



JOEEP

Journal Homepage: <http://dergipark.org.tr/joep>



Araştırma Makalesi • Research Article

Ar-Ge Harcaması, Patent ve Ekonomik Büyüme Bağlantısı: ABD ve Japonya Üzerine Karşılaştırmalı Bir Çalışma

R&D Expenditure, Patent and Economic Growth Nexus: A Comparative Study on US and Japan

Aziz Dayanır^{a,*}, Burhan Durgun^b & Funda Durgun^c

^a Arş.Gör.Dr., İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi, Teknoloji ve Sanayi İktisadi Ana Bilim Dalı, 34452, Fatih-İstanbul/Türkiye
ORCID: 0000-0001-7279-1487

^b Arş.Gör.Dr., Dicle Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, 21280, Sur-Diyarbakır/Türkiye
ORCID: 0000-0001-7742-6059

^c Dr. Öğr. Gör., Dicle Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, 21280, Sur-Diyarbakır/Türkiye
ORCID: 0000-0001-7254-227X

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 12 Şubat 2021

Düzeltilme tarihi: 4 Ağustos 2021

Kabul tarihi: 23 Ağustos 2021

Anahtar Kelimeler:

Ar-Ge

Ekonomik Büyüme

Patent

ARDL Sınır Testi

Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

ARTICLE INFO

Article history:

Received: Feb 12, 2021

Received in revised form: August 4, 2021

Accepted: August 23, 2021

Keywords:

R&D

Patent

Economic Growth

ARDL Bound Test

Toda-Yamamoto Causality Test

ÖZ

Çalışma, 1985-2018 yıllarını kapsayan yıllık zaman serisi verilerini kullanarak araştırma ve geliştirmeye yapılan gayri safi harcamaları, üçlü patent sayıları ve gayri safi yurtiçi hasıla arasındaki ilişkileri incelemektedir. Bu verilerin hepsi nüfus sayısına bölünmüş daha sonra doğal logaritmaları alınmıştır. Çalışmada ABD ve Japonya karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Yüksek gelirli ülkeler olması sebebiyle bu iki ülke tercih edilmiştir. Çalışmada ARDL eşbütünleşme testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testinden yararlanılmıştır. ARDL test sonuçlarına göre ABD için değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi mevcutken Japonya için uzun dönem ilişkisi bulunmamaktadır. Toda-Yamamoto nedensellik testinin sonuçlarına göre ABD için gayri safi yurtiçi hasıladan Ar-Ge harcamalarına ve gayri safi yurtiçi hasıladan patent sayısına nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Japonya için ise gayri safi yurtiçi hasıladan Ar-Ge harcamalarına, patent sayısından Ar-Ge harcamalarına ve gayri safi yurtiçi hasıladan patent sayısına nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

ABSTRACT

The study examines the nexus between the gross expenditure for research and development, triadic patents and the gross domestic product covering the annual time series data from 1985 to 2018. All of these data are divided by the number of population and then their natural logarithms are taken. In the study, the USA and Japan are examined comparatively. These two countries are studied due to the fact that they are high income countries. ARDL cointegration test and Toda-Yamamoto causality tests are used in the study. According to the ARDL test results, it is concluded that there is a long-term relationship between the data for the USA, while there is no long-term relationship for Japan. According to the results of the Toda-Yamamoto causality test, it is concluded that there are causalities for the USA from GDP to R&D expenditure and from GDP to the number of patents. It has been concluded that there exist causalities from GDP to R&D expenditures, from the number of patents to R&D expenditures and from GDP to the number of patents for Japan.

1. Giriş

Uzun süre boyunca pozitif büyüme oranına sahip olmak bir millete maddi zenginlik sağlamaktadır. Bu bağlamda neden

bazı ülkeler uzun vadede büyürken bazı ülkeler büyümektedir sorusu ekonomistlerin sorduğu en önemli sorulardan bir tanesini oluşturmaktadır (Sala-i-Martin,

* Sorumlu yazar/Corresponding author.

e-posta: aziz.dayanir@istanbul.edu.tr

Atıf/Cite as: Dayanır, A., Durgun, B., & Durgun, F. (2021). Ar-Ge Harcaması, Patent ve Ekonomik Büyüme Bağlantısı: ABD ve Japonya Üzerine Karşılaştırmalı Bir Çalışma. *Journal of Emerging Economies and Policy*, 6(2), 72-80.

e-ISSN: 2651-5318. © 2021 TÜBİTAK ULAKBİM DergiPark ev sahipliğinde. Her hakkı saklıdır. [Hosting by TUBITAK ULAKBİM JournalPark. All rights reserved.]

2002: 58). Sermayenin azalmayan marjinal ürününe ulaşıldığında sürdürülebilir ekonomik büyümeye ulaşılacağı iktisat teorisinin temel bir önermesini oluşturmaktadır (Güloğlu ve Tekin, 2012:32). Büyüme literatürü incelendiğinde ilk klasik iktisatçılardan Adam Smith, David Ricardo ve Thomas Malthus'un çalışmalarının çoğunu uzun vadeli ekonomik büyümeyi anlama çabası oluşturmaktadır. Uzun vadeli büyümeye olan ilgi 1950'lerde neoklasik teorilerle, özellikle de bu teorilerin temel taşları olan Robert Solow (1956) ve Trevor Swan (1956) modelleriyle artmaktadır (Sala-i-Martin, 2002:59). Neoklasik veya Solow-Swan modelinde, yalnızca fiziksel sermaye birikimini sağlayan teşvikler incelenmektedir. Modelde sabit bir teknoloji seviyesine sahip standart bir üretim fonksiyonu varsayıldığından, model ekonominin işçi başına sabit bir sermaye seviyesine yakınsadığını ve ekonomik büyümenin uzun dönemde duracağını ortaya koymaktadır (Greenhalgh ve Rogers, 2010:239).

Neoklasik modele göre, neoklasik teknoloji ve mükemmel rekabetin olduğu bir dünyada ekonomik büyümenin ana itici kaynağını teknolojik ilerleme oluşturmaktadır. Ancak neoklasik araştırmacılar, teknolojinin dışsal bir oranda büyüdüğünü varsayarak teknolojik ilerlemenin gerçekleştiği süreci açıklamadan bırakmaktadırlar. 1980'lerin ortalarından bu yana, neoklasik gelenekten farklı olarak, çok sayıda araştırmacı, büyümenin kesin kaynaklarını belirlemek için çalışmaktadır. Elde edilen literatür "yeni büyüme literatürü" veya "içsel büyüme" literatürü olarak bilinmektedir (Sala-i-Martin, 2002:66-67).

İçsel büyüme teorileri üzerine çalışmaları olan Aghion ve Howitt'e göre ekonomik büyüme, teknoloji ile ekonomik yaşam arasındaki iki yönlü etkileşimi içermektedir: Teknolojik ilerleme, onu üreten ekonomik sistemi dönüştürmektedir. İçsel büyüme teorisinin amacı, teknolojik bilgi ile ekonominin ve toplumun çeşitli yapısal özellikleri arasındaki bu etkileşimi ve böyle bir etkileşimin ekonomik büyümeyle nasıl sonuçlandığını anlamaktır (Aghion ve Howitt, 1999:1). Romer (1986) ve Lucas'ın (1988) öncü çalışmalarından başlayarak yeni büyüme teorisi, üretim fonksiyonundaki teknolojik değişimi 'içselleştirmek' için çabalamaktadır. Ar-Ge sektöründe istihdam edilen beşeri sermayenin sabit getiriye sahip olduğu ileri sürülmekte ve bu durumun sürdürülebilir ekonomik büyümeyi sağladığı iddia edilmektedir. İçsel büyüme modelleri, teknolojik değişimin ekonomik büyümedeki rolü ve Ar-Ge ve inovasyon politikalarının tasarımı ve verimliliği ile ilgili önemli konuları incelemek için uygun bir çerçeve sağlamaktadır (Güloğlu ve Tekin, 2012:32-33).

Bu çalışmanın birinci bölümünde literatürdeki çalışmalar ele alınmakta, ikinci bölümünde kullanılan veri seti ve metodoloji hakkında bilgi verilmekte, üçüncü bölümde ise ekonometrik analizler sonucunda elde edilen bulgular sunulmakta ve dördüncü bölüm ise değerlendirmelerin yer aldığı sonuç kısmından oluşmaktadır.

2. Literatür

Ekonomik büyüme konusunu anlamak adına bu süreçte ekonomik büyümeye teknolojik değişimin etkisi, Ar-Ge ve inovasyon politikalarının kurgulanması ve verimliliği gibi konularda içsel büyüme modelleri uygun bir çerçeve sunmaktadır (Güloğlu ve Tekin, 2012:3). Ekonomik ve kurumsal faktörlerin teknolojik ilerlemenin hızını açıkladığını savunan son içsel modeller tarafından Ar-Ge yatırımları büyümenin ana motoru olarak görülmektedir. Ar-Ge yatırımları ile ülkedeki bilgi ve verimlilik artırılabilir ve ekonomik büyüme sağlanabilmektedir. Bu yüzden Ar-Ge faaliyetleri için gerekli yatırımı yeterli düzeye getiren ve aynı zamanda Ar-Ge faaliyetlerini verimli bir şekilde gerçekleştiren ülkelerin Ar-Ge faaliyetlerinden kaynaklanan bir ekonomik büyüme gerçekleştirme potansiyelleri olmaktadır (Wang, 2010:103).

Jovanovic ve Nyarko (1998), firmalar düzeyinde yaptıkları çalışmalarında araştırma türlerinin etkilerini incelemişlerdir. Bir firmanın geçmiş Ar-Ge harcamalarını araştırma sermayesi olarak adlandırmış ve firma çıktısını fiziki sermaye, iş gücü, araştırma sermayesi ve dışsal teknik değişime bağlamışlardır. Araştırmayı, uygulamalı araştırma ve temel araştırma diye ikiye ayırmış ve temel araştırmanın daha yüksek bir getiri oranına sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Braconier (2000), GSYİH'nın Ar-Ge'yi etkileyip etkilemediğini analiz etmek için, 1973-1992 dönemine ait verileri kullanmıştır. Braconier bu çalışmasında 10 OECD ülkesi için havuzlanmış zaman serisi verilerini incelemiştir. Ampirik sonuçlar, beklenen kişi başına gelir düzeyinin, kişi başına düşen cari Ar-Ge harcamasının önemli bir belirleyicisi olduğunu göstermiştir.

Frantzen (2000), 1960'lı yıllardan 1990'ların başına kadar olan dönemin verilerini kullanarak OECD ülkeleri için analizler gerçekleştirmiştir. Çalışma hem ulusal verimliliği açıklamada Ar-Ge çalışmalarının önemini hem de Ar-Ge ile beşeri sermaye yatırımları arasındaki tamamlayıcılığı vurgulayan yenilik odaklı büyüme teorisindeki son gelişmelere dayanmaktadır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre hem Ar-Ge hem de beşeri sermayenin toplam faktör verimliliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Zachariadis (2003), çalışmasında 1963-1988 dönemi için ABD'ye ait veriler kullanarak Ar-Ge'ye dayalı büyüme modelinin ima ettiği üç denklemlerle bir sistemi kararlı durumda tahmin etmeye çalışmıştır. Zachariadis bu çalışmasında patent alma oranının Ar-Ge yoğunluğundan pozitif şekilde etkilendiğini göstermiştir. Bunun yanı sıra teknolojik ilerlemenin patent alma oranından etkilendiğini ve bu durumun da işçi başına çıktı oranını arttırdığını ortaya koymuştur.

Ulku (2004), çalışmasında sabit etkiler ve Arellano-Bond GMM tahmin edicileri kullanmıştır. Çalışmada 20 OECD üyesi ülke ve 10 OECD üyesi olmayan ülke için 1981-1997 dönemine ait patent ve Ar-Ge verilerinden faydalanmıştır.

Sonuçlar hem OECD üyesi ülkeler hem de OECD üyesi olmayan ülkelerde kişi başına düşen GSYİH ile yenilik arasında pozitif bir ilişki bulunduğunu ve Ar-Ge stokunun yenilik üzerindeki etkisinin yalnızca büyük pazarlara sahip OECD üyesi ülkelere istatistiki açıdan önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Fraumeni ve Okubo (2005), 1961-2000 dönemine ait verileri kullanarak ABD'de Ar-Ge yatırımının ekonomik büyümeye katkısını tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışmada Ar-Ge'nin GSYİH, ulusal tasarruf ve diğer makroekonomik toplamlar üzerindeki etkisini analiz edilmiştir. Analiz sonuçları temel senaryoda Ar-Ge'nin ekonomik büyümeye ve verimlilik artışına önemli bir katkı sağladığını göstermiştir.

Maloney ve Rodriguez-Clare (2007:665), Ar-Ge ve ekonomik büyüme ilişkisini ele aldıkları çalışmalarında inovasyon alanında başarılı ülkelerle yaptıkları kıyaslamada üretkenlikteki ve büyümedeki eksikliğin "inovasyon eksikliğinden" kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Falk (2007), çalışmasında 1970'ten 2004'e kadar OECD ülkeleri için panel verileri kullanarak dinamik bir ampirik büyüme modeli tahmin etmeye çalışmıştır. Çalışmada Ar-Ge yatırımının uzun vadeli ekonomik büyüme üzerindeki etkisine ilişkin yeni tahminler sunulmuştur. Falk, içselliği kontrol etmek için bir sistem GMM tahmincisi kullanarak, uzun vadede hem ticari işletmelerin Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ye oranının hem de yüksek teknoloji sektöründeki Ar-Ge yatırımlarının payının kişi başına GSYİH ve çalışılan saat başına düşen GSYİH üzerinde güçlü pozitif etkileri olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Wang (2010:103), ulusal düzeyde Ar-Ge yatırımının belirleyicilerini incelediği çalışmasında 1996'dan 2006'ya kadar olan döneme ait verilerle 26 OECD ülkesini ele almış ve aşırı sınır testi yöntemini kullanmıştır. Wang, gerçekleştirdiği analizin sonucuna göre bir ülkedeki patent haklarının korunması ve gelir artış hızının, Ar-Ge yatırımının kırılma belirleyicileri olduğunu ortaya koymuştur.

Meo ve Usmani (2014), 47 Avrupa ülkesi için Ar-Ge harcamalarının araştırma yayımları, patent sayıları ve yüksek teknoloji ihracatı üzerindeki etkisini Pearson korelasyon analizi ile incelemişlerdir. Çalışmada 1996-2011 dönemine ait kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla, Ar-Ge harcamaları, üniversite sayısı, indeksli bilimsel dergiler, yüksek teknoloji ihracatı ve patent sayılarına ilişkin verilerden faydalanmışlardır. Analiz sonuçlarına göre patentler, yüksek teknoloji ihracatını ve nihayetinde GSYİH'yi artırmaktadır.

Freimane ve Balina (2016), Avrupa Birliği üye ülkeleri için gerçekleştirdikleri analizlerde 2000-2013 dönemine ait verileri kullanarak Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada kullandıkları panel veri analizi yöntemlerine göre Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Li ve Jiang (2016), Çin'e ait 1995 ve 2014 yıllarını kapsayan Ar-Ge harcamaları, patent sayıları ve GSYİH verilerini kullanmışlardır. Regresyon analizlerinin yapıldığı çalışmada Chow testi ile kırılmalar tespit edilmeye çalışılmıştır. Analiz sonuçlarına göre Çin'de Ar-Ge harcamaları ve patent sayılarının GSYİH üzerinde pozitif ve istatistiki olarak anlamlı etkiye sahip olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Özkan ve Yılmaz (2017), Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı, yüksek teknolojili ürün ihracatının toplam ihracat içindeki payı ve GSYİH arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Bu amaçla çalışmada panel veri analizi yöntemi kullanılarak Avrupa Birliği'ne üye 12 ülke ve Türkiye için 1996-2015 dönem verilerini kullanmışlardır. Analizin sonucunda Ar-Ge harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı ve GSYİH pozitif yönde etkilediği bulgusuna ulaşmışlardır.

Külünk (2018), 1996-2016 yıllarını kapsayan Türkiye'ye ait verileri kullanarak Ar-Ge harcamaları, ihracat ve GSYİH arasındaki ilişkiyi çoklu doğrusal regresyon analizi ile incelemiştir. Çalışmada Ar-Ge harcamalarının ihracat üzerinde pozitif etkisinin olduğu ve ihracatın da ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Dereli ve Salğar (2019), 1990-2015 dönemini kapsayan Türkiye'ye ait Ar-Ge harcamaları ile gayri safi yurt içi hasıla verilerini ele almışlardır. Çalışmalarında seriler arasındaki uzun dönemli ilişkinin tespitinde Johansen eşbütünlük testi, ilişkinin yönünün tespitinde ise vektör hata düzeltme modeline dayalı Granger Nedensellik testini kullanmışlardır. Çalışmada Ar-Ge harcamaları ile büyüme arasında eşbütünlük ilişkisi olduğu sonucuna varmışlar ve Ar-Ge harcamaları ile büyüme arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Das ve Mukherjee (2020), 1996-2017 dönemine ait Ar-Ge ve GSYİH verilerini inceledikleri çalışmada Engle-Granger eşbütünlük modeli ve Granger nedensellik analizi kullanmışlardır. Sonuçlar, Japonya, Almanya, Güney Kore, Fransa, İngiltere, Hindistan ve Brezilya ile birlikte yüksek gelirli ve üst orta gelirli gruplar için Ar-Ge ve GSYİH arasında uzun vadeli ilişkiler olduğunu göstermektedir. Ayrıca, GSYİH, Japonya ile birlikte OECD üst-orta, düşük ve orta gelir grupları için Ar-Ge'nin nedeni ve Ar-Ge ise Hindistan, Rusya ve Brezilya için GSYİH'nın nedenidir. Son olarak, ABD, Çin ve Güney Kore için Ar-Ge harcamaları ile GSYİH arasında ikili bir nedensellik tespit edilmiştir.

Coşkun ve Eygü (2020), 1990-2018 dönemine ait yıllık verileri kullanarak ARDL sınır testi yöntemiyle Türkiye için Ar-Ge harcamalarının ihracat üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Analiz sonuçları Ar-Ge harcamalarının ihracat üzerinde kısa dönemde negatif etkiye uzun dönemde ise pozitif etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Teknolojinin ekonomik büyüme konusunda önemli bir yere sahip olduğu fikri genel kabul görmesinin ardından bilim ve teknolojiye yapılan yatırımların mi yoksa piyasa talebinin mi

teknolojik değişimlerin hızını ve yönünü belirlediği üzerine ekonomi literatüründe bir tartışma ortaya çıkmıştır. Bu tartışma 1960'lı ve 1970'li yılları içine alan bir süre boyunca devam etmiştir (Nemet, 2009:700-701). Literatürde yenilikçi faaliyetlerin kaynağının ne olduğu üzerine birbiriyle rekabet halinde bulunan iki farklı görüş mevcuttur. Bunlardan ilki ve en eski olanı ekonomideki ilerlemenin arkasındaki öncelikli gücün yenilikçi teknolojiler olduğudur. İnovasyon ortaya çıkmasını teknoloji-itmeli inovasyon modeli yaklaşımı ile açıklayan bu görüşe göre ekonomik kalkınmanın en önemli kaynağı yeni ürünler veya süreçler vasıtasıyla sunulan teknolojik yeniliklerdir (Güloğlu ve Tekin, 2012:35-36). Bilim ve teknoloji itmeli argümanın özü, bilimsel anlayıştaki ilerlemelerin yeniliğin hızını ve yönünü belirlediğidir (Nemet, 2009:701). İkinci görüş ise, yenilik oluşumunun talep kaynaklı olduğunu ileri süren talep çekmeli yenilik modelidir. Pazarın önemli olduğunun ve potansiyel teknoloji tüketicilerinin taleplerinin farkına varılmasının ardından doğrusal talep çekmeli ya da diğer adıyla pazar odaklı yenilik modeli geliştirilmiştir. Bu model yeniliğin nedenlerinin mevcut talepler olduğunu belirtmektedir (Marinova ve Phillimore, 2003:46).

3. Veri Seti ve Ekonometrik Metodoloji

Bu çalışma, 1985-2018 yılları arasındaki yıllık verileri kullanarak ABD ve Japonya'ya ait gayri safi Ar-Ge harcamaları, üçlü patent sayısı ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkilerini ampirik olarak analiz etmeyi amaçlamaktadır. Yüksek gelirli OECD ülkelerine özel olarak odaklanmamız, dünyadaki Ar-Ge harcamaları ve patent başvurularının büyük bölümünün bu ülkelerde yoğunlaşmasından kaynaklanmaktadır. Araştırma ve geliştirme (Ar-Ge), bilgi stokunu arttırmak ve mevcut bilginin yeni uygulamalarını tasarlamak için yapılan yaratıcı ve sistematik çalışmaları kapsamaktadır. Bir ülkenin Ar-Ge faaliyetlerini tanımlamak için kullanılan toplulaştırılmış ana istatistik, belirli bir referans döneminde ülke sınırları içerisinde gerçekleştirilen Ar-Ge harcamalarının tamamını kapsayan gayri safi yurtiçi hasıla harcamalarıdır (GERD). GERD, Ar-Ge faaliyetlerinin uluslararası karşılaştırmaları için birincil göstergedir.

Patent sayıları mevcut endüstriyel yaratıcı faaliyet çıktısının elde edilebilen en doğrudan göstergesidir. Patentli buluşların sayısı yenilik süreçlerinin bir ara çıktısı olarak teknolojik değişim ölçütü olarak kullanılmaktadır. Ulusların teknolojik güçlerini değerlendirmek için sıklıkla kullanılan bir gösterge, üçlü bölgede, yani Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya'da kayıtlı patentlerdir. Şu anda sözde üçlü patentler, ABD Patent ve Ticari Marka Ofisi (USPTO), Avrupa Patent Ofisi (EPO) ve Japon Patent Ofisi'nde (JPO) kaydedilmiş patentler olarak tanımlanmaktadır. Ev avantajı yanlılığı; icat faaliyetleriyle orantılı olarak, yerli başvuru sahiplerinin kendi ülkelerinde yabancı başvuru sahiplerine kıyasla daha fazla patent başvurusunda bulunma eğiliminde olmaları anlamına gelmektedir. Patent ölçümlerinin bir sorunu da patentlerin ekonomik etkilerinde farklılıklar olmasıdır. Bu

durum bilgi artışlarının bir göstergesi olarak patent sayımlarının "kalitesi" konusunda şüphelere yol açmaktadır. Ekonominin büyüklüğü Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) ile ölçülmektedir. Hem Gayri Safi Yurtiçi Ar-Ge harcaması (GERD) hem de Gayri Safi Yurtiçi Hasıla milyon \$ satın alma gücü paritesi olarak ifade edilmiştir. Patent sayıları (TRIA), GSYİH ve Gayri Safi Yurtiçi Ar-Ge harcamasını nüfus sayısına bölünmüştür ve sonrasında doğal logaritmaları alınmıştır. Tüm veriler OECD veri tabanından elde edilmiştir.

3.1. Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testi (Augmented Dickey-Fuller Test (ADF))

Zaman serilerinde geleceğe yönelik çıkarsamaların yapılabilmesi ve sahte regresyonların önüne geçilebilmesi için durağanlık kriterlerinin sağlanması gerekmektedir. Gujarati ve Porter (2012:740)'a göre bu kriterin sağlanması için serinin ortalamasının, varyansının ve iki dönem arasındaki kovaryansının sabit kalması gerekmektedir. Bunun için pek çok sına geliştirilmiştir ve Genişletilmiş Dickey-Fuller birim kök testi de bunlardan sadece biridir. Sınama, Dickey-Fuller birim kök testinden türetilmiştir ve hata terimlerinin farklı mertebeden otoregresif sürece tabi olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Sınama göre hesaplanan test istatistiğinin mutlak değeri, kritik değerin mutlak değerinden büyük ise serinin durağan olduğu kabul edilmektedir. Sınama,

•sabit terimin ve trendin olmadığı model;

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

•sabit terimin olduğu model;

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

ve

•sabit terimin ve trendin olduğu model;

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

olmak üzere üç farklı şekilde ifade edilmektedir.

3.2. ARDL Eşbütünlüşme Testi (Sınır Testi)

Durağan olmayan serilerin belirli bir bütünleşme seviyesinde doğrusal bileşimlerinin durağanlık sergilemesi eşbütünlüşme olarak adlandırılmaktadır (Yıldız Bozkurt, 2013:115). ARDL eşbütünlüşme testi diğer eşbütünlüşme sınamalarından farklı olarak serilerin aynı mertebeden durağan olmasını gerekli görmemektedir. Ancak Pesaran ve Pesaran (1997) ile Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen bu sınama göre değişkenlerin I(2) olması olasılığına karşılık durağanlıklar yine de kontrol edilmelidir. Üç aşamadan meydana gelen sınamanın ilk aşamasında eşbütünlüşmenin varlığı tespit edilmekteyken ikinci

aşamasında eşbütünleşme sonucu altında uzun dönem katsayıları belirlenmektedir. Son aşamada ise kısa dönem katsayıları tahmin edilmektedir. Sınamanın kritik değerleri bir alt sınır (I0) ile bir üst sınırdan (I1)'dan oluşmaktadır. Hesaplanan F test istatistiği alt sınırdan küçük ise eşbütünleşme yoktur, hesaplanan F test istatistiği üst sınırdan büyük ise eşbütünleşme vardır denilmektedir. Burada testin ilk aşamasında kullanılan kısıtsız hata düzeltme modeli çalışmamıza göre,

$$\Delta \text{LNGSYİH} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} \Delta \text{LNGSYİH}_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{2i} \Delta \text{LNGGERD}_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{3i} \Delta \text{LNTRİA}_{t-i} + \alpha_4 \text{LNGSYİH}_{t-1} + \alpha_5 \text{LNGGERD}_{t-1} + \alpha_6 \text{LNTRİA}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

şeklinde. Δ (Delta), birinci dereceden farkları, m ise gecikme uzunluğunu göstermektedir.

3.3. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

İktisadi değişkenler arasındaki kompleks yapının bir etkileşime yol açıp açmadığının tespit edilebilmesi için bu değişkenlerden birinin diğeri üzerine ya da birbirleri üzerine düzenli bir etkisinin olup olmadığının sınanması gerekmektedir. Bu amaçla ilişkinin yönünü tespit etmek için yapılan testler nedensellik sınamalarını oluşturmaktadır. Toda ve Yamamoto (1995)'nin geliştirmiş olduğu nedensellik sınaması klasik Granger nedensellik sınamasından farklılık göstererek önden durağanlık ve eşbütünleşme sınamalarına gerek görmemektedir. Sınamanın uygulanabilmesi için VAR modelinin optimal gecikme uzunluğu (k) ile serilerdeki maksimum bütünleşme derecesine (dmax) ihtiyaç duyulmaktadır. Uygulama esnasında k+ dmax gecikme uzunluğuna sahip olan VAR modeli tahmin edilerek parametreler elde edilmektedir. Test istatistiği χ^2 dağılımına tabi olan Wald sınamasıyla elde edilmektedir. Sınamanın modelleri,

$$Y_t = \delta_0 + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \alpha_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \alpha_{2i} X_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (5)$$

$$X_t = \delta_0 + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \beta_{1i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \beta_{2i} Y_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (6)$$

şeklinde gösterilmektedir.

Model (5) için sıfır hipotezi “X, Y'nin Granger nedeni değildir” şeklindeyken Model (6) için sıfır hipotezi “Y, X'nin Granger nedeni değildir.” şeklindedir.

4. Ampirik Sonuçlar

Yapılan analizde GSYİH bağımlı değişken iken GERD ve TRİA bağımsız değişkenler olarak modellenmiştir. Araştırmanın modeli şu şekildedir:

$$\text{GSYİH} = f(\text{GERD}, \text{TRİA})$$

Yukarıdaki eşitlikten de görüldüğü üzere toplam Ar-Ge harcamaları ve üçlü patent sayısının büyüme üzerinde etkili olup olmadığı incelenmiştir.

4.1. Durağanlık Testi Sonuçları

Aşağıdaki tabloda çalışmada kullanılacak değişkenler için uygulanan Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) birim kök testi sonuçları verilmiştir. Her iki ülke serilerinin grafikleri çizilmiş ve GSYİH ve GERD serilerinde trendin olduğu, TRİA serisinde ise trendin bulunmadığı görülmüştür. Tablo 1'de gösterildiği üzere ABD verilerine ait olan birim kök testi sonuçlarına göre GERD, GSYİH ve TRİA serileri seviye değerlerinde durağan değilken her üç serinin de birinci farkları alınınca durağan hale geldikleri görülmektedir.

Tablo 1. ABD Verileri için ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Model	Değişken	Seviye Değeri		Birinci Fark	
		İstatistik Değeri	Olasılık	İstatistik Değeri	Olasılık
Sabitli & Trendli	GERD	-2.9731	0.1550	-3.4176	0.0668
	GSYİH	-2.0106	0.5736	-3.5466	0.0512
Sabitli	TRİA	-2.2607	0.1902	-3.2425	0.0266

Tablo 2'de ise Japonya'ya ait veriler için yapılan birim kök testi sonuçları görülmektedir. Bu testlerin sonuçlarına göre Japonya'ya ait GERD serisi seviye değerinde durağan değilken GSYİH ve TRİA serilerinin seviye değerlerinde %10 önem düzeyinde durağan oldukları görülmektedir. Japonya'ya ait GERD serisi için birinci farkı alındığında durağan olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Japonya Verileri için ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Model	Değişken	Seviye Değeri		Birinci Fark	
		İstatistik Değeri	Olasılık	İstatistik Değeri	Olasılık
Sabitli & Trendli	GERD	-2.1922	0.4781	-4.4438	0.0068
	GSYİH	-3.3908	0.0699	-4.3814	0.0077
Sabitli	TRİA	-2.8248	0.0657	-3.7703	0.0075

4.2. ARDL Eşbütünleşme Testi Sonuçları

ARDL sınır testi yönteminde değişkenlerin I(0) veya I(1) olması gibi bir zorunluluğun olmamasından ötürü ARDL sınır testi yöntemi ile değişkenler arasında hem kısa hem de uzun dönemli ilişki test edilebilmektedir. Değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin tespitinde kullanılan ARDL sınır testinin birinci aşamasına başlamadan önce Akaike Bilgi Kriteri'nden yararlanılarak uygun gecikme uzunluğunun 2 olduğu bulunmuştur.

Tablo 3. Sınır Testi Sonuçları

F istatistiği		Alt Sınır I(0)	Üst Sınır I(1)
5.102686	% 10	4.19	5.06
	% 5	4.87	5.85
	% 1	6.34	7.52

Tablo 3'teki sonuçlara göre, hesaplanan F test istatistik değeri, yüzde 10 önem düzeyinde üst kritik değerden daha büyüktür. Bu sebeple değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığını gösteren temel hipotez reddedilmektedir. İkinci aşamada üçlü patent sayısı, Ar-Ge'ye yapılan harcamalar ve ekonomik büyüme arasındaki uzun dönem ilişkisinin analizi gerçekleştirilecektir. ARDL (2,0,2) modeli uygun model olarak seçilmiştir. Hesaplanan uzun dönem katsayıları Tablo 4'te verilmektedir.

Tablo 4. ABD için ARDL (2,0,2) Modeli Tahmin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Std. Sapma	t-istatistik	Olasılık
GERD	0.199562	0.093600	2.132066	0.0434
TRIA	0.182642	0.026416	6.914132	0.0000

Tablo 4'te görüldüğü üzere "GERD" ve "TRIA" katsayılarının istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre ABD'de 1985-2018 yılları arasında gerçekleşen ekonomik büyümede Ar-Ge harcamalarının ve üçlü patent sayısının pozitif bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Analiz sonucuna göre Ar-Ge harcamalarındaki %1 oranındaki artış büyüme için %0.19 kadar artırırken, üçlü patent sayılarındaki %1'lik artış ise büyüme üzerinde %0.18 kadar artırmaktadır.

Tablo 5. ARDL (2,0,2) Modeli için Tanısal Testler

Tanısal Testler	LM	BPG	JB	RR
χ^2	0.141505	11.78365	1.950885	2.147515
p değeri	0.9317	0.1079	0.377026	0.1563

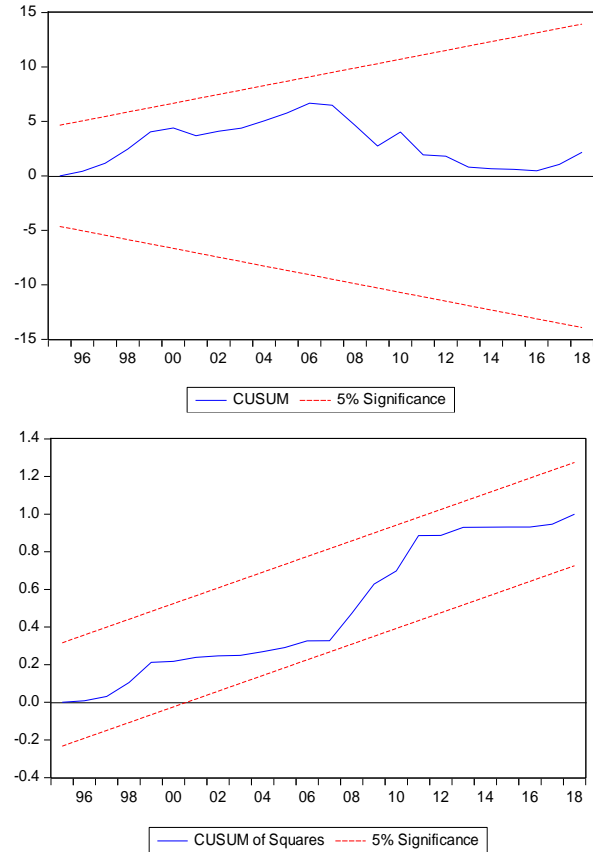
Yukarıda belirtilen modelin tanısal test sonuçları incelendiğinde ise modelde otokorelasyon ve değişen varyans sorununun olmadığı, hata teriminin normal dağıldığı ve model kurma hatasının olmadığı görülmektedir. Bu sonuçlar modelin tahmin sonuçlarının güvenilirliğinde önem teşkil etmektedir.

Tablo 6. ABD için ARDL Hata Düzeltme Modeli Tahmin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Std. Sapma	t-istatistik	Olasılık
ECT(-1)	-0.669985	0.164522	-4.072312	0.0004

Tablo 6'daki sonuçlar değerlendirildiğinde ECT(-1)'in katsayısı -0.669 olarak elde edilmiştir. Dolayısıyla hata düzeltme terimi beklenen şekilde istatistiki olarak anlamlı ve negatif işaretlidir. Bu sonuç kısa dönemde meydana gelen sapmaların yaklaşık yüzde 67'sinin bir sonraki dönemde düzelerek uzun dönem dengesine oldukça hızlı bir şekilde ulaştığı anlamına gelmektedir.

Şekil 1. CUSUM ve CUSUMQ Testi



Oluşturulan ARDL modelinin kısa dönemine ait hata düzeltme mekanizmasının elde edilmesinde kullanılan uzun dönem katsayılarının kararlılığını yani yapısal değişim olup olmadığını ölçmek için katsayılarındaki sistematik değişimlerin tespiti için CUSUM ve katsayılarındaki ani ve tesadüfi değişimlerin tespiti için CUSUMQ testleri de yapılmıştır. Şekil 1'de görüldüğü üzere testlerde hata terimine yönelik elde edilen eğriler güven aralığı içerisinde kaldıklarından dolayı parametrelerin kararlı olduğu sonucuna varılıp, istikrarı korumak için yapay değişken eklemeye gerek olmadığına karar verilmiştir.

Tablo 7. Japonya için Sınır Testi Sonuçları

F istatistiği		Alt Sınır I(0)	Üst Sınır I(1)
3.681935	% 10	4.19	5.06
	% 5	4.87	5.85
	% 1	6.34	7.52

Tablo 7 incelendiğinde Japonya için hesaplanan F istatistiğinin, alt kritik değerlerden küçük olduğu görülmüştür. Dolayısıyla değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığını gösteren sıfır hipotezi kabul edilmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde, Japonya için GSYİH, GERD ve TRIA serileri arasında uzun dönem ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla Japonya için ARDL sınır testi yaklaşımının diğer aşamalarına geçilmemiştir.

4.3. Nedensellik Testi Sonuçları

İncelenen değişkenler arasındaki sebep-sonuç ilişkisinin yönünü test etmek amacıyla Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanmıştır. Analize başlamadan önce uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Uygun gecikme uzunluğu Akaike kriterine göre 2 olarak belirlenmiştir.

Tablo 8. ABD için Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

Nedenselliğin Yönü	GSYİH		GERD		TRİA	
	χ^2	Olasılık	χ^2	Olasılık	χ^2	Olasılık
GSYİH	-	-	4.990	0.0825	5.060	0.0796
GERD	1.2805	0.5271	-	-	0.872	0.6463
TRİA	1.01854	0.6009	1.2451	0.5365	-	-

Tablo 8’de görüldüğü üzere ABD verileri için uygulanan Toda-Yamamoto nedensellik testinin sonuçlarına göre ABD’de GSYİH’den TRİA’ya ve yine GSYİH’den GERD’e doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 9. Japonya için Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

Nedenselliğin Yönü	GSYİH		GERD		TRİA	
	χ^2	Olasılık	χ^2	Olasılık	χ^2	Olasılık
GSYİH	-	-	6.8023	0.0333	7.731	0.0209
GERD	0.9749	0.6142	-	-	1.01	0.6020
TRİA	4.2162	0.1215	7.4918	0.0236	-	-

Tablo 9’da görüldüğü üzere Japonya verileri için uygulanan Toda-Yamamoto nedensellik testinin sonuçlarına göre Japonya’da GSYİH’den GERD’e, TRİA’dan GERD’e ve yine GSYİH’den TRİA’ya doğru nedensellik ilişkileri olduğu tespit edilmiştir.

5. Sonuç

ABD ve Japonya’da üçlü patent sayısı, Ar-Ge’ye yapılan harcamalar ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerin incelendiği bu çalışmada, gecikmesi dağıtılmış otoregresif (ARDL) sınır testi yaklaşımı ve ardından da Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanmıştır. Çalışmada incelenen değişkenlere ait veri seti yıllık gözlemlerden oluşmakta ve 1985-2018 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada elde edilen bulgular neticesinde, üçlü patent sayısı, Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasında ABD için uzun dönem ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmışken Japonya için ise uzun dönem ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. ABD için uygulanan modelde hata düzeltme mekanizması çalışmaktadır. Uygulanan nedensellik testi sonucuna göre ABD için ekonomik büyümeden Ar-Ge harcamalarına ve yine ekonomik büyümeden patent sayısına doğru tek yönlü nedensellik ilişkileri olduğu bulunmuştur. Söz konusu bulgular değerlendirildiğinde; ABD’de ekonomik büyümeyle beraber Ar-Ge’ye yapılan harcamaların arttığı ve yine ekonomik büyümenin patent sayısını arttırdığı görülmektedir. Bu analiz sonuçları neticesinde teknolojinin

çıkış noktasına baktığımızda ABD verileri daha çok talep çekmeli inovasyon modelini desteklemektedir. Japonya için olan nedensellik testinin sonucuna göre ise ABD’de olduğu gibi ekonomik büyümeden Ar-Ge harcamalarına ve yine ekonomik büyümeden patent sayısına doğru tek yönlü nedensellik ilişkileri olduğu bulunmuştur. Ayrıca Japonya için ABD’den farklı olarak patent sayısından Ar-Ge harcamalarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Japonya için elde edilen nedensellik sonuçları incelendiğinde teknolojinin çıkış noktası olarak talep çekmeli inovasyon modeline uygun olduğu görülmektedir. Bunun dışında Japonya için Ar-Ge harcamalarının meyvesini patent olarak alan firmaların Ar-Ge harcamalarını arttırdıkları görülmektedir. Ar-Ge’ye dayalı içsel büyüme modeli Ar-Ge’ye yapılan yatırımların inovasyona dönüşeceğini ve inovasyonun da ekonomik büyümeyi sağlayacağını belirtmektedir. Her iki ülke için de Ar-Ge yatırımlarından ve patent sayılarından ekonomik büyümeye doğru herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilmemiştir. Bu durum her iki ülke için beklentilerimizin aksi yönde gerçekleşmiştir.

Çalışmamızda, Ar-Ge’ye dayalı büyüme modelleri ile ilgili literatürdeki önceki çalışmaların aksine Ar-Ge harcamaları ve patent sayısının büyümeye neden olmasından çok, büyümenin Ar-Ge yatırımları ve patent sayısında artışa neden olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır. Ar-Ge harcamaları ve patent sayısının ekonomik büyümenin anahtarı olduğuna dair hiçbir kanıt ulaşılamamıştır. Bu sonuç, bizi büyüme ve gelişmeye giden yolun Ar-Ge harcamaları ve patent sayısındaki artıştan daha fazlası olduğu sonucuna ulaştırmaktadır. Sadece Ar-Ge yatırımlarını arttırmaya yönelik politikalar izlemek arzulan büyüme oranlarına ulaşma açısından hayal kırıklığına neden olabilir. Eğitim, doğrudan yabancı yatırım girişleri ve yatırımın verimli kullanımı gibi alanları teşvik eden kurumlar, ekonomik ve politik iklim ve ekonomi politikaları ekonomik büyümenin önemli etkenleri gibi görünmektedir.

Kaynakça

- Aghion, P., & Howitt, P. (1999). *Endogenous Growth Theory, 3rd Edition*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press,.
- Bozkurt, H. Y. (2013). *Zaman Serileri Analizi, 2. Baskı*. Ekin Yayınevi: Bursa
- Braconier, H. (2000). Do Higher Per Capita Incomes Lead to More R&D Expenditure?. *Review of Development Economics, 4* (3), 244-257.
- Coşkun, H., & Eygü, H. (2020). Ar-Ge Harcamaları ve İhracat İlişkisinin İncelenmesi: Türkiye Örneği. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 8*, 233-242.
- Das, R. C., & Mukherjee, S. (2000). Do Spending on R&D Influence Income? An Enquiry on World’s Leading

- Economies and Groups. *Journal of the Knowledge Economy*, 11 (4) 1295-1315.
- Dereli, D. D., & Salğar, U. (2019). Ar-Ge Harcamaları ile Büyüme Arasındaki İlişki: Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Journal of Life Economics*, 6 (3), 345-360.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution Of The Estimators For Autoregressive Time Series With A Unit Root. *Journal of American Statistica*, 74, 427-431.
- Falk, M. (2007). R&D Spending in The High-Tech Sector and Economic Growth. *Research in Economics*, 61(3), pp.140-147.
- Frantzen, D. (2000). R&D, Human Capital and International Technology Spillovers: A Cross-Country Analysis. *The Scandinavian Journal of Economics*, 102 (1).
- Fraumeni, B. M., & Okubo, S. (2005). R&D in The National Income and Product Accounts A First Look at Its Effect on GDP, Measuring Capital in the New Economy, Editors: Carol Corrado, John Haltiwanger, Dan Sichel, University of Chicago Press, (çevrimiçi), https://www.researchgate.net/publication/4984964_RD_in_the_National_Income_and_Product_Accounts_A_First_Look_at_its_Effect_on_GDP, 10.08.2020.
- Freimane, R., & Băliña, S. (2016). Research and Development Expenditures and Economic Growth in the EU: A Panel Data Analysis. *Economics and Business*, 29 (1), 5-11.
- Greenhalgh, C., & Rogers M. (2010). *Innovation, Intellectual Property, and Economic Growth*. Princeton University Press: Oxfordshire.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2012). *Temel Ekonometri*. (Çev. Ümit Şenesen, Gülay Günlük Şenesen). İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Güloğlu, B., & Tekin, R. B. (2012). A Panel Causality Analysis of the Relationship Among Research and Development, Innovation and Economic Growth in High-Income OECD Countries. *Eurasian Economic Review*, 2(1), 32-47.
- Jovanovic, B., & Nyarko, Y. (1998). *Research and Productivity, Creation and Transfer of Knowledge*, (Eds: Giorgio Barba Navaretti). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Külünk, İ. (2018). Türkiye’de Arge Harcamaları, İhracat ve Büyüme Arasındaki İlişki: 1996-2016. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 4 (2), 73-82.
- Li, J., & Jiang, Y. (2016). Calculation and Empirical Analysis on the Contributions of R&D Spending and Patents to China’s Economic Growth. *Theoretical Economics Letters*, 6, 1256-1266.
- Maloney, W., & Rodríguez-Clare A. (2007). Innovation Shortfalls. *Review of Development Economics*, 11 (4).
- Marinova, D., & Phillimore, J. (2003). *Models of Innovation, The International Handbook on Innovation*. (Ed. Larisa V. Shavinina). Oxford: Pergamon.
- Meo, S. A., & Usmani, A. M. (2014). Impact of R&D Expenditures on Research Publications, Patents and High-tech Exports Among European Countries. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 18(1):1-9.
- Nemet, G. F. (2009). Demand-pull, Technology-push, and Government-led Incentives for Non-incremental Technical Change. *Research Policy*, 38 (5), 700-701.
- Özkan, G., & Yılmaz, H. (2017). Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknoloji Ürün İhracatı ve Kişi Başı Gelir Üzerindeki Etkileri: 12 AB Ülkesi ve Türkiye İçin Uygulama (1996-2015). *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 12 (1), 1-12.
- Pesaran, M. H., & Pesaran, B. (1997). *Working with Microfit 4.0: Interactive Econometric Analysis*. Oxford University Press.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16 (3), 289-326.
- Sala-i-Martin, X. (2002). *Sources of Growth, Macroeconomic Management: Programs and Policies*. (Ed. Mohsin S. Khan, Saleh M. Nsouli, Chorong-Huey Wong). Washington, D.C.: IMF Institute.
- Toda H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*, 66 (1-2) 225-250.
- Ulku, H. (2004). R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis. 04/185, *IMF Working Paper*.
- Wang, E. C. (2010). Determinants of R&D Investment: The Extreme-Bounds-Analysis Approach Applied to 26 OECD Countries. *Research Policy*, 39,1.
- Zachariadis, M. (2003). R&D, Innovation, and Technological Progress: A Test of The Schumpeterian Framework Without Scale Effects. *Canadian Journal of Economics*, 36, 3.

Extended Summary

Purpose

This research aims to analyze the relations among the gross expenditure for research and development, triadic patents and the gross domestic product. The empirical investigation is conducted for US and Japan over the period between 1985 and 2018. The reason for the comparative analysis of two high-income countries is that R&D expenditures and patenting tendencies are concentrated in high-income countries. By comparing data from two high-income countries, we want to learn how the long- and short-term relationships between R&D, patents and GDP work. No other study has been found in the literature examining two developed countries separately using time series methods. Thus, it will be revealed whether the relations between R&D expenditures, patenting and GDP are realized in the same direction when the two developed countries are examined comparatively.

Literature Review

There are many studies in the literature examining the relationships between R&D expenditure, patents and GDP. Studies in the literature can be classified under two main groups. In the studies in the first group, country groups are discussed and panel data methods are used, while in the studies in the second group, a single country is examined and time series methods are used. Studies examined in the literature show that R&D expenditures and patents have a positive and significant effect on economic growth. In some studies, in the literature, while the effect is only direct from R&D to growth, there is also a study in which R&D has a positive effect on exports and then export leads to economic growth. In other words, most of the studies in the literature provide evidence supporting endogenous growth models based on R&D. In addition, there are studies in the literature that GDP increases R&D expenditures and the number of patents. Studies in the literature also provide us evidence both supporting the technology-push innovation model and the demand-pull innovation model. Studies showing that R&D positively affects the number of patents support the technology-push innovation model, while studies showing that GDP positively affects the number of patents provide evidence supporting the demand-pull model.

Methodology

The study examines the nexus between the gross expenditure for research and development, triadic patents and the gross domestic product covering the annual time series data from 1985 to 2018. The data used in the study are obtained from OECD database. All of these data are divided by the number of population and then their natural logarithms are taken. In the study, the United States of America and Japan are examined comparatively. These two countries are studied due to the fact that they are high income countries. ARDL cointegration test and Toda-Yamamoto causality tests are used in the study. According to the ARDL test results, it is concluded that there is a long-

term relationship between the data for the United States, while there is no long-term relationship for Japan. According to the results of the Toda-Yamamoto causality test, it is concluded that there are causalities for the United States from GDP to R&D expenditure and from GDP to the number of patents. It has been concluded that there exist causalities from GDP to R&D expenditures, from the number of patents to R&D expenditures and from GDP to the number of patents for Japan.

Findings

As a result of the findings obtained in the study, it was concluded that there is a long-term relationship between the number of triple patents, R&D expenditures and economic growth for the USA, while there is no long-term relationship for Japan. According to the results of the causality test, it was found that there are unidirectional causality relationships from economic growth to R&D expenditures and from economic growth to the number of triadic patents for the USA. It is seen that R&D expenditures have increased with the economic growth and the economic growth has increased the number of patents in the USA. The results of this analysis reveal that the origin of technology is more suitable for the demand-pull innovation model for the US data.

According to the results of the causality test for Japan, it was found that there are unidirectional causality relationships from economic growth to R&D expenditures and from economic growth to the number of patents, as in the USA. In addition, it was concluded that there is a one-way causality relationship from the number of patents to R&D expenditures for Japan, unlike the USA. When the causality results obtained for Japan are examined, it is seen that the starting point of the production of technology is suitable for the demand-pull innovation model. Apart from this, it is seen that companies whose R&D expenditures have resulted in patents have increased their R&D expenditures in Japan.

For both countries, no causality relationship was found from R&D investments and number of patents to economic growth. This situation was contrary to our expectations for both countries. In our study, there is evidence that growth leads to an increase in R&D investments and the number of patents, unlike previous studies in the literature on endogenous growth models based on R&D. There is no evidence that R&D expenditures and the number of patents are the keys to economic growth. This result leads us to the conclusion that the road to growth and development is more than the increase in R&D expenditures and the number of patents. Following policies aimed at increasing R&D investments alone may cause disappointment in terms of achieving desired growth rates.