

## Türkiye'deki Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ekonometrik Analizi<sup>1</sup>

### *R&D Expenditures and Economic Growth Relationship: Causality Analysis in Turkey*

Uğur UYGUN

Arş. Gör., Sakarya Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Maliye Bölümü, [uguruugun@sakarya.edu.tr](mailto:uguruugun@sakarya.edu.tr)

Muhammed Emin DURMUŞ

Arş. Gör. Dr., Sakarya Üniversitesi, İslam Ekonomisi ve Finansı Anabilim Dalı, [muhammeddurmus@sakarya.edu.tr](mailto:muhammeddurmus@sakarya.edu.tr)

#### MAKALE BİLGİSİ

##### Makale Geçmişi:

Geliş 13 Mayıs 2020  
Düzeltilme Geliş 19 Mayıs 2020  
Kabul 26 Mayıs 2020

##### Anahtar Kelimeler:

AR-GE Harcamaları, Ekonomik  
Büyüme, Nedensellik

© 2020 PESA Tüm hakları  
saklıdır

#### ÖZET

Ar-Ge harcamaları sonucunda elde edilen bilgi birikimi ilerleyen zamanlarda gerçekleştirilecek üretimin maliyetini düşürmesi ve artan miktarda çıktı elde edilmesini sağlaması bakımından önem arz etmektedir. Bu çalışmada 1990-2016 yılları arasındaki dönem için Türkiye'deki Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme verileri analize tabi tutulmuştur. Bu amaçla ilk olarak durağanlığın tespit edilebilmesi için serilere Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birimkök testleri yapılmıştır. Daha sonra serilere Granger ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri uygulanarak değişkenler arası etkileşim tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda Granger nedensellik testine göre ilgili yıllarda her iki değişken arasında da nedensellik ilişkisi tespit edilirken; Toda-Yamamoto nedensellik testine göre ilgili yıllarda sadece ekonomik büyümeden Ar-Ge harcamalarına doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

#### ARTICLE INFO

##### Article History:

Received 13 May 2020  
Received in revised form 19 May  
2020  
Accepted 26 May 2020

##### Keywords:

R&D Expenditures, Economic  
Growth, Causality

© 2020 PESA All rights reserved

#### ABSTRACT

Accumulation of knowledge that obtained with R&D expenditures is have an importance because it leads to low cost and increased quantity of output which will be produced in the future. In this study, R&D Expenditures and Economic Growth datasets were analyzed for Turkey amongst 1990-2016 years. Firstly Augmented Dickey Fuller (ADF) and Phillips Perron (PP) unit root tests were applied to the series to specify stationarity. Then the interaction between variables were determined by applying Granger and Toda-Yamamoto causality tests. Performed analysis' show that according to the Granger causality test there exists two-way relationship between variables for the relevant period, although, Toda-Yamamoto causality test shows that there is only one way relationship exist between variables for the relevant period, whics is from economic growth to R&D expenditures.

<sup>1</sup> 3-4 Mayıs 2018 tarihinde II.Uluslararası Ekonomi, Finans ve Ekonometri Öğrenci Sempozyumunda sunulan bildirinin genişletilmiş halidir.

## Giriş

Bir ekonominin gelişmişlik düzeyini belirleyen önemli bir faktör hiç şüphesiz uzun dönemli sürdürülebilir bir ekonomik büyümedir. Ekonominin daha etkin ve yetkin olması amacıyla gerçekleştirilen araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri, ekonomik büyümenin sürekliliğinin sağlanması, istihdama katkıda bulunması, rekabet ortamı oluşturması, verimliliği artırması ve bütün bunlarla eş zamanlı olarak sosyo-ekonomik gelişmelere ön ayak olması hasebiyle önem arz etmektedir (Kutlu, 2015, p. 98). Nitekim sabit birtakım maliyetlere katlanılarak yapılan Ar-Ge çalışmalarıyla neticesinde elde edilen bilgiyle ilave masraf olmaksızın daha fazla ve artan miktarda üretim yapmak mümkün olmaktadır (Yeldan, 2010, p. 222). Bu da doğal olarak ekonomik büyümeye yol açmaktadır.

Ekonomik büyüme, belli bir dönem içerisindeki reel üretim miktarındaki artışı ifade etmektedir. Ancak buradaki artışın reel yani mal ve hizmetlerin miktarında olması gerekmektedir. Dolayısıyla fiyatlardaki artışın ekonomik büyümenin bir göstergesi olmadığı söylenebilir. Ekonomik büyüme toplumsal refahın da artmasına yol açmaktadır. Nitekim ekonominin büyümesi üretim ve tüketimin artması demektir. Tüketimin de insanlarda doyuma sebep olması hasebiyle toplumsal refahı da beraberinde getirmektedir (Eğilmez, 2010, p. 198). Ekonomik büyümeyi belirleyen birçok faktör bulunmaktadır. Klasik iktisatçılara göre ekonomik büyümeyi nüfus, faiz oranı, ücretler, tasarruf ölçütleri, beşeri ve fiziksel sermaye, teknoloji, doğal kaynaklar gibi faktörler etkilemektedir (Takım, 2010, p. 2). Bu faktörlerden teknolojik gelişmenin Ar-Ge sonucu meydana geldiği düşünülürse Ar-Ge faaliyetlerinin de ekonomik büyümeyle arasında bir ilişki olduğunu söylemek mümkündür.

Ar-Ge, OECD tarafından, *"bilgi dağılımını artırmak amacıyla sistematik olarak sürdürülen yaratıcı çalışma ve bu bilginin yeni uygulamalar yaratmak için kullanılması"* şeklinde tanımlanmıştır.

Bir başka tanımda ise Ar-Ge, *"Eğitim, bilim ve teknolojinin gelişmesini sağlayacak yeni bilgileri elde etmek veya mevcut bilgilerle yeni malzeme, ürün ve araçlar üretmek, bilgiye dayalı sistematik olarak yeni projeler üretebilmek, süreç ve hizmetler oluşturmak veya mevcut olanları geliştirmek amacı ile yapılan düzenli çalışmalar"* olarak tanımlanmıştır (<https://www.tech-worm.com/ar-ge-nedir-ne-anlama-gelir-bolumleri-nelerdir>).

Her iki tanımdan da anlaşılacağı üzere Ar-Ge faaliyetlerinin amacı yeni bir şeyler meydana getirmek için sistematik çalışma yapmaktır.

Ar-Ge faaliyetleri genellikle üç temel başlık altında ele alınmaktadır (<http://www.ariteknokent.com.tr/tr/nedir/ar-ge-nedir>):

1. Temel Araştırma: Halihazırda uygulaması ya da kullanımı olmayan olguların temellerine yönelik bilgi edinmek amacıyla yürütülen çalışmadır.
2. Uygulamalı Araştırma: Yeni bilgi edinmek hedefiyle yürütülen özgün ve pratik bir amaca yönelik olan çalışmadır.
3. Deneysel Geliştirme: Pratik deneyimler sonucunda elde edilen mevcut bilgiden faydalanılarak yeni ürünler, sistemler, hizmetler üretmeye veya üretilmiş olanları geliştirmeye yönelik çalışmadır.

Ar-Ge çalışmaları neticesinde ortaya çıkan teknolojik yenilikler firmaların rekabet güçlerini artırarak pazar paylarının ve karlılıklarının artmasına katkı sağlamaktadır. Nitekim teknolojik yenilik üretimde etkinliği ve verimliliği sağlayarak kaynakların daha etkin kullanılmasına neden olmaktadır. Bu durum hem daha fazla üretim yapılması ve hem de kaynakların uzun süre kullanılmasını sağlaması bakımından ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkileyen bir faktördür (Korkmaz, 2010, p. 3321).

İktisatta teknolojik gelişmelerin içselleştirilmesine yönelik yapılan çalışmaların başlangıç noktası olarak kabul edilen Schumpeter, girişimci ve onun ekonomik gelişmedeki rolü üzerinde durmuştur. O yeni ekonomik kombinasyonlar kurma çabasını girişim, bu yeni kombinasyonları kuran ve yenilikleri gerçekleştiren kişiyi ise girişimci olarak adlandırmaktadır. Schumpeter, girişimcilerin ortaya koydukları buluş ve inovasyon yoluyla üretime getirdikleri yenilikleri kapitalist ekonominin lokomotifleri olarak kabul eder. Yani

Schumpeter'e göre teknolojik yenilikler ve girişimcilik neticesinde statik yapıya sahip olan ekonomik sistem dinamik bir yapıya kavuşacaktır. Girişimcilik ve yenilikçilik kavramlarını ilk olarak ele alan Schumpeter farklı iktisatçılara da ilham kaynağı olmuştur (Er, 2013, p. 78-79).

Romer, Arrow'un yaparak öğrenme metodu fikrini geliştirerek Ar-Ge'ye dayalı büyüme modellerinin temelini atmıştır (Taban & Şengür, 2012, p. 356). Romer'e göre uzun dönemli ekonomik büyümeyi tetikleyen başat faktör teknolojik yeniliklerdir ve bu teknolojik yenilikler de Ar-Ge çalışmaları neticesinde ortaya çıkmaktadırlar. Ona göre Ar-Ge ile ekonomik büyüme arasında güçlü bir korelasyon ilişkisi mevcuttur (Romer, 1986).

Literatürde Ar-Ge faaliyetlerinin ekonomik büyümenin motor gücü olduğunu ileri süren pek çok model olmasına rağmen Ar-Ge'ye dayalı içsel büyüme modellerinden Romer (1990), Grossman & Helpman (1991), Aghion & Howitt (1992) tarafından geliştirilen modeller öne çıkmaktadır. Bu üç modelin temeli, modellerin Ar-Ge faaliyetlerinin, sektördeki beşeri sermayeye ve sektör tarafından üretilen yeni ürünlere dayalı bir büyüme modeli olmasıdır. Bu modellere göre ekonominin uzun dönemde sürekli olarak büyüebilmesi sektöre aktarılan bilim adamı, mühendis, tekniker gibi beşeri sermayeyle bağlantılıdır. Yani ekonomideki bu girdilerin sayısı ne kadar çoksa ve bu girdiler ne seviyede başarıyla Ar-Ge sektörüne aktarılıp yeni teknoloji ve ürünlerin geliştirmesini sağlıyorsa, ekonomi o seviyede bir büyüme oranına sahip olacaktır (Sanlı, 1998, p. 26).

Bu çalışmanın amacı 1990-2016 döneminde Türkiye'nin Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyümesi arasında bir ilişkinin var olup olmadığının, eğer bir ilişki varsa bu ilişkinin hangi yönlü olduğunun tespit edilmesidir. Bu amaçla ilk olarak ekonomik büyüme ve Ar-Ge harcamaları arasında mevcut olan ilişki literatürde yer alan ampirik çalışmalar da özetlenerek teorik bir şekilde ortaya konmuştur. Daha sonra Türkiye'deki Ar-Ge harcamalarının konumuna ve önemi dair bazı bilgiler verilmiş bunun akabinde ise Türkiye için 1990-2016 dönemine ilişkin Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ekonometrik ilişki Granger ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri ile analiz edilmiştir. Literatürde aynı konuyu farklı yöntem, dönem ve örneklem üzerinden inceleyen çalışmaların bulunduğu, bu çalışmanın da zikredilen kriterler açısından bu çalışmalardan farklılaştığı söylenebilir. Bu bakımdan elde edilen sonuçlar ile literatüre katkı yapılması beklenmektedir.

## 1. Literatür Taraması

Literatürde, Türkiye'nin Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyümesi arasında mevcut olan ilişkiyi araştırıp inceleyen bir çok çalışma yer almaktadır. Ancak bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar birbirinden farklılık arz edebilmektedir. Bu durumun sebebi her bir çalışmada farklı testlerin uygulanması, farklı verilerin kullanılması veya farklı dönemlerdeki verilerin analiz edilmesi olabilir. Bununla beraber literatürde farklı dönemleri kapsayan ve farklı sonuçlara ulaşılmış çalışmaların mevcut olması Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyümenin dönemler arasında nasıl bir seyir izlediğinin görülmesi açısından önem arz etmektedir.

Aşağıdaki tabloda, Türkiye'nin Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyümesi arasındaki ilişkiyi çeşitli açılardan, farklı testlerle inceleyen ampirik çalışmalara yer verilmiştir.

**Tablo 1: Araştırmanın Konusuyla Alakalı Türkiye Üzerine Yapılan Çalışmalardan Bazıları**

Yazarlar	Model	Amaç	Dönem	Bulgu
(Gülmez & Akpolat, 2014)	Dinamik Panel Veri (GMM)	Türkiye ve 15 AB ülkesindeki İnovasyon, Ar-Ge faaliyetleri ve ekonomik büyüme arasında mevcut olan ilişkiyi araştırmak.	2000-2010	Çalışmada ulaşılan sonuca göre AR-GE harcamaları patentlere göre ekonomik büyümeyi 4 kat daha fazla etkilemektedir.
(Korkmaz, 2010)	Johansen Eşbütünleşme Testi ve Granger Nedensellik	Türkiye'deki Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeyle arasındaki ilişkiyi tespit etmek.	1990-2008	Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu ve bu iki değişkenin birbirini etkilediği tespit edilmiştir.
(Taban & Şengür, 2012)	Johansen Eşbütünleşme ve Vektör Hata Düzeltme Modeli	Ar-Ge model önerilerinin Türkiye şartlarında geçerli olup olmadığının test edilmesi	1990-2012	Uzun dönemde Ar-Ge harcamaları ile Ar-Ge'de TZE çalışan sayılarının ekonomik büyümeyi etkileme katsayısının pozitif olduğu, kısa dönemde ise Ar-Ge'de TZE çalışan

Yazarlar	Model	Amaç	Dönem	Bulgu
				sayıları ekonomik büyümede anlamlı bir biçimde pozitif etkiye sahip olmasına karşın, Ar-Ge harcamalarının böyle bir etkiye sahip olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.
(Yaylalı, AKAN, & IŞIK, 2010)	ADF, Eş-bütünleşme ve Granger Nedensellik	Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeye olan etkisinin tespit edilmesi	1990-2009	Uzun dönemde Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.
(Can GENÇ & Atasoy, 2010)	Dinamik Panel Veri (GMM)	34 ülke için Ar-ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin tespit edilmesi	1997-2008	Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir ilişkinin var olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
(Sungur, Aydın, & Eren, 2016)	Engle-Granger Eşbütünleşme, Granger ve Hatemi-J Nedensellik	Türkiye'de Ar-Ge, inovasyon, ihracat ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin tespit edilmesi	1990-2013	AR-GE harcamaları ve ekonomik büyüme arasında bir nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.
(İnal, Altıntaş, & Çalışkan, 2016)	Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	Türkiye için Ar-ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin tespit edilmesi	1990-2013	Ekonomik büyümeden Ar-Ge'ye doğru tek yönlü bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
(Göçer, 2013)	Hadri-Kuruzomi Panel, Dumitrescu-Hurlin Nedensellik, Westerlung-Edgerton Eşbütünleşme	11 Asya ülkesi için Ar-Ge harcamalarının yüksek teknolojlili ürün ihracatı, bilgi-iletişim teknolojileri ihracatı, toplam ihracat ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri ile yüksek teknolojlili ürün ihracatının dış ticaret dengesi üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi	1996-2012	Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik bir artışın ekonomik büyümede %0,6'lık bir artış meydana getirdiği sonucuna ulaşılmıştır.
(Özcan & Arı, 2014)	Panel Birim Kök Testi	Seçilmiş 15 OECD ülkesi için Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin tespit edilmesi	1990-2011	Çalışmadan ulaşılan sonuca göre Ar-Ge harcamaları ekonomik büyümeye pozitif olarak etki etmektedir.
(Meçik, n.d.)	Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu	OECD ülkelerinde Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin araştırılması	1990-2012	Çalışmadan ulaşılan sonuca göre Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlı bir biçimde gerçekleşmektedir.

Tablodaki çalışmalar incelendiğinde bazı çalışmalarda ekonomik büyümeden Ar-Ge'ye doğru ve tek yönlü bir ilişkinin olduğu bazısında tam tersi yönlü bir ilişkinin olduğu bazısında ise bu iki değişken arasında geçerli olan bir nedensellik ilişkisinin olmadığı sonuçlarına ulaşıldığı görülecektir. Bu durumun sebebi daha önce de belirttiğimiz üzere farklı verilerin, ülkelerin, dönemlerin veya testlerin kullanılması olduğu söylenebilir.

## 2. Türkiye'de Ar-Ge Harcamaları

Ülke ekonomilerinin gelişmişlik düzeyleri hakkında bilgi edinmeyi sağlayan en önemli göstergelerden biri o ekonomiye ait Ar-Ge göstergeleridir. Günümüzde artık ülkeler gereksinimleri için teknolojilerini geliştirdikleri ölçüde gelişmiş sayılmaktadırlar. Bu sebeple hızlı ve süreli bir ekonomik büyümeye sahip olmak isteyen ülkeler Ar-Ge faaliyetlerine önem vermekte ve çeşitli destekler sunmaktadırlar.

**Tablo 2: Sektör ve Harcama Grubuna Göre 1990-2016 Yılları AR-GE Harcamaları**

Yıl	Ticari	Kamu	Yükseköğretim	Toplam Ar-Ge Harcaması	Personel Harcaması	Diğer Harcamalar
1990	259.673	125.548	890.459	<b>1.275.680</b>	578.988	696.692
1995	6.966.948	2.171.743	20.370.704	<b>29.509.395</b>	13.019.200	16.490.195
2000	266.997.562	49.425.120	482.015.288	<b>798.437.970</b>	270.684.889	527.753.081
2005	1.297.591.429	443.161.190	2.094.688.456	<b>3.835.441.075</b>	1.747.579.399	2.087.861.676
2010	3.942.908.434	1.060.683.036	4.263.998.147	<b>9.267.589.617</b>	4.756.600.202	4.510.989.415
2011	4.817.272.485	1.263.503.530	5.073.373.782	<b>11.154.149.797</b>	5.726.332.115	5.427.817.683
2012	5.891.214.749	1.436.923.417	5.734.125.228	<b>13.062.263.394</b>	6.892.626.906	6.169.636.489
2013	7.031.518.974	1.543.493.558	6.232.309.394	<b>14.807.321.926</b>	7.996.726.569	6.810.595.357
2014	8.760.019.770	1.705.399.800	7.132.697.872	<b>17.598.117.442</b>	9.219.848.997	8.378.268.445
2015	10.308.737.689	2.130.766.481	8.175.743.784	<b>20.615.247.954</b>	11.054.399.404	9.560.848.550
2016	13.359.011.600	2.338.372.843	8.943.867.493	<b>24.641.251.935</b>	12.308.650.274	12.332.601.662

**Kaynak:** Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK).

Tablo 2’de görüldüğü üzere sektör ve harcama grubuna göre değerlendirildiğinde Ar-Ge harcamalarında en az harcamanın kamu sektöründe olduğu anlaşılmaktadır. 2011 yılına kadar Ar-Ge faaliyetlerine en fazla harcama yapan sektör Yükseköğretim iken 2001 yılından sonra ticari sektördür. Buradan hareketle son dönemlerde ticaret sektörünün Ar-Ge faaliyetlerine daha fazla önem verdiği ve bu alana en fazla harcama yapan sektör konumuna yükseldiği söylenebilir. Tabloda dikkat çeken bir başka husu da 2010 yılına kadar diğer harcama kalemlerinin personel harcamalarından daha yüksek miktarlarda olması ancak bu tarihten sonra Ar-Ge faaliyetleriyle meşgul olan personellere yapılan harcamaların diğer harcamalardan daha yüksek miktarlarda olmasıdır. Genel olarak tablodan çıkarılacak sonuç Ar-Ge faaliyetlerine yönelik harcamalar her yıl bir öncekinden daha fazla olmuştur. Bu durum da Ar-Ge’ye verilen önemin bir göstergesidir. Ancak Ar-Ge faaliyetlerine gösterilen bu önemin yeterli seviyede olduğunu söylemek mümkün değildir.

**Tablo 3: Ar-Ge Harcamalarının GSYH İçerisindeki Payı**

	1990	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015
OECD	2.158	2.123	2.287	2.319	2.315	2.340	2.362	2.360
Türkiye	0.236	0.468	0.799	0.800	0.832	0.818	0.861	0.882

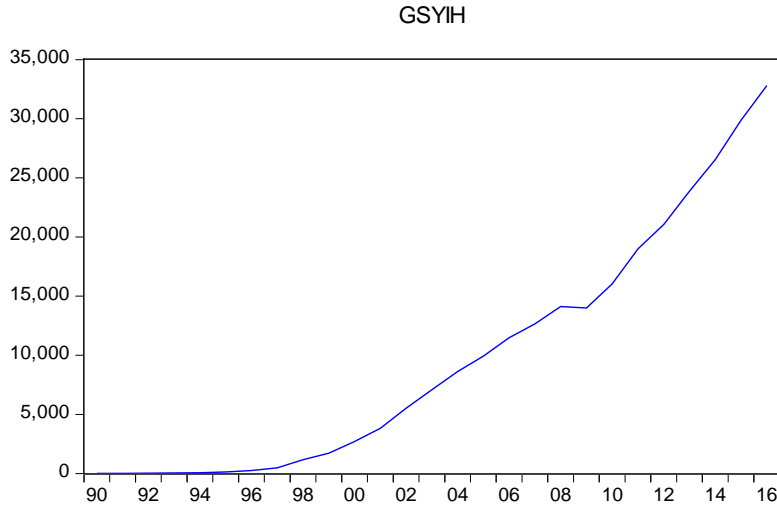
**Kaynak:** <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm> Erişim Tarihi: 19.04.2018

Nitekim OECD ülkelerinin Ar-Ge harcamalarına yaptıkları harcamalarının GSYH miktarları içerisindeki oranlarına nazaran Türkiye’nin oranı ortalamanın çok altında kalmaktadır. Tablo 3’de görüldüğü üzere 2015 yılında OECD ülkelerinin ortalama olarak GSYH’lerinden Ar-Ge faaliyetleri için ayırdıkları pay 2.360 iken Türkiye için bu oran 0.882’dir. Ülkemizin Ar-Ge harcamalarının GSYH’si içerisindeki oranı her geçen yıl artmakla birlikte bu artışın istenilen seviyenin çok altında olduğu bir gerçektir.

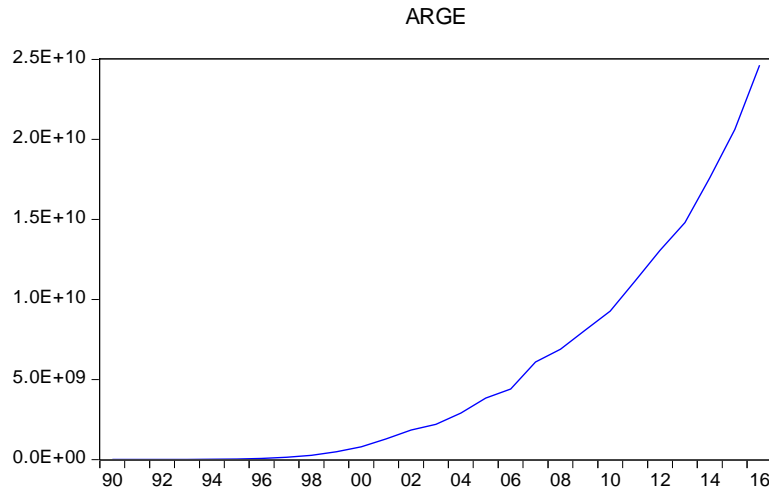
### 3. Amaç, Kapsam ve Yöntem

Bu çalışmanın amacı Türkiye’deki Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeyle olan ilişkisini 1990-2016 dönemi için geçerli veriler üzerinden araştırmak ve ekonometrik analizlerle ilgili değişkenlerin birbirlerine nedensellik bağyla bağlı olup olmadıklarının tespitini gerçekleştirmektir.<sup>2</sup> Analizde yararlanılan serilerin verileri World Development Indicators(WDI) ve Türkiye İstatistik Kurumu(TÜİK) üzerinden elde edilmiş olup, Türkiye’nin gerçekleştirdiği Ar-Ge harcamaları ile kişi başına düşen gayrisafi milli hasıla(GSMH) verileridir. Her iki değişkende birim olarak miktar türünden analize dahil edilmişlerdir. İlgili değişkenlerin ilk olarak durağanlığının tespitinin gerçekleştirilmesi için Augmented Dickey Fuller(ADF) ve Phillips-Perron(PP) birimkök testleri uygulanmıştır. Analizin ikinci aşamasında nedensellik testleri olan Granger ve Toda-Yamamoto testleri değişkenlere uygulanarak nedensellik ilişkisinin var olup olmadığı sınanmıştır.

<sup>2</sup> Bunun için Eviews programı kullanılarak Türkiye’deki Ar-Ge harcamaları ve kişi başına düşen gayri safi milli hasıla verilerine nedensellik testleri uygulanarak, değişkenler arasında bir ilişki olup olmadığı tespit edilmiştir.

**Grafik 1: Ekonomik Büyüme(GSMH)**

Grafik 1'de Türkiye'de kişi başına düşen GSMH verilerinin 1990-2016 dönemi için gösterdiği değişim ortaya konulmuştur. Grafik incelendiğinde ilgili dönemde Türkiye'deki kişi başına düşen GSMH değerlerinin giderek arttığı dolayısıyla bu değişkenin trendinin pozitif yani artan bir seyir izlediği söylenilebilir. Özellikle 1998 yılında artma yönünde ivme gösteren kişi başına düşen GSMH 2008-2009 kriz dönemlerinde sekteye uğrasa da izleyen dönemde artış trendini sürdürmüştür.

**Grafik 2: Ar-Ge Harcamaları**

Yukarıdaki grafikte Türkiye'de yapılan Ar-Ge harcamalarının 1990-2016 döneminde gerçekleşme düzeyleri gösterilmiştir. Grafik 2 incelendiğinde Türkiye'deki Ar-Ge harcamalarının genel anlamda yükselerek artan bir düzeyde seyrettiği dolayısıyla trendin artan yönde olduğu görülmektedir. Özellikle 2000'li yıllarla beraber yükselişe geçen Ar-Ge harcamaları bu artış trendini izleyen dönemde de sürdürmüştür.

**4. Ekonometrik Yöntem****4.1. Birim Kök Testleri**

Türkiye'de 1990-2016 dönem için Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasında bir ilişki olup olmadığının değerlendirilmesi için öncelikle bu serilerin birim kök içerip içermedikleri dolayısıyla durağan olup olmadıklarının tespitinin yapılması gerekmektedir. Zaman serilerinin durağan olup olmadıklarını sınamak için birim kök testleri uygulanmaktadır. Analizin bir diğer aşaması olan nedensellik testlerini gerçekleştirmeden önce serilerin durağanlığını saptamak ileride yapılacak analizlerin daha güvenilir olmasını sağlamaktadır. Bu amaçla ilk olarak Ar-Ge harcamaları ve kişi başına düşen GSMH zaman serilerine

Augmented Dickey Fuller(ADF) ve Phillips-Perron(PP) birim kök testlerinin uygulanması ve durağan olup olmadıklarının tespitinin yapılması gerekmektedir.

Dickey-Fuller birim kök testi yapılırken tüm aşamalar için hata terimleri arasında herhangi bir korelasyonun olmadığı varsayımı yapılmaktadır. Dolayısıyla eğer hata terimleri otokorelasyon içeriyorsa bu durumda Dickey-Fuller testinin yapılması güvenilir bir sonuç vermeyecektir. Bu olumsuzluğu giderebilmek için bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin model içerisinde bağımsız değişken olarak değerlendirilerek, dolayısıyla bağımlı değişkenin içerdiği gecikmeli değerlerinin eşitliğin sağ tarafında yer almasının sağlandığı yeni bir test önerilmiştir. Bu teste Genişletilmiş Dickey-Fuller testi (Augmented Dickey Fuller Test, ADF) denilmektedir. Bir değişkenin sahip olduğu zaman serisinin gecikmeli değerleri analize katılarak otokorelasyon probleminin giderilmesi testin ana amacını oluşturmaktadır. ADF eşitliği aşağıda gösterildiği biçimde formülize edilmektedir (Dickey ve Fuller, 1981: 1057-1072'den aktaran; Erdoğan ve Beşballı, 2009: 33):

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta_t + \rho Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \rho_i \Delta_{t-i} + e_t$$

Phillips-Perron(PP) birim kök testi ise yine ADF testine benzer şekilde uygulanıp yorumlanmakla birlikte otokorelasyonun bilinmeyen şekillerinin varlığını analize dahil ederek, hata terimindeki şartlı heteroskedastisite serisel ilişkiyi bünyesinde parametrik özellik taşımayan bir düzeltme kullanmaktadır. Eğer t istatistik değeri yapılan analiz sonucunda kritik değerden daha yüksek bir seviyede çıkmışsa bu durumda hem ADF hem de PP testleri yorumlanırken HO yani boş hipotezin reddedildiği kabul edilmektedir(Mucuk ve Alptekin, 2008: 164).

**Tablo 4: Birim Kök Testi Sonuçları**

Augmented Dickey Fuller(ADF) Test Sonuçları					
Sabitli ve Trendli Model					
Değişkenler	t-İstatistiği	%1 Seviyesi Kritik Değeri	Maksimum Gecikme Uzunluğu	Bilgi Kriteri	Olasılık Değeri
Ekonomik Büyüme (düzey)	-0.251793	-4.498307	6	Schwarz	0.9862
Ekonomik Büyüme (birinci fark)	--3.818474	-4.532598	6	Schwarz	0.0384*
Ar-Ge Harcamaları (düzey)	7.376749	-4.595026	6	Schwarz	1.0000
Ar-Ge Harcamaları (birinci fark)	2.562460	-4.467895	6	Schwarz	1.0000
Ar-Ge Harcamaları (ikinci fark)	-9.242803	-4.394309	6	Schwarz	0.0000*
Phillips-Perron(PP) Test Sonuçları					
Sabitli ve Trendli Model					
Değişkenler	t-İstatistiği	%1 Seviyesi Kritik Değeri	Tahmin Metodu	Bant Genişliği	Olasılık Değeri
Ekonomik Büyüme (düzey)	0.539691	-4.356068	Barlett Kernel	Newey-West	0.9988
Ekonomik Büyüme (birinci fark)	-3.874237	-4.374307	Barlett Kernel	Newey-West	0.0289*
Ar-Ge Harcamaları (düzey)	8.804245	-4.356068	Barlett Kernel	Newey-West	1.0000
Ar-Ge Harcamaları (birinci fark)	-0.526853	-4.374307	Barlett Kernel	Newey-West	0.9749
Ar-Ge Harcamaları (ikinci fark)	-10.00747	-4.394309	Barlett Kernel	Newey-West	0.0000*

Tablo 1’de gösterilen Augmented Dickey Fuller(ADF) testi sonuçlarına göre ekonomik büyüme serisinin birinci farkı 0.0384 olasılık değerinde durağan olduğu için bu durumda Ho hipotezi kabul edilmemektedir. Ar-Ge harcamaları serisi ADF analizine göre değerlendirildiğinde ise düzey seviyesinde durağanlığın söz konusu olmadığını, dolayısıyla birim köke sahip olduğunu ileri süren Ho hipotezinin reddedilmesinin mümkün olmadığı için serinin farkının alınması yoluna gidilmiştir. Aynı durum birinci farkta da karşımıza çıktığı için ilgili serinin bir kez daha farkı(ikinci fark) alınmıştır. Ar-Ge harcamaları serisinin ikinci farkı alınarak sahip olunan sonuçlara göre seri 0.0000 olasılık değerine ulaşarak durağanlaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Phillips-Perron(PP) birim kök test sonuçları incelendiğindeyse ekonomik büyüme ve Ar-Ge harcamaları serilerinin düzeyde durağan olmadıkları ortaya konularak birim kök içerdikleri tespit edilmiştir. Serilerin birinci farkları alındığında ise ekonomik büyüme serisinin durağanlaştığı, buna karşı Ar-Ge harcamaları serisinin ancak ikinci farkı alındığında durağan hale geldiği görülmektedir.

#### 4.2. Nedensellik Testleri

Nedensellik analizi iki farklı zaman serisi incelenirken birinin geçmiş değerlerinden yola çıkarak diğerinin gelecekte elde etmesi muhtemel değerlerin etkilenmesi sonucu oluşması muhtemel olan değerlerin tahmin edilmesi yöntemi olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla, X ve Y değişkenlerinden oluşan zaman serileri varsayımı altında X değişkeninin geçmişteki değerlerindeki değişiklikler eğer Y değişkeninin geleceğe yönelik elde edeceği değerlere etkide bulunuyorsa bu durumda X değişkeni Y değişkeninin Granger nedenidir denilebilir (Takım, 2010: 12). Serilerin durağanlaştırılması gerekliliği Granger nedensellik testinin uygulanmasının bir ön koşulu iken bu durum Toda- Yamamoto testi için geçerli değildir. Dolayısıyla Toda-Yamamoto nedensellik testini gerçekleştirmek için serilerin durağan olması bir ön koşul olarak aranmamaktadır.

Granger nedensellik testinin yapılabilmesi için gerekli olan regresyon tahmin modeli aşağıdaki gibidir. (Kutlu ve Yurttagüler, 2016: 240).

$$X_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{t-j} + u_{1t} \quad (1)$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^n \lambda_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \delta_j X_{t-j} + u_{2t} \quad (2)$$

1995 yılında Toda ve Yamamoto değişkenlere nedensellik testi uygulanması için bir ön koşul kabul edilen durağanlık testleriyle birlikte yine eşbütünlük testlerine de ihtiyaç olmaksızın verilerin gözlemlenebileceği ve dolayısıyla analize tabi tutulabileceğini belirterek bir test geliştirmişlerdir. Bu geliştireln modelin tahmini aşağıda belirtildiği şekilde yapılmaktadır(Yardımcıoğlu ve Beşel, 2013: 2205).

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p+d_{\max}} \alpha_{1(i+d)} Y_{t-(i+d)} + \sum_{i=1}^{p+d_{\max}} \alpha_{2(i+d)} X_{t-(i+d)} + \varepsilon_{1t} \quad (1)$$

$$X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p+d_{\max}} \beta_{1(i+d)} Y_{t-(i+d)} + \sum_{i=1}^{p+d_{\max}} \beta_{2(i+d)} X_{t-(i+d)} + \varepsilon_{2t} \quad (2)$$

**Tablo 5: Nedensellik Testi Sonuçları**

Granger Nedensellik	Ki-Kare Değeri	Olasılık
Ar-Ge Harcamaları ↔ Ekonomik Büyüme	6.133237	0.0133*
Ekonomik Büyüme ↔ Ar-Ge Harcamaları	13.61361	0.0002*
Toda-Yamamoto Nedensellik	Ki-Kare Değeri	Olasılık
Ar-Ge Harcamaları → Ekonomik Büyüme	3.817226	0.1483
Ekonomik Büyüme → Ar-Ge Harcamaları	7.004362	0.0301*



Granger nedensellik testi sonuçlarına göre çift yönlü bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşılma ile birlikte nedenselliğin sahip olduğu yönün hem ekonomik büyümeden Ar-Ge harcamalarına hem de Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç göstermektedir ki ekonomik büyümedeki değişimler ve Ar-Ge harcamalarındaki değişimler karşılıklı olarak birbirlerini etkileyebilmektedirler. Elde edilen Toda-Yamamoto sonuçları değerlendirildiğinde sadece ekonomik büyümeden Ar-Ge harcamaları yönüne doğru tek yönlü bir nedenselliğin varlığı söz konusudur. Dolayısıyla nedensellik olmadığını savunun hipotez %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir.

## Sonuç

Bir ülke ekonomisinin gelişmişlik düzeyini belirleyen en önemli faktörlerden biri de hiç şüphesiz uzun dönemli sürdürülebilir bir ekonomik büyümedir. Sürdürülebilir bir ekonomik büyüme ise Ar-Ge'den bağımsız olarak düşünülemez. Nitekim günümüz ekonomik büyümesinin motoru teknolojik gelişmelerdir. Ar-Ge faaliyetlerinin artması teknolojik gelişmeleri tetikler ve ülkenin teknoloji ithalatını azaltarak dışa bağımlılığı azaltır. Böylece ithalata aktarılacak kaynakların Ar-Ge'ye aktarılmasını ve Ar-Ge'nin GSMH'den daha fazla pay almasını sağlar. Ar-Ge'yle birlikte teknolojinin gelişmesi, kaynakları daha etkin kullanması ve ekonomik faaliyetlerin daha verimli olmasına neden olur. Öyleyse buradan hareketle Ar-Ge faaliyetleri/harcamaları ve ekonomik büyümenin bir ilişkiye sahip olduğu kanısına ulaşılabilir. Ülkemizde Ar-Ge faaliyetlerine yapılan harcamalar yıldıan yıla artan bir seyir izlemekle beraber halen istenilen seviyeye gelmiş değildir.

Literatüre bakıldığında nedensellik testleri bakımından en geçerli testler olarak Granger ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri öne çıkmaktadır. Bu iki testin aynı veya farklı sonuçlar vermesi testlerde bir hata olduğunu göstermemektedir. Her iki testte güvenilir testler olmakla beraber aralarındaki temel fark Granger nedensellik testinin uygulanabilmesi için serilerin durağan olma şartı aranırken, Toda-Yamamoto testinin gerçekleştirilmesinde serilerin durağan olma şartı aranmamaktadır. Ancak serilerin durağan olması yapılabilecek test çeşidini arttırmakla beraber daha güvenilir sonuçlar vermesi bakımından önem arz etmektedir. Bu bakımdan değerlendirdiğimizde Granger ve Toda-Yamamoto testleri birbirlerini desteklemek amacıyla gerçekleştirilebilen testler olup, birbirlerinden farklı sonuçlar vermesi uygulanan yöntemin ve test formülünün farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışmada yapılan nedensellik analizi sonuçları değerlendirildiğinde: Granger nedensellik testiyle ulaşılan verilere göre Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme zaman serilerinin 1990-2016 yılları arasında çift yönlü olarak birbirlerinin nedenleri olduğu sonucuna ulaşılırken; Toda-Yamamoto nedensellik testi sonucuna göre ilgili yıllar için analiz yapıldığında sadece ekonomik büyümeden Ar-Ge harcamaların yönüne doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda politika yapımcıların Ar-Ge harcamalarına önem vermesi ve bu alandaki girişimlerin desteklenerek arttırılması durumunda ekonomik büyümenin olumlu yönde etkileneceği sonucuna ulaşılmıştır.

## KAYNAKÇA

- Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A Model of Growth Through Creative Destruction. *Econometrica*, 2(60), 323-351.
- Can GENÇ, M., & Atasoy, Y. (2010). Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 5(2), 27-34.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). "Likelihood Ratio Statistics For Autoregressive Time Series With A Unit Root", *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.
- Eğilmez, M. (2010). *Makro-Ekonomi, Türkiye'den Örneklerle* (2nd ed.). İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Er, P. H. (2013). Girişimcilik ve Yenilikçilik Kavramlarının İktisadi Düşüncedeki Yeri: Joseph A.
- Erdoğan, S. & Beşballı, S. G. (2009). "Türkiye'de Banka Kredileri Kanalinın İşleyişi Üzerine Ampirik Bir Analiz", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 11(1), 28-41.

- Göçer, İ. (2013). Ar- Ge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı , Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri. *Maliye Dergisi*, (165), 215–240.
- Grossman, G. ., & Helpman, E. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy* (Cambridge). MIT Press.
- Gülmez, A., & Akpolat, A. G. (2014). Ar-Ge & İnovasyon ve Ekonomik Büyüme: Türkiye ve AB Örneği İçin Dinamik Panel Veri Analizi. *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 1–17.
- Gülmez, A., & 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.  
[http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1082](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1082) erişim tarihi:19.04.2018.  
<https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm> Erişim Tarihi: 19.04.2018
- İnal, V., Altıntaş, N., & Çalışkan, M. (2016). Ar-Ge Harcamalarının Ekonomik Büyüme Etkisi: Türkiye Özelinde Nedensellik Analizi. *Sakarya İktisat Dergisi*, 5(1), 34–47.
- Korkmaz, S. (2010). Türkiye’de Ar-Ge Yatırımları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Var Modeli İle Analizi. *Journal of Yasar University*, 20(5), 3320–3330.
- Kutlu, E. (2005), “Bilgi ve Kalkınma”, M. Kar ve S. Taban (Ed.), *İktisadi Kalkınmada Sosyal*, Bursa: Ekin Kitabevi, s. 89-114.
- Kutlu, S. Ve Yurttagüler, İ. M. (2016). “Türkiye’de Dış Borç ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: 1998-2014 Dönemi İçin Bir Nedensellik Analizi”, *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 38(1), 229-248.
- Meçik, O. (n.d.). Ar-Ge Harcamalarının Ekonomik Gelişmişlik Üzerindeki Etkileri. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(32), 669–674.
- Mucuk, M. & Alptekin, V. (2008). “Türkiye’de Vergi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: VAR Analizi (1975-2006)”, *Maliye Dergisi*, 155, 159-174.
- Özcan, B., & Arı, A. (2014). Araştırma-Geliştirme Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi. *Maliye Dergisi*, (166), 39–55.
- Romer, P. . (1986). Increasing Returns and Long Run Growth. *Journal of Political Economy*, 2(75), 335–346.
- Romer, P. . (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 5(98), 71–102.
- Sanlı, A. (1998). Yeni İçsel Büyüme Teorileri ve Türkiye Ekonomisinin Büyüme Dinamiklerinin Analizi. *Çukurova Üniversitesi*.
- Schumpeter. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 29, 75-85.
- Sungur, O., Aydın, H. İ., & Eren, M. V. (2016). Türkiye’de AR-GE, İnovasyon, İhracat ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Asimetrik Nedensellik Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 173–192.
- Taban, S., & Şengür, M. (2012). Türkiye’de Ar-Ge ve Ekonomik Büyüme. *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 355–376. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/iicder/issue/31639/347008>
- Takım, A. (2010). “Türkiye’de GSYİH ile İhracat Arasındaki İlişki: Granger Nedensellik Testi”, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14 (2), 1-16.
- Takım, A. (2010). Türkiye’de GSYİH ile İhracat Arasındaki İlişki: Granger Nedensellik Testi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 1–16.
- Takım, A. (2015). “Türkiye’de Ekonomik Büyüme ile İşsizlik Arasındaki ilişki: Granger Nedensellik Testi”, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27.
- Ünal, T., & Seçilmiş, N. (2013). Ar-Ge Göstergeleri Açısından Türkiye ve Gelişmiş Ülkelerle Kıyaslaması. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 1(1), 12–25. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/iicder/issue/31639/347008>
- Yardımcıoğlu, F. & Beşel, F. (2013). “İşsizlik-Petrol Fiyatları İlişkisi: Yapısal Kırılmalar Altında Türkiye Örneği (1980-2012)”, *Turkish Studies International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 8(8), 2197-2211.
- Yaylalı, M., AKAN, Y., & IŞIK, C. (2010). Türkiye’de Ar-Ge Yatırım Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Eş-Bütünleşme ve Nedensellik İlişkisi: 1990–2009. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 5(2), 13–26.

Yeldan, E. (2010), "Bilgi Ekonomisi ve Yenilik: Ar-Ge Tarafından Yönlendirilen Büyüme", H. Öztürkler (Çev.), Ankara: Efil Yayınevi, s. 221-264.