

# Türkiye’de Yüksek Teknoloji Ürün İhracatı ve İnovasyon İlişkisi Üzerine Ekonometrik Bir İnceleme

## An Econometric Analysis on the Relationship Between High-Tech Product Exports and Innovation in Turkey

**Nurbay SEY<sup>1</sup>**  
**Bayram AYDIN<sup>2</sup>**

**ARAŞTIRMA MAKALESİ**

Doi: 10.48146/odusobiad.785193

### Öz

Bu çalışmada, Türkiye ekonomisinde yüksek teknolojik mal ihracatı ile inovasyonu temsil eden Ar-Ge harcamaları ve patent başvuru sayıları arasındaki uzun dönemli ilişki incelenmiştir. Çalışmada, 1990-2018 dönemi arasındaki yıllık bazda veriler kullanılmış olup, uzun dönem ilişkisinin tespiti için ARDL Sınır Testi yaklaşımı ve değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin tespiti için ise Toda-Yamamoto nedensellik analiz yöntemleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, Türkiye ekonomisi için değişkenler arasında uzun dönemli pozitif ilişkinin ve Ar-Ge harcamalarından yüksek teknolojik mal ihracatına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığını ortaya çıkarmıştır. Ayrıca çalışmada; Ar-Ge harcamalarının yüksek teknolojik mal ihracatına olan etkisinin yapılan patent başvuru sayısına göre daha yüksek boyutlarda ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak Ar-Ge harcamalarının ihracat artırıcı etkisi göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye gibi kronik dış ticaret açığı veren ülkeler için Ar-Ge faaliyetlerine daha fazla kaynak ayırmanın ülke ekonomilerine büyük katkılar sağlayacağı açıktır.

**Anahtar Sözcükler:** İnovasyon, Yüksek Teknolojik Mal İhracatı, Ar-Ge Harcamaları, Patent Başvuruları, Türkiye

### Abstract

In this study, the long-term relationship between high-tech exports of goods and innovation was examined for Turkish economy. In the model, R&D expenditure and patent applications represent innovation. In the study, the ARDL Boundary Test Approach was used to determine the long-term relationship and Toda-Yamamoto causality analysis was used to determine the causality relationship between variables, based on annual data from the period 1990-2018. The results revealed the existence of a long-term positive relationship between variables for the Turkish economy and a unidirectional causality relationship from R&D expenditures towards high-tech exports of goods. According to the results of the analysis, R&D expenditures affect high-tech exports of goods to a higher extent than the patent applications. Considering the export-enhancing effect of R&D expenditures, it would be a great contribution to the economies of countries with chronic foreign trade deficits such as Turkey, to devote more resources to R&D activities.

**Keywords:** Innovation, High Technology Goods Export, R&D Expenditures, Patent Applications, Turkey

<sup>1</sup> Sorumlu Yazar, Arş. Gör., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İktisat Bölümü  
seynurbay@ibu.edu.tr ORCID: 0000-0003-4125-8297

<sup>2</sup> Arş. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi, İktisat Bölümü,  
bayram.aydin@yobu.edu.tr ORCID:0000-0003-4238-7779



## Giriş

Günümüzde küreselleşme, teknoloji ve bilgi birikiminin artmasının bir sonucu olarak ülkelerin gelişmişlik seviyesini belirleyen en önemli olgu, teknolojik ürün üretimi ve bu ürünlerin ihracatı olmuştur. Bu anlamda bu çalışmada Türkiye'nin yüksek teknoloji ihracatında inovasyonun etkisinin analiz edilmesi amaçlanmıştır.

İnovasyon, bir organizasyonda yeni olarak kabul edilen program, teknik veya yöntemdir (Becker ve Whisler, 1967: 463; Rothman, Erlich, ve Teresa, 1976: 148; Udwadia, 1990: 65). İktisat literatüründe yapılan çalışmaların birçoğunda tanımların verdiği çıkarımlar neticesinde inovasyonun ölçülmesi noktasında kabul gören değişkenler patent başvuru sayısı ve Ar-Ge harcamaları olmaktadır (Blind ve Jungmittag, 2005: 1386; Braunerhjelm ve Thulin, 2007: 96; Bojnec ve Fertö, 2011: 66; Boermans ve Roelfsema, 2015: 333; Kılıç, Bayar ve Özekicioğlu, 2014: 127; Yıldırım, 2016: 243-244; Dereli, 2019: 174). Dolayısıyla bu çalışmada da inovasyonu temsilen Ar-Ge harcamaları ile patent başvuru sayıları değişken olarak kullanılmıştır.

Bu aşamada modellerde kullanılan bağımlı değişken olan yüksek teknolojik ürün kavramını tanımlamak yararlı olacaktır. İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD), üretimde kullanılan Ar-Ge harcamalarının, nihai malın değerine oranını dikkate alarak üretimde kullanılan teknolojiyi düşük, orta ve yüksek olmak üzere 3 farklı kategoride sınıflandırmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre yüksek teknoloji kavramı; üretiminde teknolojiye ihtiyaç duyulan mallar ile yoğun ileri bilgi gerektiren malların üretimini kapsamaktadır. Bu anlamda yüksek teknoloji temel olarak bilgi, inovasyon ve ileri teknolojiye dayanmaktadır (Meral, 2019: 26).

Yüksek teknolojik ürünler katma değeri yüksek ürünler olup, üretiminde nitelikli işgücüne ihtiyaç duyulan ve ülkeye yapılan yatırımları artıran bir unsur olarak kabul edilmektedir. Bu anlamda özellikle günümüzde ülkelerin bu sektörde gelişme göstermesi birincil amaçları haline gelmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada bu konunun önemi dikkate alınarak, Türkiye'de yüksek teknolojik ürünlerin ihracatında inovasyonun etkisinin ölçülmesi hedeflenmektedir.

Bu doğrultuda çalışmanın bu kısmında modelde kullanılan bağımlı ve bağımsız değişkenler kısaca tanımlanmış ve bunların birbirleri ile olan ilişkileri üzerinde durulmuştur. Çalışmanın ikinci kısmında patent başvuru sayıları ve Ar-Ge harcamaların yüksek teknolojik ürün ihracatına etkisini ölçen diğer çalışmalardan bahsedilmiş ve bu çalışmaların sonuçları ortaya konmuştur. Aynı kısımda Türkiye'nin yüksek teknolojik ürün ihracatı, Ar-Ge yatırımları ve patent başvuru sayılarındaki durumu incelenmiş ve Türkiye'nin bu alanlarda yıllar itibarıyla göstermiş olduğu gelişmeler konu edinmiştir. Çalışmanın son kısmında ise veri setine yer verilerek uygulanan ampirik yöntemin metodolojisi ele alınmış, çalışmanın modeli kurulmuş, modelin gerektirdiği testler yapılmış ve ulaşılan sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuç bölümünde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin pozitif olduğu tespiti yapılarak, Türkiye'nin yüksek teknolojik ürün ihracatında istenen seviyeye gelmesi için patent yasalarında iyileşmeye ve Ar-Ge yatırımlarında artışa gitmesi gerektiğine vurgu yapılmıştır.

## Literatür Taraması

Patent sayıları ile ihracat arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların büyük bir çoğunluğunda bu iki değişken arasında pozitif bir korelasyonun varlığına dair sonuçlar elde edilmiştir. Soete 1981 yılında yaptığı çalışmada OECD ülkelerinde teknolojik performansın, patent sayılarının ve ihracatın birbirlerini önemli ölçüde etkilediklerini tespit etmiştir (Soete, 1981: 655).

Rafiquzzaman 2002 yılında yaptığı çalışmada Kanada'nın ihracatında ithalatçı ülkenin patent yasalarının belirleyici bir unsur olduğu sonucuna varmıştır. Buna göre ithalatçı ülkenin güçlü patent yasalarının varlığı Kanada'nın ihracatını artırmaktadır. Aynı çalışmada gelişmiş ülkelerdeki güçlü patent yasalarının gelişmemiş ülkelerdeki patent yasalarına nazaran dış ticarete daha etkili olduğu sonucuna da ulaşılmıştır. Çalışmada güçlü patent yasalarının taklit ürünleri azalttığı ve bu yolla ithalatı artırdığına dikkat çekilmiştir.

Blind ve Jungmittag (2005: 1396), patent sayıları ile dış ticaret arasındaki ilişkiyi Almanya özelinde incelemişlerdir. Yapılan çalışmanın sonucuna göre inovasyonu temsil eden patent sayısındaki artış,

Almanya'nın dış ticaretine önemli etki etmektedir. Ayrıca Blind ve Jungmittag çalışmalarının sonuç bölümünde Almanya için ortaya çıkan sonucun genelleştirilebileceğini ve bu iki değişken arasındaki pozitif korelasyonun tüm endüstrileşmiş ülkelerde ortaya çıkmasının beklenebileceği yorumunu yapmışlardır.

Bozkurt (2008: 99-100), 1985-2001 yılları arasını kapsayan çalışmasında GMM Sistem yöntemini kullanarak Türk imalat sanayisinde ortaya çıkan patent sayıları ile imalat sanayi sektörlerinin ihracatı arasındaki nedensellik ilişkisini sorgulamış ve patent sayısındaki değişimlerin ihracatı etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Ivus (2010: 46), gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki güçlü patent yasaları ile ihracat arasındaki ilişkiyi 1960-1994 ve 1994-2000 yılları arasında ayrı ayrı incelemiş ve her iki modelde de bu iki değişken arasında güçlü bir korelasyonun varlığını tespit etmiştir. İvus çalışmasında güçlü patent yasalarının ülkede üretilen malların kalitesini artırdığına vurgu yaparak artan ihracatı kalitede yaşanan değişimle açıklamaya çalışmıştır.

Yıldırım 2016 yılında yaptığı çalışmada Türkiye'nin de dahil olduğu 6 Asya ülkesinde patent başvuru sayısı ile ihracat arasındaki uzun dönemli nedensellik ilişkisini sorgulamış ve bu iki değişken arasında uzun dönemli pozitif bir korelasyonun varlığını ortaya koymuştur. Çalışmada kullanılan Panel FMOLS yöntemine göre uzun dönemde ihracatta meydana gelen %1'lik artış patent başvuru sayısını %0.53 oranında, Panel DOLS yöntemine göre ise %0.56 oranında artırmaktadır. Yine aynı çalışmada Panel FMOLS yöntemine göre patent başvuru sayısındaki %1'lik artış, ihracatı %0.83, Panel DOLS yöntemine göre ise %1.12 artırmaktadır. Çalışmada kullanılan Dumitrescu ve Hurlin Panel Nedensellik yöntemin sonucuna göre ise ihracattan patent başvuru sayısına doğru tek yönlü bir nedensellik söz konusudur.

Boermans ve Roelfsema (2015: 347-348), Doğu Avrupa ve Orta Asya'da bulunan 10 geçiş ülkesindeki 1355 firmanın verilerini kullanarak dışa açılma yoluyla artan dış ticaret ve inovasyon arasındaki ilişkiyi incelemiş ve firmaların artan dış ticaretlerinin inovasyon üzerinde pozitif bir etki yarattığı sonucuna ulaşmışlardır. İnovasyonu temsilen ise Ar-Ge harcamaları ve patent sayıları değişken olarak kullanmışlardır.

Dereli (2019: 179), 1990-2015 yılları arasında Türkiye'de büyüme, patent sayıları ve yüksek teknoloji ihracatı arasındaki ilişkiyi incelemiş ve yüksek teknoloji ihracatında yaşanan artışın büyümeyi hızlandırdığını tespit etmiştir. Yine Dereli aynı çalışmada, patent sayısındaki artışın büyüme üzerinde olumlu bir etki yarattığı sonucuna ulaşmıştır.

Durmaz ve Yıldız (2020: 199-200), 1999-2018 yılları arasında BRICS ülkelerinde Ar-Ge harcamaları ve patent sayılarının yüksek teknoloji ihracatına olan etkilerini incelemiş ve bu iki değişkenin yüksek teknoloji ihracatına yüksek oranda olumlu etki ettiği sonucuna varmışlardır.

İleri teknoloji ihracatı ile Ar-Ge harcamaları arasındaki ilişkiyi konu alan çalışmalarda da yine bu iki değişken arasındaki güçlü nedenselliğin ön plana çıktığı görülmektedir. Fagerberg (1995: 24), yaptığı çalışmada 1960-1980 yılları arasında OECD ülkelerinde yapılan Ar-Ge harcamalarının yüksek teknolojik ürünlerin üretim ve ihracatını olumlu etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Fakat Fagerberg bu etkinin derecesinin belirsiz olduğunu ve yüksek teknolojik ürün üretiminin küçük ülkeler için yüksek maliyet gerektirdiğini belirtmiştir.

Landesmann ve Pfaffermayr'ın 1997 yılında yaptıkları çalışmaya göre 1967-1987 yılları arasında yapılan Ar-Ge harcamaları Amerika, İngiltere ve Japonya'da ihracatı olumlu Almanya ve Fransa'da ise olumsuz etkilemiştir. Landesmann ve Pfaffermayr, Almanya ve Fransa için ortaya çıkan bu sonucu açıklarken Ar-Ge faaliyetlerinin yüksek maliyetlerine vurgu yapmışlardır.

Smith, Madsen ve Hansen, 2002 yılında yaptıkları çalışmada Ar-Ge harcamalarının Danimarka'daki 3500 firmanın ihracatı üzerindeki etkisini analiz etmiş ve Ar-Ge harcamalarının ihracat üzerinde önemli etkiler ortaya çıkardığı sonucuna ulaşmışlardır.

Braunerhjelm ve Thulin'in (2007: 106-107), 19 OECD ülkesinde 1981-1999 yılları arasındaki verileri kullanarak ortaya koydukları çalışmada, Ar-Ge harcamalarında ortaya çıkan %1'lik artışın yüksek teknoloji ihracatını yaklaşık %3 artırdığını tespit etmişlerdir. Yine aynı çalışmada yüksek teknoloji ihracatında ülkenin büyüklüğünün bir önemi olmadığı ortaya konmuştur.



Bojnec ve Fertö (2011: 83-85), 18 OECD ülkesinin 1995-2003 yılları arasındaki verilerini kullanarak Ar-Ge harcamaları ile imalat sanayi sektörünün ihracatı arasındaki ilişkiyi incelemiş ve Ar-Ge harcamalarının imalat sanayi sektöründeki ihracatı olumlu etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Yıldırım ve Kesikoğlu (2012: 174-175), Türkiye'deki 25 alt sektörü ve 1996-2008 dönemini kapsayan çalışmalarında Ar-Ge harcamaları ve ihracat arasındaki nedensellik ilişkisini GMM-Sistem ve Wald ampirik yöntemlerini kullanarak test etmişler ve Ar-Ge harcamalarından ihracata doğru tek yönlü bir nedenselliğin varlığını tespit etmişlerdir.

Göçer (2013: 234-236), 11 Asya ülkesinin 1996-2012 verilerini kullanarak Ar-Ge harcamalarının yüksek teknolojik ürünlerin ihracatına ve toplam ihracata etkileri incelemiştir. Göçer çalışmasında Ar-Ge harcamalarında ortaya çıkan %1'lik artışın yüksek teknolojik ürünlerin ihracatını %6,51 oranında artırdığını tespit etmiştir.

Sandu ve Ciocanel (2014: 87-88), yaptıkları ampirik çalışmada kamu tarafından yapılan Ar-Ge harcamalarının 2 yıllık gecikmeden sonra orta ve yüksek teknoloji ihracatını artırdığını ortaya koymuşlardır. Çalışmaya göre Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payında ortaya çıkan %1'lik artış, 5 yıl sonunda yüksek teknoloji ihracatını %14,42 oranında, 7 yıl sonra ise %16,07 oranında artırmaktadır. Çalışmada ayrıca Ar-Ge harcamalarının etkisinin kısa dönemde ortaya çıkabilmesi için Ar-Ge harcamalarının özel sektörün karını artıracak şekilde organize edilmesi gerektiği söylenmiştir.

Kılıç, Bayar ve Özekicioğlu (2014: 127), Panel veri yöntemini kullanarak 1996-2011 yılları arasında G-8 ülkelerinde Ar-Ge harcamaları ile yüksek teknolojik ürünlerin ihracatları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada ortaya konan sonuca göre, Ar-Ge harcamaları yüksek teknolojik ürünlerin ihracatı üzerinde pozitif bir etki ortaya çıkartmaktadır. Ayrıca çalışmada Ar-Ge harcamalarında bir dönemlik gecikmenin iki dönemlik gecikmeye kıyasla yüksek teknolojik ürünlerin ihracatı üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

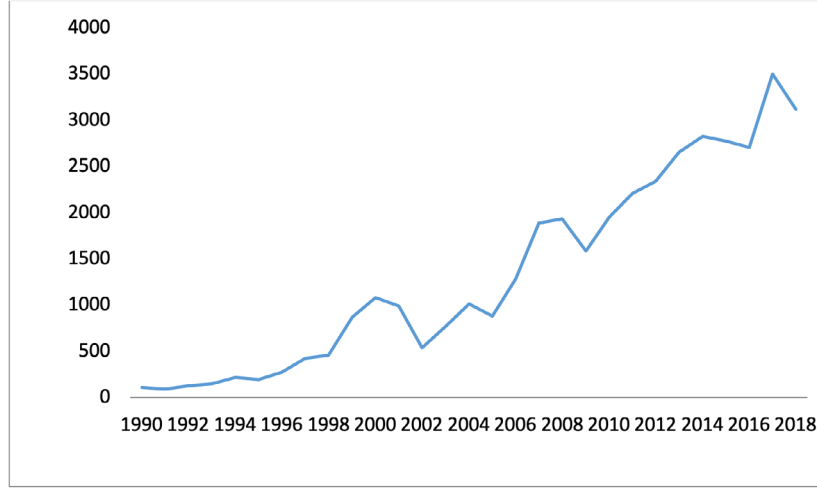
Çetin (2016: 40), 7 sanayileşen ülkenin 1996-2013 verilerini kullanarak, Ar-Ge harcamaları ile yüksek teknoloji ihracatı değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkisini sorgulamıştır. Çalışmaya göre yeni sanayileşmiş ülkelerin Ar-Ge harcamalarında meydana gelen %1'lik artış, o ülkelerin yüksek teknoloji ihracatını %0,25 oranında artırmaktadır. Ayrıca çalışmada yüksek teknoloji ihracatında önemli gelişmelerin ortaya çıkabilmesi için Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payının %2'den fazla olması gerektiği söylenmiştir.

Sonuç olarak yapılan çalışmaların çoğunda hem Ar-Ge harcamalarının hem de patent başvuru sayılarının ihracatı veya ileri teknoloji ihracatını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu anlamda birbirleri ile pozitif korelasyona sahip bu değişkenler arasındaki ilişkinin Türkiye özelinde ve belirlenen yıllar arasındaki ilişkinin sayısal değer verilerek ölçülmesinin literatüre katkı sunacağına inanılmış ve bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

## **Türkiye Ekonomisinde Yüksek Teknolojik Mal İhracatı, Ar-Ge Harcamaları ve Patent Sayılarının Mevcut Durumu**

Yüksek teknolojik ürünlerin ihracatı ülkelerin gelişmişlik seviyelerini göstermesi adına büyük bir önem taşımaktadır. Çünkü yüksek teknolojik ürünlerin üretilmesi hem iyi alt yapı yatırımları hem de yüksek bilgi seviyesi gerektirmektedir. Bu anlamda uzun dönemde istikrarlı bir ekonomiye sahip olmak için ülkelerin yüksek teknoloji yatırımlarını artırmaları ve bu ürünlerin ihracatında iyi bir pazar payına sahip olmaları gerekmektedir. Dolayısıyla Türkiye'nin yüksek teknoloji ihracatındaki mevcut durumu ile bu ihracatın belirleyicisi olarak kabul edilen Ar-Ge harcamaları ve patent başvuru sayılarının yıllar itibarıyla gösterdikleri gelişmeler önem arz etmektedir.

Türkiye yüksek teknolojik ürünlerin ihracatında 1990 yılından 2018 yılına kadar aşamalı bir gelişme göstermiştir. Türkiye'nin 1990 yılında 106 milyon dolarlık yüksek teknolojik ürün ihracatı 1995 yılında 193 milyona, 2000 yılında ise 1 milyar dolara yükselmiştir. 2001 krizinin etkisiyle 2002 yılında 536 milyon dolara gerileyen ihracat, 2004 yılında tekrar 1 milyar dolara ulaşmıştır. 2010 yılına gelindiğinde yaklaşık 2 milyar dolara yükselen yüksek teknolojik ürün ihracatı nihayet 2018 yılına gelindiğinde 3.1 milyar dolar olmuştur (Görsel 1).



**Görsel 1:** Türkiye’de İleri teknoloji mal ve hizmet İhracatı (Milyon Dolar), (OECD, 2020)

Türkiye’nin 2018 yılındaki 3.1 milyar dolarlık yüksek teknoloji ihracatını değerlendirebilmek adına gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin bu sektördeki ihracatlarına bakmak yararlı olacaktır. Görsel 2’de 2018 yılında seçilmiş ülkelerin yüksek teknolojik ürün ihracat rakamları gösterilmiştir. Buna göre Çin 731 milyar dolarlık yüksek teknolojik ürün ihraç ederken, ABD bu alanda 156 milyar dolarlık ihracat yapmıştır. Türkiye ile yakın nüfusa sahip Almanya’nın 2018 yılında bu sektördeki ihracatı ise 210 milyar dolardır. Dolayısıyla bu noktada Türkiye’nin yüksek teknolojik ürün ihracatında gelişmiş ülkelere nazaran yetersiz bir durumda olduğu görülmektedir. Türkiye ile benzer gelişmişlik seviyesine sahip olan Rusya ve Brezilya’daki duruma bakıldığında ise Türkiye’nin yine bu ülkelere nazaran yüksek teknolojik ürün ihracatında istenen seviyede olmadığı görülmektedir. Öyle ki, bu alanda 2018 yılında Brezilya’nın ihracatı 11 milyar dolarken Rusya’nın 10.1 milyar dolardır (Dünya Bankası, 2019). Dolayısıyla Türkiye’nin bu alanda gelişme gösterebilmesi için patent sayısı ve Ar-Ge harcamalarında önemli gelişmeler göstermesi gerekmektedir. Bu anlamda Türkiye’nin 1990 yılından itibaren bu alanlardaki gelişimini incelemek yararlı olacaktır.

Ülke	Toplam
Çin	731.891
Almanya	210.082
ABD	156.366
Fransa	117.814
Japonya	111.021
Brezilya	11.096
Rusya	10.183
Türkiye	3.116

**Görsel 2:** 2018 Yılında Seçilmiş Ülkelerin Yaptıkları Yüksek Teknoloji İhracatları (Milyar Dolar)

**Kaynak:** (Dünya Bankası, 2019)

<https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.CD>

Türkiye’de yapılan patent başvuruları incelendiğinde özellikle 2004 yılından sonra önemli gelişmelerin ortaya çıktığı görülmektedir. Öyle ki 2004 yılında 682 olan patent başvuru sayısı 2005 yılında 928’e çıkmış ve 2010 yılında yapılan toplam patent sayısı ise 3180 olmuştur. Patent başvuru sayılarındaki artış yıllar itibariyle devam etmiş ve nihayet 2017 yılında 8175’e çıkmıştır. 2018 yılında ise patent başvuru sayısı bir önceki yıla göre azalma göstermiş ve 7156 olmuştur. Burada



patent başvuru sayısı önemli olmakla birlikte patentlerin nitelikleri ve alınan patentlerin kullanılıp kullanılmadıkları da önemlidir.

Türkiye'nin Ar-Ge harcamalarına bakıldığında da yine aşamalı bir artışın söz konusu olduğu görülmektedir. 1990 yılında 1.5 milyar dolarlık Ar-Ge harcaması 1995 yılında 2.1 milyara 2000 yılında ise 4.5 milyar dolara yükselmiştir. 2001 krizinin etkisiyle 2004 yılına kadar Ar-Ge harcamalarının artış oranı azalsa da Türkiye'nin bu alandaki harcaması 2005 yılında 6.9 milyar dolar olmuştur. 2010 yılında 11.4 milyar dolara çıkan Ar-Ge harcamaları 2015 yılında 17.7 ve nihayet 2018 yılında 23.74 milyara yükselmiştir (Görsel 3). Sonuç olarak Ar-Ge harcamalarında zaman zaman azalmalar yaşanmış olsa da 1990 yılından sonra istikrarlı bir artışın yaşandığı söylenebilir. Fakat Türkiye'de Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı 1990 yılında 0.32, 2000 yılında 0.46 2010 yılında 0.79 ne nihayet 2018 yılında ancak %1.03 düzeyinde kalmıştır. Bu oran Amerika'da %2.84 iken Almanya'da %3.09'dur (Trading Economics, 2019). Dolayısıyla Türkiye'nin bu alandaki yatırımlarının artırması gerektiği görülmektedir.

YIL	Patent	Artış Oranı	Ar-Ge (Milyon Dolar)	Artış oranı	Ar-Ge/ GSYİH
1990	138	-	1.587	-	0.32
1991	148	7,24	2.609	64,39	0.5
1992	189	27,7	2.563	-1,76	0.47
1993	169	-10,6	2.503	-2,34	0.43
1994	151	-10,7	1.933	-22,77	0.35
1995	170	12,58	2.178	12,67	0.37
1996	189	11,17	2.768	27,08	0.45
1997	203	7,4	3.241	17,08	0.49
1998	207	1,97	3.388	4,53	0.36
1999	276	33,3	4.125	27,27	0.45
2000	277	0,36	4.508	9,28	0.46
2001	337	021,66	4.770	5,81	0.53
2002	414	22,84	4.947	3,71	0.51
2003	489	18,11	4.782	-3,33	0.47
2004	682	39,46	5.608	17,27	0.50
2005	928	36,07	6.931	23,59	0.57
2006	1072	15,51	7.270	4,89	0.56
2007	1810	68,84	9.475	30,33	0.69
2008	2221	22,7	9.570	1	0.69
2009	2555	15,03	10.653	11,31	0.80
2010	3180	24,46	11.408	7,08	0.79
2011	3885	22,16	12.691	11,24	0.79
2012	4434	14,13	13.835	9,01	0.83
2013	4392	-0,95	14.758	6,67	0.81
2014	4766	8,51	16.328	10,63	0.86
2015	5352	12,29	17.739	8,64	0.88
2016	6230	16,4	19.615	10,57	0.94
2017	8175	31,21	21.418	9,19	0.95
2018	7156	-12,47	23.741	10,84	1.03

**Görsel 3:** Türkiye'de Patent Başvuru Sayıları ve Ar-Ge Harcamaları

**Kaynak:** (TÜİK, 2019)

## Metodoloji

### ARDL Yaklaşımı

Zaman serisi yöntemi uygulanan bir regresyon analizinde, eğer model bağımsız değişkenlerin hem cari dönem hem de gecikmeli verilerini barındırıyorsa bu modele gecikmesi dağıtılmış model denir. Eğer model bağımlı değişkeninde bir ya da birden fazla gecikmeli değerlerini de içeriyorsa bu modele de otoregresif model denir (Gujarati ve Porter, 2012: 617).

$$Y_t = a + B_0X_t + B_1X_{t-1} + B_2X_{t-2} + u_t \quad (1)$$

$$Y_t = a + BX_t + \lambda Y_{t-1} + u_t \quad (2)$$

Yukarıdaki eşitlik 1 gecikmesi dağıtılmış modeli, eşitlik 2 ise otoregresif modeli simgelemektedir.

ARDL yaklaşımında, I(0) veya I(1) düzeylerindeki değişkenlerin uzun dönem eşbütünleşme ilişkilerinin varlığı sınanmaktadır. Engle-Granger yaklaşımında serilerin aynı dereceden durağan olma varsayımı bulunmaktaydı. ARDL yaklaşımında ise serilerin aynı dereceden durağan olma varsayımı bulunmamakla birlikte serilerin I(0) veya I(1) derecede durağan olması gerekmektedir. Bu yaklaşımın en önemli avantajı, analizde kullanılan değişkenlerin I(0) veya I(1) olduğuna bakılmaksızın kullanılabilmesidir. Bu nedenle değişkenlerin eşbütünleşme durumlarının bilinmesine gerek olmaksızın bir çıkarım yapılabilir. İkinci avantajı ise kısıtsız hata düzeltme modeli (UECM) kullandığından Engle-Granger analizine nazaran daha kuvvetli istatistiksel özelliklere sahip olmasıdır. Ayrıca, ARDL yöntemi gözlem sayısının düşük olduğu koşullarda da uygulanabilmektedir (Pamuk ve Bektaş, 2014: 82).

ARDL yaklaşımında kullanılan UECM denklemi eşitlik 3'de gösterilmektedir.

$$\Delta Y_t = B_0 + B_1Y_{t-1} + B_2X_{t-1} + \sum_{i=1}^p B_{3i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=0}^p B_{4i} \Delta X_{t-i} + \varepsilon \quad (3)$$

Eşitlikte p uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir. Modele eklenmesi gereken gecikme uzunlukları HQ, AIC ve SIC gibi bilgi kriterleri tarafından belirlenmektedir. Gecikme uzunluğunun belirlenmesinin ardında  $H_0=B_1=B_2=0$  hipotezi F-istatistiği kullanılarak sınanmaktadır. ARDL sınır testi yaklaşımında iki grup asimptotik kritik sınır kullanılmaktadır. Eğer hesaplanan F-istatistiği, kritik değer üst sınırını geçerse,  $H_0$  temel hipotezi reddedilir ve değişkenlerin eşbütünleşik olduğu yorumu yapılır. Eğer F istatistik değeri alt sınırı geçemez ise bu durumda da  $H_0$  kabul edilir ve değişkenlerin eşbütünleşik olmadığı söylenir. Hesaplanan istatistik değerinin sınırların arasında kalması durumunda ise net bir çıkarım yapılamaz (Alper ve Alper, 2017: 148).

Eşbütünleşme ilişkisinin sınır testi ile tespit edilmesinin ardından eşitlik 4'deki denklem yardımıyla değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisinin belirlenmesi amacıyla ARDL modeli kurulur.

$$Y_t = a_0 + \sum_{i=1}^n a_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=0}^m a_{2i} X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Analizin en son aşamasında ise kısa dönemli ilişkinin durumu için eşitlik 5'deki ARDL modeli oluşturulmaktadır.

$$\Delta Y_t = a_0 + \sum_{i=1}^n a_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=0}^m a_{2i} \Delta X_{t-i} + \varphi HDT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

### Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi

Toda-Yamamoto nedensellik analizi Vector Autoregressive (VAR) modeline dayanmaktadır. Analizde VAR modelinin uygun gecikme uzunluğunun (m) ve serilerin en yüksek durağanlık derecesinin ( $d_{max}$ ) belirlenmesinden sonra ( $m+d_{max}$ ) ölçeğinde VAR model tahmin edilir. Toda-Yamamoto nedensellik yaklaşımında oluşturulan VAR modeli ( $m+d_{max}$ ), eşitlik 6 ve eşitlik 7'deki denklemlerden oluşmaktadır (Toda ve Yamamoto, 1995, s.227-230).



$$Y_t = \omega + \sum_{i=1}^m a_{1i}X_{t-i} + \sum_{i=1}^m B_{1i}Y_{t-i} + \sum_{j=m+1}^{dmax} \delta_{1i}X_{t-i} + \sum_{j=m+1}^{dmax} \theta_{1i}Y_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (6)$$

$$X_t = \varphi + \sum_{i=1}^m a_{2i}X_{t-i} + \sum_{i=1}^m B_{2i}Y_{t-i} + \sum_{j=m+1}^{dmax} \delta_{2i}X_{t-i} + \sum_{j=m+1}^{dmax} \theta_{2i}Y_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (7)$$

Optimum gecikme boyutu bilgi kriterleri aracılığıyla, maksimum bütünleşme seviyesi (  $d_{max}$  ) ise birim kök testleri ile saptanmaktadır. Değişkenlerin nedensellik durumunu saptamak için  $H_0:a_{1i}=0$  ile  $H_0:a_{2i}=0$  hipotezleri düzenlenmiş WALD testi istatistiği kullanılarak sınanmaktadır. Hesaplanan düzenlenmiş WALD testi istatistik değeri k serbestlik dereceli  $X^2$  değerinden yüksek çıkarsa bahsedilen hipotezler reddedilmektedir (Gazel,2017: 291-292).

## Model ve Veri Seti

İhracat ile Ar-Ge harcamaları ve Patent sayısı arasındaki ilişkiyi incelemek üzere Eşitlik 8'de gösterilen denklemde ifade edilen model kullanılmaktadır. Çalışmanın literatür kısmı incelendiğinde genellikle İhracat ile Ar-Ge harcamaları ve ihracat ile patent sayısı arasında ilişki arandığı görülmektedir. Modele inovasyonu temsil eden patent sayısı ve Ar-Ge harcamalarının birlikte dahil edilmesi çalışmaya özgünlük kazandırmaktadır. (Durmaz ve Yıldız 2020: 197) yaptıkları çalışmada Ar-Ge harcamaları ve Patent sayısının ihracat üzerindeki etkisini BRİCS ülkeleri üzerinde inceleyerek bu çalışmaya temel oluşturmaktadır.

$$\text{İhracat}_t = a_0 + a_1\text{Arge}_t + a_2\text{Patent}_t + \varepsilon_t \quad (8)$$

Çalışmada Türkiye ekonomisi için İhracat ile Ar-Ge harcamaları ve Patent sayısı arasındaki ilişkiyi tespit etmek üzere ulaşılan istatistikler doğrultusunda 1990-2018 dönemi yıllık frekansta veriler kullanılmıştır. Verilerin temin edildiği yerler Görsel 4'te gösterilmiştir.

Değişken	Kısaltması	Kaynak
Yüksek teknoloji mal ve hizmet ihracatı	İhracat	Dünya Bankası
Ar-Ge Harcamaları	Arge	OECD
Patent Sayısı	Patent	Dünya Bankası

**Görsel 4.** Çalışmanın Değişkenleri

Çalışmada 1990-2018 yılları arasındaki yıllık bazda veriler istihdam edilerek, serilere doğal logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Yüksek teknoloji mal ve hizmet ihracatı ile Ar-Ge Harcamaları verileri milyon doları cinsinden alınmıştır. Doğal logaritması alınmış Yüksek teknoloji mal ve hizmet ihracatı 'İhracat' ifadesiyle, Ar-Ge Harcamaları 'Arge' ifadesiyle ve Patent Sayısı ise 'Patent' şeklinde gösterilmektedir. İlgili literatür incelendiğinde geleneksel regresyon ve Granger nedensellik analizlerinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada uzun dönemli ilişkinin tespiti amacıyla ARDL Sınır Testi Yaklaşımı ve nedensellik ilişkisi içinse Toda-Yamamoto Nedensellik Testi, geleneksel yöntemlere göre daha güncel olmaları ve zaman serisi analizlerinde sıklıkla kabul gören analizler olmaları nedeniyle tercih konusu olmuştur. Ayrıca, ARDL yöntemi gözlem sayısının düşük olduğu koşullarda da uygulanabilmesi çalışma açısından avantaj sağlamaktadır.

Değişken	İhracat	Arge	Patent
Minimum	4.488636	7.369601	4.927254
Maksimum	8.160518	10.07496	9.008836
Ortalama	6.730032	8.751472	6.751649
Standart Sapma	1.140673	0.807148	1.458870
Basıklık	2.070243	1.747813	1.417621
Çarpıklık	-0.590482	0.031164	0.177511

**Görsel 5.** Tanımlayıcı İstatistikler

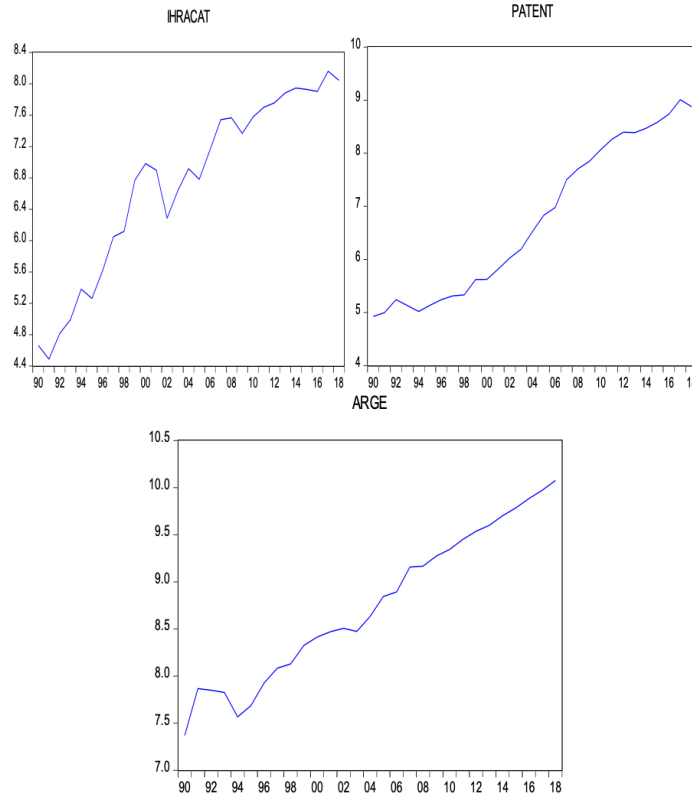


Tablo 4'deki tanımlayıcı istatistiklere göre Patent değişkeninin Arge ve İhracata kıyasla standart sapmasının ve maksimum değer ile minimum değer arasındaki farkın yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca, Arge ve Patent sağa doğru çarpıklık gösterirken, İhracatın sola doğru çarpık olduğu görülmektedir.

## Uygulama

### Birim Kök Testi Sonuçları

Serilerin ekonometrik analizinden önce grafiksel çizimini incelemek seriler hakkında ön fikir verebilir. Görsel 6'da serilerin grafiksel çizim incelendiğinde serilerin artış eğilimi göstermelerinin yanında artan trendlere de haiz oldukları gözlemlenmektedir. Seriler sabit ortalama ve sabit ilerleme durumunda olmamaları nedeniyle düzey değerlerinde durağan olmadıkları izlenimi oluşturmaktadırlar.



**Görsel 6:** Türkiye'de 1990-2018 Dönemi İhracat, Patent ve Ar-ge Serilerinin Grafiksel Gösterimi

Serilerin durağanlığını test etmek amacıyla çalışmada Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Zivot Andrews (ZA) Birim Kök testlerine başvurulacaktır. Bu testlere ait sonuçlar Görsel 6'da sergilenmektedir.

Serinin durağanı test etmek için hesaplanan kritik değeri ve test istatistik değerinin mutlak değeri içinde karşılaştırması yapılmaktadır. Test istatistik değerinin, kritik değerinden yüksek olması durumunda serinin durağan olduğu, tersi durumda ise durağan olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Ayrıca serilerin durağan olup olmadığı elde edilen olasılık değerinden de anlaşılmaktadır. Tablo 5'deki bulgular doğrultusunda ADF testinde İhracat, Arge ve Patent serileri düzey değerlerinde durağan olmayıp, seriler birinci farklarında durağandır. Zivot Andrews yapısal kırılmalı testte ise Arge değişkeni düzey değerinde %5 anlamlılık seviyesinde durağan çıkmıştır. ARDL yaklaşımında serilerin aynı dereceden durağan olma varsayımı bulunmamakla birlikte serilerin I(0) veya I(1) derecede durağan olması gerekmektedir. Serilerin I(0) veya I(1) derecede durağanlığının tespit edilmesinden sonra ARDL analizi çalışmanın modeli için uygulanabilmektedir.



Değişkenler	ADF Test İstatistikleri		ZA Test İstatistikleri		Yapısal Kırılma Tarihi	Sonuç
	Düzye Değerleri	Birinci Fark Değerleri	Düzye Değerleri	Birinci Fark Değerleri		
İhracat	<b>-1.889160</b>	<b>-5.860836***</b>	<b>-3.464596</b>	<b>-5.097523**</b>	<b>2002</b>	<b>I(1)</b>
	$t_{\%1}: -4.323979$	$t_{\%1}: -4.33933$	$t_{\%1}: -5.34$	$t_{\%1}: -5.34$		
	$t_{\%5}: -3.580623$	$t_{\%5}: -3.58752$	$t_{\%5}: -4.93$	$t_{\%5}: -4.93$		
Arge	<b>-3.217073</b>	<b>-6.603134***</b>	<b>-5.228913**</b>	<b>-8.139465***</b>	<b>2007</b>	<b>I(0)</b>
	$t_{\%1}: -4.323979$	$t_{\%1}: -4.33933$	$t_{\%1}: -5.34$	$t_{\%1}: -5.34$		
	$t_{\%5}: -3.580623$	$t_{\%5}: -3.587527$	$t_{\%5}: -4.93$	$t_{\%5}: -4.93$		
Patent	<b>-1.867500</b>	<b>-4.060782***</b>	<b>-2.448554</b>	<b>-4.701051***</b>	<b>2008</b>	<b>I(1)</b>
	$t_{\%1}: -4.323979$	$t_{\%1}: -4.339330$	$t_{\%1}: -4.80$	$t_{\%1}: -4.80$		
	$t_{\%5}: -3.580623$	$t_{\%5}: -3.587527$	$t_{\%5}: -4.42$	$t_{\%5}: -4.42$		

**Görsel 7:** Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Zivot Andrews (ZA) Birim Kök Testi Sonuçları

### ARDL Sınır Testi Sonuçları

ARDL sınır testi yaklaşımında ilk olarak optimum gecikme uzunluğunun tespiti gerekmektedir. Bu adımda değişkenler çeşitli gecikme kombinasyonlarıyla sınanarak, bilgi kriterlerine göre en düşük sonucu gösteren model optimal model olarak belirlenir (Akel ve Gazel, 2014: 30-32). Türkiye ekonomisi için modelde değişkenler bilgi kriterleri tarafından farklı gecikme kombinasyonları ile sınanarak, ARDL(1,4,0) modelinin optimal model olduğu tespit edilmiştir. Ar-Ge harcamalarının patent başvurusuna göre daha uzun gecikmeli olarak yüksek teknoloji mal ve hizmet ihracatını etkilemesi beklenen bir durumdur. Seçilen modelin tahminleri Görsel 7'de sergilenmektedir.

Değişken	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık Değeri
İhracat(-1)	0.290426	1.781410	0.0917
Arge	1.188009	2.269264	0.0358
Arge(-1)	0.182784	0.287942	0.7767
Arge(-2)	-0.164287	-0.271489	0.7891
Arge(-3)	-0.180530	-0.327270	0.7472
Arge(-4)	-0.609648	-1.584985	0.1304
Patent	0.149928	2.062344	0.0539
<b>Tanısal Test Sonuçları</b>			
<b>Breusch-Godfrey Testi</b>	1.788829 (0.1872)	<b>Jarque-Bera Testi</b>	0.780794 (0.676788)
<b>ARCH Testi</b>	1.218125 (0.3419)	<b>Ramsey Reset Testi</b>	0.183654 (0.8565)

Not: Parantez içerisindeki değerler, elde edilen olasılık değerlerini göstermektedir.

**Görsel 8:** ARDL(1,4,0) Modeli Tahmin Sonuçları

ARDL modelinin yorumlanabilmesi için modelin varsayımlarının doğruluğunun tespit edilmesi gerekmektedir. Breusch-Godfrey Testi otokorelasyonu, Jarque-Bera testi normal dağılımı, ARCH Test değişen varyansı, Ramsey Reset Testi'de model kurmayı sınamaktadır. Tablo 6'da sunulan tanısal test sonuçları modelde heteroskedasite, otokorelasyon ve fonksiyonel form sorununun bulunmadığını ayrıca kalıntıların normal dağılım gösterdiğini göstermektedir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin var olup olmadığı sınır testi yardımıyla incelenmektedir. Sınır testi bulguları Görsel 8'de sergilenmektedir.

<b>F-istatistiği:</b>		<b>6.629813</b>
<b>Kritik Değer Sınırları</b>		
<b>Anlamlılık</b>	<b>Alt Sınır</b>	<b>Üst Sınır</b>
%1	3.88	5.3
%2,5	3.22	4.5
%5	2.72	3.83

#### **Görsel 9:** ARDL Sınır Testi Sonuçları

Görsel 9'da gösterilen ARDL sınır testi sonuçları, değişkenler arasında uzun dönem eşbütünleşme ilişkisi bulunduğunu göstermektedir. Hesaplanan F istatistik değeri %1 anlamlılık düzeyinde üst sınır kritik değerinden yüksektir. Bu durum yüksek teknoloji mal ve hizmet ihracatı ile patent sayısı ve Ar-Ge harcamaları arasında uzun dönemli bir denge ilişkisinin varlığına ışık tutmaktadır.

ARDL modelinde değişkenler arasında tespit edilen uzun dönemli ilişkinin yönünün ve boyutunun belirlenmesi için uzun dönem katsayıların incelenmesi gerekmektedir. Tablo 8'de tahmin edilen ARDL modelinde değişkenlerin uzun dönem katsayıları ve hata düzeltme modeli sonuçları gösterilmektedir.

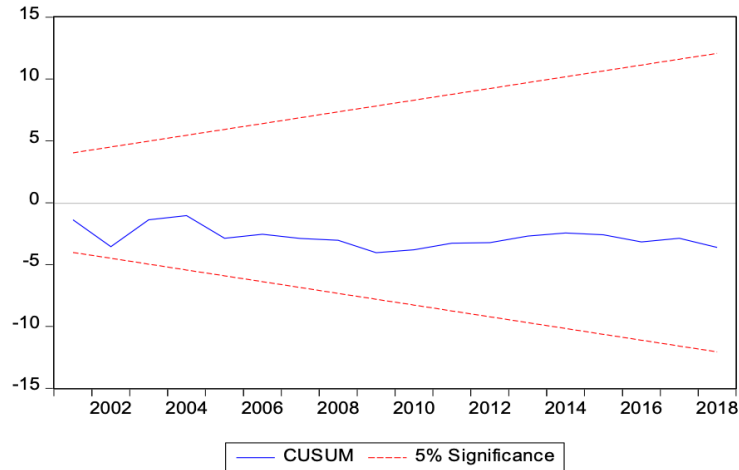
<b>Değişken</b>	<b>Katsayı</b>	<b>T-istatistiği</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
Arge	0.586731	9.452231	0.0000*
Patent	0.211293	2.792696	0.0120*
HDT(-1)	-0.710071	-4.805493	0.0001*

Not: \* işareti, %1 düzeyinde anlamlılığı temsil etmektedir

#### **Görsel 10:** ARDL modeli uzun dönem katsayıları ve hata düzeltme modeli sonuçları (Bağımlı değişken İthalat)

Görsel 10'da sunulan sonuçlara göre, Ar-Ge harcamaları ve Patent sayısı değişkenlerinin uzun dönem katsayılarının pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlemlenmektedir. Bu sonuç, Ar-Ge harcamaları ve Patent sayısının, yüksek teknoloji mal ve hizmet ihracatı üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkiye sahip olduğu anlamına gelmektedir. Ulaşılan bulgular neticesinde Ar-Ge harcamalarında oluşacak %1'lik bir artışın yüksek teknoloji mal ve hizmet ihracatını yaklaşık %0,59 oranında arttıracığı ve Patent başvurularında yaşanacak %1'lik bir artışın ise yüksek teknoloji mal ve hizmet ihracatını %0,21 oranında arttıracığı söylenebilmektedir.

ARDL Sınır testi yaklaşımının son aşamasında hata düzeltme modeli kurulmaktadır. Kurulan modelde hata düzeltme teriminin (HDT) istatistiksel olarak anlamlı ve negatif değere sahip olması kısa dönemli denge sapmalarının uzun dönemde düzeltileceğini göstermektedir. Uzun dönem dengesine ulaşma hızı hata düzeltme teriminin değerine bağlıdır. HDT'nin -1 ve 0 aralığında çıkması, hata düzeltme mekanizmasının çalıştığını göstermektedir. Bu durum kısa dönemde dengeden sapma yaşanırsa uzun dönemde yeniden dengeye varılacağına işaret etmektedir. Ulaşılan sonuçlara göre modelde HDT -0.710071 olarak hesaplanmıştır.  $1/(|HDT|)=1/(|-0.710071|)$  ifadesi yaklaşık olarak 1,4 döneme denk düşmektedir. Sonuç olarak; kısa dönemdeki denge sapmalarının 1,4 dönem sonra tekrar uzun dönem dengesine yakınsayacaktır.



**Görsel 11:** CUSUM Testi Sonuçları

Türkiye’de araştırılan zamanda yaşanan yapısal değişimler nedeniyle yapısal kırılmaların gerçekleşebileceği göz önüne alındığında, kısa ve uzun dönem katsayılarının uygunluğunu incelemek ve tahmin edilen ARDL modelinin kararlılığını test etmek için CUSUM testi yapılmaktadır. Görsel 11, ulaşılan CUSUM test istatistiğinin %5 anlamlılık seviyesinde kritik sınırların içinde olduğunu göstermektedir. Bu durum tahmin edilen parametrelerin araştırılan dönemde istikrarlı olduğunu göstermektedir (Alper ve Alper, 2017: 151).

#### Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi Sonuçları

Toda-Yamamoto nedensellik testinin yapılması için gerekli olan en büyük durağanlık derecesinin ( $d_{max}$ ) ve uygun gecikme uzunluğu ( $m$ ) değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Serilerin birinci farklarında durağanlık göstermesi nedeniyle  $d_{max}$  değeri 1’dir. Optimal gecikme uzunluğuyca ( $m$ ) bilgi kriterleri aracılığıyla VAR modelinden tahmin edilmektedir.

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-23.49929	NA	0.001672	2.119943	2.266209	2.160511
1	52.35653	127.4378*	8.02e-06*	-3.228523*	-2.643462*	-3.066252*
2	57.17684	6.941240	1.16e-05	-2.894147	-1.870291	-2.610173
3	63.46943	7.551116	1.59e-05	-2.677555	-1.214904	-2.271878
4	72.65769	8.820721	1.91e-05	-2.692615	-0.791169	-2.165235

**Görsel 12.** VAR modeli gecikme uzunluğu tahminleri

Görsel 12’de üzerinde (\*) işareti bulunan değerler uygun gecikme uzunluğunu işaret etmektedir. Birinci gecikme uzunluğu bilgi kriterinin ortak işaret ettiği uygun gecikme uzunluğudur. Bu sebeple Toda-Yamamoto nedensellik analizinde  $m$  değeri 1 olarak alınmıştır.

Hipotezler	Gecikme uzunluğu $m=1, d_{max}=1$	$X^2$ İstatistiği	Olasılık Değeri
İhracat→Arge	2	0.781386	0.3767
İhracat→Patent	2	0.163332	0.6861
Arge→İhracat	2	4.159522	0.0414*
Patent→İhracat	2	0.012113	0.9124

**Görsel 13.** Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Toda-Yamamoto nedensellik analizinde  $H_0$  temel hipotezi değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin bulunmadığını belirtirken,  $H_1$  alternatif hipotezi ise nedensellik ilişkisinin olduğunu belirtmektedir. Tablo 10’da sergilenen bulgular, Ar-Ge harcamalarından İhracata doğru nedensel ilişkinin bulunmadığını ifade eden  $H_0$  hipotezini %5 anlamlılık seviyesinde reddetmektedir. Ulaşılan

test sonuçları sadece Ar-Ge harcamalarından yüksek teknoloji mal ve hizmet ihracatı yönüne doğru tek taraflı bir nedensellik ilişkisinin olduğuna işaret etmektedir.

## Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada, Türkiye ekonomisinde 1990-2018 dönemindeki veriler kullanılarak, yüksek teknolojik ürün ihracatı ile Ar-Ge harcamaları ve patent başvuru sayıları arasındaki uzun dönemli ilişki ile değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi iki farklı ekonometrik yöntem kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada, uzun dönem ilişkisini incelemek için ARDL Sınır Testi yaklaşımı ve değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini incelemek için ise Toda-Yamamoto nedensellik analizi uygulanmıştır. İncelenen dönemde uygulanan ARDL sınır testi analizi değişkenler arasındaki uzun dönem pozitif eşbütünlüşme ilişkisinin varlığını ortaya koymuştur. Ulaşılan sonuçlar, Ar-Ge harcamaları ve patent başvuru sayılarının, yüksek teknolojik ürün ihracatı üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Yine, ARDL analizinden elde edilen sonuçlara göre, Ar-Ge harcamalarında oluşacak %1'lik bir artış, yüksek teknolojik ürün ihracatını yaklaşık %0,59 ve patent başvurularında yaşanacak %1'lik bir artış ise yüksek teknolojik ürün ihracatını %0,21 oranında artıracaktır. Bu sonuçlar Ar-Ge faaliyetlerinin patent başvuru sayılarına göre Türkiye'nin yüksek teknolojik ürün ihracatı üzerinde daha etkili olduğunu göstermektedir. Yapılan, Toda-Yamamoto nedensellik analizine göre ise Ar-Ge harcamalarından, yüksek teknolojik ürün ihracatına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu sonuca göre Türkiye'de yapılan Ar-Ge faaliyetleri yüksek teknolojik ürün ihracatının artmasına kaynak oluşturmaktadır. Çalışmada patent başvuru sayısı ile yüksek teknolojik ürün ihracatı arasında nedensellik ilişkisine ise rastlanılmamıştır. Bu sonuç Türkiye'de yapılan patent başvurularının çoğunun yüksek teknoloji içermediğine işaret etmektedir. 1980'li yıllardan günümüze kadar olan süreçte birçok ülke yüksek katma değerli ürünlerle yakından ilgili olan ihracata dayalı büyüme stratejilerini benimsemiştir. Literatürdeki birçok çalışma, yüksek teknolojik ihracatın ekonomik büyüme üzerinde oldukça etkili olduğunu ve inovasyonun yüksek teknoloji ihracatını belirleyen unsurların başında geldiğini söylemektedir. Bu çalışmanın sonuçları da literatürü destekler nitelikte olup, yüksek teknolojik ürün ihracatı ve inovasyon faaliyetleri arasında önemli bir bağlantının olduğunu doğrulamaktadır.

Sonuç olarak Ar-Ge harcamaları yüksek teknolojik ürün ihracatını patent başvuru sayısına göre daha büyük boyutlarda artırmaktadır. Türkiye ekonomisinde Ar-Ge harcamalarının GSYH'deki payı 1990 yılında 0.236 iken bu oran 2018 yılında 0,96'ya yükselmiştir. Dolayısıyla, Türkiye'de Ar-Ge faaliyetlerine yapılan harcamaların yıllar içerisinde artan bir trende sahip olduğu görülmektedir. Ancak, bu artış hızının diğer ülkelere kıyasla düşük olduğu da görülmektedir. Ar-Ge harcamalarının yüksek teknolojik ürün ihracatında etkili olduğu sonucu dikkate alındığında, Türkiye gibi kronik dış ticaret açığı veren ülkelerin Ar-Ge faaliyetlerine daha fazla kaynak ayırmaları gerektiği sonucuna ulaşılabilmektedir. Ayrıca, elde edilen sonuçlar Türkiye'de ihracatın artırılması ve cari dengenin olumlu etkilenmesi hedefleri için Ar-Ge faaliyetlerinin artırılmasının gerekliliğini politika yapıcılara göstermektedir. Çalışmada ulaşılan sonuçlara göre Ar-Ge ve patent faaliyetlerini ihracatı dolayısıyla da hasıla düzeyi ve refahı arttırmaktadır. Bu açıdan politika yapıcılara bu alanda yapılan kısıtlayıcı politikalar konusunda dikkatli olunması ve inovasyon aktivitelerini desteklemeleri tavsiye edilmektedir.

## Yazar Katkıları

Nurbay Sey %50, Bayram Aydın %50

## Kaynakça

- Akel, V. & Gazel, S. (2014). Döviz Kurları İle Bıst Sanayi Endeksi Arasındaki Eşbütünlüşme İlişkisi: Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 44, 23-41.
- Alper, F. Ö. & Alper, A. E. (2017). Karbondioksit Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi İlişkisi: Türkiye İçin Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. Sosyoekonomi 25, no 33, 145-156.
- Becker, S., & Whisler, T. (1967). The innovative organization: A selective view of current theory and research. The Journal of Business, 40(4), 462-469.
- Blind, K., & Jungmittag, A. (2005). Trade and the impact of innovations and standards: the case of Germany and the UK. Applied Economics, 37, 1385-1398.



- Boermans, M. A., & Roelfsema, H. (2015). The Effects of Internationalization on Innovation: Firm-Level Evidence for Transition Economies. *Open Economics Review*, 26, 333-350.
- Bojnec, Š., & Fertő, I. (2011). Impacts of research and development on manufacturing trade. Original scientific paper, 29(1), s. 65-88.
- Bozkurt, K. (2008). Türk İmalat Sanayisinde Teknolojik Gelişme ve İhracat Performansı. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 45(522), 91-103.
- Braunerhjelm, P., & Thulin, P. (2007). Can Countries Create Comparative Advantages? R&D-expenditures, high-tech exports and country size in 19 OECD-countries, 1981–1999. Working Paper 61, 95-111.
- Çetin, R. (2016). Yeni Sanayileşen Ülkelerde Ar-Ge Harcamaları ve Yüksek Teknoloji Ürünü İhracatı Arasındaki İlişkinin Panel Veri Analizi Yöntemi İle İncelenmesi. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 66, 30-43.
- Dereli, D. D. (2019). The Relationship Between High-Technology Exports, Patent And Economic Growth In Turkey. *Journal of Business, Economics and Finance*, 8(3), 173-180.
- Dünya Bankası. (2019). High-technology exports (current US\$). Ağustos 22, 2020 tarihinde <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.CD> adresinden alındı
- Durmaz, A. & Yıldız, Ü. (2020). The Impact Of Innovation In The Process Of High Technology Exports: An Analysis On Brics Countries. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 193-202.
- Fagerberg, J. (1995). Is there a Large-Country Advantage in High-Tech? Working Papers 526, 1-39.
- Gazel, S. (2017). Bist Sınai Endeksi İle Çeşitli Metaller Arasındaki İlişki: Toda-Yamamoto Nedensellik Testi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi* 52, 287-299.
- Göçer, İ. (2013). Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı, Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri. *Maliye Dergisi*, 165, 215-240.
- Gujarati, Damodar N. & Dawn C. Porter. (2012). *Basic Econometrics*. (Çev. Ü. Şeneşen ve G. Günlük Şeneşen), İstanbul: Literatür Yayınları.
- Ivus, O. (2010). Do Stronger Patent Rights Raise High-Tech Exports to the Developing World?, *Journal of International Economics*, 81(1), 38-47.
- Kılıç, C., Bayar, Y., & Özekicioğlu, H. (2014). Araştırma Geliştirme Harcamalarının Yüksek Teknoloji Ürün İhracatı Üzerindeki Etkisi: G-8 Ülkeleri İçin Bir Panel Veri Analiz. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 44, 115-130.
- L. Soete. (1981). A General Test of Technological Gap Trade Theory. *Review of World Economics*, 117(4), 638–660.
- Landesmann, M., & Pfaffermayr, M. (1997). Technological Competition and Trade Performance. *Applied Economics*, 29(2), 179-196.
- Meral, Y. (2019). High technology export and high technology export impact on growth. *Bussecon Review of Finance & Banking*, 1(1), 26-31.
- Pamuk, M. & Bektaş, H. (2014). Türkiye’de Eğitim Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi* 2 (2), 77-90.
- Rafiquzzaman, M. (2002). The Impact of Patent Rights on International Trade: Evidence from Canada. *The Canadian Journal of Economics*, 35(2), 307-330.
- Rothman, J., Erlich, J., & Teresa, J. (1976). Promoting innovation and change in organizations and communities: A planning manual. 147-149.
- Sandu, S., & Ciocanel, B. (2014). Impact of R&D and Innovation on high - tech export. *Procedia Economics and Finance*, 15, 80-90.
- Smith, V., Madsen, E., & Hansen, M. (2002). Do R&D investments affect export performance?, University of Copenhagen, 1-16.
- Toda, H. Y. & Yamamoto, T. (1995). Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*, 66, 225-250.
- Trading Economics. (2019). Research And Development Expenditure (% Of GDP) By Country. Ağustos

22, 2020 tarihinde <https://tradingeconomics.com/country-list/research-and-development-expenditure-percent-of-gdp-wb-data.html> adresinden alındı.

Udwadia, F. (1990). Creativity and innovation in organizations: Two models and managerial implications. *Technological Forecasting and Social Change*, 38(1), 65-80.

Yıldırım, C. (2016). Patent Başvurusu ve İhracat Arasındaki İlişki: Panel Veri Analizi. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(13), 226-249.

Yıldırım, E., & Kesikoğlu, F. (2012). Ar-Ge Harcamaları İle İhracat Arasındaki Nedensellik İlişkileri: Türkiye Örneğinde Panale Nedensellik Testi Kanıtları. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 32(1), 165-180.

## Extended Abstract

*As a result of globalization, the increase in technology and knowledge, the most important factor that determines the development level of countries has been the production of technological products and the export of these products. In this sense, this study analyzed the impact of innovation on Turkey's high-tech exports. The accepted variables at the point of measuring innovation in the literature are the number of patent applications and R&D expenditures. Innovation is the program, technique or method that is considered new in an organization. A patent is the official document showing who has the right to implement an invention. R&D expenditures are systematic investments made to increase knowledge and to design new applications. As can be understood from the definitions, R&D expenditures and patent numbers, which are the independent variables used in the model, represent innovation.*

*The export of high-tech products is of great importance for countries to show their development levels. Because the production of high technology products requires both good infrastructure investments and a high level of knowledge. In this sense, in order to have a stable economy in the long run, countries should increase their high technology investments and have a good market share in the export of these products. In this study, the causality and the long term relationships between exports of high-tech goods, research and development expenditures and patent application numbers using the specific data from Turkey of the 1990-2018 period. In the study, the ARDL Boundary Test approach was applied to examine the long-term relationship, and the Toda-Yamamoto causality analysis was applied to examine the causality relationship between the variables. The analysis of the ARDL Boundary Test applied during the examined period revealed the existence of a long-term positive co-congruence relationship between variables. The results show that research and development expenditures and the number of patents have a meaningful and positive impact on high-tech exports of goods. As a result of the results obtained from ARDL analysis, it can be clearly inferred that a 1% increase in research and development expenditures will increase exports of high-tech goods by about 0.59% and a 1% increase in patent applications will increase exports of high-tech goods by 0.21%. These results show that Turkey's research and development activities on high-tech exports of goods have more effective results than patent applications. The test results obtained in Toda-Yamamoto causality analysis indicate that there is a unidirectional causality relationship from research and development expenditures to high-tech exports of goods. Research and development activities in Turkey are a source of increasing high-tech exports of goods. However, there is no significant causal relationship between the number of patent applications and the export of high-tech goods. This significant result indicates that most patent applications in Turkey do not contain high technology.*

*In the literature, research and development expenditures are expected to affect high-tech exports of goods, with a longer delay than a patent application. While research and development expenditures affect exports of high-tech goods on a longer-delayed basis than patent concessions received, expenditures increase exports of high-tech goods on a larger scale. The share of research and development expenditures in the Gross Domestic Production of Turkish economy, which was 0.236 in 1990, is 0.96 in 2018. Although spending on research and development activities in Turkey has increased over the years, this amount is quite low. Considering the export-enhancing effect of research and development expenditures as a result of the findings obtained in the study, it is important to devote more resources to research and development activities for countries with chronic foreign trade deficits such as Turkey as it will contribute greatly to their economies.*