

## AR-GE, VERGİ TEŞVİKLERİ VE EKONOMİK BÜYÜME: PANEL VAR YAKLAŞIMI

Onur POLAT<sup>1</sup>

Gönderim tarihi: 05.04.2019 Kabul tarihi: 06.09.2019

### Öz

Bu çalışmada Ar-Ge vergi teşvikleri, Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi Amerika Birleşik Devletleri, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Fransa, Güney Kore, Kanada, İngiltere, İspanya ve Macaristan için 2002-2015 döneminde Panel VAR modeli ile incelenmektedir. Bu kapsamda B-Endeksi, Ar-Ge harcamaları ve GSYH serileri ekonometrik analizde kullanılmıştır. Serilerin yatay kesit bağımlılığı Pesaran (2004) CD testi ile tespit edilmiş olup, serilerin durağanlığı Pesaran'ın (2007) 2. nesil CIPS panel birim kök testi ile sınanmıştır. Serilerin I(1) oldukları tespit edilmiş olup, 1. farkları Panel VAR analizinde kullanılmıştır, Panel VAR analiz sonuçları Ar-Ge vergi teşvikleri ve Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeyi pozitif olarak etkilediği hipotezini desteklemektedir. Son olarak, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi Panel Granger Nedensellik testi ile incelenmiş ve Ar-Ge harcamalarından GSYH'ye ve B-Endeksine doğru tek yönlü nedenselliğin varlığı tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçları, Ar-Ge vergi teşviklerinin ve Ar-Ge yatırımlarının ekonomik büyümeyi tetiklediği argümanını doğrulamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Ar-Ge, Vergi Teşvikleri, B-Endeksi, Panel VAR.

**Jel Kodları:** C23, H2, O3.

## R&D, TAX INCENTIVES AND ECONOMIC GROWTH: A PANEL VAR APPROACH

### Abstract

In this study, the relationship between R&D tax incentives, R&D expenditures and economic growth is analyzed for the US, Australia, Belgium, Czech Republic, France, South Korea, Canada, UK, Spain, and Hungary for 2005-2015 using Panel VAR model. In this respect; B-Index, R&D expenditures and GDP series are used in the econometric analysis. Cross-sectional dependence for the variables is detected by Pesaran's (2004) CD test and stationarity of the series are tested with Pesaran's (2007) second generation cross-sectional augmented IPS (CIPS) test. The variables are found I(1), the first difference of them are used in Panel VAR analysis. The results of Panel VAR analysis support the hypothesis that proposes R&D incentives and R&D expenditures positively affect economic growth. The causality between series are examined by using Panel Granger Causality Test and one-way causality from R&D expenditures to GDP and one-way causality from R&D expenditures to B-Index are detected. The results of the study confirm the idea of R&D incentives and R&D expenditures trigger the economic growth.

**Keywords:** R&D, Tax Incentives, B-Index, Panel VAR.

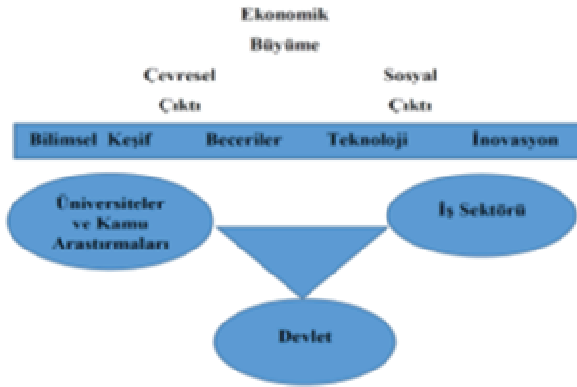
**Jel Classification:** C23, H2, O3.

<sup>1</sup> Dr. Öğretim Üyesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Maliye Bölümü, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Gülümbe Kampüsü 11210-BİLECİK, onur.polat@bilecik.edu.tr., ORCID: 0000-0002-7170-4254.

## 1. Giriş

Teknolojik rekabetin korunabilmesi ve sürdürülebilirliği için kullanılan araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler tarafından yeni hizmet, mal ve bilgi üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Ar-Ge faaliyetleri belirli alanlarda yoğunlaşmaktadır. Örneğin Türkiye’de gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetleri, i) bilimsel ve teknolojik alanlardaki belirsizliklerin ortaya çıkarılması, ii) yeni ürün, malzeme, sarf malzeme, cihaz, ekipman, prosedür ve sistemlerin geliştirilmesi, iii) yeni ve özgün tasarım üreten yazılımların geliştirilmesi, iv) yeni ürün, yöntem, süreç ve prosedür araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin yürütülmesi, v) maliyetleri azaltmak amacıyla ürün kalite, standart ve performansının arttırılmasına yönelik olan çalışmaların yapılması ana başlıklarında değerlendirilebilir (Deloitte, 2018). Üniversiteler ve kamu araştırma enstitüleri, işleme sektörü ve devleti Ar-Ge faaliyetleri üreten temel aktörler olarak ifade eden OECD, bu aktörlerin fikirleri ekonomik değere dönüştürmedeki önemli rollerine dikkat çekmektedir. Bu aktörler; soyut veya somut teknolojik, bilgi temelli sermayenin üretimini ve kullanımını içeren Ar-Ge faaliyetlerini de kapsayan inovasyon faaliyetleri gerçekleştirmektedir (OECD, 2014:24). Şekil 1’de bu süreç gösterilmektedir:

Şekil 1. Ar-Ge Faaliyetleri Üretim Şeması



Kaynak: OECD, 2014: 24.

Ar-Ge faaliyetlerinin, yeni fikir ve inovasyonların üretilmesi ve desteklenmesi amacıyla politika aracı olarak kullanılan vergi teşvikleri, otoriteler tarafından uygulanmaktadır. Ekonomik politika perspektifi açısından değerlendirildiğinde, sürdürülebilir bir ekonomik büyümeyi ve refahı sağlaması açısından vergi teşvikleri önemli bir yer tutmaktadır. Bu bağlamda, vergi teşviklerinin ekonomik çıktıya olan etkilerinin kantitatif olarak ölçülmesi oldukça önemlidir. Bu amaçla OECD, Ar-Ge faaliyetlerine uygulanan vergi teşviklerinin

ekonomik çıktıya olan etkilerinin ölçülmesi amacıyla kompozit bir index olan B-Endeksini oluşturmuştur (Warda, 2002). Ar-Ge'ye uygulanan marjinal efektif vergi oranının bir ölçüsü olan B-Endeksi OECD tarafından 38 ülke için yıllık olarak yayınlanmaktadır<sup>2</sup>. B-Endeksinin ekonomik etkinliğe olan mikro veya makro düzeydeki etkileri literatürde bir çok çalışma tarafından incelenmektedir (Elschner ve Ernst, 2008; Westmore, 2013; Ernst *vd.*, 2014; Bösenberg ve Egger, 2017).

Çalışmada veri erişilebilirliğine bağlı olarak, Ar-Ge harcamalarına yönelik vergi teşviklerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri 10 OECD ülkesi<sup>3</sup> için Panel VAR (Vector Auto Regression, Vektör Otoregresif) modeli ile analiz edilmektedir.

Makelenin yapısı şu şekildedir: Girişi izleyen ikinci bölümde Ar-Ge vergi teşviklerinin teorik altyapısı ve Türkiye'deki uygulamaları tartışılmaktadır. Üçüncü bölümde, Ar-Ge vergi teşviklerinin OECD ülkelerindeki uygulamaları verilmektedir. İzleyen dördüncü bölümde, Ar-Ge vergi teşviklerinin bir ölçümü olan B Endeksinin tanımı ifade edilmektedir. Beşinci bölümde, Ar-Ge vergi teşvikleri ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmektedir. Altıncı bölümde, çalışmada kullanılan veri kümesi, metodoloji ve ampirik sonuçlar verilmektedir. Yedinci ve son bölümde çalışmanın sonuçları tartışılmaktadır.

## 2. Ar-Ge Vergi Teşviklerinin Teorik Altyapısı ve Türkiye'deki Uygulamaları

Literatürdeki ilgili çalışmalar, otoriteler tarafından piyasa başarısızlığını gidermek amacıyla Ar-Ge destekleri kapsamında uygulanan politika araçları arasında yer alan vergi teşviklerinin teorik altyapısını ifade etmektedir. Bu çalışmalar arasında yer alan Akçomak'a (2007) göre, vergi teşviklerinin temel amacı, "işletmelerin Ar-Ge maliyetlerini düşürerek Ar-Ge harcamalarını etkinleştirmek ve bu faaliyetlere yönelik harcamaları artırmaktır".

Acinöroğlu (2009), Ar-Ge vergi teşviklerini yenilikçi sistemin bir parçası olan tedbirler olarak değerlendirmektedir. Yazara göre, Ar-Ge vergi teşvikleri sayesinde Ar-Ge faaliyetleri teşvik edilerek Ar-Ge'de yeniliklere vesile olunur ve bu durum yeniliklerde verimliliğin artmasını sağlar.

Çalışaneller (2009: 2), Ar-Ge faaliyetlerinin teşvik edilmesine yönelik olarak Türk vergi sisteminde uygulanan düzenlemelerin 4691 aylı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu,

<sup>2</sup> OECD tarafından 2017 yılında 38 ülke için yayınlanan B-endeks değerleri için bkz.: <http://www.oecd.org/sti/oecd-science-technology-and-industry-scoreboard-201725345.htm>.

<sup>3</sup> 10 OECD ülkesi şu şekildedir: Amerika Birleşik Devletleri, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Fransa, Güney Kore, İngiltere, İspanya, Kanada, Macaristan.

5520 sayılı Kurumlar Vergisi Kanunu ve 5746 sayılı Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun ile belirlendiğini ifade etmektedir.

Güzel (2009: 35), Ar-Ge faaliyeti sonucunda elde edilen bilgi ve teknoloji buluşlarının dışlanamama ve tüketimlerinde rekabet olmaması nedenleriyle kamusal mal grubu içinde yer aldıklarını ve dolayısıyla bu mal grubu için kamu müdahalesinin gerektiğini ifade etmektedir. Yazara göre bu müdahale, devletin Ar-Ge yatırımlarını doğrudan kendisinin yapması ve özel sektör Ar-Ge faaliyetlerinin kamu tarafından teşvik edilmesi şeklinde olmaktadır. Kamu müdahale araçları içinde yer alan Ar-Ge vergi teşvikleri, Ar-Ge harcamalarını doğrudan etkileyen politikalar içinde yer almaktadır (Güzel, 2009: 35).

Çelebi ve Kahraman (2011), dışsal faydaya sahip olan Ar-Ge yatırımlarının optimum piyasa üretiminin altında kalmasının piyasa başarısızlığına yol açtığını belirtmektedir. Bu durumun engellenmesi amacıyla, devlet tarafından Ar-Ge faaliyetlerine yönelik vergi teşviklerinin uygulandığı ifade edilmektedir. Bu teşvikler; vergi ertelemeleri, vergi indirimleri, vergi kredileri ve genişletilmiş teşvik araçları başlıkları altında sıralanabilir (Çelebi ve Kahraman 2011).

Demirli'ye (2014: 96) göre, bilim ve teknoloji (BT) kapasitesinin yükseltilmesi için piyasa başarısızlığının kamu müdahalesi ile giderilmesi gerekmektedir. Bu müdahalenin önemli uygulama biçimlerinden biri ise vergi teşvikleridir (Demirli, 2014:96).

Göçer *vd.* (2014: 170) Türkiye'deki Ar-Ge faaliyetlerinin vergisel yolla desteklenmesi için uygulamada olan 5746 sayılı yasada önemli adımlar atıldığına dikkat çekmektedir. Bu kapsamda atılan en önemli adım olarak, %40 olan Ar-Ge indirim oranının %100'e çıkartılması gösterilmektedir (Göçer *vd.*, 2014: 170)

Öte yandan, ülkeler ekonomik durumlarına ve mevzuat yapılarına göre Ar-Ge faaliyetleri için farklı vergi teşvik türlerini tercih edebilmektedir. Bu teşvikler ağırlıklı olarak; vergi indirimi, vergi kredisi ve vergi erteleme, hızlandırılmış amortisman ve patent kutu rejimi olarak sayılabilir. Vergi indirimleri ve vergi kredileri bu teşvikler arasında en çok tercih edilenlerdir (Tosunoğlu, 2016:6).

Son olarak, 1 Temmuz 2017 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "7033 sayılı Sanayinin Geliştirilmesi ve Üretim Desteklenmesi Amacıyla Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun" ile Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu nezdinde değişiklikler yapılmıştır. Çıkarılan kanun, Ar-Ge faaliyetlerine yönelik olarak uygulanan vergi teşviklerini de içeren bir takım yenilikler getirmektedir (Kutbay ve Öz, 2017: 787).

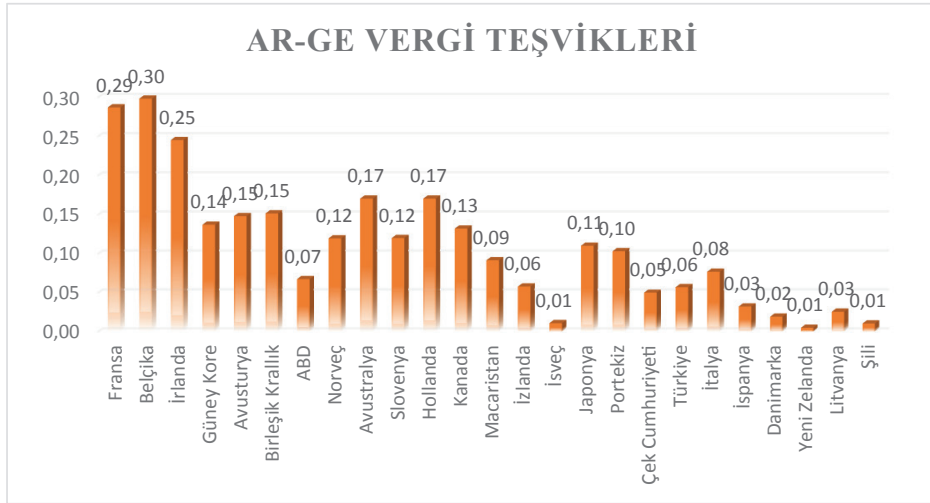
### 3. Ar-Ge Vergi Teşviklerinin OECD Ülkelerindeki Uygulamaları

ABD ve Avrupa ülkeleri politika yapıcıları 20. yüzyılın önemli bir bölümünde ülkelerinin teknolojik performansına ilgi duymuşlardır. Bu ilginin seviyesi 2. Dünya savaşı döneminde Japon ekonomisindeki yükselme nedeniyle önemli derecede artmıştır. 1980 ve 1990'lı yıllarda Asya kaplanlarının (Tayvan, Hong Kong, Singapur ve Güney Kore) yüksek-teknoloji stratejine bağlı ekonomik büyümeye sahip olmaları, ekonomi teorisinin ekonomik büyümeyi açıklayan Ar-Ge ve beşeri sermaye üzerine yoğunlaşmasına neden olmuştur (Bloom *vd.*, 2002:1-2).

Ülkeler, inovasyon seviyelerini yükseltmek ve teknolojik rekabetlerini arttırmak için Ar-Ge vergi teşviklerini uygulamaya başlamışlardır. OECD ülkeleri içinde de artan sayıda ülke Ar-Ge vergi teşviklerini uygulamaktadır (Bloom *vd.*, 2002). Ar-Ge vergi teşvikleri; vergi indirimi, Ar-Ge vergi kredileri ve hızlandırılmış amortisman şekillerinde uygulanabilmektedir (Warda, 2002). Birçok OECD ülkesi Ar-Ge harcamalarının vergilendirilen gelirden %100 oranında düşülebilmesine olanak sağlayan Ar-Ge vergi teşvikleri uygulamaktadır (Guellec, 2003:227). Bununla birlikte, vergi indirimleri uzun dönemli Ar-Ge harcamalarını desteklemede Ar-Ge destekleri gibi diğer politikalardan daha etkilidirler (Falk, 2004:5).

Şekil 2 OECD ülkelerinde 2016 yılında uygulanmakta olan Ar-Ge vergi teşvik oranlarını göstermektedir. Şekil 2'den görüleceği üzere OECD ülkeleri önemli oranlarda Ar-Ge vergi teşvikleri uygulamaktadır. 2016 yılında OECD ülkeleri içinde en yüksek Ar-Ge vergi teşvikini 0.3 oranı ile uygulayan ülke Belçika olmuştur ve Belçika'yı 0.29 vergi teşviki oranı ile Fransa izlemiştir. 2016 yılında Ar-Ge vergi teşvikini en düşük oranda uygulayan ülkeler ise İsveç, Yeni Zelanda ve Şili'dir (0.01). Türkiye ise 2016 yılında 0.06 oranında Ar-Ge vergi teşviki uygulamıştır.

Şekil 2. OECD Ülkelerinde 2016 Yılında Uygulanan Ar-Ge Vergi Teşvikleri



**Kaynak:** OECD, R&D Tax Incentive Indicators, <http://www.oecd.org/sti/rd-tax-stats.htm>.

**Not:** 2016 yılında Ar-Ge vergi teşvik oranı 0 olan OECD ülkeleri grafiğe dâhil edilmemiştir.

2017 yılı itibarıyla de OECD ülkelerinde Ar-Ge vergi teşvikleri artan oranlarda devam etmekte, 35 OECD ülkesinden 30'u Ar-Ge vergi teşviklerini uygulamaktadır. OECD ülkelerinin önemli bir bölümü Ar-Ge harcamalarının tamamını Ar-Ge vergi teşvikleri ile kapsamaktadır. OECD ülkelerinde Ar-Ge vergi teşviklerini Ar-Ge vergi kredileri ve Ar-Ge vergi muafiyeti olarak uygulamaktadır (OECD, 2018). Tablo 1, OECD ülkelerini bu bağlamda sınıflandırmaktadır.

Tablo 1. OECD Ülkelerinde Ar-Ge Vergi Teşvik Uygulamaları

| OECD Ülkeleri                  |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Ar-Ge Vergi Kredileri</b>   |   |
| <b>Hacim Tabanlı</b>           | Avusturya, Avustralya, Belçika, Kanada, Şili, Danimarka, Fransa, İzlanda, İrlanda, Japonya (hacim ve özel Ar-Ge), Güney Kore (yatırım vergi kredileri), Yeni Zelanda, Norveç, Macaristan, Birleşik Krallık (büyük firmalar) |
| <b>Artımlı/Hibrit</b>          | İtalya, Japonya, Güney Kore, Meksika, Portekiz, İspanya, ABD  |
| <b>Ar-Ge Vergi İndirimleri</b> |   |
| <b>Hacim Tabanlı</b>           | Belçika, Yunanistan, Macaristan, Letonya, Litvanya, Polonya, Slovenya, Slovak Cumhuriyeti, Birleşik Krallık (KOBİler)   |
| <b>Artımlı/Hibrit</b>          | Çek Cumhuriyeti, Slovak Cumhuriyeti, Türkiye  |

**Kaynak:** OECD (2018:13), Tablo 6'dan elde edilmiştir.

Tablo 1'e göre 15 OECD ülkesi (Avusturya, Avustralya, Belçika, Kanada, Şili, Danimarka, Fransa, İzlanda, İrlanda, Japonya, Güney Kore, Yeni Zelanda, Norveç, Macaristan, Birleşik Krallık) hacim tabanlı Ar-Ge vergi kredilerini Ar-Ge vergi teşviki olarak uygulamaktadır. Buna karşılık 7 OECD ülkesi (İtalya, Japonya, Güney Kore, Meksika, Portekiz, İspanya, ABD) artımlı/hibrit Ar-Ge vergi kredilerini Ar-Ge vergi teşviki amacıyla uygulamaktadır. Ar-Ge vergi indirimlerini hacim tabanlı uygulayan OECD ülke sayısı ise 9 dur (Belçika, Yunanistan, Macaristan, Letonya, Litvanya, Polonya, Slovenya, Slovak Cumhuriyeti, Birleşik Krallık). 3 OECD ülkesi ise (Çek Cumhuriyeti, Slovak Cumhuriyeti, Türkiye) artımlı/hibrit Ar-Ge vergi indirimlerini Ar-Ge teşviki amacıyla kullanmaktadır.

#### 4. B-Endeksi

B-Endeksi, bir şirketin Ar-Ge'si üzerindeki marjinal, birim gider için tanımlanan vergi öncesi kârın bir ölçümü olarak tanımlanmaktadır (Warda, 2002). Bu ölçüm genelde zımni sübvansiyon oranı (1-B endeksi) olarak ifade edilmektedir. Warda (2002), B-Endeksi'ni aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$B \text{ Endeksi} = \frac{1 - A}{1 - \tau} \quad (1)$$

Yukarıdaki eşitlikte  $A$ , Ar-Ge harcamalarına uygulanan ödeneklerin ve kredilerin birleştirilmiş net bugünkü değerini;  $\tau$  kurumlar vergisi oranını ifade etmektedir.

B-Endeks değerinin 1'e eşit olduğu durumda cari harcamalar tam olarak (%100) düşülebilir ve bu durumda sübvansiyon oranı sıfırdır. B-Endeksinin küçük olması (1'den küçük olmak üzere) Ar-Ge vergi teşvik oranının yüksek olduğu dolayısıyla Ar-Ge vergi teşvik uygulamalarının etkin olduğu anlamına gelmektedir.

#### 5. Ar-Ge Teşvikleri ve Ekonomik Büyüme

Politika yapıcılar tarafından uygulanan Ar-Ge teşviklerinin ekonomik aktiviteye olan etkileri literatürdeki çalışmalar tarafından incelenmektedir. Erken dönem yapılan çalışmalar Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmış ve anlamlı bir ilişkinin varlığına dair kanıt bulmuşlardır (Goel ve Ram, 1994; Gittleman ve Wolff, 1995; Park, 1995; Davidson ve Segerstorm, 1998).

İzleyen 2000'li yılların çalışmaları da aynı araştırma sorunsalını incelemiştir. Bu çalışmalar arasında yer alan Sylwester (2000), ekonomik büyüme ve Ar-Ge harcamaları arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki tespit etmiştir. Falk (2007), OECD ülkeleri için ileri

teknoloji ile yapılan Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeye olan etkilerini 1970-2004 dönemi için araştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, yüksek teknolojiye yapılan Ar-Ge harcamalarının kişi başına düşen GSYH üzerinde güçlü ve anlamlı bir etkisi bulunmaktadır (Falk, 2007). Goel *vd.* (2008) ABD için Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisini 1953-2000 dönemi verilerini kullanarak incelemiştir. Çalışmanın sonuçları federal, federal olmayan ve savunma için yapılan Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki önemli etkilerine dikkat çekmektedir (Goel *vd.*, 2008). Hasan ve Tucci (2010) küresel patent verisini kullanarak nitelik ve nicelik açısından Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeye etkilerini araştırmış ve değişkenler arasında pozitif bir ilişki tespit etmiştir. Guloglu ve Tekin (2012) yüksek gelirli OECD ülkeleri için Ar-Ge harcamaları, inovasyon ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemiş ve Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeyi Granger nedensel olarak etkilediği sonucunu elde etmişlerdir.

## 6. Veri, Yöntem ve Ampirik Sonuçlar

Bu çalışmada 2002-2015 yılları arasındaki GSYH (milyon ABD doları), B-Endeksi, ve Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payı (%), 10 OECD ülkesi için kullanılmaktadır. GSYH ve Ar-Ge harcamaları Dünya Kalkınma Göstergeleri'nin (World Development Indicators, 2018), B-Endeksi ise Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'nün (OECD, 2018) veritabanlarından elde edilmektedir.

Çalışmanın ampirik sonuçları, Stata programı kullanılarak tahmin edilmiştir. Panel VAR modeli tahminleri için Abrigo ve Love (2016) makalesindeki kodlar kullanılmıştır.

Literatürdeki ilk panel veri çalışmaları hata terimlerinin kesit bağımlılığını ihmal etmişlerdir. Fakat, klasik panel veri tahminleri (sabit veya tesadüfi etkiler veya genelleştirilmiş momentler yöntemi) kesit bağımlılığı nedeniyle tahminlerin güvenilir olmamasına ve sonuç olarak beklenmeyen bir şokun açıklayıcı değişkenle korelasyonunun olmasına neden olabilir (Andrews, 2005; Sarafidis ve Robertson, 2009).

Dolayısıyla bu bölümde ilk olarak, verilerin yatay kesit bağımlılığı test edilmektedir. İkinci olarak, değişkenlerin durağanlıkları 2. nesil panel birim kök testi ile sınanmaktadır. Son olarak, Ar-Ge vergi teşviklerinin ekonomik büyümeye olan kısa ve uzun dönemdeki etkileri Panel VAR modeli ile analiz edilmektedir.



## 6.1. Yatay Kesit Bağımlılık Testi

Yatay kesit bağımlılığı ilk nesil panel veri literatürü tarafından ihmal edilmiştir. Fakat, küresel olarak veri erişilebilirliğinin artmasına bağlı olarak panel veri literatürü mikro panel modellerinden, birimler arasında yatay kesit bağımsızlığının olmayabileceği geniş veri kümelerini içeren panel modellere evrilmiştir (Chudik ve Pesaran, 2013). Buna bağlı olarak 2. nesil panel veri literatürü panel veri kümeleri için yatay kesit bağımlılığını incelemeye başlamıştır.

Panel verimizdeki yatay kesit bağımlılığını sınamak için Pesaran'ın (2004) CD (cross-sectional dependence) testini uygulamaktayız. CD testi kısa zaman periyodu ( $T$ ) ve geniş birim sayısına ( $N$ ) sahip olan heterojen panellere uygulanabilmektedir.

Pesaran (2004) ikili korelasyon katsayılarına bağlı CD'yi aşağıdaki gibi tanımlamaktadır:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left( \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \sim N(0,1) \quad i, j = 1, \dots, N \quad (2)$$

burada  $\hat{\rho}_{ij}$  kalıntıların ikili korelasyonlarının örneklem tahminidir. Tablo 2, GSYH, B-Endeksi ve ArGe değişkenleri için CD test sonuçlarını içermektedir.

**Tablo 2.** CD Test Sonuçları

| Değişken         | CD Testi   |
|------------------|------------|
| <i>GSYH</i>      | 22.102 *** |
| <i>B_Endeksi</i> | -1.196     |
| <i>ArGe</i>      | 11.943 *** |

**Not:** \*, \*\*, \*\*\* sırasıyla 10%, 5% ve 1% güven aralıklarını göstermektedir. Sıfır hipotezi yatay kesit bağımsızlığını ifade etmektedir.

Tablo 2'ye göre, CD testi GSYH ve ArGe serileri için yatay kesit bağımsızlığını %1 güven düzeyinde reddetmektedir. B-Endeksi için yatay kesit bağımsızlığı kabul edilmesine rağmen tahmin istatistiki olarak anlamsızdır. Dolayısıyla, serilerin durağanlığını sınamak için yatay kesit bağımlılığını göz önünde bulunduran 2. nesil panel birim kök testlerini kullanmamız gerekmektedir.

## 6.2. Panel Birim Kök Testi

Yatay kesit bağımlılığı nedeniyle 2. nesil birim kök testleri serilerin durağanlığını sınamak için kullanılmaktadır. Bu bağlamda, Pesaran'ın (2007) CIPS testi kullanılmaktadır.

Pesaran (2007), standart ADF (Augmented Dickey-Fuller) regresyonlarına yatay kesit seviyelerinin (levels) gecikmeli değerleri ve serilerin birinci farklarını ekleyen bir model önermiştir. Bu modelin önerdiği panel birim kök testi CADF (cross-sectionally augmented ADF) olarak isimlendirilmekte ve aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$\Delta y_{it} = a_i + b_i y_{i,t-1} + c_i \bar{y}_{t-1} + d_i \Delta \bar{y}_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

CIPS (cross-sectionally augmented IPS) ise aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$CIPS = N^{-1} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (4)$$

Tablo 3, CIPS panel birim kök testi sonuçlarını vermektedir.

**Tablo 3.** CIPS Panel Birim Kök Testi Sonuçları

| CIPS Testi       |             |                     |                           |             |                     |
|------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-------------|---------------------|
| Değişken         | Sabit Terim | Sabit Terim + Trend | Değişken                  | Sabit Terim | Sabit Terim + Trend |
| <i>GSYH</i>      | 1.972       | 1.977               | $\Delta$ <i>GSYH</i>      | -2.057***   | 0.591               |
| <i>B_Endeksi</i> | 0.683       | 2.015               | $\Delta$ <i>B_Endeksi</i> | -3.958***   | -3.143***           |
| <i>ArGe</i>      | 0.503       | 1.033               | $\Delta$ <i>ArGe</i>      | -2.602***   | -1.754**            |

**Not:** \*\*, \*\*\* sırasıyla 10%, 5% ve 1% güven aralıklarını göstermektedir. Sıfır hipotezi yatay kesit bağımsızlığını ifade etmektedir. Model sabit terim eklenerek tahmin edilmiştir.

Tablo 3'e göre GSYH, B-Endeksi ve Ar-Ge harcamaları serilerinin 1. farkları %1 istatistiki anlamlılık düzeyinde intercept (sabit terim) formlarında durağandır<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Seriler trend içermediğinden dolayı analizde intercept için olan birim kök testi sonuçlarını esas almaktayız.

### 6.3. Panel VAR Modeli

Panel VAR yöntemi, geleneksel VAR modelinin panel veri setine uyarlanmış halidir (Canova ve Ciccarelli, 2013:7). Panel VAR modeli mikro düzeyde tahminleme için erken dönem çalışmalar tarafından kullanılmıştır (Holtz Eakin vd., 1988).

$Y_t$ , içsel değişkenlerin  $G \times 1$  vektörü olmak üzere,  $Y_t$  için VAR modeli aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Canova ve Ciccarelli, 2013:7)

$$Y_t = A_0(t) + A(l)Y_{t-1} + u_t, \quad u_t \sim iid \quad (5)$$

Yukarıdaki eşitlikte  $A(l)$  gecikme işleminin polinom formu ve iid, identically-independent distributed (bağımsız-özdeşçe dağılmış) anlamına gelmektedir. VAR modelinden hareketle Canova ve Ciccarelli (2013), Panel VAR modelini aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$y_{it} = A_{0i}(t) + A_i(l)y_{it-p} + u_{it}, \quad i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, N \quad (6)$$

Yukarıda  $u_{it}$  rassal değişkenlerin  $G \times 1$  vektörüdür.

Ar-Ge vergi teşvikleri ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki aşağıda ifade edilen Panel VAR modeli ile incelenmektedir:

$$y_{it} = A_{0i}(t) + A_i(l)y_{it-p} + u_{it}, \quad i = 1, \dots, 10 \quad t = 2002, \dots, 2015 \quad (7)$$

Burada,  $i$  ülkeleri,  $t$  yılı,  $y_{it}$  ise her bir ülke için  $\Delta GSYH_{it}$ ,  $\Delta B\_Endeksi_{it}$  ve  $\Delta ArGe_{it}$  değişkenlerini içeren  $10 \times 1$  vektörü ifade etmektedir.

Panel VAR modeli için optimal gecikme derecesi seçimi GMM (*Generalized Method of Moments*, Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi) ile yapılmaktadır ve sonuçlar Tablo 4'de verilmektedir.

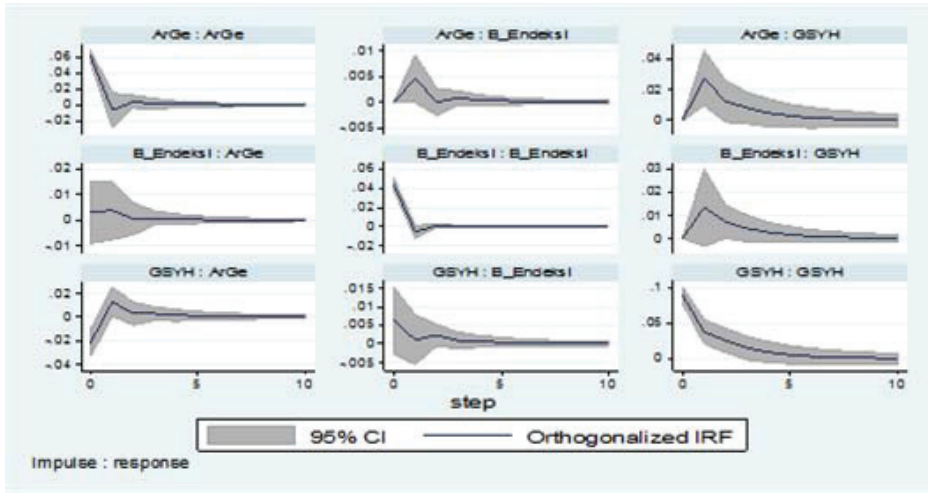
**Tablo 4.** Gecikme Derecesi Seçim Sonuçları

| Gecikme | CD       | J        | J p-değeri | MBIC      | MAIC      | MQIC      |
|---------|----------|----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 1       | .8259495 | 42.83512 | .0271792   | -75.4796  | -11.16488 | -36.95049 |
| 2       | .7247245 | 19.96599 | .3347376   | -58.9104  | -16.03401 | -33.22442 |
| 3       | .5098826 | 4.615211 | .8664797   | -34.82303 | 13.38479  | -21.97999 |

Gecikme derecesi seçim kriterinde, değişkenlerin ilk 3 gecikmeleri panel VAR modelinde kullanılmaktadır<sup>5</sup>. En küçük MBIC ve MQIC değerlerine sahip olmasından dolayı, panel VAR modelinde gecikme derecesi 1 olarak seçilmektedir.

Gecikme derecesi tercih kriterine göre, ilk 4 değişkeninin enstrüman (instrument) olarak kullanıldığı 1. derece panel VAR modeli tahmin edilmektedir. Panel VAR modeli etki-tepki fonksiyonları Şekil 3’de verilmektedir.

Şekil 3. Panel VAR Etki-Tepki Fonksiyonları



Panel VAR etki-tepki analiz sonuçlarına göre, i) pozitif B-Endeksi ve Ar-Ge şokları karşısında GSYH başlangıçta yükselmekte ve uzun dönemde şokların etkileri ortadan kalkmaktadır. ii) Pozitif B-Endeksi şokları Ar-Ge yatırımlarının sınırlı miktarda yükselmesine neden olmaktadır. iii) Pozitif GSYH şokları Ar-Ge yatırımlarının yükselmesine, B-Endeksinin ise küçük bir miktarda düşmesine neden olmaktadır.

Panel VAR analizi sonuçları, vergi teşviklerinin ve Ar-Ge yatırım harcamalarının yükselmesinin ekonomik büyümeyi pozitif olarak desteklediği hipotezini desteklemektedir.

<sup>5</sup> Hansen'in (1982) J istatistik, ilgili P-değeri ve Andrews ve Lu'nun (2001) moment seçim kriteri GMM tahminleri için optimal gecikme derecesinin seçimi amacıyla kullanılmaktadır.

#### 6.4. Panel Granger Nedensellik Testi

Granger (1969),  $x_t$  ve  $y_t$  zaman serileri arasındaki nedenselliği tespit etmek için aşağıdaki modeli tanımlamıştır.

$$y_t = \alpha + \sum_{k=1}^K \beta_k y_{t-k} + \sum_{k=1}^K \gamma_k x_{t-k} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Yukarıdaki model için sıfır hipotezini  $H_0: \gamma_1 = \dots = \gamma_k$  şeklinde ifade etmiştir.  $H_0$  hipotezinin reddedilmesi durumunda  $x_t$ 'den  $y_t$ 'ye doğru nedenselliğin varlığından söz edilebilir.

Abrigo ve Love (2016), panel Granger nedensellik testinin Panel VAR modeli ile elde edilen GMM tahminlerine Wald testi uygulanması ile yapılabileceğini belirtmektedir.  $L \geq kp + 1$  enstürmanı içeren varsayılan kümenin (common set),  $X_{it} \in Z_{it}$  olmak üzere,  $Z_{it}$  satır vektörleriyle verildiğini kabul edelim. Abrigo ve Love (2016:3), dönüştürülmüş (transformed) panel VAR modelini aşağıdaki gibi tanımlamaktadır:

$$Y_{it}^* = \overline{Y_{it}^*} A + e_{it}^* \quad (9)$$

Yukarıdaki eşitlikte,  $Y_{it} = (y_{it}^{1*} \ y_{it}^{2*} \ \dots \ y_{it}^{k*})$ ,  $\overline{Y_{it}^*} = (Y_{it-1}^* \ Y_{it-2}^* \ \dots \ Y_{it-p+1}^* \ Y_{it-p}^* \ X_{it}^*)$   
 $e_{it}^* = (e_{it}^{1*} \ e_{it}^{2*} \ \dots \ e_{it}^{k*})$  ve  $A' = (A'_1, A'_2, \dots, A'_{p-1}, A'_p \ B')$  dir.

Bu durumda GMM tahmini aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$A = (\overline{Y^{*'} Z \widehat{W} Z' \overline{Y^*}})^{-1} (\overline{Y^{*'} Z \widehat{W} Z' \overline{Y^*}}) \quad (10)$$

Yukarıda  $\widehat{W}$ , tekil olmayan (non-singular), simetrik ve pozitif yarı tanımlı ( $L \times L$ ) matristir. Panel Granger nedensellik testi GMM tahmini olan  $A$  ve  $A'$ 'nin kovaryans matrisinden Wald testi vasıtasıyla elde edilmektedir.

Değişkenler arasındaki nedensellik bu yaklaşımla sınanmaktadır. Panel Granger nedensellik testi sonuçları Tablo 5’de verilmektedir.

**Tablo 5.** Panel Granger Nedensellik Testi Sonuçları

| Equation \ Excluded     | chi2   | df | Prob > chi2 |
|-------------------------|--------|----|-------------|
| <b>B_Endeksi ⇒ GSYH</b> | 2.057  | 1  | 0.152       |
| <b>ArGe ⇒ GSYH</b>      | 8.524  | 1  | 0.004       |
| <b>All ⇒ GSYH</b>       | 10.253 | 2  | 0.006       |
| <b>GSYH ⇒ B_Endeksi</b> | 1.25   | 1  | 0.264       |
| <b>ArGe ⇒ B_Endeksi</b> | 3.749  | 1  | 0.053       |
| <b>All ⇒ B_Endeksi</b>  | 4.707  | 2  | 0.095       |
| <b>GSYH ⇒ ArGe</b>      | 1.682  | 1  | 0.195       |
| <b>B_Endeksi ⇒ ArGe</b> | 0.465  | 1  | 0.495       |
| <b>All ⇒ ArGe</b>       | 2.167  | 2  | 0.337       |

Panel Granger Nedensellik testi sonuçları, Ar-Ge harcamalarından GSYH’ye ve B-Endeksine doğru tek yönlü nedenselliğin varlığına işaret etmektedir. Fakat; GSYH ve B-Endeksinden diğer değişkenlere doğru nedensellik tespit edilememiştir.

## 7. Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada, Amerika Birleşik Devletleri, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Kanada, Fransa, Güney Kore, İngiltere, İspanya, Macaristan ülkeleri tarafından uygulanan vergi teşviklerinin ve Ar-Ge yatırımlarının ekonomik büyümeye olan etkileri 2002-2015 verileri kullanılarak panel VAR analizi yöntemiyle incelenmiştir. Bu kapsamda Ar-Ge vergi teşviklerinin göstergesi olan B-Endeksi, Ar-Ge harcamalarının GSYH’ye oranı ve GSYH serileri ekonometrik analizde kullanılmıştır. Öncelikle veriler arasındaki yatay kesit bağımlılığının varlığı Pesaran (2004) CD testi ile incelenmiş ve veriler için yatay kesit bağımlılığı tespit edilmiştir. Bu nedenle verilerin durağanlığı, Pesaran’ın (2007) 2. nesil panel birim kök testi CIPS ile sınanmış ve serilerin 1. farklarının durağan olduğu belirlenmiştir.

Panel VAR analizi 1. fark serileri için uygulanmış olup, vergi teşvikleri ve Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeyi pozitif olarak etkilediği tespit edilmiştir. Buna karşın, ekonomik büyümenin Ar-Ge harcamalarını yükselttiğini ve B-Endeksini ise kısa dönemde

düşürdüğü tespit edilmiştir. Bu durum, B-Endeksi ve ekonomik büyüme arasında asimetrik bir ilişki olduğuna işaret etmektedir. Seriler arasındaki nedensellik ilişkisi Panel Granger Nedensellik testi ile incelenmiş olup, Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyüme ve Ar-Ge vergi teşviklerine doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar Ar-Ge yatırımlarının ve Ar-Ge vergi teşviklerinin ekonomik büyümeyi tetikleyeceği argümanını doğrulamaktadır. Bu nedenle, sağlıklı ve sürdürülebilir bir ekonomik performans yakalanabilmesi için politika yapıcılar Ar-Ge vergi teşviklerini ve Ar-Ge yatırımlarını özendirici ve destekleyici önlemler almalıdırlar.

## Kaynakça

- ABRIGO, M. R., & LOVE, I. (2016). Estimation of panel vector autoregression in Stata. *The Stata Journal*, 16(3), 778-804.
- ACINÖROĞLU, S. (2009). Genel olarak vergi teşviklerinin ekonomi üzerine etkinliği. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 1(2), 148-165.
- AKÇOMAK, S. (2007), Ar-Ge Vergi Destekleri Ne Kadar Etkin? Bilgi Çağı, [http://www.metu.edu.tr/~akcomak/200706\\_bilgicagi\\_haziran2007.pdf](http://www.metu.edu.tr/~akcomak/200706_bilgicagi_haziran2007.pdf) (Erişim Tarihi: 15.02.2019).
- ANDREWS, D. (2005). Cross section regression with common shocks. *Econometrica* 73, 1551-1585.
- ANDREWS, D. W., & LU, B. (2001). Consistent model and moment selection procedures for GMM estimation with application to dynamic panel data models. *Journal of ECONOMETRICS*, 101(1), 123-164.
- BLOOM, N., GRİFFİTH, R., & VAN REENEN, J. (2002). Do R&D tax credits work? Evidence from a panel of countries 1979–1997. *Journal of Public Economics*, 85(1), 1-31.
- BÖSENBERG, S., & EGGER, P. H. (2017). R&D tax incentives and the emergence and trade of ideas. *Economic policy*, 39-80.
- CANOVA, F., & CİCCARELLİ, M. (2013). Panel Vector Autoregressive Models: A Survey☆ The views expressed in this article are those of the authors and do not necessarily reflect those of the ECB or the Eurosystem. In *VAR Models in Macroeconomics–New Developments and Applications: Essays in Honor of Christopher A. Sims* (pp. 205-246). Emerald Group Publishing Limited.
- CHUDIK, A., & PESARAN, M. H. (2013). Large panel data models with cross-sectional dependence: a survey. *CAFE Research Paper*, (13.15).
- ÇALIŞANELLER, A. (2009), “KOBİ’ler İçin Ar-Ge Rehberi, Ar-Ge Destek ve Teşviklerinin Türkiye Muhasebe Standartları, Vergi Mevzuatı ve 5746 sayılı Kanun Kapsamında Örneklerle İncelenmesi”, MAZARS, İstanbul, <https://www.mazars.com.tr/Anasayfa/Haberler/Rapor-Arastirmalar/KOBİ-ler-Icin-Ar-Ge-Rehberi-AR-GE-Tesviklerinin-Tuerkiye-Muhasebe-Standartlari-Vergi-Mevzuati-ve-5746-Sayili-NAV> (Erişim Tarihi: 15.02.2019).
- ÇELEBİ, A. K., & KAHRIMAN, H. (2011). Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye’de Ar-Ge Faaliyetlerine Yönelik Vergi Teşvikleri ve Bunların Karşılaştırmalı Analizi. *Maliye Dergisi*, 161, 33-63.
- DAVIDSON, C., & SEGERSTROM, P. (1998). R&D subsidies and economic growth. *The RAND Journal of Economics*, 548-577.
- DELOITTE. (2018, 2 8). Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) Faaliyetleri: <https://www2.deloitte.com/tr/tr/pages/tax/solutions/research-development-government-incentives-overview.html> adresinden alındı.
- DEMİRLİ, Y. (2014), Türkiye’de Teknoparklara Yönelik Teşvikler ve Teknoparkların Bilim ve Teknoloji Kapasitesinin Gelişimine Katkısı, *Maliye Dergisi*, Sayı:166, Ocak-Haziran 2014.
- ELSCHNER, C.; ERNST, C. (2008). *The impact of R&D tax incentives on R&D costs and income*. Mannheim: Zentrum für Europäische. 2 9, 2018 tarihinde alındı



- ERNST, C., RICHTER, K., & RIEDEL, N. (2014). Corporate taxation and the quality of research and development. *International Tax and Public Finance*, 21(4), 694-719.
- FALK, M. (2004). What drives business R&D intensity across OECD countries? (No. 236). WIFO Working Papers.
- FALK, M. (2007). R&D spending in the high-tech sector and economic growth. *Research in economics*, 61(3), 140-147.
- GITTLEMAN, MAURY - Wolff, EDWARD N. (1995). R&D Activity and Cross Country Growth Comparisons. *Cambridge Journal of Economics*, Vol.19, pp.189-207.
- GOEL, R. K. - RAM, R. (1994). Research and Development Expenditures and Economic Growth: A Cross-Country Study. *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 42, No.2, pp. 403-11.
- GOEL, R. K., PAYNE, J. E., & RAM, R. (2008). R&D expenditures and US economic growth: A disaggregated approach. *Journal of policy modeling*, 30(2), 237-250.
- GÖÇER, İ., KUTBAY, H., GEREDE, C., & ASLAN, R. (2014). Vergi Teşviklerinin AR-GE ve İnovasyona Etkisi: Panel Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *Maliye Dergisi*, 167, 163-183.
- GRANGER, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 424-438.
- GUELLEC, D., & VAN POTTELSBERGHE DE LA POTTERIE, B. (2003). The impact of public R&D expenditure on business R&D. *Economics of innovation and new technology*, 12(3), 225-243.
- GULOGLU, 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.
- GÜZEL, S. (2009). Ar-ge harcamaları ve vergi teşvikleri: belirli ülkeler karşısında Türkiye'nin durumu. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 4(2), 29-48.
- HANSEN, L. P. (1982). Large sample properties of generalized method of moments estimators. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1029-1054.
- HASAN, I., & TUCCI, C. L. (2010). The innovation-economic growth nexus: Global evidence. *Research Policy*, 39(10), 1264-1276.
- KNOLL, B., BAUMANN, M., RIEDEL, N. (2014). The Global Effects of R&D Tax Incentives: Evidence from Micro-Data. *Beiträge zur Jahrestagung des Vereins für Socialpolitik 2014: Evidenzbasierte*.
- KUTBAY, H., & ÖZ, E. (2017). Türkiye ve Seçilmiş Ülkelerde Ar-Ge Faaliyetlerine Yönelik Uygulanan Vergi Teşviklerinin Karşılaştırılması 1. *Yonetim ve Ekonomi*, 24(3), 783-802.
- OECD. (2014). *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014*. Paris: OECD Publishing. doi:[http://dx.doi.org/10.1787/sti\\_outlook-2014-en](http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-en).
- PARK, WALTER G. (1995) International R&D Spillovers and OECD Economic Growth. *Economic Inquir* Vol. 33, No.4, pp.571-591.
- PESARAN, M. (2004). General Diagnostic Tests for Corss 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.

- SARAFIDIS, V., & T. WANSBEEK (2012). Cross-sectional dependence in panel data analysis. *Econometric Reviews* 31, 483-531.
- SOKOLOV-MLADENOVIĆ, S., CVETANOVIĆ, S., & MLADENOVIĆ, I. (2016). R&D expenditure and economic growth: EU28 evidence for the period 2002–2012. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 29(1), 1005-1020.
- SYLWESTER, K. (2001). R&D and Economic Growth. *Knowledge, Technology, & Policy*, Vol.13, No.4, pp.71-84.
- TOSUNOĞLU, Ş. (2016). Tax Incentives for R&D and Innovation: Insights from OECD Countries. *EconWorld*. Barcelona. [http://barcelona2016.econworld.org/papers/Tosunoglu\\_Tax.pdf](http://barcelona2016.econworld.org/papers/Tosunoglu_Tax.pdf) adresinden alındı
- OECD (2018). OECD REVIEW OF NATIONAL R&D TAX INCENTIVES AND ESTIMATES OF R&D TAX SUBSIDY RATES, 2017. <http://www.oecd.org/sti/rd-tax-stats-design-subsidy.pdf> adresinden alındı
- WARDA, J. (2002). *Measuring the value of R&D tax treatment in OECD countries*. Paris: OECD . 29, 2018 tarihinde alındı
- WESTMORE, B. (2013). *R&D, patenting and growth: The role of public policy*. OECD.