde gösterilmektedir (Baki, 2018:77).

$$\Delta Y_t = \mu + \Pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (3)$$

Bu denklemde:  $\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I$ ,  $\Gamma_i = -\sum_{j=i+1}^p A_j$  olarak hesaplanmaktadır.

Eşbütünleşmenin varlığını ve sayısını saptayabilmek amacıyla geliştirilen “iz test istatistiği” ve “maksimum öz değer test istatistiği” formülleri ise (4) ve (5) numaralı denklemlerde gösterilmektedir.

$$J_{iz} = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \lambda_i) \quad (4)$$

$$J_{max} = -T \ln(1 - \lambda_{r+1}) \quad (5)$$

İz test istatistiğinde sıfır hipotezi eşbütünleşmeye sahip vektör sayısının r kadar veya r’den az olduğunu, alternatif hipotez ise r’den fazla eşbütünleşik vektör olduğunu belirtmektedir. Maksimum öz değer test istatistiğinde sıfır hipotezi eşbütünleşik vektör sayısının r’ye eşit olduğu, alternatif hipotez ise r+1 tane eşbütünleşik vektör olduğunu belirtmektedir.

#### 4.3. FMOLS Uzun Dönem Katsayı Tahmini

Eşbütünleşme analizi sonucunda seriler arasında uzun dönemli bir ilişki belirlenmiş ise; bu serilerin katsayı tahmininde sapmasız, tutarlı ve etkinlik özelliklerinin kaybolması sebebiyle EKK yöntemi kullanılamamaktadır. Bu sorunu çözmek amacıyla Phillips ve Hansen (1990) tarafından EKK modeli geliştirilmiştir. Bu yöntemin teorik temelleri (6) ve (7) numaralı denklemlerde gösterilmektedir:

$$Y_t = \beta X_t + \gamma_1 D_t + v_{1t} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} X_t &= \Gamma_{21}D_{1t} + \Gamma_{22}D_{2t} + \varepsilon_t , \\ \Delta\varepsilon_t &= v_{2t} \end{aligned} \quad (7)$$

6 ve 7 numaralı denklemlerdeki sıfır ortalamalı ve birim kök içermediği varsayılan  $v_t = (v_{1t}, v_{2t})$  hata terimlerinden  $\Omega$  ve  $\Lambda$  uzun dönem kovaryans matrisleri elde edilmektedir. Bunlar (8) ve (9) numaralı eşitliklerde belirtilmektedir.

$$\Lambda = \sum_{j=0}^{\infty} E(v_t v_{t-j}) = \begin{bmatrix} \Lambda_{11} & \Lambda_{12} \\ \Lambda_{21} & \Lambda_{22} \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$\Omega = \sum_{j=-\infty}^{\infty} E(v_t v_{t-j}) = \begin{bmatrix} \omega_{11} & \omega_{12} \\ \omega_{21} & \omega_{22} \end{bmatrix} = \Lambda + \Lambda' - \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Uzun dönem kovaryans matrislerinin hesaplanmasının ardından Tam Düzeltilmiş EKK (FMOLS) tahmincisi 10 numaralı denklem yardımıyla elde edilmektedir.

$$\theta = \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{\gamma} \end{bmatrix} = \left( \sum_{t=1}^T X_t Y_t' - T\lambda_{12}^+ \right) \left( \sum_{t=1}^T X_t X_t' \right)^{-1} \quad (10)$$

#### 4.4. Granger (1969) Nedensellik Analizi

Değişkenler arasında uzun dönemde nedenselliğin varlığı ve yönü çeşitli nedensellik testleri yardımıyla analiz edilebilmektedir. Araştırmalarda sıklıkla kullanılan testlerden biri olan Granger nedensellik analizi VAR modeli yardımıyla seriler arasındaki nedenselliğin varlığını belirlemektedir. Granger nedensellik sınaması (11) ve (12) numaralı denklemler yardımıyla yapılmaktadır.

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^k \alpha_{2i} X_{t-i} + u_{1t} \quad (11)$$

$$X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^l \beta_{1i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^l \beta_{2i} Y_{t-i} + u_{2t} \quad (12)$$

(11) ve (12) numaralı eşitliklerden yola çıkarak nedenselliğin belirlenebilmesi için  $H_0: \alpha_0 = \alpha_1 = \dots = \alpha_k = 0$  ile  $H_0: \beta_0 = \beta_1 = \dots = \beta_l = 0$  olarak belirlenen hipotezlerden biri reddedildiğinde seriler arasında tek yönlü nedenselliğin varlığı kabul edilirken, hipotezlerin ikisinin de reddedilmesi durumunda seriler arasında çift yönlü nedenselliğin varlığı belirlenmektedir. Kurulan bu hipotezler ile ilgili karar hesaplanan F-istatistik değeri ile verilmektedir. F-istatistik değeri F-tablo değerinden küçükse  $H_0$  reddedilmektedir (Çetin, 2009: 367).

## 5. AMPİRİK BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde ekonometrik analizlerden elde edilen birim kök testi, eş bütünleşme analizi, uzun dönem parametre tahmini ile nedensellik testi sonuçları yer almaktadır.

Öncelikle Ar-ge harcamaları ile ekonomik büyüme ilişkisini araştırmak amacıyla kurulan 1 numaralı regresyon denkleminde yer alan değişkenlerin durağanlık seviyeleri Tablo 3'te gösterilmektedir. Buna göre Türkiye için modelde yer alan tüm değişkenler 1. mertebeden durağan olarak belirlenmiştir.

**Tablo 3.** Perron (1997) (IO) Birim Kök Testi Sonuçları

| Değişkenler   | t-İstatistik Değeri      | Kırılma Tarihi |
|---------------|--------------------------|----------------|
| <i>LGDP</i>   | -1.474(0)                | 2002           |
| <i>RD</i>     | -1.841(7)                | 2006           |
| <i>CAP</i>    | -4.040(0)                | 2008           |
| <i>TRADE</i>  | -1.929(6)                | 2017           |
| <i>ΔLGDP</i>  | -6.301(1) <sup>***</sup> | 2009           |
| <i>ΔRD</i>    | -5.750(7) <sup>***</sup> | 2004           |
| <i>ΔCAP</i>   | -4.886(0) <sup>**</sup>  | 2012           |
| <i>ΔTRADE</i> | -4.960(1) <sup>***</sup> | 2001           |

Not: Testin temel özellikleri olarak sabit terimli model seçilmiştir. Parantez içerisindeki değerler AIC'e göre optimal gecikme uzunluğunu göstermektedir. “\*\*\*” ve “\*\*” sırasıyla %5 ve %1 önem düzeyini göstermektedir.

Değişkenler arasındaki eş bütünleşme ilişkisini test etme amacıyla Johansen ve Juselius eşbütünleşme testi için gerekli olan optimal gecikme uzunlukları VAR modeli yardımıyla Tablo 4'te gösterilmektedir. Çalışmada kullanılan analizlerde AIC baz alındığından optimal gecikme uzunluğu 3 olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 4.** Optimal Gecikme Uzunluğu Sonuçları

|   | LR        | FPE       | AIC        | SIC       | HQ         |
|---|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| 0 | NA        | 0.001114  | 4.552018   | 4.742333  | 4.610199   |
| 1 | 142.6835* | 7.18e-06  | -0.508755  | 0.442820* | -0.217849* |
| 2 | 25.20764  | 6.46e-06* | -0.692616  | 1.020218  | -0.168985  |
| 3 | 20.10425  | 6.57e-06  | -0.890042* | 1.584052  | -0.133687  |

Not: LR: Yarı modifiye LR test istatistiği; FPE: Son tahmin hatası; AIC: Akaike bilgi kriteri; SIC: Schwarz bilgi kriteri; HQ: Hannan-Quinn bilgi kriteri. \* ilgili kritere göre optimal gecikme uzunluğunu ifade eder.

Tablo 5'in Panel A kısmında yer alan eşbütünleşme sonuçlarında iz test istatistiği ve öz değer test istatistiğine göre sırasıyla %1, %5 ve %10 olmak üzere seriler arasında

toplam 6 tane eşbütünlük olduğu kanıtlanmaktadır. Panel B kısmında yer alan tanınal test sonuçları ise kurulan modelde otokorelasyon, ve değışen varyans gibi sorunların bulunmadığını ve modelin normal dağılıma sahip olduğunu göstermektedir.

**Tablo 5.** Johansen ve Juselius Eşbütünlük Testi Sonuçları

| <b>Panel A: Eşbütünlük Sonuçları</b> |            |                           |                   |                 |
|--------------------------------------|------------|---------------------------|-------------------|-----------------|
| $H_0$                                | $H_1$      | İz Test İstatistiği       | % 10 Kritik Değer | Olasılık Değeri |
| $R=0$                                | $R \geq 1$ | 64.596                    | 44.493            | 0.000           |
| $R \leq 1$                           | $R \geq 2$ | 32.561                    | 27.066            | 0.023           |
| $R \leq 2$                           | $R \geq 3$ | 10.005                    | 13.428            | 0.280           |
| $R \leq 3$                           | $R \geq 4$ | 3.085                     | 2.7055            | 0.079           |
| $H_0$                                | $H_1$      | Öz Değer Test İstatistiği | % 10 Kritik Değer | Olasılık Değeri |
| $R=0$                                | $R \geq 1$ | 32.035                    | 25.124            | 0.012           |
| $R \leq 1$                           | $R \geq 2$ | 22.556                    | 18.892            | 0.031           |
| $R \leq 2$                           | $R \geq 3$ | 6.919                     | 12.296            | 0.498           |
| $R \leq 3$                           | $R \geq 4$ | 3.085                     | 2.705             | 0.079           |
| <b>Panel B: Tanınal Testler</b>      |            |                           |                   |                 |
|                                      |            | LM Test İstatistiği       | Olasılık Değeri   |                 |
| <b>Otokorelasyon LM Testi</b>        | 1          | 21.002                    | 0.178             |                 |
|                                      | 2          | 9.7004                    | 0.881             |                 |
|                                      | 3          | 16.950                    | 0.388             |                 |
|                                      |            | JB Test İstatistiği       | Olasılık Değeri   |                 |
| <b>Jarque-Bera Testi</b>             | 1          | 1.897                     | 0.387             |                 |
|                                      | 2          | 0.297                     | 0.861             |                 |
|                                      | 3          | 1.120                     | 0.571             |                 |
|                                      |            | $\chi^2$ -istatistiği     | Olasılık Değeri   |                 |
| <b>White Testi</b>                   |            | 249.637                   | 0.321             |                 |

Tablo 6'nın Panel A kısmında yer alan uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre 1990-2020 döneminde Türkiye'de Ar-ge harcamaları, beşeri sermaye ve ticari dışa

açıklık; ekonomik büyümeyi pozitif olarak etkilemektedir. Ar-ge harcamalarında yapılan %1’lik artış ekonomik büyümeyi 1.255, beşeri sermaye değişkeni olan eğitim harcamalarında yapılan %1’lik bir artış ekonomik büyümeyi 0.043 ve ticari dışa açıklıkta meydana gelen %1’lik bir artış ekonomik büyümeyi 0.010 oranında arttırmaktadır. Panel B kısmında yer alan tanısal testlerdeki  $R^2$  ile kurulan modeldeki bağımlı değişken olan ekonomik büyümedeki değişmelerin %95’inin bağımsız değişkenlerdeki değişmeler ile açıklanabildiği gösterilmektedir. Ayrıca JB test istatistiğine göre modelin hata terimlerinin normal dağılıma sahip olduğu anlaşılmaktadır.

**Tablo 6.** Uzun Dönem Katsayı Tahmini Sonuçları

| <i>Panel A: Katsayı Tahmini</i> |         |                     |                 |
|---------------------------------|---------|---------------------|-----------------|
|                                 | Katsayı | t-İstatistik Değeri | Olasılık Değeri |
| RD                              | 1.255   | 22.997              | 0.000           |
| CAP                             | 0.043   | 2.195               | 0.037           |
| TRADE                           | 0.010   | 8.797               | 0.000           |
| C                               | 25.791  | 469.538             | 0.000           |
| <i>Panel B: Tanısal Testler</i> |         |                     |                 |
| $R^2$                           |         | 0.957               |                 |
| Adj. $R^2$                      |         | 0.952               |                 |
| JB                              |         | 0.932               |                 |

Not: Optimal gecikme uzunluğu Var modelindeki AIC’e dayanmaktadır. Band genişliği ise Newey-West tarafından belirlenmektedir.

Granger nedensellik testi sonuçlarının yer aldığı Tablo 7’ye göre bağımlı değişken olan ekonomik büyümeden çalışmanın majör değişkeni olan Ar-ge harcamalarına ve diğer bağımsız değişkenler olan ticari dışa açıklık ile eğitim harcamalarına doğru tek yönlü bir nedenselliğin varlığı tespit edilmektedir. Ayrıca Ar-ge harcamaları ile ticari dışa açıklık arasında çift yönlü, Ar-ge harcamalarından eğitim harcamalarına doğru ise tek yönlü nedensellik ilişkisi belirlenmiştir.

**Tablo 7.** Granger Nedensellik Analizi

| Hipotezler  | Obs | F-istatistiği | Nedensellik |
|-------------|-----|---------------|-------------|
| LGDP => RD  | 28  | 7.718***      | VAR         |
| RD => LGDP  | 28  | 1.139         | YOK         |
| LGDP => CAP | 28  | 5.398***      | VAR         |
| CAP=> LGDP  | 28  | 0.377         | YOK         |

|               |    |          |     |
|---------------|----|----------|-----|
| LGDP => TRADE | 28 | 3.122**  | VAR |
| TRADE => LGDP | 28 | 0.304    | YOK |
| CAP => RD     | 28 | 2.235    | YOK |
| RD => CAP     | 28 | 3.371**  | VAR |
| TRADE => RD   | 28 | 2.438*   | VAR |
| RD => TRADE   | 28 | 2.679*   | VAR |
| TRADE => CAP  | 28 | 0.026    | YOK |
| CAP => TRADE  | 28 | 5.041*** | VAR |

Not: “\*\*\*”, “\*\*” ve “\*” sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeyini göstermektedir.

## 6. SONUÇ

Ekonomik büyümeyi açıklamak amacıyla kurulan modellerde zamanla emek ve sermayeden farklı faktörler de yer almaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte içsel büyüme teorisyenleri tarafından Ar-Ge faaliyetleri büyüme modellerine eklenmekte ve ülkeler için büyümenin nedeni bu açıdan incelenmektedir. İktisadi çalışmalar sonucunda çeşitli şekillerde Ar-Ge faaliyetlerine yapılan harcamaların uzun dönemde ekonomik büyümenin gerçekleşmesinde temel etken olduğu saptanmıştır. Bu sebeple günümüzde ülkeler sürdürülebilir büyümeyi gerçekleştirmek, pazar payını genişletmek ve uluslararası alanda rekabetçi konumda kalabilmek adına teknolojik gelişmelere ve Ar-Ge faaliyetlerine önemli yatırımlar yapmaktadır.

Çalışmada 1990-2020 yılları arasında Türkiye açısından Ar-ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisini araştırmak amacıyla kurulan ekonometrik modelde yer alan serilerin durağanlık analizleri Perron (1997) yapısal kırılmalı birim kök testinin Innovatinal Outlier (Yenileşim Aykırı Değer) metoduyla gerçekleştirilmiştir. Tüm serilerin birinci mertebeden durağan olarak belirlenmesi Johansen ve Juselius eşbütünleşme testinin uygulanmasını mümkün kılmıştır. Elde edilen iz test istatistiği ve maksimum öz değer istatistiğine göre seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu kanıtlanmaktadır. Daha sonra uygulanan FMOLS prosedürü ile çalışmada kurulan regresyon modelindeki bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişken üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sonuçlar Ar-ge harcamalarında, eğitim harcamalarında ve ticari dışa açıklıkta meydana gelen %1’lik bir artışın ekonomik büyümeyi sırasıyla 1.255, 0.043 ve 0.010 oranında arttırdığını göstermektedir. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin incelendiği Granger nedensellik analizinden ulaşılan ampirik bulgular ekonomik büyümeden Ar-ge harcamalarına, eğitim harcamalarına ve ticari dışa açıklığa doğru tek yönlü nedenselliğe işaret etmektedir. Ayrıca çalışmanın esas değişkeni olarak kabul edilen Ar-ge harcamaları ve ticari dışa açıklık arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi ile Ar-ge harcamalarından eğitim harcamalarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı belirlenmiştir.



Uzun dönem parametre tahmininden edinilen bulgular İçsel Büyüme Teorileri'nin ileri sürdüğü gibi Ar-ge faaliyetlerine yapılan yatırımların ekonomik büyüme için başat rol oynadığını kanıtlamaktadır. Çalışmada ele alınan dönem açısından beşeri sermaye ve dış ticarete göre oldukça yüksek bir oranda ekonomik büyümeye katkı sağlamaktadır. Ancak OECD verilerine göre son 30 yılda Türkiye'nin Ar-ge faaliyetlerine yaptığı harcamaların ortalaması 0.61'dir. Bu oranın OECD ülkelerinde 2.61, AB ülkelerinde ise 1.80 olduğu göz önünde bulundurulduğunda Türkiye'nin Ar-ge için ayırdığı bütçenin birçok ülkeye göre yetersiz olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Dünya Bankası verilerine göre Türkiye için son 30 yılda beşeri sermayenin elementlerinden biri olan eğitim harcamalarının gayri safi yatırımlar içerisindeki payının ortalama 2.80, OECD ülkelerinin 4.15 ve AB ülkelerinin 4.32'dir. Doğrudan Ar-ge faaliyetlerine yapılan yatırımların yanı sıra üretim teknolojisinin gelişmesine ve verimlilik artışına katkı sağlaması gibi sebeplerden dolayı beşeri sermayeye yapılacak yatırımların artırılması da dolaylı olarak Ar-ge faaliyetlerinin gelişmesine olanak sağlayacaktır. Beşeri sermayeye yapılan yatırımların geliştirilmesi, Ar-ge faaliyetlerinin artmasına ve dolayısıyla üretilen yüksek teknoloji ürünlerin ihraç edilerek ekonomik büyümenin ve kalkınmanın artması sağlanacaktır.

## KAYNAKÇA

- Aghion, P. ve Howitt, P. (1992). A Model of Growth Through Creative Destruction. *The Econometric Society*, (60)2, 323-352.
- Baki, İ. (2018). Türkiye'deki Enerji Tüketiminin Belirleyicileri: Eşbütünlük Ve Nedensellik Analizleri. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara
- Barro, R. J. (1990). Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth. *Journal of Political Economy*, 98(5),103-125.
- Can, M., Doğan, B. ve Değer, O. (2017). The Relationship between Research & Development Investment Expenditure, Foreign Direct Investment and Economic Growth: Panel Causality and Cointegration Analysis for G-7 Countries. *Journal of Applied Economic Sciences*, 1(47), 58-69.
- Choi, C. ve Yi, M. (2018). The Internet, R&D Expenditure And Economic Growth. *Applied Economics Letters*, 25(4), 264-267.
- Çelik, A. (2020). Seçilmiş OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamalarının Makroekonomik Göstergeler Üzerindeki Etkisi. *Verimlilik Dergisi*, 3, 59-90.
- Çetin, M. (2009). Kaldor Büyüme Yasasının Ampirik Analizi: Türkiye ve AB Ülkeleri Örneği (1981-2007). *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 355-373.
- Dereli, D. D. ve Salğar, U. (2019). Ar-Ge Harcamaları İle Büyüme Arasındaki İlişki: Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Journal of Life Economics*, 6(3), 345-360.

- Erdoğan, S. ve Canbay, Ş. (2016). İktisadi Büyüme ve Araştırma & Geliştirme (Ar-Ge) Harcamaları İlişkisi Üzerine Teorik Bir İnceleme. *Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(2), 29-44.
- Granger, C.W.J. (1969). Investigating Causal Relation by Econometric and Crosssectional Method. *Econometrica*, 37(3), 424-438.
- Grossman, G., M., ve Helpman, E. (1990). Trade, Innovation, and Growth. *American Economic Association*, 80(2), 86- 91.
- Gülmez, A. ve Yardımcıoğlu, F. (2012). OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Eşbütünleşme ve Panel Nedensellik Analizi (1990-2010). *Maliye Dergisi*, 163, 335-353.
- Güneş, H. (2019). Ar-Ge Harcamaları İle Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri İçin Panel Veri Analizi. *Sakarya İktisat Dergisi*, 8(2), 160-176.
- Inekwe, J. N. (2015). The Contribution of R&D Expenditure to Economic Growth in Developing Economies. *Social Indicators Research*, 124,727-745.
- İğde, E. (2010). Yapısal Değişiklik Altında Birim Kök Testleri ve Bazı Makro İktisadi Değişkenler Üzerine Uygulamalar. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- İspiroğlu, F. ve Kılıç, M. (2019). Araştırma-Geliştirme Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yükselen Piyasalar Ekonomileri İçin Bir Uygulama. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 255-263.
- Johansen, S. ve Juselius, K. (1990). Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Application to the Demand for Money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52, 169-210.
- Köse, N., Bekun, F. V. ve Alola, A. (2020). Criticality of Sustainable Research and Development-Led Growth in EU: The Role of Renewable and Non-Renewable Energy. *Environmental Science and Pollution Research*, 27,12683–12691.
- Lucas, R. E. (1988). On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.
- Ndlovu, V. ve Lotz, R. (2020). The Causal Relationship Between Energy and Economic Growth through Research and Development (R&D): The Case of BRICS and Lessons for South Africa. *Energy*, 199: 1-11.
- OECD. <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>, (Erişim: 16.03.2021)

- Oğuz, S. (2020). G8 Ülkelerinde Ar-Ge Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Bir Panel Veri Analizi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(4), 127-138.
- Özcan B. ve Arı, A. (2014). Araştırma-Geliştirme Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi. *Maliye Dergisi*, 166, 39-55.
- Peng, L. (2010). Study on the Relationship between R&D Expenditures and Economic Growth of China. *Proceedings of the 7th International Conference on Innovation and Management*. 1725-1728.
- Perron, P. (1989). The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. *Econometrica*, 57(6), 1361-1401.
- Perron, P. (1997), Further Evidence on Breaking Trend Functions in Macroeconomic Variables. *Journal of Econometrics*, 80, 355-385.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *The Journal of Political Economy*, 98(5), 71-102.
- Sağlam, Y., Egeli, H.A. ve Egeli, P. (2017). Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Ar&Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Panel Veri Analizi. *Sosyoekonomi*, 25(31),149-165.
- Silaghi, M., Alexa, D., Jude, C. ve Litan, C. (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.
- Taş, Ş., Taşar, İ. ve Açı, Y. (2017). Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Türkiye Örneği. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 197-206.
- Torun, M. ve Çabaş, M. (2020). Türkiye’de Ar-Ge Harcamalarının Ekonomik Büyüme Etkisi. *Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi*, 1(1), 23-34.
- Yıldırım, D. Ç. ve Kantarcı, T. (2018). Araştırma Geliştirme Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Üzerine Bir Panel Veri Analizi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(5), 661–670.
- Yu-Ming, W. ve Li, Z (2007). Co-Integration and Causality between R&D Expenditure and Economic Growth in China: 1953-2004. *International Conference on Public Administration*, 1-4.
- Zafar, M. W., Shahbaz, M., Hou, F. ve Sinha, A. (2019). From Nonrenewable to Renewable Energy and Its Impact on Economic Growth: The Role of Research & Development Expenditures in Asia-Pacific Economic Cooperation Countries. *Journal of Cleaner Production*, 212,1166-1178.

Worldbank. <https://data.worldbank.org>, (Erişim:15.03.2021)