



## Türkiye’de Ar-Ge Harcamaları ile Gsyih İlişkisi

Koray Duman<sup>a\*</sup>, Kevser Aydın<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, 07058, Antalya, TÜRKİYE. e-posta: kduman@akdeniz.edu.tr. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0896-9249>

<sup>b</sup> Yüksek Lisans Öğrencisi, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı. 07058, Antalya, TÜRKİYE.

### MAKALE BİLGİSİ

Geliş Tarihi: 07.04.2017  
Kabul Tarihi: 21.11.2017  
Çevrimiçi Kullanım  
Tarihi: 10.02.2018

#### Anahtar Kelimeler:

AR-GE, GSYİH, ADF  
Kök Testi, PP Kök  
Testi, VAR Analizi,  
Johansen Eşbütünleşme,  
Granger Nedensellik

### ÖZ

Küreselleşme sürecinde ülke ekonomilerinde meydana gelen gelişmelerde AR-GE harcamalarının önemli bir yeri bulunmaktadır. Çoğu dünya ülkesi AR-GE çalışmalarını teknolojiyle birleştirerek inovasyon aşamasına gelmiştir.

Çalışmada AR-GE harcamaları ile GSYİH arasındaki ilişkinin varlığı, bu ilişkinin doğrusal olduğu ispatlanmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda 1998-2015 yılları arasında yapılan AR-GE harcamaları ve oluşan GSYİH verileri ele alınmıştır. Çalışma sonucunda; Türkiye’de yapılan AR-GE harcamaları ile GSYİH arasında doğrusal ve tek yönlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Nedensellik testi sonucunda AR-GE harcamalarının GSYİH’nin nedeni olduğu görülmüştür. Bir başka deyişle AR-GE harcamalarındaki artış GSYİH üzerinde olumlu artışlara yol açarken, azalmalar da GSYİH’de azalışa sebep olmaktadır.

## The Relationship Between R&D Expenditure and Gdp in Turkey

### ARTICLE INFO

Received: 07.04.2017  
Accepted: 21.11.2017  
Available online: 10.02.2018

#### Keywords:

R & D, GDP, ADF  
Root Test, PP Root  
Test, VAR analysis,  
Johansen Cointegration,  
Granger Causality

### ABSTRACT

In the development process of globalization occurring in the national economy it has an important role of R & D spending. Most countries in the world by combining outstanding R & D technology has come to the innovation process.

In the study, the existence of the relationship between AR-GE expenditures and GDP was tried to be proved to be linear. In this context, AR-GE expenditures and GDP data generated between 1998 and 2015 are considered. In line with the aims of the study. In conclusion; made with R & D expenditure in Turkey was determined to be linear and one-way relationship between GDP. R & D spending in the causality test results were found to be the cause of the GDP. In other words, the increase in R & D spending led to positive growth on GDP, decrease causes a decrease in the GDP.

\* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Dünya ülkeleri için sürdürülebilir bir kalkınma ve ekonomik büyümenin sağlanması büyük önem taşımaktadır. Günümüzde teknoloji kullanımının artması, küreselleşme gibi faktörlerin etkisiyle bu önem daha da belirgin hale gelmiştir.

Önceleri işletmeler bazında olan AR-GE çalışmaları günümüz ekonomilerinde ülkeler bazında değerlendirilmektedir. Bunun sonucunda ülkelerin yapmış olduğu AR-GE faaliyetlerinin ülke ekonomisinde etkisinin olup olmadığı hususunda tartışmalar gün geçtikçe fazlaşmıştır. Büyümenin itici gücü olarak AR-GE faaliyetlerinin önemini vurgulayan AR-GE'ye dayalı ekonomik büyüme modeli ilk kez Romer (1990) tarafından ortaya atılmıştır (Jones, 1998, s. 2). Daha sonra bu yaklaşım Rivera - Betiz & P.M. Romer (1991), Grossman & Helpman (1991) ve Aghion & Howitt (1992) tarafından geliştirilmiştir. Teknolojik gelişmeler, firmalar tarafından yapılan araştırma ve geliştirme (ARGE) faaliyetleri sonucu buluş ve yenilikler (inovasyon) şeklinde ortaya çıkmaktadır (OECD, 2003, s. 11). Teknolojik gelişme ve yenilik, makro düzeyde ekonomik büyümeye neden olurken mikro düzeyde firmaların karlarını ve pazar paylarının artmasına yol açmaktadır. Diğer bir ifade ile teknolojik yenilikler ve buluşlar için her firmanın yaptığı yatırımlar (fiziki ve beşeri sermaye) sonucu ortaya çıkan dışsallıklar ve taşmalar ekonominin geneli için azalan getiriyi ortadan kaldırarak artan getirinin ortaya çıkmasına böylelikle de uzun dönemli büyüme neden olmaktadır (Jones, 1998).

Bu çalışmada, AR-GE'nin GSYİH üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla araştırmalar yapılması amaçlanmıştır. Çalışma üç ana bölüm, sonuç ve değerlendirmeden oluşturulmuştur.

Çalışmada 1998-2014 yılları arasında gerçekleşen AR-GE harcamaları ile oluşan GSYİH tutarları ele alınmıştır. Bu veriler TÜİK'in sayfasında yer alan istatistiklerden faydalanılarak tablolar haline dönüştürülmüştür. Üçüncü bölümün sonunda ARGE-GSYİH ilişkisini belirlemek amacıyla ADF Kök sınamaları yapılarak değişkenlerin durağan olup olmadıkları belirlenmiştir. Bu test PP kök sınaması ile desteklenmiştir. VAR Analizi yapılarak vektörel bağılıklar belirlenmiştir. VAR sonuçlarına göre değişkenler arasında Eş bütünleşme olup olmadığı tespit edilerek uzun vadede ARGE - GSYİH ilişkisi belirlenmiştir. Hata düzeltme modeli yardımıyla uzun vadede oluşan değerler ile kısa vadede oluşan değerler arasındaki oluşan hatalar belirlenerek, Granger Nedensellik Modeli ile ARGE ve GSYİH arasında nedensellik ilişkisinin olup olmadığı belirlenmiştir.

## 2. Literatür taraması

AR-GE için yapılan harcamaların ülkelerin ekonomisinin büyümesinde etkisinin büyük olduğu başta gelişmiş ülkeler olmak üzere birçok ülkede fark edilmiştir. Bu farkındalıktan sonra çok sayıda araştırma yapılmıştır.

Günümüzde teknolojik gelişmelerin artışıyla birlikte AR-GE harcamalarının detaylarına kadar veri bulunabilmektedir. Bu da araştırmacıları bu konuda teşvik etmektedir. AR-GE harcamalarının ekonomiye etkileri ülke bazında yapıldığı gibi birden fazla ülke için de yapılmaktadır.

Solow (1956) zaman tasarrufu sağlayan teknolojiye dayalı yeni sermayenin eski sermayeye göre daha değerli olduğunu ifade etmiş ve kanalıyla gerçekleşeceğini göstermiştir. Coe ve Helpman (1995), Ar-Ge harcamalarının farklı kanallarla verimliliği artırabileceğini ifade etmişlerdir. Birincisi Ar-Ge, mevcut kaynakların daha etkin kullanımını sağlayan yeni mal ve hizmetlerin üretimini artırabilmektedir. İkincisi, diğer ülkelerin teknolojik süreçten yararlanmasını kolaylaştırmaktadır. Üçüncüsü, Ar-Ge faaliyetlerinden elde edilen kazanımlar, yeni teknolojik ve üretimsel süreçlerin öğrenilmesiyle, yeni teknoloji içeren mal ve hizmetlerin ithalatı yoluyla yurtiçi verimliliği artırabilmektedir.

Romer (1986)'ın öncüsü olduğu içsel büyüme modellerine göre teknolojik yenilikler, beşeri sermaye ve mevcut bilgi stokunu kullanan Ar-Ge sektörlerinde yaratılmaktadır. Teknolojik bilgi ise nihai malların üretiminde kullanılmakta ve ekonomik büyüme oranında sürekli artışa yol açmaktadır. Bu modellerin en önemli özelliği, teknolojik gelişmenin kara kutu anlamında dışsal olmaktan çıkartılarak yakından incelenmesi ve sürekli ekonomik büyümeye yol açan yeniliğin içsel kabul edilmesidir. İçsel büyüme modellerinde her yeni yatırımın, yenilikler ve bilgi sağlayarak hem fiziksel

sermaye hem de beşeri sermaye artışına olanak sağlayacağı ve böylece azalan verimlerin ortaya çıkışını engelleyeceği öngörülmektedir (Taban, 2014, s. 141-142).

Lucas (1988), Solow teknolojiyi beşeri sermaye olarak adlandırmıştır. Ar-Ge sektörlerinde kullanılan beşeri sermayenin fiziksel sermayenin marjinal verimliliğini artıracaklarını ileri sürmüştür. (Freeman ve Soete, 2003: 373 Böylece Romer (1986) ve Lucas (1988) Ar-Ge yatırımlarıyla firma ve ülkelerin daha yüksek teknolojik standartlara sahip olacağı, üstün üretim süreçleri ve ürünler üretecekleri ve sonuçta daha yüksek gelir düzeyine ulaşacaklarını belirtmişlerdir. Kısaca modellerinde büyümenin en önemli faktörleri, Ar-Ge kaynaklı bilgi ve bilginin yayılmasıdır (Grossman ve Helpman 1991, Kuo ve Yang, 2008, s. 594 Ünsal, 2007, s. 253). Bu görüşü destekleyen ampirik çalışmalarda uluslararası teknolojik yayılmanın ve verimlilik artışının en önemli kaynakları arasında Ar-Ge harcamaları görülmüştür (Coe vd., 1995; Eaton ve Kortum, 1996; Keller, 2000; Branstetter, 2001).

Literatür tarandığında AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran çok sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Yakın geçmişte bu konuda yapılan yerli ve yabancı araştırmaların belli başlıları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Literatür ’de AR-GE Araştırmaları

| Yazarlar                                 | Araştırma Başlığı   |
|--|---|
| Sylwester (2001)                         | R & D and Economic Growth   |
| Freire-Seren (2001)                      | R & D-Expenditure an Endogenous Growth Model  |
| Tiryakioğlu (2006)                       | Araştırma Geliştirme-Ekonomik Büyüme İlişkisi: Seçilmiş OECD Ülkeleri Üzerine Uygulama  |
| (Wu & Zhou, 2007)                        | Cointegration and Causality Between R & D Expenditure and Economic Growth in China: 1953 - 2004                                       |
| Maté-García & Rodríguez-Fernández (2008) | Productivity and R & D: An Econometric Evidence From Spanish Firm-Level Data  |
| Braunerhjelm & Thulin (2008)             | Can Countries Create Comparative Advantages? R & D Expenditures, High-tech Exports and Country Size in 19 OECD Countries, 1981 – 1999 |
| Altın & Kaya ( 2009)                     | Türkiye’de Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensel İlişkinin Analizi   |
| Sadraoui & Zina (2009)                   | A Dynamic Panel Data Analysis for R&D Cooperation and Economic Growth   |
| Korkmaz, (2010)                          | Türkiye’de AR-GE Yatırımları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin VAR Modeli İle Analizi   |
| (Pessoa, 2010)                           | R & D and Economic Growth: How Strong is the Link?  |
| Genç & Atasoy (2010)                     | AR-GE Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi   |
| Gülmez & Yardımcıoğlu (2012)             | OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Eşbütünlük ve Panel Nedensellik Analizi (1999-2010)             |
| Göçer (2013)                             | Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknoloji Ürün İhracatı, Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomi Büyüme Üzerindeki Etkileri                        |
| Özcan & Arı (2014)                       | Araştırma-Geliştirme Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analiz   |
| Akpolat & Gülmez (2014)                  | Ar-Ge & İnovasyon ve Ekonomik Büyüme: Türkiye ve AB Örneği İçin Dinamik Panel Veri Analizi  |
| Meçik (2014)                             | Ar-Ge Harcamalarının Ekonomik Gelişmişlik Üzerindeki Etkileri   |

Sylwester (2001), AR-GE ve ulusal düzeyde kişi başına harcama ile ekonomik büyüme oranı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. AR-GE harcama payı büyük olan ülkeler benzer ülkelere göre daha hızlı büyüme göstermektedir. Çalışmada çok değişkenli regresyon kullanılarak 20 OECD ülkelerinde Ar-Ge ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Ancak bu ülkelerde AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasında güçlü bir ilişki bulunamamıştır. Bunun yanı sıra G-7 ülkeleri göz önüne alındığında sadece sanayi AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

Freire-Seren (2001), AR-GE harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki rolünü analiz etmiştir. Herhangi bir ölçek etkisi olmadan içsel sürdürülebilir büyümeyi oluşturan harcamaya dayalı AR-GE üzerinde durmuştur. Bu AR-GE modeli ile maliye politikalarının etkilerinin izlenmesinin mümkün olduğu vurgulanmıştır. Model, özellikle, Ar-Ge, yatırım ve fiziksel sermaye birikimi ve sübvansiyonların uzun dönemli büyüme hızını nasıl etkilediğini analiz etmektedir. Model ampirik kros analizi için doğrudan bir yapısal ekonometrik model olarak elde edilmiştir. Model ile AR-GE harcamalarının ekonomik büyümeyi desteklediği ortaya konulmuştur.

Tiryakioğlu'nun 2006 yılında yaptığı çalışmada, OECD ülkelerinde 1970'den 2005 yılına kadar yapılan AR-GE harcamaları ekonomik büyüme ilişkisini araştırmıştır. Araştırma modeli olarak Augmented Dickey Fuller birim kök testi uygulanmıştır. Standart Granger nedensellik analizinden faydalanılmıştır. Çalışmada değişkenlerin beraber eşbütünleşik olup olmadıklarının tespiti için yapılan Johansen ile Johansen ve Juselius eşbütünleşme testi yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca Engle ve Granger'e göre eşbütünleşme bulunmasından yararlanılmıştır.

Wu & Zhou (2007), çalışmalarında 1953-2004 yılları arasında Çin'in AR-GE harcamaları ve GSYİH verileri kullanılarak dürtü tepki fonksiyonu analizi ile birlikte ADF testi, Johansen Eşbütünleşme yaklaşımı, ECM, Granger nedensellik testi kullanılarak analiz yapılmıştır. Çalışma sonunda uzun vadede GSYİH ve AR-GE harcamaları arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu belirlenmiştir. AR-GE harcamalarının artması ekonomik büyümeyi sürdürmeyi sağlamaktadır. Aynı zamanda yoğun bir AR-GE planlama politikası uzun vadede Çin'in ekonomik büyüme ve Ar-Ge yatırımlarının yüksek seviyede sürdürülebilir bir kalkınma stratejisini teşvik edeceği ortaya konulmuştur.

Maté - García & Rodríguez - Fernández (2008), Cobb - Douglas üretim fonksiyonundan yola çıkarak AR-GE amaçlı yapılan harcamaların İspanya'da verimliliğin artması üzerinde hareketle AR-GE harcamalarının ekonomik büyüme ve verimliliğin artması üzerinde pozitif yönde ve anlamlı bir role sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Braunerhjelm & Thulin (2008), AR-GE harcamalarının pazar büyüklüğünü etkilemesinin karşılaştırmalı üstünlük dağılımını nasıl artırdığını analiz etmişlerdir. Çalışmada 19 OECD ülkesine ait 1981 - 1999 dönemi ele alınarak çalışma yapılmıştır. Ampirik analiz sonucunda ülkeler pazar büyüklüğüne ulaşmak için başarısız ise Ar-Ge-harcamalarında bir puanlık artış, yüksek teknoloji ihracatında üç puanlık bir artış meydana geldiği sonucuna ulaşılmıştır. Kurumsal faktörlerin karşılaştırmalı üstünlük dinamiklerini etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca AR-GE harcamalarının bu 19 OECD ülkesinde göreceli olarak rekabet avantajlarını belirlediği de görülmüştür.

Altın & Kaya (2009), Türkiye'deki AR-GE harcamaları ile büyüme arasındaki ilişki nedensellik noktasında analiz edilmiştir. Çalışmada VEC (Vector Error Correction) modeli uygulanmıştır. Analiz sonucunda AR-GE harcamaları ile kısa dönem ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunamazken uzun dönemde AR-GE harcamalarının ekonomik büyümenin nedeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Türkiye'deki AR-GE harcamaları uzun vadede ekonomik büyüme performansını arttırmaktadır.

Sadraoui & Zina (2009), çalışmalarında AR-GE ve ekonomik büyüme arasındaki dinamik ilişkiyi tahmin etmek amaçlı analiz yapmışlardır. Bu amaç doğrultusunda 23 ülkeye ait 1992-2004 yılları arası verileri kullanarak Genelleştirilmiş Momentler Yöntemiyle birlikte panel veri sınamalarını kullanarak AR-GE ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 23 ülkenin tamamında AR-GE harcamaları ile GSYİH arasında pozitif yönde ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlemişlerdir.

Pessoa (2010), artan AR-GE harcamaları yoğunluğuna dayalı toplam verimliliği artırmak için OECD ülkelerinde uygulanan politikaların etkinliği üzerinde durulmuştur. AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışma sonunda OECD ülkeleri arasında 5 ülkede farklılık gösterdiği ve AR-GE harcamalarının yüksekliğinden çok ülkeye özgü faktörlerin ekonomik büyümeyi etkilediği sonucuna varılmıştır.

Korkmaz (2010), çalışmasında Türkiye’de 1990-2008 yılları arasında yapılan AR-GE harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Johansen Eşbütünleşme yöntemi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda uzun dönemde AR-GE harcamaları ile GSYİH arasında bir ilişki olduğu ve AR-GE harcamalarında meydana gelen artışın GSYİH’yi de artıracığı belirlenmiştir.

Genç ve Atasoy, (2010), 34 ülkeyi ele aldıkları çalışmalarında AR-GE harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele almışlardır. Çalışmada bu ülkelere ait 1997-2008 arası yıllara ait veriler panel nedensellik testine tabi tutulmuştur. Test sonucunda AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu belirlemişlerdir. Bir başka deyişle AR-GE harcamalarının ekonomik büyümenin nedeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Gülmez ve Yardımcıoğlu, (2012), çalışmalarında 21 OECD ülkesine ait AR-GE Harcama verileri kullanılarak 1990 - 2010 yılları arasında AR-GE Harcamaları ile ülkelerin ekonomik büyümeleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Pedroni ve Kao Eşbütünleşme testleri, Pedroni DOLS ve FMOLS testleri ve Canning; Pedroni panel nedensellik analizi yapmışlar ve Eşbütünleşme testleri yaparak değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmanın sonunda uzun vadede AR-GE ile ekonomik büyüme arasında karşılıklı ve anlamlı bir ilişkinin olduğunu belirlemişlerdir.

Göçer, (2013), AR-GE’nin teşvik edilmesi için uygulanan vergi politikalarının etkinliği ABD, Avustralya, Danimarka, Fransa, Hollanda, İngiltere, İspanya, Kanada ve Türkiye’nin 1999-2013 dönemi AR-GE harcamaları dikkate alınarak panel veri yöntemiyle incelenmiştir. Ayrıca çalışmada Pedroni ve Westerlund testleri kullanılarak Eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda vergi teşvikleriyle birlikte AR-GE harcamalarının da artış gösterdiği belirlenmiştir.

Özcan ve Arı, (2014), çalışmalarında AR-GE harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi seçilmiş 15 OECD ülkesi için araştırmıştır. Araştırmada panel veri modeli uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda; Kanada, Finlandiya, Fransa, İtalya, Portekiz, Türkiye ve ABD şeklindeki 7 OECD ülkesi için AR-GE’nin büyümeyi pozitif yönde etkilediğini, Almanya, Hollanda, İspanya ve İngiltere’de ise AR-GE harcamalarındaki artışın ekonomik büyümeyi negatif yönde etkilediğini tespit etmişlerdir.

Akpolat ve Gülmez, (2014), çalışmalarında 15 AB ülkesi ve Türkiye’de AR-GE, inovasyon faaliyetleri ile ekonomik büyüme arasında uzun vadeli ilişkiyi araştırmışlardır. Dinamik panel veri modelini uygulamışlardır. Araştırmanın sonucunda AR-GE ve inovasyon harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde uzun vadede pozitif etkisi olduğunu belirlemişlerdir.

Meçik, (2014), çalışmasında OECD ülkelerindeki AR-GE harcamalarının ülkelerinin ekonomik büyümeleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. İncelemede Cobb-Douglas üretim fonksiyonu modeli ve OECD ülkelerine ait panel veri setini kullanmıştır. Çalışmanın sonunda AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasında hem pozitif hem de anlam bulan bir bağ olduğunu belirlemiştir.

Literatüre genel olarak bakıldığında araştırmaların çoğunlukla birden fazla araştırmacı tarafından yapıldığı, birden fazla ülkeye ilişkin analizlerin yanında OECD ülkelerine yönelik çalışmaların ağırlıklı olduğu belirlenmiştir. Çalışmaların tamamında AR-GE harcamaları ile GSYİH arasında uzun vadede nedensellik ilişkisi olduğu, bu ilişkinin anlamlı ve pozitif yönde olduğu sonucu

### 3. Ampirik analiz

#### 3.1.Yöntem ve değişken seçimi

Türkiye’nin 1998-2014 üçer aylık AR-GE ve GSYİH verileri kullanılmak suretiyle AR-GE harcamalarının GSYİH üzerindeki etkilerini, yönünü ölçmek amacıyla ampirik bir analiz yapılmıştır. Bir başka deyişle, AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi kısa ve uzun vadede incelemeye tabi tutulmuştur. Öncelikle verilerin analize uygun hale gelmesini sağlamak amacıyla logaritmaları alınmıştır. GSYH ve Ar-ge verileri TÜFE kullanılarak reel hale getirilmişlerdir.

Çalışmada, Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi uygulanarak verilerin durağan olup olmadıkları araştırılmıştır.

ADF Kök Sınaması yapılmasında kullanılacak olan model aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur (Sandalcılar, 2012, s. 7):

$Y_t$  değişkeninin bu dönemde aldığı değerin geçen dönemdeki değeri olan  $Y_{t-1}$  ile ilişkisi:

Birim kök varlığının sınanması aşamasında iki hipotez söz konusu olacaktır. Bu hipotezler:

$H_0: \rho \geq 1$  (Seri durağan değildir. Serinin birim kökü vardır).

$H_1: \rho < 1$  (Seri durağandır. Serinin birim kökü yoktur).

$\rho = 1$  ise  $Y_t$  'nin birim kökü vardır ve durağan değildir.

ADF Kök sınavında eğer çıkan t-istatistik değeri, 0.01, 0.05 ve 0.10 kritik-t değerlerinden daha negatifse  $H_0$  reddedilir ve serinin durağan olduğuna karar verilir.

Vektör Otoregressif (VAR) Analizi ve Johansen Eşbütünleşmesi (Uzun Vadeli Etki) ve Hata Düzeltme Modeli, Granger Nesnellik Testi (Kısa Vadeli Etki) yapılmıştır.

Çalışmada Ar-Ge harcamalarının GSYİH üzerindeki olumlu etkilerini analiz etmek amacıyla kullanılan değişkenler aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

Tablo 2. Analizde Kullanılan Değişkenler

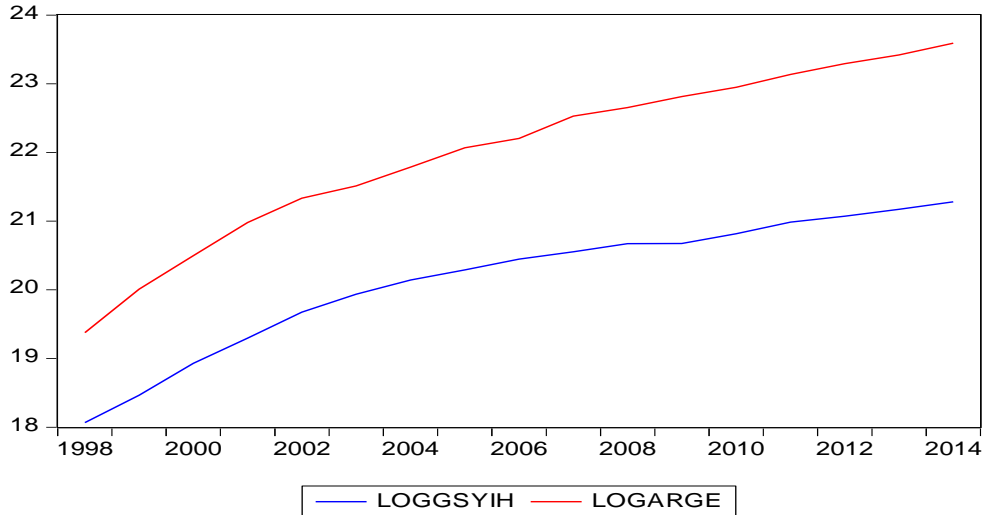
| Değişkenler | Tanımlar                  |
|-------------|---------------------------|
| arge        | Ar-Ge Giderleri           |
| gsyih       | Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla  |
| logarge     | Ar-Ge Giderleri Logaritma |
| loggsyih    | GSYİH Logaritma           |
| farkarge    | Ar-GE 1. fark             |
| farkgsyih   | GSYİH 1.fark              |

AR-GE giderleri ve GSYİH'ye ilişkin veriler TÜİK sitesinde yer alan resmi verilerden alınmıştır. Analizler değişkenlerin logaritmik değerleri üzerinden yapılmıştır.

### 3.2. Birim kök testi

Granger ve Newbold (1974) durağan olmayan zaman serileri ile çalışılması sonucunda sahte regresyon probleminin ortaya çıkacağını belirlemiştir. Durağan seriler kullanıldığında yapılan analiz sonuçlarında sorun olmazken, durağan olmayan serilerin kullanılması halinde yorumu zor sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu sebepten zaman serileri ile ilgili analiz yapmadan önce serilerin durağanlığının belirlenmesi önemlidir (Altıntaş, 2009, s. 18). Zaman serilerinin durağan çıkmaması halinde net sonuca ulaşmak adına durağanlaştırılması gerekmektedir.

Ar-Ge giderlerinin ve GSYİH'nin yıllar itibariyle artışları grafikte görüldüğü gibidir:



Şekil 1: AR-GE, GSYİH Grafiği (1998 - 2014)

Şekilde de görüldüğü gibi seriler durağan değildir yıllar itibariyle artan bir trende sahiptir.

AR-GE ve GSYİH serileri için ADF testlerinden Şekil 1 'de yer alan uygulama şekillerinden 1 ve 2 uygulanacaktır. Tüm uygulamalarda gecikme uzunluğu 1 alınmıştır. Serinin durağan olup olmadığını anlamak için, test sonucunda P\*, t-istatistik ve kritik değerler alınmıştır.

LOGARGE ve LOGGSYIH, Birinci Fark ADF Durağanlık Kök Testi Sonuçları Tablo 3. ve 4'de görüldüğü gibidir:

Tablo 3. ADF Kök Testi Sınama Sonuçları (\*)

| Değişkenler  | Düzeyler               | ADF t-istatistiği | Kritik Değerler | P*        |        |
|--------------|------------------------|-------------------|-----------------|-----------|--------|
| LOGARGE      | Sabit Terimli          | -2.880829         | % 1             | -3.959148 | 0.0711 |
|              |                        |                   | % 5             | -3.081002 |        |
|              |                        |                   | % 10            | -2.681330 |        |
| LOGARGE      | Sabit Terimli ve Trend | -4.358137         | % 1             | -4.728363 | 0.0185 |
|              |                        |                   | % 5             | -3.759743 |        |
|              |                        |                   | % 10            | -3.324976 |        |
| LOGARGEFARK  | Sabit Terimli          | -3.349193         | % 1             | -4.057910 | 0.0339 |
|              |                        |                   | % 5             | -3.119910 |        |
|              |                        |                   | % 10            | -2.701103 |        |
| LOGARGEFARK  | Sabit Terimli ve Trend | -4.543074         | % 1             | -4.886426 | 0.0168 |
|              |                        |                   | % 5             | -3.828975 |        |
|              |                        |                   | % 10            | -3.362984 |        |
| LOGGSYIH     | Sabit Terimli          | -3.181350         | % 1             | -3.959148 | 0.0418 |
|              |                        |                   | % 5             | -3.081002 |        |
|              |                        |                   | % 10            | -2.681330 |        |
| LOGGSYIH     | Sabit Terimli ve Trend | -4.396784         | % 1             | -4.728363 | 0.0174 |
|              |                        |                   | % 5             | -3.759743 |        |
|              |                        |                   | % 10            | -3.324976 |        |
| LOGGSYIHFARK | Sabit Terimli          | -2.509082         | % 1             | -4.057910 | 0.1355 |
|              |                        |                   | % 5             | -3.119910 |        |
|              |                        |                   | % 10            | -2.701103 |        |
| LOGGSYIHFARK | Sabit Terimli ve Trend | -3.235280         | % 1             | -4.886426 | 0.1209 |
|              |                        |                   | % 5             | -3.828975 |        |
|              |                        |                   | % 10            | -3.362984 |        |

H0:  $p \geq 1$  (Seri durağan değildir. Serinin birim kökü vardır)

H1:  $p < 1$  (Seri durağandır. Serinin birim kökü yoktur)

Hipotezleri doğrultusunda analiz sonuçları değerlendirilirken aşağıdakilere dikkat edilecektir:

p değeri 0.05'den küçükse, ADF t-istatistik değeri %1, %5, %10 kritik değerlerinden küçükse ya da kritik değerlerin mutlak değeri alındığında ADF t-istatistik değeri kritik değerlerden büyükse,

Seri, durağandır. Kök birim yoktur. Aksi halde seri durağan değildir ve kök birim vardır. Yukarıdaki açıklamalara göre değişkenlerin durağanlık testi sonuçları şöyledir:

Tablo 4. ADF Kök Testi Durağanlık Sonuçları

| Değişkenler   | Düzeyler                  | ADF t-istatistiği | Kritik Değerler |           | P                           |
|---------------|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------|-----------------------------|
| LOGARGE       | Sabit Terimli             | -2.880829         | %1              | -3.959148 | %10<br>Değerinde<br>durağan |
|               |                           |                   | %5              | -3.081002 |                             |
|               |                           |                   | %10             | -2.681330 |                             |
|               | Sabit Terimli<br>ve Trend | -4.358137         | %1              | -4.728363 | Durağan                     |
|               |                           |                   | %5              | -3.759743 |                             |
|               |                           |                   | %10             | -3.324976 |                             |
| LOGARGE FARK  | Sabit Terimli             | -3.349193         | %1              | -4.057910 | Durağan                     |
|               |                           |                   | %5              | -3.119910 |                             |
|               |                           |                   | %10             | -2.701103 |                             |
|               | Sabit Terimli<br>ve Trend | -4.543074         | %1              | -4.886426 | Durağan                     |
|               |                           |                   | %5              | -3.828975 |                             |
|               |                           |                   | %10             | -3.362984 |                             |
| LOGGSYIH      | Sabit Terimli             | -3.181350         | %1              | -3.959148 | Durağan                     |
|               |                           |                   | %5              | -3.081002 |                             |
|               |                           |                   | %10             | -2.681330 |                             |
|               | Sabit Terimli<br>ve Trend | -4.396784         | %1              | -4.728363 | Durağan                     |
|               |                           |                   | %5              | -3.759743 |                             |
|               |                           |                   | %10             | -3.324976 |                             |
| LOGGSYIH FARK | Sabit Terimli             | -2.509082         | %1              | -4.057910 | Durağan<br>değil            |
|               |                           |                   | %5              | -3.119910 |                             |
|               |                           |                   | %10             | -2.701103 |                             |
|               | Sabit Terimli<br>ve Trend | -3.235280         | %1              | -4.886426 | Durağan<br>değil            |
|               |                           |                   | %5              | -3.828975 |                             |
|               |                           |                   | %10             | -3.362984 |                             |

Sabit terim düzeyinde durağandır. H0 hipotezi reddedilir. Birim kök yoktur.

Birim kök olması kullanılan zaman serisinin durağan olmadığını, zaman içerisinde değişiklik gösterdiğini ifade etmektedir. Kök olmaması ise zaman serisinin durağan olduğunu ve zaman içerisinde değişmediğini göstermektedir.

ADF kök testi yardımıyla seriye hakim olan sürecin trend durağan mı, fark durağan mı olduğu konusunda bilgiye ulaşılmaktadır. Bu bilgi ülkede yaşanan ekonomik şokların etkisini belirleme noktasında önem taşımaktadır. Trend durağan süreçlerde ekonomik şokların etkisi geçici iken, fark durağan bir süreçte yaşanan şokların etsi sürekli bir etki yaratmakta ve ortalamaya dönme eğilimini ortadan kaldırmaktadır (Aktan, 2007).

Asıl veriler sonucu serilerin durağan çıkmaması birinci, ikinci farklarıyla ancak durağanlığa ulaşılması ülke içerisinde çok fazla ekonomik dalgalanma yaşandığının bir göstergesi olarak karşımıza çıkacaktır.

ADF sonucumuza göre birinci fark ile durağanlığa ulaşılmıştır. Bu da bize bu zaman süreci hakkında bilgi vermektedir. Şöyle ki; 1998-2014 yılları arasında geçen zaman sürecinde ekonomik dalgalanmalar yaşanmış ancak AR-GE ya da GSYİH açısından dönemler itibarıyla olağanüstü dalgalanmalara yol açmamıştır.

2007 ABD Mortgage kriziyle başlayıp 2008 yılının sonlarına doğru küresel bir finansal kriz haline dönüşmesiyle ülkeler tarafından çeşitli ekonomik politikalar uygulanmıştır. Türkiye Cumhuriyeti



Merkez Bankası (TCMB) da piyasaya likidite desteği yapmış, faiz indirimleri yoluna gitmiştir. 2008 yılının Kasım ayında başlatılan bu süreç sonucunda 1025 baz puanda faiz indiren TCMB, gelişmekte olan ülkeler arasında faiz indirimine ilk olarak giden ve toplamda en çok faiz oranı indiren merkez bankası özelliği taşımaktadır (Başçı Kara, 2011, s. 2). Bu tedbirler sonucu ithalat artmış, ihracat azalmış, dolayısıyla GSYİH da bundan etkilenmiştir. GSYİH ile birlikte AR-GE harcamalarına aktarılan kaynaklarda da azalma yaşanmıştır. Bu azalma süreci 2009 - 2010 yılları arasında yaşanmış ve 2011 yılında normal seyrine dönmüştür. Bu zamandaki veriler test sonuçlarında durağanlığı etkilemişlerdir.

### 3.3. VAR analizi ve Johansen Eşbütünleşmesi

VAR modeli, seçilmiş olan ekonomik büyüklükleri birleştirerek bir bütün halinde ele alan bir modeldir. Modelde kullanılan değişkenler eş zamanlı olarak incelemeye tabi tutulmaktadır (Bahar, 2006:143).

VAR Modeli;

$$Y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{nt}) \quad (3.1)$$

Olmak üzere (n x 1), zaman serisi değişkenlerin bir vektörü olarak gösterilir. Temel p-gecikmeli vektör otoregresif (VAR (p)) modeli bulunmaktadır (researchgate, ty:384).

İki değişkenli VAR modeli standart haliyle şu şekilde yazılabilir:

$$y_t = a_1 + \sum_{i=1}^p b_{1i} y_{t-i} + \sum_{i=1}^p b_{2i} x_{t-i} + v_t \quad (3.2)$$

$$x_t = c_1 + \sum_{i=1}^p d_{1i} y_{t-i} + \sum_{i=1}^p d_{2i} x_{t-i} + v_{2t} \quad (3.3)$$

“Bu modelde, (p) gecikmelerin uzunluğunu, (v) ise ortalaması sıfır, kendi gecikmeli değerleriyle olan kovaryansları sıfır ve varyansları sabit, normal dağılıma sahip, Rassal hata terimlerini temsil etmektedir. VAR Analizinde hataların kendi gecikmeli değerleriyle ilişkisiz olması varsayımı, modele herhangi bir kısıt getirmemektedir. Çünkü değişkenlerin gecikme uzunluğunun artırılmasıyla otokorelasyon sorunu ortadan kaldırılabilir” (Özpinar & Uyar Bozdağlıoğlu, 2011, s. 44).

“VAR modelleri, yapısal modele herhangi bir kısıtlama getirmeksizin dinamik ilişkileri verilebildiği için zaman serileri açısından sıklıkla tercih edilmektedir. Model, herhangi bir iktisat teorisinden yola çıkarak, değişkenlerin içsel-dışsal ayrımını gerektirmediği için, bu yönüyle eş anlı denklem sistemlerinden ayrılmaktadır. Ayrıca VAR modellerinde bağımlı değişkenlerin gecikmeli değerlerinin yer alması, geleceğe yönelik güçlü tahminlerin yapılmasını da mümkün kılmaktadır” (Mucuk, Alptekin, 2008, s.162).

Ekonomik ilişkilerde özellikle finansal piyasaların gelişmesi sonucu ortaya çok sayıda karmaşıklık çıkmıştır. Bunun sonucunda ekonomik olayların tek denklemlerle ekonometri modelleriyle incelenmesi yeterli gelmemiş ve eşzamanlı denklemlerin oluşmasına sebep olmuştur. Ayrıca makro değişkenler çoğu arasında var olan karşılıklı etkileşim de bunu zorunlu kılmıştır. Bu nedenden dolayı ele alınan verilerin içsel ve dışsal ayrımı olmaksızın bütün değişkenleri içsel kabul eden VAR modeli kullanılmaktadır. Christopher Sims (1980) tarafından geliştirilmiş olan bu model ele alınan değişkenler arasında eşzamanlılık olması halinde tüm verileri eşit şekilde ele almakta ve değişkenler arasında ayrım yapmadan hepsini içsel kabul etmektedir. Bu modellerde içsel değişkenler modelde yer alan diğer diğer değişkenlerin gecikmeli değerlerinin bir fonksiyonu olarak elde edilmektedir. VAR analizleri özellikle kriz ekonomilerinde çok sık kullanılan yöntemlerdir. Bu analizlerin yapılmasında temel amaç değişkenlerde meydana gelecek bir şokun diğer değişkenler üzerinde yaratacağı etkiyi ölçmektir (Çoban, Doğanalp, 2011, s. 223 - 224).

VAR analizine geçmeden önce gecikme sayısının (uzunluğunun) belirlenmesi gerekir. Gecikme sayısı belirlenirken uygun gecikme sayısının saptanması için öncelikle LOGARGE ve LOGGSYIH

değişkenlerinden oluşan VAR (vektör otoregresif) modeli oluşturulmuştur. Akaike (AIC), FBE, AIC, SC ve HQ bilgi kriterleriyle gecikme uzunluğu Tablo 5 'de olduğu gibi belirlenmiştir.

Tablo 5. VAR Modeli ile Gecikme Sayısı Tablosu

| Gecikme Sayısı | LL        | LR        | FPE       | AIC        | SC         | HQ         |
|----------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 0              | -0.156102 | NA        | 0.004667  | 0.308015   | 0.399308   | 0.299564   |
| 1              | 44.59369  | 70.32110* | 1.40e-05* | -5.513384* | -5.239502* | -5.538737* |
| 2              | 46.24075  | 2.117659  | 2.07e-05  | -5.177251  | -4.720781  | -5.219505  |
| 3              | 49.91415  | 3.673394  | 2.47e-05  | -5.130593  | -4.491535  | -5.189749  |

\*Seçilen kritere gecikme süresini gösterir.

En fazla \* işareti olan değer gecikme sayısı olarak seçilir. Tabloda bu değer 1 'dir.

VAR modelinde kullanılacak değişkenlerin durağan olması gerekmektedir. Kök testleri sonucu serilerimizin durağanlığı ispat edilmiştir. VAR modeli sonuçları Tablo da görüldüğü gibidir:

Tablo 6. VAR Sonuçları

|      | t-istatistiği | Anlamlılık Düzeyi (P) |
|------|---------------|-----------------------|
| C(1) | 4.616484      | 0.0001                |
| C(2) | 2.401729      | 0.0238                |
| C(3) | 8.371559      | 0.0000                |
| C(5) | 6.838590      | 0.0000                |
| C(6) | 4.916635      | 0.0000                |

$$\text{LOGGSYIH} = \text{C}(1) * \text{LOGGSYIH}(-1) + \text{C}(2) * \text{LOGARGE}(-1) + \text{C}(3) \quad (3.4)$$

$$\text{LOGARGE} = \text{C}(4) * \text{LOGGSYIH}(-1) + \text{C}(5) * \text{LOGARGE}(-1) + \text{C}(6) \quad (3.5)$$

Oluşan denklemlere bakıldığında birinci denklemde LOGGSYİH, ikincisinde LOGARGE bağımlı değişkenlerdir.

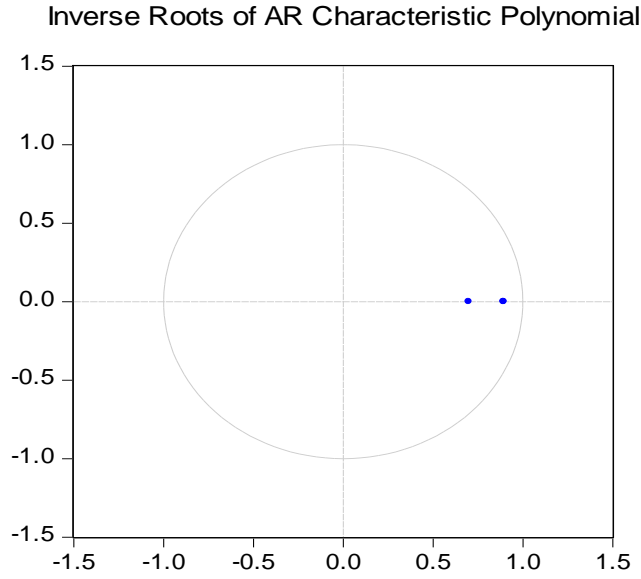
LOGARGE Değişkeninin LOGGSYİH üzerindeki etkisini belirlemek için, yani H0 Hipotezini kanıtlamak adına LOGARGE'nin 1. gecikmesini 0'a eşitleyerek, (Duvar Testi-Wall Test-F istatistiği) sonuca bakıldığında;

$$\text{C}(2) = 0$$

Sonucu P değeri 0,0163 çıkmıştır. Çıkan olasılık değeri 0,05'in altında olduğundan Ar-Ge giderlerinin GSYİH üzerinde etkisi vardır denir.

Hesaplanan F istatistiği, (m; n-2m) serbestlik derecesi ve  $\alpha$  anlamlılık düzeyindeki F tablo değerinden büyükse sıfır hipotezi reddedilmektedir. Bu hipotezin reddedilmesi, modelde yer alan katsayıların anlamlı olduğunu göstermektedir.

Kriz Öncesi VAR Tahmininin AR Polinomunun Ters Köklerinin Birim Çember İçerisindeki Konumu (VAR Denklemindeki değişkenlerin durağanlık test sonucu) Şekil 2 'de görüldüğü gibidir:



Şekil 2: VAR Modeli Durağanlık Grafiği

Şekil incelendiğinde her iki değişken de dairenin içinde yer aldığı için değişkenler durağandır.

Johansen Eş bütünleşme (Koentegrasyon) Testi ile uzun vadede etki belirlenir. ADF, PP Kök testleriyle ve VAR analizi sonucuyla serilerin durağan olduğu ispatlanmıştır. H1 hipotezi kabul edilmiştir. Seriler durağan olduğundan Johansen Eşbütünleşmesi testi uygulanabilecektir. Ancak, birden fazla değişken söz konusuysa birden fazla eş bütünleştirici vektör olasılığı bulunmaktadır. Bu gibi işlemlerde Johansen Eşbütünleşmesi kullanılır.

Eşbütünleşme teorisine göre seriler birinci farkında durağan iseler, aralarında bir Eşbütünleşme ilişkisi söz konusu olabilir. Johansen-Juselius (1990) Eşbütünleşme testi yardımıyla çoklu Eşbütünleşme vektörleri için test yapılabilen, eşbütünleşik vektörler ve uyarılma parametrelerinin maksimum olabilirlik tahminleri elde edilebilmektedir. Ayrıca, bu model eşbütünleşik vektörlerin kısıtlı versiyonlarını (sürümelerini) ve uyarılma parametrelerinin hızını test etme imkânı sunar. (Çetin, 2012,s. 222).

Johansen Eşbütünleşme bir başka deyişle; iki değişken arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırma aşamasında modelde kullanılan tüm değişkenlerin aynı düzeyden durağan olduğunu varsayar.

Test logaritmik değerlere göre yapılır. Başlangıçta değişkenlerin aynı derecede durağan olması sağlanır. Oluşan yeni değişkenlerle regresyon tekrar kurularak bu regresyon sonucu oluşan kalıntılar (hata terimleri) düzey değerlerinde durağan olup olmadıklarına bakılır. (Eğer düzey değerlerinde durağansa ya da eğer kalıntı düzey değerlerinde durağansa değişkenler arasında Eş bütünleşme ilişkisi bulunmaktadır). Hipotezleri şöyledir:

H0: Değişkenler arasında uzun vadede ilişki yoktur.

H1:Değişkenler arasında uzun vadede ilişki vardır.

Eş bütünleşme testi için en uygun model olarak sabit terim ve trend seçilmiştir (Bkz. Ek: 32). Akaike ve Schwarz modellerinin her ikisinde de birer tane yıldız mevcuttur. İkisi arasında tercih yaparken düşük değerli olanı seçmek gerekmektedir. En anlamlısı düşük olanıdır. Akaike Modelinde değer -5,534170, Schwarz Modelinde ise -5,014933'tür. Akaike Modeli daha düşük olduğu için bu model seçilir. Yani Sabit Terimli, Trendli model uygulanacaktır. Var Modeli kurulmuş ve Eş bütünleşme sonucunda bir tane Eş bütünleşme denkleminin olduğu belirlenmiştir.

Tablo 7. Eşbütünleşme Denklemi

| Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace) |            |             |                |         |
|--|------------|-------------|----------------|---------|
| Hypothesized                                 |            | Trace       | 0.05           |         |
| No. of CE(s)                                 | Eigenvalue | İstatistiği | Critical Value | Prob.** |
| None *                                       | 0.659097   | 19.83931    | 18.39771       | 0.0313  |
| At most 1                                    | 0.218440   | 3.696954    | 3.841466       | 0.0545  |

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

P değeri 0,05'ün üstünde olduğundan Eşbütünleşme vardır. Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi olmadığını savunan H0 Hipotezi reddedilir. Böylece seriler arasında uzun vadede ilişkinin var olduğu (bir Eşbütünleşme vektörü) belirlenerek H1 hipotezi kabul edilmiştir.

Eşbütünleşme testi değişkenlerimizin arasındaki nedensellik yönü hakkında bilgi verememektedir. Zaman serileri arasındaki yönü belirlemek için nedensellik testlerinin yapılması gerekmektedir.

Eşbütünleşme bulunduktan sonra hata düzeltme modeli uygulanır. Yani değişkenler uzun vadede dengeye gelmektedirler ancak değişkenlerin farkı alındığından değer kayıpları meydana gelmektedir. Bu değer kayıpları sonuçlarda olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Bu etkileri ortadan kaldırmak için hata düzeltme modelleri uygulanır.

### 3.4 Granger Nedensellik Testi

Granger'in nedensellik testi, değişkenler kümesi arasındaki nedensellik ilişkisini değişkenlerin geçmişteki ve şimdiki değerlerinin tahmin edilebilmesine dayalı olarak test ederek incelemektedir (Şimşek & Kadılar, 2010, s. 131).

Bu yöntem, işlem hata düzeltme terimi katsayısı(2) ve açıklayıcı farklılaştırılmış gecikmeli katsayıların toplamından ortaya çıkan (1) geçici nedenselliğe izin vermesi yüzünden standart VAR modelinden daha üstündür (Ekinci & Gül, 2007, s. 177). Değişkenler arasında mevcut uzun dönemli ilişkilerden sapmayı gösteren modellerdir.

Granger nedensellik testi, bağımsız değişkenin gecikmeli değerlerin katsayılarının, belirli bir anlamlılık düzeyinde, grup halinde sıfıra eşit olup olmadığı test edilerek yapılır. Eşbütünleşme katsayıları belirli bir anlamlılık düzeyinde sıfırdan farklı bulunursa (Bulut & Özdemir, 2012, s. 221). AR-GE'nin GSYİH'nin nedeni olduğunu gösterecektir. Bu da AR-GE GSYİH'nin Granger nedenidir şeklinde yorumlanacaktır. , Bu test, değişkenlerin arasındaki nedensellik zaman serilerini esas alır. Hipotezleri şöyledir.

H0:Nedensellik yoktur.

H1:Nedensellik vardır.

Nedenselliğin yönü değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemekte olup Granger nedensellik testinde üç farklı durum bulunmaktadır. Bunlar (Göktaş Yılmaz, 2005, s. 67-68).

Tek yönlü nedensellik:  $Y=f(x)$  biçimdeki tek denklemler bir modelde Y bağımlı değişken, X ise bağımsız değişkendir. Burada X'ten Y'ye doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır ( $X \Rightarrow Y$ ). Bağımsız değişken, neden konumunda olup bağımlı değişken üzerinde bir sonuç etkisi yaratmaktadır. Bu tek yönlü bir sonuç oluşturmaktadır. Bu tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığını göstermekte olup bu ilişki ( $Y \Rightarrow X$ ) olarak da belirlenebilmektedir.

Çift yönlü nedensellik: Değişkenler arasında karşılıklı bir etki olabilir ( $X \Leftrightarrow Y$ ).

Bu iki değişkenin birbirini etkilememesi yani birbirinden bağımsız olmasıdır. Kısaca değişkenler arasında bir ilişki bulunmadığı söylenebilir. VAR analizi yoluyla Granger testi sonucu Tablo 8'de görüldüğü gibidir:

Tablo 8. Granger Nedensellik Testi Sonuçları (\*)

| Değişken | P      |
|----------|--------|
| LOGARGE  | 0.0163 |
| LOGGSYHI | 0,3620 |

LOGARGE p değeri 0,0163 olarak gerçekleşmiştir. Değer 0,05'den küçük olduğu için nedensellik vardır. H0 hipotezi reddedilir. Bir başka deyişle Ar-Ge giderleri GSYİH'nin nedenidir.

LOGGSYHI p değeri 0,3620 olarak gerçekleşmiştir. Değer 0,05'den büyük olduğu için nedensellik yoktur. H0 hipotezi kabul edilir. Bir başka deyişle GSYİH Ar-Ge giderlerinin nedeni değildir.

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiler olması halinde Hata Düzeltme Modelleri (Error Correction Model) kullanılır. GSYİH ile AR-GE arasında uzun dönemde ilişki bulunduğu modelin uygulanması gerekmektedir.

Hata düzeltme modeli oluşturmadan önce regresyon modeli oluşturulur. Durağanlık testi yapılmamasında trend kullanıldığı için trend eklenir (Bkz. Ek: 35). LOGARGE p değeri 0.0000 çıktığından H0 reddedilir. Değişkenler anlamlıdır. Şöyle ki; zaman serimizde yer alan 1998-2015 dönemi AR-GE harcamaları ile GSYİH arasında pozitif yönde ve istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. AR-GE Harcamalarına yapılan yatırımlar GSYİH'nin artması yönünde geri dönmektedir. AR-GE Harcamalarına yapılan yatırımlar azaldığında ise GSYİH'nin azalacağı muhakkaktır.

Değişkenler arasında bir anlamın varlığı belirlendiğinden hata terimleri oluşturulur. Hata terimi her bir veri setinde bağımlı değişkene ait gerçek değerle model aracılığıyla tahmin edilen değer arasındaki farkı ifade etmektedir. Hata terimlerinin durağanlık testi sonucu Tablo 9'da görüldüğü gibidir.

Tablo 9. Hata Terimleri Durağanlık Testi Sonuçları (\*)

| TEST  | t İstatistiği | Prob.*    |
|---|---------------|-----------|
| <b>Augmented Dickey-Fuller test istatistiği</b> | -3.162858     | 0.0037    |
|   | 1% level      | -2.717511 |
| <b>Kritik Değerler</b>                          | 5% level      | -1.964418 |
|   | 10% level     | -1.605603 |
| <b>Augmented Dickey-Fuller Test-Equation</b>    |               |           |
| <b>HATA (-1)</b>                                | -3.162858     | 0.0064    |

ADF p değeri 0.0037 olarak çıkmıştır. Hata terimi gecikmeli p değeri ise 0.0064 olarak gerçekleşerek 0.05 referans değerinin altında kalmıştır. H0 reddedilir. Hata terimleri düzey değerinde durağandır.

Hata düzeltme modeli sonuçlarına bakıldığında p değeri 0.0000 ve Hata p değeri 0.0064 olarak oluşmuştur. Hata terimlerinin katsayısının kabul edilebilir olması için 0-1 Aralığında olması beklenir. Her iki değere bakıldığında hata terimi anlamlıdır.

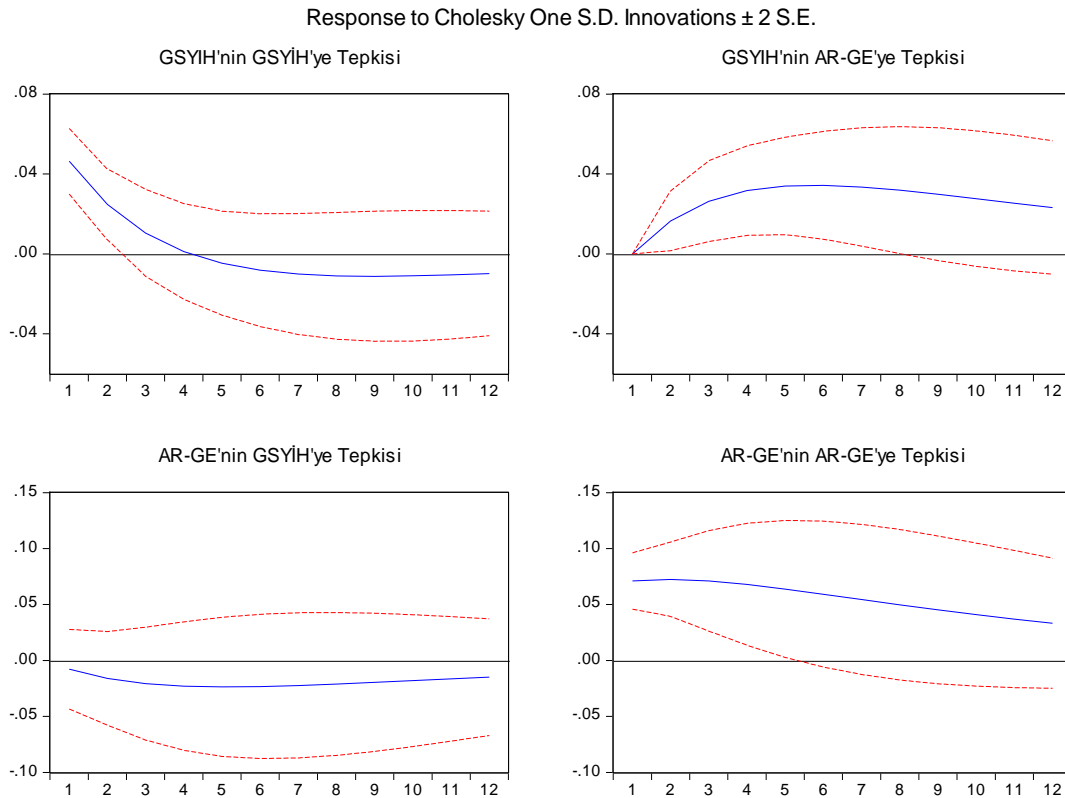
Hata teriminin katsayısı geçen dönem dengedeki bozulmanın bu dönem ne kadar düzeldiğini gösterir. Hata terimi katsayısı 0,697910 olarak çıkmıştır. Yani, 1 birim sapmanın yaklaşık %69'u bir sonraki dönem düzeltilmektedir. Kısa dönemdeki dengesizlikler bu şekilde kapanmaktadır.

Kurulan VAR modeli sonrasında etki-tepki fonksiyonlarına bakıldığında daha net sonuçlara ulaşılabilecektir. Etki-tepki fonksiyonları, rassal hata terimlerinden birindeki bir standart hatalık şokun, içsel değişkenlerin şimdiki ve gelecekteki değerlerine olan etkisini yansıtır. Bir makro ekonomik

büyüküğün üzerinde en etkili değişkenin hangisi olduğu varyans ayrıştırmasıyla, etkili bulunan bu değişkenin politika aracı olarak kullanılabilir olup olmadığı ise etki-tepki fonksiyonları ile belirlenir (Barışık & Kesikoğlu, 2006:69). Farklı bir deyişle, etki tepki analizi değişkenlerden birinde rastgele bir şekilde oluşacak şokun diğer değişken ya da değişkenler üzerindeki etkisini analiz ederek, ekonomik politikaların şekillenmesinde önemli bir yer tutmaktadır.

Etki-Tepki fonksiyonları grafikler yardımıyla gösterilir. Grafikteki yatay eksen aylık dönemlere ayrılmış tepkinin süresini, dikey eksen ise standart hata türünden tepkinin derecesini göstermektedir. “Grafiklerdeki sürekli çizgiler modelin hata teriminde meydana gelen 1 standart sapmalı şoka karşılık içsel değişkenin zaman içinde verdiği tepkileri göstermektedir. Kesikli çizgiler ise  $\pm 2$  standart sapma için elde edilen güven aralıklarını ifade etmektedir” (Küçükaksoy & Çifçi, 2014:120).

Şekil 3 de’de bir standart hatalık şok karşısında değişkenlerin gösterdiği tepkiler grafiksel olarak sunulmuştur. Aylık dönemler halinde 12 dönem alınmıştır.



Şekil 3:VAR Etki-Tepki Analizi Grafikleri

Grafiklerde dışsal değişkendeki bir standart sapmalı şokun içsel değişkende meydana getireceği tepkiler ortaya konulmaktadır.

3. Şekilde AR-GE’de meydana gelen bir birimlik standart hatalık şok karşısında GSYİH’nin verdiği tepki görülmektedir. Mavi çizgi verilen tepkiyi göstermektedir. İlk ay herhangi bir tepki bulunmamaktadır. 2. aydan son aya kadar tepkiler pozitif olarak ilerlemiştir. Kendi içerisinde düşüşler yaşanmışsa da pozitifliğini kaybetmemiştir. Bu şoklara verilen tepkiler sönümlenecektir. Buradan çıkacak sonuç ise AR-GE’ye yapılacak harcama ve yatırımların ikinci aydan itibaren GSYİH’nin sürekli pozitif tepki vereceğidir. Bir başka deyişle AR-GE harcamaları karşılığında GSYİH’den cevap alınabilmektedir.

3. Şekilde GSYİH’de meydana gelen bir birimlik standart hatalık şok karşısında AR-GE’nin verdiği tepki görülmektedir. İlk aydan son aya kadar tepkiler negatiftir. Buradan çıkacak sonuç ise GSYİH’de meydana gelecek bir değişiklik AR-GE’de pozitif tepkiye yol açmayacaktır.

Varyans ayrıştırma sonuçlarıyla bu tepkiler daha net göz önüne serilecektir. Varyans ayrıştırması değişkenlerin verdikleri tepkilerin yüzdesel değerini ifade etmektedir. Sims (1980) hata terimleri arasındaki çapraz korelasyonların sıfır olmasını sağlayacak dönüşüm olarak Cholesky ayrıştırmasını önermiştir. Bu ayrıştırmada göze çarpan problem, dönüşümde kullanılan matrisin yegâne (bir tane) olmamasıdır. Sims (1980) çalışmasında Cholesky ayrıştırması için değişkenlerin en dışsaldan içsele doğru sıralanması yaklaşımını önermiştir. Böylece, sıralamada en başta yer alan değişkenin AR gösteriminde, sistemdeki diğer değişkenlerin anlık periyodu (t zamanı) olmayacaktır. Sıralamada yer alan ikinci değişkenin AR gösteriminde ise sadece birinci sıradaki değişkenin anlık periyodu yer alacaktır. İşleme bu şekilde devam edilirse, sıralamadaki en sonuncu değişkenin AR gösteriminde, sistemdeki tüm değişkenlerin anlık periyodu yer alırken kendisi hiçbir değişkene eşzamanlı olarak etki edemeyecektir (Köse, Ay, & Topallı, 2008. s. 40). Buradan hareketle çalışmada Cholesky sıralamasına göre Bu gerekçelerle sıralama, dışsaldan içsele doğru yapılmalıdır. Çalışmada Cholesky sıralaması önsel bilgi çerçevesinde reel dış gelir, nispi fiyat, reel döviz kuru oynaklığı ve reel ihracat şeklinde yapılmıştır.

Bir değişkendeki değişimin yüzde kaçının kendisi ve diğer değişkenden kaynaklandığı gözlenmektedir (Küçükaksoy & Çifçi, 2014, s. 123).

Varyans ayrıştırma sonuçları Tablo 10 ve 11’de görüldüğü gibidir.

Tablo 10. GSYİH Varyans Ayrıştırması Sonuçları

| Dönem | Standart Hata | LOGGSYİH | LOGARGE  |
|-------|---------------|----------|----------|
| 1     | 0.046393      | 100.0000 | 0.000000 |
| 2     | 0.055131      | 91.01240 | 8.987601 |
| 3     | 0.061991      | 74.83224 | 25.16776 |
| 4     | 0.069613      | 59.37219 | 40.62781 |
| 5     | 0.077596      | 48.14714 | 51.85286 |
| 6     | 0.085243      | 40.81775 | 59.18225 |
| 7     | 0.092134      | 36.14752 | 63.85248 |
| 8     | 0.098107      | 33.14017 | 66.85983 |
| 9     | 0.103157      | 31.15774 | 68.84226 |
| 10    | 0.107358      | 29.81566 | 70.18434 |
| 11    | 0.110812      | 28.88336 | 71.11664 |
| 12    | 0.113632      | 28.22043 | 71.77957 |

Dönemler itibariyle GSYİH’nin tepkileri incelendiğinde birinci dönemde %100 değişim gerçekleşmiş ve kendinden kaynaklanmıştır. Bu noktada Ar-Ge dışındaki diğer değişkenler bu değişimi meydana getirmiştir. İkinci dönemde değişme oranının yaklaşık %8,99’u Ar-Ge kaynaklı olarak gerçekleşmiştir. Değişme oranı dönemler itibariyle artış göstermiş ve 12. Dönemde AR-GE GSYİH üzerinde %71,77 değişiklik yaratmıştır.

Tablo 11. AR-GE Varyans Ayrıştırması Sonuçları

| Dönem | Standart Hata | LOGGSYİH | LOGARGE  |
|-------|---------------|----------|----------|
| 1     |               | 1.200800 | 98.79920 |
| 2     | 0.102976      | 3.012856 | 96.98714 |
| 3     | 0.126809      | 4.656248 | 95.34375 |
| 4     | 0.145672      | 6.014490 | 93.98551 |
| 5     | 0.160776      | 7.100422 | 92.89958 |
| 6     | 0.172902      | 7.957840 | 92.04216 |
| 7     | 0.182639      | 8.631991 | 91.36801 |
| 8     | 0.190450      | 9.161709 | 90.83829 |
| 9     | 0.196711      | 9.578311 | 90.42169 |
| 10    | 0.201726      | 9.906445 | 90.09355 |
| 11    | 0.205739      | 10.16533 | 89.83467 |
| 12    | 0.208949      | 10.36993 | 89.63007 |

Dönemler itibariyle AR-GE'nin tepkileri incelendiğinde birinci dönemde %98,80'lik bir değişme yaşanmıştır. GSYİH'nin etkisi ise 1.20 olarak gerçekleşmiştir. Dönemler itibariyle GSYİH'nin AR-GE üzerindeki değişim yüzdeleri artış göstermiştir. Ancak ağırlıklı olarak AR-GE değişimi kendinden kaynaklı yaşanmıştır.

Her iki ayrıştırmaya bakıldığında GSYİH'deki değişmelerin üzerinde AR-GE'nin etkisi daha fazladır.

Genel olarak, Türkiye'de AR-GE ve GSYİH ilişkisi pozitif yönde değişmektedir. AR-GE harcamalarındaki her bir artış GSYİH'yi arttırırken, tam tersi bir durum GSYİH'nin azalması yönünde gelişmektedir. Ekonomik kriz dönemlerinde AR-GE yatırımlarına olan eğilim azalmakta, GSYİH içinde az da olsa AR-GE etkisi bulunduğundan ekonomide küçük çaplı da olsa daralma yaşanabilmektedir.

#### 4. Sonuç

Son yıllarda ülkelerin GSYİH ile AR-GE harcamaları arasında doğrusal bir ilişki söz konusudur. AR-GE harcamalarındaki artış GSYİH üzerinde pozitif yönde etki yaratırken AR-GE harcamalarındaki azalış da GSYİH üzerinde negatif etki yaratmaktadır.

Çalışmada Türkiye'nin AR-GE harcamalarının GSYİH üzerindeki 1998-2015 yılları arasındaki veriler kullanılarak incelenmiştir. Bu doğrultuda öncelikle ADF Kök testi ile durağanlık testi yapılmıştır. GSYİH ve AR-GE Harcamalarına ait seriler sabit terimli ve trend birinci düzeyde ADF testiyle durağan bulunmuştur. PP testi sonuçlarıyla da zaman serilerinin tüm düzeylerde durağan olduğu belirlenmiştir. Bunun anlamı, zaman serisinin başlangıcı ve bitişi arasında geçen sürede ekonomik dalgalanmalar yaşanmış ancak AR-GE ya da GSYİH açısından dönemler itibariyle olağanüstü dalgalanmalara yol açmamıştır.

Sonuç olarak, Türkiye'de AR-GE Harcamaları ve GSYİH arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur. AR-GE harcamalarında meydana gelen her artış GSYİH'yi arttırmakta, AR-GE harcamalarında meydana gelen azalış ise GSYİH'yi düşürmektedir. Ekonomik kriz dönemlerinde AR-GE yatırımları krizin etkisiyle azalmakta AR-GE harcamalarının GSYİH içindeki etkisinden dolayı ekonomide küçük çaplı daralmalar yaşanabilmektedir.

Analiz sonuçları Türkiye'nin, AR-GE harcamalarının GSYİH içinde yadsınamaz bir yeri olduğunu göstermektedir. Türkiye AR-GE projelerini desteklemeye devam etmeli ve bu projeleri ülke çapında yaygın hale getirmelidir. Her şart ve koşulda bütçeden mutlaka pay ayrılmalı ve AR-GE için harcanmalıdır. Bütçede yeri belli bir kalem olarak ele alınmalıdır. Türkiye için sıradan bir harcama kalemi olarak değerlendirilmemelidir.

#### Kaynakça

- Aghio, P. ve Howitt, P. (1992). A Model of Growth Through Creative Destruction. *Econometrica*, 60(2), 323 - 331.
- Aktan, H. (2007). *Yapısal Kırılma, Ortak Bütünleme ve Nedensellik Analizi Dört Ülke Uygulaması: Türkiye, Yunanistan, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti ve Güney Kıbrıs Rum Kesimi*, (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Altıntaş, H. (2009). *Türkiye'de Döviz Kurunun Enflasyon Üzerine Geçiş Etkisinin Ekonometrik Analizi: 1989 - 2007*, (Anadolu Uluslararası İktisat Kongresi Tebliği, 1 - 35). Eskişehir: Econ Anadolu.
- Bahar, O. (2006). Turizm Sektörünün Türkiye'nin Ekonomik Büyümesi Üzerindeki Etkisi: VAR Analizi Yaklaşımı. *Celal Bayar Üniversitesi İİBF Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 13(2), 137-150.
- Barışık, S., Kesikoğlu, F. (2006). Türkiye'de Bütçe Açıklarının Makroekonomik Değişkenler Üzerine Etkisi (1987 - 2003 VAR, Etki - Tepki Analizi, Varyans Ayrıştırması). *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 61(4), 59 - 82.
- Başçı, E., Kara, H. (2011). *Finansal İstikrar ve Para Politikası*. Ankara: TCMB.
- Bulut, Ş., Özdemir, A. (2012). İstanbul Menkul Kıymetler Borsası ve "Dow Jones Industrial" Arasındaki İlişki: Eşbütünleşme Analizi1. *Celal Bayar Üniversitesi Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 19 (1), 211 - 224.



- Branstetter, L. (2001). *Is Foreign Direct Investment a Channel of Knowledge Spillovers? Evidence from Japan's FDI in the United States*, NBER working Paper, 8015.
- Coe, D., Helpman and Alexander Hoffmaister. (1997). "North-South Spillovers," *Econ. J.* 107, 134 - 49.
- Çetin, M. (2012). Sabit Sermaye Yatırımları ve Ekonomik Büyüme: Ampirik Analiz. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7(1), 211 - 230.
- Çoban, O., & Doğanalp, N. (2011). *Küresel Finansal Krizin Temel Kalkınma Göstergeleri Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği*. Political Economy, Crisis & Development (Politik İktisat, Kriz ve Kalkınma) (219 -230). içinde İstanbul: by Kayhan Printing Co Ltd.
- Eaton, J, S., Kortum (1996). Trade in Ideas: Patenting and Productivity in the OECD. *J. Int. Econ.* 40 (3-4), 251 - 278.
- Ekinci, A., & Gül, E. (2007:177). Türkiye'de Yurtiçi Tasarruflar ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Uygulamalı Bir Analiz (1960 2004). *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* (19), 167 -184.
- Freeman, C., Soete, L. (2003). *Yenilik İktisadi*. Ergun Türkcan (çev.), Ankara: Tübitak Yayınları.
- Grossman, G.M. ve Helpman, E. (1991b), Quality Ladders in the Theory of Growth. *The Review of Economic Studies*, 58(1), 43 – 61.
- Göktaş Yılmaz, Ö. (2005: 67-68). Türkiye Ekonomisinde Büyüme İle İşsizlik Oranları Arasındaki Nedensellik İlişkisi. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi* (2), 63 - 76.
- Gülmez, A. ve Yardımcıoğlu, F. (2012). OECD Ülkelerinde ARGE Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Eşbütünleşme ve Panel Nedensellik Analizi (1990 - 2010). *Maliye Dergisi*, (163), Temmuz - Aralık 2012.
- Jones, C.I. (1995). R, D-Based Models of Economic Growth. *Journal of Political Economy*, 103(4), 759-84.
- Köse, N., Ay, A., Topallı, N. (2008). Döviz Kuru Oynaklığının İhracata Etkisi: Türkiye Örneği (1995 – 2008) . *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 25 - 45.
- Kuo, C. C., Yang. C.H. (2008). Knowledge capital and spillover on regional economic growth: Evidence from China. *China Economic Review*, 19, 594 - 604.
- Küçükaksoy, İ., Çifçi, İ. (2014). Dış Ticaret Hadlerinin Dış Ticaret Dengesine Etkisi: Harberger-Laursen-Metzler Hipotezinin Türkiye Uygulaması. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 1(2), 103 - 129.
- Lucas, R. E. (1988). On The Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.
- Mucuk, M., Alptekin, V. (2008). Türkiye'de Vergi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: VAR Analizi (1975-2006). *Maliye Dergisi* (155), 159 - 174.
- Özpinar, Ö., Uyar Bozdağlıoğlu, E. (2011). Türkiye'ye Gelen Doğrudan Yabancı Yatırımların Türkiye'nin İhracat Performansına Etkilerinin VAR Yöntemi ile Tahmini. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(3), 39-63.
- Researchgate. (2016, 21 Mayıs), (ty:384). *Vector Autoregressive Models for Multivariate Time Series*. Erişim adresi: <https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=563d2dbe6225ff39e98b4567&assetKey=AS%3A292924211384321%401446849982801>
- Romer, P.M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71-102.
- Sandalcılar, A. R. (2012). Türkiye'de Kâğıt Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13 (2).
- Sims, C.A. (1986). Are Forecasting Models Useful for Policy Analysis?. *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, Winter, 2 - 16.
- Solow, R.M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70, 65 - 79.

Şimşek, M., & Kadılar, C. (2010). Türkiye'de Beşeri Sermaye, İhracat ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Nedensellik Analizi. *C.Ü İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 11(1), 115 - 140.

Trapletti, A., Hornik, K., LeBaron, B. (2016, 2 Mayıs). Package "tseries". Erişim adresi: <https://cran.r-project.org/web/packages/tseries/tseries.pdf>