

AR-GE YATIRIMLARI, YÜKSEK TEKNOLOJİLİ ÜRÜN İHRACATI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ ÜZERİNE BİR İNCELEME: SEÇİLMİŞ OECD ÜLKELERİ

*A Research on Relationship on R&D Investments, High-Tech
Product Export and Economic Growth: Selected OECD
Countries*

Zeynep KÖSE*
Havva GÜLTEKİN**

Geliş: 02.06.2020 / *Kabul:* 01.12.2020

DOI: 10.33399/biibfad.747302

Öz

Bilim ve teknolojiye yaşanan gelişmeler sonucunda ekonomik büyümenin belirleyicileri de değişmiştir. Buna göre ekonomik büyümenin artırılması için teknoloji, eğitim, beşeri sermaye, bilgi gibi faktörlere ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Bu durumu açıklamak üzere yeni büyüme modelleri ortaya çıkmıştır. Bu modellere göre AR-GE faaliyetleri sonucunda meydana gelen teknik bilgi ile mal ve hizmetlerin hem niteliği hem de niceliği artacaktır. Meydana gelen bu üretim artışı ihracatı teşvik ederek hazineye gelir artışına neden olacaktır. Bu çalışmada 1996- 2017 dönemi için seçilmiş OECD ülkelerinde AR-GE yatırımları, yüksek teknolojili ürün ihracatı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki panel veri analizi ile test edilmektedir. Analiz sonucunda AR-GE yatırımlarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra ekonomik büyüme ile yüksek teknolojili ürün ihracatı ve AR-GE yatırımları ile yüksek teknolojili ürün ihracatı arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: AR-GE yatırımları, ekonomik büyüme, ihracat, teknoloji, nedensellik.

Jel Kodları: O10; O11; O32.

* Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, İktisadi İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, zeynep.kose@hku.edu.tr, ORCID: <https://0000-0002-9494-3098>

** Dr., Trakya Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, İstatistik Bölümü, havva.gultekin@trakya.edu.tr, ORCID: <https://0000-0002-3157-4635>

Abstract

As a result of developments in science and technology, the determinants of economic growth have also changed. Accordingly, factors such as technology, education, human capital and knowledge have started to be needed to increase economic growth. New growth models have emerged to explain this situation. According to these models, both the quality and quantity of the goods and services will increase with the technical knowledge resulting from R&D activities. This increase in production will encourage exports and cause an increase in income in the treasury. In this study, the relationship between R&D investments, high-tech product exports (ICT) and economic growth in OECD countries selected for the period of 1996-2017 is tested by panel data analysis. As a result of the analysis, one-way causality relationship was determined from R&D investments to economic growth. In addition, it is concluded that there is a bilateral causality relationship between economic growth and ICT and R&D investments and ICT.

Keywords: R&D investments, economic growth, export, technology, causality.

Jel Codes: O10; O11; O32.

1. Giriş

Son yıllarda tüm dünyanın ilgisi ekonomik büyümenin artırılması ve büyüme artışının hızlandırılması konularında yoğunlaşmıştır. Hangi ülke ya da sistem olursa olsun üzerinde durulan en önemli konu ekonomik büyüme olmuştur. Büyüme oranlarındaki artış ya da azalış hükümetlerin başarı ölçütü haline gelmiştir (Berber, 2011: 21).

Ülkeler için büyük bir öneme sahip olan ve üretim miktarında meydana gelen artış olarak tanımlanan ekonomik büyümenin belirleyicileri de değişen koşullara göre sürekli değişim göstermiştir. Son zamanlarda yaşanan değişim ve gelişme sonucunda teknolojik gelişme, eğitim, araştırma-geliştirme (AR-GE), inovasyon, beşeri sermaye, bilgi ekonomik büyüme için birer belirleyici olarak kabul edilmeye başlanmıştır. Özellikle 1980'li yıllardan sonra teknolojik gelişmenin hızlanması ile içsel büyüme modelleri olarak anılan yeni büyüme teorileri ortaya çıkmıştır. Bu teorilerde teknoloji içsel bir değişken olarak modele dâhil edilmiş ve AR-GE ekonomik büyümenin en önemli kaynağı haline gelmiştir.

Öte yandan, bilgi toplumuna dönüşen dünyada küreselleşmenin ve teknolojik gelişmelerin de etkisi ile sınırlar ortadan kalkmış ve ekonomide liberalleşme dönemi başlamıştır. Bu süreç doğal olarak işgücü kalitesinin artırılmasını, bilginin üretilmesini ve bilginin bir üretim faktörü olarak modele dâhil edilmesini ve eğitimin sürdürülebilir olmasını zorunlu kılmıştır. Yaşanan değişimler neticesinde fiziki sermaye yerini yavaş yavaş beşeri sermayeye ve bilgi sermayesine bırakmaya başlamıştır. Bu durum özellikle kıt üretim faktörlerinde verimliliği artırarak tasarruf artışına ve maliyet azalışına imkân vermekte ve bu da ekonomik büyümenin sağlanmasına neden olabilmektedir (Aktan ve Vural, 2016: 1-4).

Buradan anlaşılacağı gibi erken dönemlerde ekonomik büyümenin belirleyicileri olarak emek ve sermaye değerlendirilmekte iken, daha sonra bilgi de önemli bir üretim faktörü olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Bilginin büyüme modellerinde yer almasıyla birlikte “bilgi ekonomisi” kavramı ortaya çıkmıştır. Bu kavramın gelişmesi ile yirminci yüzyılda birçok gelişmiş ülkede faaliyet gösteren şirketlerde AR-GE departmanları kurulmuş ve yoğun şekilde AR-GE faaliyetlerinde bulunmaya başlanmıştır. Son yıllarda gelişmekte olan ülkelerde ekonomik büyümenin yarısından daha fazlasının teknolojik değişimden kaynaklandığı belirlenmiştir. Japonya ve Güney Kore’nin son yıllarda göstermiş olduğu hızlı büyüme performansı AR-GE ve teknolojinin büyüme üzerindeki etkisini kanıtlamaktadır. 1960’lı yıllarda Japonya gelişmiş ülkelere yüksek teknolojili mal ithal etmekte ve sonrasında bu teknolojileri taklit etmekteydi. Zaman içerisinde Japonya’nın taklit yolu ile üretimini yapıp, ihraç ettiği mallar birçok gelişmiş ülkeyi geçmiştir. Bu aşamadan sonra Japonya’nın özellikle firmalar düzeyinde AR-GE departmanı kurup, yüksek teknolojili mal üretimi ve ihracatı yaparak bugünkü durumuna geldiği bilinmektedir (Grossman ve Helpman, 1991:6; Freeman, 1995:10).

20. yüzyılın ikinci yarısından sonra ise bilgi, emek ve sermaye üretim faktörlerine eklenmiştir. Teknolojik gelişmenin etkisi ile son yıllarda sıklıkla duyulan “Bilgi devrimi” içsel büyüme teorilerinin odağındaki AR-GE, teknoloji, beşeri sermaye, yaparak öğrenme kavramlarını büyüme literatürüne sokmuştur. Bu büyüme modelleri

günümüzde ekonomik büyüme ve gelir dağılımı farklılıklarını gidermesi yönü ile güncellik özelliği taşımaktadır (Yardımcı, 2006:97).

Bu çalışmada seçilmiş OECD ülkelerinde AR-GE harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki dinamik etkisi Panel Vektör Otoregresif Model ile analiz edilmiştir. Çalışmada öncelikle ekonomik büyüme ve teknolojik gelişme ilişkisi hakkında teorik bilgi verilecektir. Takip eden bölümde AR-GE- Ekonomik büyüme ilişkisi panel veri analizi ile analiz edilecektir. Sonuç ve öneriler kısmı ile çalışma sonlandırılacaktır.

2. Teorik Çerçeve

Sanayi Devrimi'nin yaşanması ile ekonomik büyüme odak noktası haline gelmiştir. Ülkeler arasındaki büyüme oranı farklılıkları, gelir dağılımı farklılıkları nedeni ile ekonomik büyümenin kaynaklarının ne olduğuna yönelik çalışmaların sayısını artırmıştır. Büyüme teorileri teknolojik ilerleme, bilgi iletişim teknolojilerindeki gelişmeler ışığında yeniden şekillenmiştir. Klasik büyüme teorilerine göre ekonomik büyümenin kaynağı işbölümü ve uzmanlaşma olarak görülmektedir. İşbölümü ve uzmanlaşma sayesinde üretimde verimlilik ortaya çıkacak ve ekonomik büyüme sağlanmış olacaktır. Yine bu teoriye göre tarım sektöründe azalan verimler yasasının geçerli olması ve nüfus kanunu gibi sebeplerden ötürü ekonomide sınırlı bir büyüme gerçekleşmektedir (Berber, 2006: 52).

Bir diğer klasik büyüme modeli olan Marksist (1867) büyüme modeline göre ise, ekonomik büyümenin belirleyicisi sermaye birikimidir. Bu modele göre, fiziki sermaye stokundaki artış üretim artışına neden olarak ekonomik büyümeyi artırmaktadır (Berber, 2011: 21).

Harrod-Domar büyüme modeli olarak da anılan Post- Keynesyen büyüme modeline göre ekonomik büyümenin kaynağı yatırımlar ve tasarruflardır. Buna göre tasarrufların yatırımlara dönüştürülmesi sonucu meydana gelen üretim artışı ile ekonomik büyüme sağlanmaktadır (Parasız, 1997:39).

Harrod- Domar modelinin eksiklerini gidermek için ortaya atılan Solow Modeli'ne göre, ekonomik büyümenin kaynağı sermayenin

yanı sıra teknolojik gelişmedir. Fakat gelişme, modelde dışsal olarak kabul edilmektedir. Bu nedenden ötürü de ekonomideki büyüme sürdürülebilir değildir (Solow, 1956:65).

İnovasyon kavramını ilk kez kullanan Schumpeter (1911)'e göre, inovasyon büyümede önemli bir rol oynamaktadır (Morck ve Yeung, 2001:1). Schumpeter, Karl Marx tarafından ortaya atılan büyüme modelini geliştirerek yeni bir ekonomik büyüme modeli ortaya çıkarmıştır. Marx'a göre, ekonomik büyümenin kaynağı sermaye birikimidir, fakat sermaye birikimi sürdürülebilir değildir ve bu nedenle ekonomik büyümenin sağlanması için sermaye birikimi ile teknolojik gelişme aynı anda artırılmalıdır. Bunun yanı sıra bu modelde girişimciliğin ve yeniliklerin de ekonomik büyümeyi sağlayan öncelikli unsurlar olduğu vurgulanmıştır. Bu görüşe göre ekonomik büyümenin sağlanması için ortaya çıkan bir yenilik girişimciler tarafından uygulanması gerekmektedir (Hiç, 1994:56; Eren, 2006:388).

Teknolojinin büyüme faktörü olarak değerlendirildiği bu geleneksel büyüme teorilerinde teknoloji dışsal olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle geleneksel büyüme teorilerinin aksine beşeri sermaye, bilgi, teknolojik gelişme, yenilik, kamu müdahalesi gibi faktörlerin içsel kabul edildiği yeni büyüme teorileri olarak da anılan içsel büyüme teorileri ortaya çıkmıştır. İçsel büyüme modellerine göre AR-GE, beşeri sermaye, bilgi, sermaye birikimi ve teknoloji, ekonomik büyüme için büyük önem arz etmektedir (Yaylalı vd., 2010:13).

İçsel büyüme modelinin öncüsü Romer (1986)'dir ve Arrow (1962) tarafından ortaya atılan yaparak öğrenme modelini baz alarak Romer Modelini oluşturmuştur. Arrow modelinde bir işletmenin bir işi yaparak öğrendiği, uzun süre aynı işi yapan işletmenin hem maliyetlerinin azaldığı, hem de kalitenin artıp üretimin hızlandığına vurgu yapılmaktadır. Buradan yola çıkarak Romer modelinde ise bir ülkedeki mevcut sermaye stoku o ülkedeki bilginin göstergesi olarak kabul edilmekte ve buna göre bilginin de ekonomik büyümenin sağlanmasında önemli rol oynadığı varsayılmaktadır (Romer, 1994:12).

Bu modele göre, ekonomik büyümenin kaynağı AR-GE ve inovasyondur. Bunun yanı sıra teknoloji uzun dönemde ekonomik büyümenin itici gücüdür. Romer Modeli'nde bilgi diğer şirketler için pozitif dışsallıklar oluşturmaktadır (Gülmez ve Akpolat, 2014:4). Romer'e göre, sermaye birikiminin artmasıyla yeni üretim yöntemleri ortaya çıkmakta ve bu da maliyetleri azaltıp, kaliteyi artırmaktadır. Yatırım artışı ile sadece fiziki sermaye stoku değil aynı zamanda bilgi stoku da artmaktadır. Dolayısıyla bilgi yatırım ve üretimin bir sonucu olmaktadır (Barro ve Martin, 2004: 232).

Romer Modeli'nde faaliyetler; ara mal sektörü, mamul mal sektörü ve AR-GE sektörü olmak üzere üç farklı sektör üzerinden yürütülmektedir. Ara mal ve mamul mal sektöründe tüketim ve yatırım mallarının üretimi yapılırken; AR-GE sektöründe yeni ürün ve fikirler üretilmektedir. Bilgi sermayesini yaratan bu yeni fikirler de ekonomik büyümenin sağlanmasına neden olmaktadır. Romer'e göre, bir üretim faktörü olan teknoloji kamusal bir mal değildir ama insanlar kolaylıkla ve bedel ödemeksizin bilgiye erişebildiği için dışsallıklara neden olmaktadır (Romer, 1990:71- 79).

Bir diğer içsel büyüme modeli olan Lucas (1988) modeline göre büyümenin kaynağı beşeri sermayedir ve Lucas modelinde ortaya çıkan dışsallık ülkedeki beşeri sermaye birikiminden kaynaklanmaktadır. Buna göre, ekonomik büyümenin sağlanması için beşeri sermaye yatırımlarının artırılması gerekmektedir. Ekonomik büyümenin kaynağının kamu tarafından finanse edilen AR-GE yatırımları olduğunu savunan Barro (1990) büyüme modeline göre ise kamu harcamalarındaki artış belli bir noktaya kadar ekonomik büyümeyi artırmaktadır. Özellikle vergilerle finanse edilen alt yapı yatırımları ve AR-GE yatırımları ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir (Berber, 2011:152).

Ortaya atılan çeşitli büyüme modellerinden de anlaşılacağı gibi, ülkelerin ekonomik büyümesini sağlaması için öncelikli olarak eğitim kalitesini iyileştirmesi ve bu yolla AR-GE yatırımlarını artırması gerekmektedir. Bir ülkede AR-GE yatırımlarının artırılması ürün kalitesinin artması, ürün çeşitliliğinin artması ve çıktı miktarının artması gibi birçok olumlu sonuç elde edilmesi anlamına gelmektedir.

Özellikle son yıllarda Çin, Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerin hızlı büyüme trendi yakalamasında AR-GE yatırımlarının önemi oldukça büyüktür.

3. Literatür Taraması

Ekonomik büyümenin belirleyicileri üzerine çok fazla teorik ve ampirik çalışma yapılmıştır. Özellikle Solow tarafından 1956 tarihinde yapılmış olan çalışmada ekonomik büyümeyi etkileyen faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınmanın sağlanması için teknoloji ve AR-GE'nin önemini giderek artması sonucu bu konudaki çalışmaların sayısı da hızla artmaktadır. 1980'lerden sonra yapılan çalışmalarda teknolojinin büyüme üzerindeki etkisi üzerine odaklanılmıştır. Yapılan çalışmalardan elde edilen ortak sonuç ise, teknolojinin ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilemiş olmasıdır.

Örneğin, Lichtenberg (1993) çalışmasında, 74 ülkede 1964-1989 dönemi Mankiw-Romer-Weil modeli ile kamu sektörü ve özel sektör tarafından finanse edilen AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi nedensellik analizi ile test etmiştir. Çalışmada özel sektör tarafından finanse edilen AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi tespit edilmesine karşılık, kamu tarafından finanse edilen AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığı saptanmıştır.

Ceo ve Helpman (1995), 24 ülke için 1971- 1990 döneminde toplam yurt içi ve yurt dışı AR-GE faaliyetleri ile toplam faktör verimliliği arasındaki ilişkiyi eşbütünleşme testi ile analiz etmiştir. Elde edilen sonuca göre, hem yurt içi hem de yurt dışı AR-GE faaliyetleri ile toplam faktör verimliliği arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir.

Aghion ve Howitt (1996) çalışmaları, AR-GE ve inovasyonun Shumpeter büyüme teorisi içerisindeki önemini ortaya koymaktadır. Çalışmada uzun dönemde ekonomik büyüme ile inovasyon arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu saptamışlardır. Bunun yanı sıra küresel rekabetin inovasyonu teşvik ettiği bunun sonucunda da AR-GE yatırımlarının arttığına değinmişlerdir.

Sylwester (2001), G7 ülkeleri ve 20 OECD ülkesinde AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi regresyon analizi ile test etmiştir. Elde edilen sonuca göre, G7 ülkelerinde değişkenler arasında pozitif yönlü ilişki olduğu tespit edilmiş, fakat OECD ülkelerinde herhangi bir ilişki tespit edilememiştir.

Altın ve Kaya (2009), Türkiye’de AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi VEC (Vector Error Cointegration) modeli ile analiz etmiştir. Buna göre; Türkiye ekonomisinde kısa dönemde AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasında bir nedensellik ilişkisine rastlanmamış ancak uzun dönemde AR-GE harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığı ortaya konmuştur.

Güloğlu ve Tekin (2012), yüksek gelirli OECD ülkelerinde AR-GE yatırımları, inovasyon ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi dinamik panel veri ve VAR analizi ile test etmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, içsel büyüme modellerinin öngördüğü gibi AR-GE yatırımları ile inovasyonun göstergesi olarak alınan patent sayıları arasında nedensellik ilişkisi olduğu; teknolojik yeniliklerin ekonomik büyümeyi etkilediği bulunmuştur.

Eid (2012), 1981-2006 dönemlerinde 17 OECD ülkesi için AR-GE harcamaları ile verimlilik arasındaki ilişkiyi dinamik panel veri analizi yöntemi ile analiz etmiştir. Elde edilen sonuçlara göre AR-GE harcamaları ile verimlilik arasında pozitif yönlü ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Uzay vd. (2012), 1995- 2005 yılları arasında Türkiye’de imalat sektörlerinde ihracat ile AR-GE arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, Türkiye’de AR-GE harcamalarının ihracatı gecikmeli olarak etkilediğini ortaya koymuşlardır.

Göçer (2013), 1996-2012 döneminde gelişmekte olan 11 Asya ülkesinde AR-GE harcamalarının yüksek teknolojlili ürün ihracatı, ticaret hacmi ve ekonomik büyüme üzerindeki etkisini Dumitrescu-Hurlin nedensellik testi ile analiz etmiştir. Gerçekleştiren analizden elde edilen sonuçlar, AR-GE harcamalarında meydana gelen %1’lik artış sonucunda yüksek teknolojlili ürün ihracatında %6.5’lik bir artış;

ekonomik büyümede %0.43 bir artış ve bilgi- iletişim teknolojisi ihracatında 0.6'lık bir artış meydana geldiğini göstermiştir.

Demir ve Geyik (2014), Türkiye için yaptıkları çalışmada AR-GE ve inovasyon harcamalarının yetersiz olduğunu ve buna bağlı olarak patent başvuru ve kabul sayılarının çok düşük seviyelerde olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Taş vd. (2017), Türkiye'de 2005-2015 döneminde GSYH içinde AR-GE harcamalarına ayrılan pay ile sanayi üretim endeksi arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, AR-GE yatırımlarından sanayi üretim endeksine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu saptanmıştır.

4. Ekonometrik Yöntem ve Veri Seti

Çalışmanın bu bölümünde öncelikle kullanılacak olan yöntem ve veri seti hakkında ayrıntılı bilgi verilmiş olup, sonrasında seçilmiş OECD ülkelerinde AR-GE, teknoloji ve GSYH arasındaki ilişki panel VAR yöntemi ile analiz edilmiştir.

4.1. Ekonometrik Yöntem

Panel Vektör Otoregresif Model (Panel VAR), VAR modelleri ile aynı yapıya sahip olup sistemde yer alan bütün değişkenler içsel ve birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmektedir. i birim boyutunu ve t zaman boyutunu ifade etmek üzere p . dereceden K değişkenli panel VAR modeli (1) no'lu eşitlikteki gibi ifade edilebilir (İşcanoğlu-Çekiç ve Gültekin, 2019) ;

$$Y_{it} = \sum_{\ell=1}^p Y_{it-\ell} A_{\ell} + X_{it}\beta + \alpha_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

(1) no'lu eşitlikte Y_{it} , $1 \times K$ boyutlu bağımlı değişken vektörü, A_{ℓ} , $\ell = 1, 2, 3, \dots, p$, $K \times K$ boyutlu bağımlı değişkenlere ait katsayılar matrisi, X_{it} , $1 \times m$ boyutlu dışsal değişkenler vektörü, β , $m \times K$ boyutlu dışsal değişkenlere ait katsayılar matrisi, α_{it} bağımlı değişkene özgü $1 \times K$ boyutlu sabit etkiler vektörü ve ε_{it} hata terimlerini ifade etmektedir. ε_{it} hata terimlerinin bağımsız ve özdeş olarak dağıldığı varsayılmaktadır. Modelde muhtemel sabit etkiler, bağımlı değişkenlerin gecikmeli değerlerinin varlığı nedeniyle açıklayıcı değişkenler ile ilişkili olduğundan, sabit etkilerin ortadan kaldırılması

amacıyla Arellano ve Bover (1995) tarafından önerilen, ileriye doğru fark alma işlemi kullanılarak değişkenler dönüştürülmekte ve daha sonra gecikmeli değişkenler araç olarak kullanılıp Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi (GMM) ile tahmin yapılmaktadır. Arellano ve Bover (1995) tarafından geliştirilen bu Sistem GMM yaklaşımı araç değişkenlerin daha güçlü biçimde tespit edilmesine ve bu sayede tahmin sapmasının azalmasına yardımcı olmaktadır.

VAR modellerinde olduğu gibi Panel VAR modelleri de etki tepki fonksiyonlarının kullanımına izin vermektedir. Etki tepki fonksiyonları, diğer tüm şokları sıfıra eşit tutarken, sistemde yer alan bir değişkenin, sistemdeki başka bir değişkende meydana gelen değişimlere olan tepkisini ölçmektedir. Başka bir ifade ile panel VAR modellerinde de etki tepki fonksiyonları hata terimlerinde meydana gelen %1 standart sapmalı şokun, içsel değişkenin şimdiki ve gelecekteki değerine olan etkisini göstermektedir.

Panel VAR modelinin tahmin edilmesinden sonra hesaplanan varyans ayrıştırma, temel olarak bir değişkendeki değişimin yüzde kaçının diğer değişkendeki değişim ile açıklandığını göstermekte ve hesaplanmasında etki tepki fonksiyonu kullanılmaktadır. h-dönem kestirim hata varyans ayrıştırması (2) no'lu eşitlikte verildiği gibi tanımlanmaktadır (Abrigo ve Love, 2015).

$$Y_{i,t+h} - E[Y_{i,t+h}] = \sum_{i=0}^{h-1} \varepsilon_{i,t+h-i} \Phi_i \quad (2)$$

Burada, $E[.]$, beklenen değer operatörünü göstermektedir. Etki tepki fonksiyonlarına benzer şekilde, varyans ayrıştırmasında da hata terimleri arasında korelasyonun varlığı çeşitli sorunlara neden olmaktadır. Bu nedenle hata terimlerine aralarında korelasyon kalmayacak şekilde ortogonal dönüşüm uygulanmaktadır.

4.2. Veri Seti

Çalışmada OECD üye ülkelerde, 1996-2017 dönemine ait veriler kullanılarak Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla, AR-GE harcamaları ve yüksek teknoloji ürün ihracatı değişkenleri arasındaki ilişkinin ortaya konması amaçlanmıştır. Ele alınan dönemde OECD üye ülkeler içerisinde veri setine ulaşılabilen 12 ülke modele dâhil edilmiştir.

Çalışmada yer alan ülkeler ve kodları Tablo1'de verilmiştir.

Tablo 1: Ülkeler ve Kodları

Kodu	Ülke
1	Kanada
2	Çin
3	Fransa
4	Almanya
5	İtalya
6	Japonya
7	Kore
8	Hollanda
9	Rusya
10	İspanya
11	Türkiye
12	İngiltere

Çalışmada kullanılan AR-GE, ülkelerin araştırma geliştirme harcamalarını (milyon dolar) gösterirken, ekonomik büyümeyi temsilen GSYH, Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (milyon dolar) ve TEKNOLOJİ değişkeni, ülkelerin yapmış olduğu yüksek teknoloji ürün ihracatını (milyon dolar) ifade etmektedir. Değişkenler OECD veri sitesinden elde edilmiş olup, birinci farkları alınarak modele dâhil edilmiştir.

Değişkenlere ilişkin özet istatistikler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	AR-GE				GSYH				TEKNOLOJİ			
	Min	Max	Ort	Std. Sap	Min	Max	Ort	Std. Sap	Min	Max	Ort	Std. Sap
1	-5.62	0.76	-0.09	1.32	-0.10	0.23	0.10	0.07	-0.87	0.94	0.06	0.45
2	-0.70	1.21	0.53	0.42	0.21	0.45	0.30	0.06	-0.34	1.80	0.70	0.59
3	-0.36	0.35	0.11	0.14	-0.10	0.13	0.05	0.05	-0.47	0.71	0.18	0.32
4	-0.11	0.42	0.14	0.14	-0.20	0.14	0.05	0.07	-0.54	0.96	0.22	0.31
5	-0.20	0.90	0.28	0.29	-0.19	0.13	0.02	0.07	-0.63	0.70	0.12	0.37
6	-0.30	0.25	0.00	0.16	-0.19	0.14	0.02	0.06	-1.01	0.86	0.00	0.48
7	-0.50	1.54	0.47	0.42	-0.20	0.39	0.14	0.11	-1.20	1.20	0.34	0.58
8	-0.53	1.34	0.22	0.44	-0.13	0.18	0.07	0.07	-1.05	1.59	0.18	0.58
9	-0.61	0.16	-0.12	0.18	-0.28	0.34	0.11	0.16	-2.15	2.50	0.32	1.10
10	-0.25	1.43	0.36	0.44	-0.13	0.18	0.07	0.09	-0.33	1.09	0.21	0.40
11	-0.23	2.72	0.85	0.63	-0.22	0.38	0.16	0.16	-2.96	3.26	0.59	1.31
12	-0.14	0.51	0.16	0.16	-0.15	0.13	0.07	0.06	-2.11	1.46	0.06	0.75

AR-GE değişkenine ait tanımlayıcı istatistikler göz önünde bulundurulduğunda en yüksek AR-GE büyüme hızı ortalamasına sahip olan ülke Türkiye iken, en düşük ortalamaya sahip ülke Rusya’dır. AR-GE büyüme hızının en oynak olduğu ülke Kanada iken, en az değişken olduğu ülke Fransa’dır.

GSYH değişkeni açısından değerlendirildiğinde ise en yüksek ortalamaya sahip ülke Çin iken en düşük ortalamaya sahip ülke Fransa’dır. GSYH büyüme hızının en değişken olduğu ülke Türkiye iken, en az değişken olduğu ülkenin Fransa olduğu söylenebilmektedir.

TEKNOLOJİ değişkeni açısından en yüksek ortalamaya sahip ülke Çin iken, en düşük ortalamaya sahip ülke Japonya’dır. Teknoloji değişkeninin en oynak olduğu ülke Türkiye iken, en az değişken olduğu ülke Almanya’dır.

5. Bulgular

VAR modelinde olduğu gibi panel VAR modelinde de değişkenlerin durağan olduğu kabul edilmektedir. Bu nedenle ilk olarak, değişkenlerde var olabilecek birim kökün varlığının araştırılması gerekmektedir. Birimler arasında olabilecek bağımlılık yapısına göre panel birim kök testleri birinci ve ikinci nesil birim kök testleri olmak üzere iki başlık altında değerlendirilmektedir. Im vd. (2003) tarafından önerilen Im, Pesaran ve Shin (IPS), Levin vd. (2002) tarafından önerilen Levin, Lin ve Chu (LLC), Maddala ve Wu (1999) tarafından önerilen MADWU ve Choi (2001) testleri yatay kesit bağımlılığını dikkate almayan birinci nesil testler olarak ifade edilebilir iken, Bai ve Ng (2004), Choi (2002), Moon ve Perron (2004), Pesaran (2003) testleri birimler arasında olabilecek bağımlılığa izin veren ikinci nesil testler olarak ifade edilebilmektedir.

Çalışmada ilk olarak yatay kesit bağımlılığının varlığı Pesaran CD (2004), Breusch-Pagan Lagrange Çarpanı Testi (1980) (LM ve SCLM) testleri ile sınanmış ve tahmin sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: Yatay Kesit Bağımlılık Testi Sonuçları

	GSYH	AR-GE	TEKNOLOJİ
CD	33.82***	15.01***	27.93***
LM	1177.27***	921.49***	879.87***
SCLM	96.72***	74.46***	70.84***

Not: *, ** ve *** sırasıyla $\alpha=0.05$, 0.01 ve 0.001 önem seviyelerini göstermektedir.

Tablo 3'te yer alan yatay kesit bağımlılığı test sonuçlarına göre, tüm değişkenler için H_0 : Yatay kesit bağımlılığı yoktur şeklindeki sıfır hipotezinin red edildiği ve tüm değişkenlerde yatay kesit bağımlılığının bulunduğu söylenebilmektedir.

Değişkenlerde yatay kesit bağımlılığı var olduğundan değişkenlerin durağanlığı 1. Nesil testlerden, IPS, LLC ve Madwu birim kök testlerinin yanı sıra, yatay kesit bağımlılığını da dikkate alan Pesaran CIPS birim kök testi ile değerlendirilmiş ve test sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4: Birim Kök Testi Sonuçları

Sabit Terimli Model	GSYH	AR-GE	TEKNOLOJİ
LLC	-7.559***	-8.784***	-11.577***
IPS	-7.708***	-8.436***	-11.806***
MADWU	142.198***	198.355***	237.101***
CIPS TEST	-2.538***	-2.995***	-2.837***
Sabit Terim&Trend			
LLC	-8.225***	-9.199***	-10.609***
IPS	-8.111***	-8.416***	-11.709***
MADWU	172.143***	173.023***	232.878***
CIPS TEST	-2.680*	-2.908**	-2.897**

Not: *, ** ve *** sırasıyla $\alpha=0.05$, 0.01 ve 0.001 önem seviyelerini göstermektedir.

Tablo 4'te verilen Levin, Lin ve Chu, Im, Pesaran ve Shin, Madwu birinci nesil panel birim kök testleri ve Pesaran's CIPS ikinci nesil panel birim kök test sonuçlarına göre; GSYH, AR-GE, TEKNOLOJİ değişkenlerinde birim kök bulunmadığı dolayısıyla serilerin durağan olduğu söylenebilmektedir.

Aynı düzeyde durağanlığı belirlenen değişkenler arasındaki dinamik ilişkilerin belirlenmesi için kurulan Panel VAR modeli eşitlik (3)-(5)'te tanımlanmıştır.

$$GSYH_{it} = \beta_{10} + \beta_{11}GSYH_{it-1} + \beta_{12}AR-GE_{it-1} + \beta_{13}TEKNOLOJİ_{it-1} + u_{i1t} \quad (3)$$

$$AR-GE_{it} = \beta_{20} + \beta_{21}GSYH_{it-1} + \beta_{22}AR-GE_{it-1} + \beta_{23}TEKNOLOJİ_{it-1} + u_{i2t} \quad (4)$$

$$TEKNOLOJİ_{it} = \beta_{30} + \beta_{31}GSYH_{it-1} + \beta_{32}AR-GE_{it-1} + \beta_{33}TEKNOLOJİ_{it-1} + u_{i3t} \quad (5)$$

Tahmin edilen Panel VAR modeline ait sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Panel VAR Model Tahmin Sonuçları

		Katsayı	St. Hata
$GSYH_t$	$GSYH_{t-1}$	0.093***	0.013
	$AR-GE_{t-1}$	0.069***	0.005
	$TEKNOLOJİ_{t-1}$	-0.015***	0.001
$AR-GE_t$	$GSYH_{t-1}$	0.077	0.065
	$AR-GE_{t-1}$	0.795***	0.024
	$TEKNOLOJİ_{t-1}$	0.125***	0.010
$TEKNOLOJİ_t$	$GSYH_{t-1}$	1.239***	0.091
	$AR-GE_{t-1}$	1.036***	0.026
	$TEKNOLOJİ_{t-1}$	-0.493***	0.023

Not: *, ** ve *** sırasıyla $\alpha=0.05$, 0.01 ve 0.001 önem seviyelerini göstermektedir.

Tablo 5'te verilen sonuçlara göre GSYH, AR-GE ve TEKNOLOJİ değişkenlerinin gecikmeli değerlerinin, GSYH üzerindeki etkisinin anlamlı olduğu gözlemlenmektedir. Diğer taraftan, GSYH değişkeninin bir dönem önceki değerinin AR-GE değişkeni üzerinde anlamlı etkisinin bulunmadığı, TEKNOLOJİ ve kendi gecikmeli değerinin AR-GE üzerinde anlamlı etkisinin olduğu söylenebilmektedir. Benzer şekilde GSYH, AR-GE ve TEKNOLOJİ değişkenlerinin gecikmeli değerlerinin, TEKNOLOJİ değişkeninin bugünkü değeri üzerinde anlamlı etkisi olduğu söylenebilmektedir.

Panel VAR modelinin tahmininden sonra Granger nedensellik Wald testi uygulanmış ve test sonuçları Tablo 6.'da verilmiştir.

Tablo 6: Panel VAR Modeli Granger Nedensellik Testi Sonuçları

		χ^2	Olasılık
$GSYH_t$	$AR-GE_t$	204.099	0.000
	$TEKNOLOJİ_t$	152.137	0.000
$AR-GE_t$	$GSYH_t$	1.384	0.239
	$TEKNOLOJİ_t$	164.946	0.000
$TEKNOLOJİ_t$	$GSYH_t$	185.541	0.000
	$AR-GE_t$	1558.837	0.000

Panel VAR modeli Granger nedensellik test sonuçlarına göre AR-GE ve GSYH arasında AR-GE'den GSYH'a olmak üzere tek yönlü nedensellik ilişkisi mevcut iken, GSYH ve TEKNOLOJİ arasında çift yönlü nedensellik benzer şekilde AR-GE ve TEKNOLOJİ arasında da çift yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir.

Tablo 7: Varyans Ayrıştırma Tahmin Sonuçları

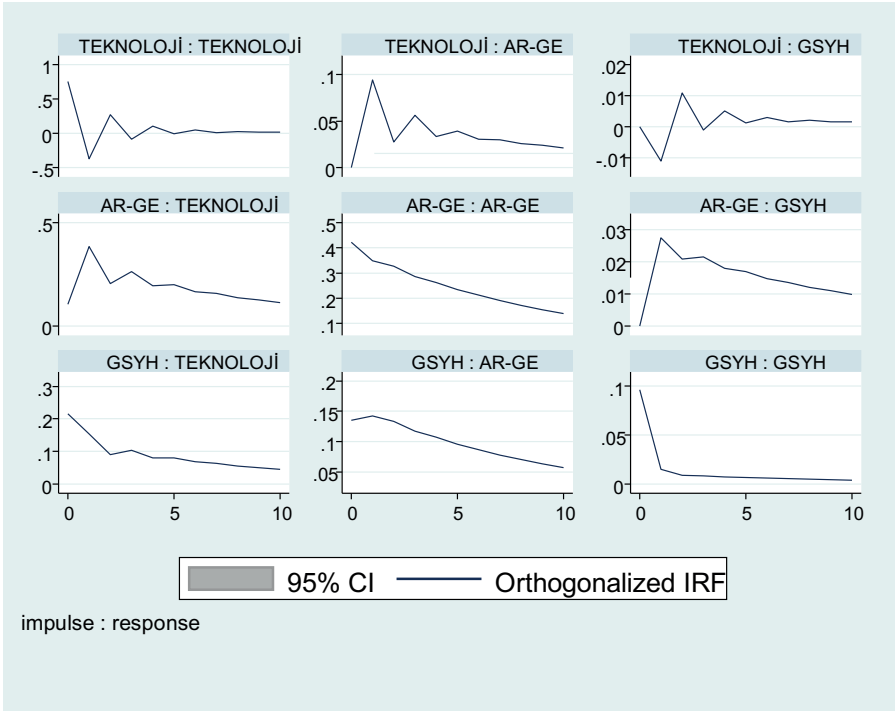
	GSYH			AR-GE			TEKNOLOJİ		
1	1.000	0.000	0.000	0.093	0.907	0.000	0.073	0.018	0.909
2	0.916	0.073	0.012	0.111	0.863	0.026	0.074	0.169	0.756
3	0.870	0.108	0.022	0.119	0.861	0.020	0.073	0.189	0.737
4	0.836	0.143	0.021	0.122	0.855	0.022	0.077	0.235	0.688
5	0.813	0.164	0.022	0.125	0.854	0.021	0.079	0.256	0.665
6	0.795	0.183	0.022	0.126	0.852	0.022	0.081	0.278	0.641
7	0.781	0.197	0.022	0.127	0.852	0.021	0.083	0.292	0.626
8	0.770	0.208	0.022	0.128	0.851	0.021	0.084	0.304	0.612
9	0.762	0.216	0.022	0.128	0.851	0.021	0.085	0.313	0.602
10	0.755	0.223	0.022	0.129	0.850	0.021	0.086	0.320	0.594

Varyans ayrıştırma tahminlerine dayalı olarak, 10 dönem sonunda GSYH'daki değişimin yaklaşık %22'sinin AR-GE ile yaklaşık %2'sinin ise TEKNOLOJİ değişkeni ile açıklanabileceği görülmektedir. Benzer şekilde 10 dönem sonunda AR-GE'deki değişimin yaklaşık %85'i kendisindeki değişimden kaynaklanacağı söylenebilir iken, %13'ünün GSYH, yaklaşık %2 sinin ise TEKNOLOJİ değişkeninden kaynaklanacağı söylenebilmektedir.

TEKNOLOJİ değişkeni değerlendirildiğinde 10 dönem sonunda TEKNOLOJİ'deki değişimin yaklaşık %9'unun GSYH, yaklaşık %32'sinin AR-GE ve yaklaşık %59'unun kendisi tarafından açıklanacağı söylenebilmektedir.

Çalışmada, sistemde yer alan bir değişkendeki değişime, sistemde yer alan başka bir değişkenin tepkisini ölçmek amacıyla etki-tepki grafikleri oluşturulmuş ve elde edilen grafikler Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1: Etki-Tepki Grafikleri



Etki tepki grafikleri incelendiğinde AR-GE değişkenine yönelik olumlu bir şokun ilk aşamada TEKNOLOJİ değişkeninde bir artışa sebep olduğu ve sonrasında ani bir azalış ve üçüncü dönemden sonra TEKNOLOJİ'nin gelecek değerleri üzerindeki etkisinin azaldığı görülmektedir. GSYH değişkeninde yaşanacak bir şok ise ilk dönemde TEKNOLOJİ değişkeninde bir azalışa neden olurken, ikinci dönemde ani bir artışa sebep olacak ve yaşanan bu şok etkisi bu dönemden sonra azalacaktır.

Teknoloji değişkeninde meydana gelecek bir şok AR-GE değişkeninde ilk dönemde bir artışa neden olacak, ikinci dönemde bir azalış yaratacak ve sonrasında bu etki azalacaktır. GSYH değişkenine yönelik olumlu bir şok ise ilk dönemde AR-GE değişkeninde ani bir artışa neden olacak ve bu dönemden sonra bu etki yerini istikrarlı bir azalışa bırakacaktır.

Teknoloji değişkeninde meydana gelecek bir şok GSYH değişkeninin değerinde ilk anda bir azalışa neden olacak ve üçüncü dönemden sonra bu şok etkisi sönmeye başlayacaktır. AR-GE değişkeninde meydana gelecek bir şok ise GSYH değişkeninde ılımlı bir etkiye sahip olacaktır.

6. Sonuç

Küreselleşme ve teknolojik gelişmeler ile birlikte ülkeler hem yoğun bir rekabet içine girmiş hem de birbirlerine bağımlı hale gelmişlerdir. Değişen ve gelişen koşullar altında gerek ülkeler, gerekse firmalar ayakta kalabilmek için yenilikçi ve AR-GE'ye dayalı politikalara önem vermeye başlamışlardır. Esas olarak bakıldığında da yaşanan hızlı ve köklü değişimlerin firma ve ülkelere yenilikçi olmaktan başka şans tanımadığı ve dolayısıyla teknolojik gelişmelere, AR-GE faaliyetlerine ağırlık vermeye zorladığı söylenebilmektedir.

Halkın refahının sağlanması hükümetlerin öncelikli hedeflerinden birisidir ve bunu sağlamanın yolu da ekonomik kalkınma ile mümkündür. Ekonomik kalkınmanın sağlanması için ekonomideki dinamiklerin harekete geçirilmesi gerekmektedir. Önemli dinamiklerin başında da teknolojik gelişme gelmektedir. Teknolojinin üretim sürecine dâhil edilmesiyle birlikte üretimde verimlilik artışı

meydana gelecektir. Bir ülkedeki mevcut teknolojik alt yapının geliştirilmesi için beşeri sermayeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için AR-GE'ye ayrılan kaynakların ve eğitim yatırımlarının artırılması gerekmektedir. Bunun yanı sıra ortaya çıkacak olan yeni ürün ve fikirlerin patentler ile korunması da büyük önem arz etmektedir. Ortaya çıkan yeni ürün ve fikirlerin sanayiye uygulanması sonucu katma değeri yüksek mal ve hizmetlerin üretilmesi ve bunun ihraç edilmesi sonucu ekonomik büyüme sağlanacaktır.

Bu amaçla çalışmada 1996-2017 aralığında seçilmiş OECD ülkelerinde (Çin, Fransa, Kanada, Almanya, İtalya, Japonya, Kore, Hollanda, Rusya, İspanya, Türkiye, İngiltere) ekonomik büyüme, AR-GE yatırımları ve yüksek teknolojili ürün ihracatı arasındaki ilişki panel VAR analizi ile test edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda teorik ve ampirik sonuçlarla uyumlu olarak AR-GE yatırımlarındaki gelişmeler ile yüksek teknolojili ürün ihracatının birbirinden etkilendiği ve bunun yanı sıra AR-GE ve yüksek teknolojili ürün ihracatının ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca varyans ayrıştırma tahminlerinden elde edilen sonuçlara göre 10 dönem sonunda ekonomik büyümedeki değişimin yaklaşık %22'sinin AR-GE yatırımları ve yaklaşık %2'sinin yüksek teknolojili ürün ihracatından kaynaklanacağı belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar çerçevesinde, özellikle politika yapıcıların AR-GE'yi teşvik eden, teknolojik ilerlemeyi artıran ve teknoloji transferi sağlayan politikalar üretmesinin gerekliliği vurgulanabilmektedir. Bu anlamda en önemli AR-GE merkezlerinden olan üniversiteler ile sanayi ve kamu kuruluşları arasındaki işbirliklerinin kurulması projeler üretilmesi gerekmektedir. Bu yolla ekilecek olan AR-GE tohumları, teknolojik gelişmeye yol açarak verimliliği artıracaktır.

Özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki yapısal ekonomik sorunların çözülmesi için mevcut sorunlarla uyumlu AR-GE politikalarının üretilmesi, hem özel hem de kamu tarafından daha fazla AR-GE yatırımının yapılması, bunun için gerekli olan finansmanın sağlanarak tasarrufların özendirilmesi; gerekli teşvik ve muafiyetlerin sağlanması gerekmektedir. Başarılı AR-GE faaliyetleri kalifiye emekle daha

verimli sonuç verecektir. Bu nedenle eğitim harcamalarının arttırılarak eğitim kalitesinin iyileştirilmesi beşeri sermaye açısından olumlu sonuçlara yol açacaktır.

Kaynakça

- Abrigo, M. R. M. & Love, I. (2015). Estimation of panel vector autoregression in stata: a package of programs. *University of Hawaii Working Paper* 201602.
- Aghion, P. & Howitt. P. (1996). Research and development in the growth process. *Journal of Economic Growth*, 1(1), 49-73
- Aktan, C. C. & Vural, İ. Y. (2016). Bilgi toplumu, yeni temel teknolojiler ve yeni ekonomi. *Yeni Türkiye Bilim ve Teknoloji Özel Sayısı*, 88(1), *Bilim ve Teknoloji Özel Sayısı*.
- Altın, O. & Kaya, A. (2009). Türkiye’de AR-GE harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkinin analizi. *Ege Akademik Bakış*, 9 (1), 251-259.
- Arellano, M. & Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*, 68, 29-51.
- Arrow, K. J. (1962). The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, 155-73.
- Bai, J. & Ng, S. (2004). A panic attack on unit roots and cointegration. *Econometrica*, 72, 1127-1177.
- Barro, R. (1990). Economic growth in a cross-section of countries. *Quarterly Journal of Economics*, 106, 424, 407-43.
- Barro, R. J. & Sala-I Martin, X. (2004). *Economic Growth*, 2nd Edition, Cambridge: MIT Press
- Berber, M. (2011). *İktisadi Büyüme ve Kalkınma*, 4. Baskı, Trabzon, Derya Kitabevi
- Berber, M. (2006). *İktisadi büyüme ve Kalkınma*. Derya Kitabevi.

- Breusch, T.S. & Pagan, A.R. (1980). The lagrange multiplier test and its applications to model to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.
- Ceo, D. T. & Helpman, E. (1995). International R&D spillovers. *European Economic Review*, 39(5), 859-887.
- Choi, I. (2001). Unit root tests for panel data. *Journal of International Money and Finance*, 20(2), 249-272.
- Choi, I. (2002). Combination unit root tests for cross-sectionally correlated panels, *Mime, Hong Kong University of Science and Technology*. <http://hdl.handle.net/1783.1/129>
- Demir, M. & Geyik, O. (2014). Türkiye’de AR-GE & inovasyon harcamalarının gelişim süreci ve ekonomik etkileri. *Journal of Life Economics*, 2, 171-190.
- Eid, A. (2012). Higher education R&D and productivity growth: an empirical study on high income OECD countries. *Education Economics*, 20(1), 53-68.
- Eren, E. (2006). *Makro İktisat*, Avcıol Basım Yayın, Dördüncü Baskı, İstanbul.
- Freeman, C. (1995). The ‘national system of innovation’ in historical perspective,. *Cambridge Journal of Economics*, 19, 5-24.
- Göçer, İ. (2013). Ar-Ge harcamalarının yüksek teknolojili ürün ihracatı, dış ticaret dengesi ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri. *Maliye Dergisi*, 165, 215-240.
- Grossman, G. M. & Helpman E. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge.
- Gülmez, A. & Akpolat, A.G. (2014). AR-GE & inovasyon ve ekonomik büyüme: Türkiye ve AB örneği için dinamik panel veri analizi, *AGBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 1-17.
- Güloğlu, B. & Tekin, R.B. (2012). A panel causality analysis of the relationship among research and development, innovation, and economic growth in high-income OECD countries. *Eurasian Economic Review*. 2(1), 32-47.

- Hiç, M. (1994). *Büyüme ve Gelişme Ekonomisi*. Filiz Kitabevi, İstanbul.
- Im, K.S. & Pesaran, M.H. (2003). on the panel unit root tests using nonlinear instrumental variables. *Cambridge Working Papers in Economics 0347, University of Cambridge, Faculty of Economics*.
- İşcanoğlu-Çekiç, A. & Gültekin, H. (2019). *R Uygulamalı Panel Veri Analizi ve Ampirik Bir Uygulama*, Ekin Basım Yayın, Bursa.
- Levin, A., C.F. Lin & Chu, C.S.J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108(1), 1-24.
- Lichtenberg, F. R. (1993). R&D investment and international productivity differences. *NBER Working Paper Series, W4161*.
- Lucas, R. E., (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42.
- Maddala, G. & Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests and a new models. *Econometrica*, 70, 191-221.
- Moon, H.R. & Perron, B. (2004). Testing for a unit root in panels with dynamic factors. *Journal of Econometrics*, 1, 81-126.
- Morck, R. & Yeung, B. (2001). The economic determinants of innovation, industry canada research publications. *Occasional Paper*, 25.
- Parasız, İ. (1997). *Modern Büyüme Teorileri*. Ezgi Kitabevi, Birinci Baskı.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *IZA Discussion Paper*, 1240
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22 (2), 265-312.
- Pesaran, M.H. (2003). *A simple panel unit root test in the presence of cross section dependence*. Cambridge Working Papers in Economics 0346. University of Cambridge, Faculty of Economics.
- Romer, P. (1994). Perspectives on growth theory. *Journal of Economic Perspectives*. 8(1), 45-54.

- Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 9, 5, 1002-38.
- Romer, P.M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*. 98(5), 71-102.
- Schumpeter, J. A. (1911). *The Theory of Economic Development: An Inquiry Into Profits, Capital, Credit, Interest, and Business Cycle* (translated by Redvers Opie, with a special preface by the author). Cambridge: Harvard University Press, 1934 (second printing,1936; third printing, 1949).
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- Sylwester, K. (2001). R&D and economic growth. *Knowledge, Technology & Policy*, 13 (4), 71-84.
- Taş, Ş., Taşar. İ. & Açı. Y. (2017). AR-GE harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Türkiye örneği. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 197-206.
- Uzay, N., Demir, M. & Yıldırım, E. (2012). İhracat performansı açısından teknolojik yeniliğin önemi: Türkiye imalat sanayi örneği. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 13 (1) 2012, 147-160.
- Yardımcı, P. (2006). İçsel büyüme modelleri ve Türkiye ekonomisinde içsel büyüme dinamikleri. *Selçuk Üniversitesi Karaman İİBF Dergisi*, 10, 96-115.
- Yaylalı, M., Akan, Y. & Işık C. (2010). Türkiye’de AR&GE yatırım harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi: 1990-2009, *The Journal of Knowledge Economy&Knowledge Management*, 7(2): 13-26.

