

Erken Görünüm

Journal Pre-proof

Arge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı Üzerindeki Etkisi: AB 27 Ülkeleri İçin Panel Veri Analizi

Kutay ŞENEL

KOSGEB Giresun Müdürlüğü, GİRESUN

e-posta: kutay.senel@kosgeb.gov.tr, ORCID: 0000-0002-6635-6275

Cem KALAYCI

KOSGEB Ordu Müdürlüğü, GİRESUN.

e-posta: cem.kalayci@kosgeb.gov.tr, ORCID: 0000-0002-5547-9229

DOI: 10.30794/pausbed.1542798

Dergi adı: Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi

Journal Name: Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute

Gönderilme tarihi/Received: 03.09.2024

Kabul tarihi/Accepted: 24.03.2025

Bu makaleyi şu şekilde alıntılaysın: Şenel, K., Kalaycı, C. (2025). "Arge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı Üzerindeki Etkisi: AB 27 Ülkeleri İçin Panel Veri Analizi", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, sayı 69, ss. xx-xxx.

To cite this article: Şenel, K., Kalaycı, C. (2025). "The Impact of R&D Expenditures on Exports of High-Tech Products: Panel Data Analysis For EU-27 Countries", *Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute*, issue 69, pp. xx-xxx.

This is a PDF file of an article that has undergone enhancements after acceptance, such as the addition of a cover page and metadata, and formatting for readability, but it is not yet the definitive version of record. This version will undergo additional copyediting, typesetting and review before it is published in its final form, but we are providing this version to give early visibility of the article. Please note that, during the production process, errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Bu, kabulden sonra kapak sayfası ve üst veri ekleme, okunabilirlik için biçimlendirme gibi geliştirmelere tabi tutulan bir makalenin PDF dosyasıdır, ancak henüz dosyanın kesin sürümü değildir. Bu sürüm, son haliyle yayınlanmadan önce ek dosya düzenleme, dizgi ve incelemeyi geçecektir, ancak makalenin erken görünürlüğünü sağlamak için bu sürümü sağlıyoruz. Üretim sürecinde içeriği etkileyebilecek hataların keşfedilebileceğini ve dergi için geçerli olan tüm yasal uyarıların geçerli olduğunu lütfen unutmayın.



ARGE HARCAMALARININ YÜKSEK TEKNOLOJİLİ ÜRÜN İHRACATI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: AB 27 ÜLKELERİ İÇİN PANEL VERİ ANALİZİ

Öz

Avrupa Birliği'nde Ar-Ge yatırımlarının ekonomik büyümeye ve yenilikçi üretime katkısı giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Çalışmanın amacı, Avrupa Birliği'nin Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ürünü ihracatı üzerindeki etkisini ortaya koymaktır. Avrupa Birliği'ne üye 27 ülke kapsamında yapılan bu çalışmada 2007-2020 dönemi için yıllık veriler kullanılarak panel veri analizi yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada ikincil veri toplama yöntemine başvurulmuş olup modellerde kullanılan değişkenler Dünya Bankası'nın resmi sitesinden elde edilmiştir. Çalışma özgünlüğünü güncel yıllarda yapılmış olması ve Avrupa Birliği ülkelerinin tümünü dahil ederek panel veri analizi yapılması oluşturmaktadır. Bulgulara göre, bağımsız değişken olarak kullanılan Ar-Ge harcamaları ile yüksek teknoloji ürünü ihracatı arasında kurulan modelde olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu durumda, Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ürünü ihracatını artırmada etkili olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: *Ar-Ge Harcamaları, Yüksek Teknoloji İhracatı, Panel Veri Analizi.*

Jel Sınıflandırması: *C33, E60, H50, L60*

THE IMPACT OF R&D EXPENDITURES ON EXPORTS OF HIGH-TECH PRODUCTS: PANEL DATA ANALYSIS FOR EU 27 COUNTRIES

Abstract

In the European Union, the contribution of R&D investments to economic growth and innovative production is becoming increasingly important. The aim of this study is to reveal the impact of the European Union's R&D expenditures on exports of high-tech products. In this study conducted within the scope of 27 member countries of the European Union, panel data analysis method was applied using annual data for the period 2007-2020. Secondary data collection method was used in the study and the variables used in the models were obtained from the official website of the World Bank. The uniqueness of the study lies in the fact that it was conducted in recent years and panel data analysis was conducted by including all European Union countries. According to the findings, a positive and statistically significant relationship was found in the model between R&D expenditures used as an independent variable and exports of high-tech products. In this case, it can be said that R&D expenditures are effective in increasing exports of high-tech products.

Keywords: *R&D Expenditures, High Technology Exports, Panel Data Analysis.*

Jel Classification: *C33, E60, H50, L60*

1.GİRİŞ

OECD Frascati Kılavuzuna göre araştırma ve deneysel geliştirme (Ar-Ge), insanlık, kültür ve toplum hakkındaki bilgiler de dahil olmak üzere bilgi birikimini artırmak ve mevcut bilginin yeni uygulamalarını geliştirmek amacıyla yürütülen yaratıcı ve sistematik çalışmalardan oluşmaktadır. Bu doğrultuda Ar-ge faaliyetleri, belirli veya genel hedeflere ulaşmayı amaçlayabilmekle birlikte bir faaliyetin Ar-Ge olarak kabul edilebilmesi için yenilikçi, yaratıcı, belirsizlik içeren, sistematik ve aktarılabilir/tekrarlanabilir olması kriterlerini karşılaması gerekmektedir (OECD, 2015:44- 45).

Ar-Ge çalışmalarına dayalı yenilikçi ürünler, ülkelerin rekabet gücünü artırmada önemli bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla bir ülkenin Ar-Ge altyapısına yaptığı yatırımlar, yüksek teknoloji ihracatını yönlendiren temel unsurlar arasında yer almaktadır. Bu doğrultuda ihracat teşvikine yönelik uygulanan politikalar da ülke ekonomisine en yüksek katma değeri sağlayan yüksek teknoloji ihracatını destekleyecek şekilde düzenlenmektedir.

Bu çalışma ile Ar-Ge harcamaları ile yüksek teknoloji ürün ihracatı arasındaki ilişkinin Avrupa Birliği ülkelerinde ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda Avrupa Birliği'ne üye 27 ülkeye ilişkin 2007-2020 dönemine ait yüksek teknoloji ürün ihracatı (tüm imalat ihracatı %'si) ve Ar-Ge harcamaları (GSYH % si) yıllık verileri panel veri analizi ile incelenmektedir. Çalışmanın hipotezi Ar-ge harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatı üzerindeki etkisi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olmasıdır. Çalışmada öncelikle teorik çerçeveden sonra Avrupa Birliği'nin yüksek teknoloji ürün ihracatı ile ilgili durumu ortaya konulmuştur. Daha sonra literatürdeki ampirik çalışmalardan bahsedilerek, ekonometrik yöntem, veri seti, bulgular ile sonuç kısmına yer verilmiştir.

2. ARGE HARCAMALARI VE YÜKSEK TEKNOLOJİLİ ÜRÜN İHRACATI: TEORİK ÇERÇEVE

İşletmelerin ar-ge düzeyleri, doğrudan veya tamamlayıcı faktörler aracılığıyla işleyen çeşitli piyasa başarısızlıklarından etkilenebilmektedir. Çünkü bilgi, tüketimde dışlanamazlık ve kullanımında kısıtlanamazlık gibi bazı kamu malları özelliklerini taşımaktadır. Bilginin geliştirilmesi, uygulanması ve ticarileştirilmesi sürecindeki yüksek belirsizlik de bilgi asimetrilerine yol açabilmektedir. Bu doğrultuda bir sistem içindeki aktörler arasında ciddi koordinasyon eksiklikleri olabilmekle birlikte işletmelerin yetkinlik kazanması için gerekli olan teknik beceriler veya iş geliştirme hizmetleri gibi temel girdiler de pazarda eksik olabilir veya yeterince gelişmemiş olabilir (Cirera vd., 2020: 32). Ayrıca serbest rekabet ortamında Ar-Ge faaliyetlerinin finansmanındaki zorluklar da işletmelerin Ar-Ge harcamalarının toplumsal açıdan optimal seviyenin altında kalmasına neden olmaktadır. Bu doğrultuda devletlerin piyasa başarısızlıklarına müdahale etmek için teknoloji politikasında en yaygın kullandığı araçlardan biri kamu teşvikleridir (Hall, 2002:36).

Ülkelerin Ar-Ge için doğrudan ve dolaylı destek arasındaki seçimi, gelir seviyesi ve Ar-Ge'yi destekleme konusundaki hedefleri gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Doğrudan teşvikler, işletmeler arasında yeniliği teşvik etmek, belirli teknolojilerde özel Ar-Ge'yi artırmak veya araştırma kurumları ile özel işletmeler arasındaki işbirliğini iyileştirmek gibi belirli hedeflere sahip özel Ar-Ge yatırımlarını sübvans etmek için verilen hibe ve kredileri içermektedir. Dolaylı teşvikler ise çoğunlukla mevcut vergi sistemi aracılığıyla Ar-Ge'ye yatırım yapan işletmeler için verilen vergi teşvikleri olarak uygulanmaktadır (Choi, 2022: 205). Bu kapsamda vergi teşvikleri, hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ekonomilerdeki devletlerin Ar-Ge'ye özel yatırımı teşvik etmek için kullandıkları en popüler araçlar arasında yer almaktadır (Word Bank,2024:57).

Ar-Ge'ye daha fazla yatırım yaparak destek veren ülkeler daha yüksek ekonomik büyüme seviyelerine sahip olmaktadır. Bu doğrultuda büyüme modellerinin öncüsü olan Solow'un (1956) modeli uzun zaman kabul görmüş ve teknolojik gelişmenin dışsal olduğunu savunmuştur. 1980 yılından sonra bu modelin mevcut durumu açıklamaya yetmez oluşu, Romer (1986) ve Lucas'ın (1988) teknolojik gelişmenin içsel olduğunu kabul eden çalışmalarıyla büyüme literatürüne farklı bir yol çizmiştir.

İçsel büyüme teorilerinin lokomotifi Ar-Ge çalışmalarıyla elde edilen teknoloji ve yeniliklerdir. Romer (1987, 1990), Grossman ve Helpman (1991, 1994) Ar-Ge tabanlı büyüme modellerine eksik rekabet varsayımını dahil ederek sonraki çalışmalara öncülük etmişlerdir. Ülkelerin büyümesinde Ar-Ge faaliyetlerinin önemini ilk vurgulayan kişi olarak literatürde önemli bir yer tutan Schumpeter'in (1970) yenilik, teknolojik araştırma ve geliştirme faaliyetlerini itici güç olarak kabul eden kavramsal çerçevesi bu çalışmalar ile derinleşmiştir.

3. AVRUPA BİRLİĞİ'NİN YÜKSEK TEKNOLOJİLİ ÜRÜN İHRACATI

Yüksek teknoloji ürün imalatının çerçevesi son yıllarda değişmiştir. Daha önceki yıllarda savunma sanayi, kimya, havacılık, bilişim vb. ile ilgili alanlar yüksek teknoloji kabul edilip incelenirken, bilim ve teknikteki hızlı dönüşümle beraber özellikle mekatronik, yazılım, biyoteknoloji, biyoenerji, telekomünikasyon, uzay vb. getirisi oldukça yüksek alanlar imalata dahil olmuştur. Bu dönüşümle imalat alanının teknolojisi (düşük, orta, yüksek) önem kazanmış, ülkeler için imalatın tekniğindeki yeni keşiflerle birlikte imalatın türü ve bilinen imal teknikleri de oldukça farklılaşmıştır. Ayrıca kamu üniversite sanayi işbirliği entegrasyonunu gelişmesiyle birlikte araştırma

geliştirme çalışmalarının direkt üretime dönüştürebilmesi hızla gerçekleşmektedir (Breschi vd., 2019). Bu doğrultuda Avrupa Birliği'nin yüksek teknoloji ürünleri, Standart Uluslararası Ticaret Sınıflandırmasına göre Havacılık ve uzay, bilgisayar ve ofis makineleri, elektronik-telekomünikasyon, eczacılık, bilimsel aletler, elektrikli makineler, kimya, elektrikli olmayan makineler ve silahlanma olmak üzere dokuz gruba ayrılmaktadır (Eurostat, 2023).

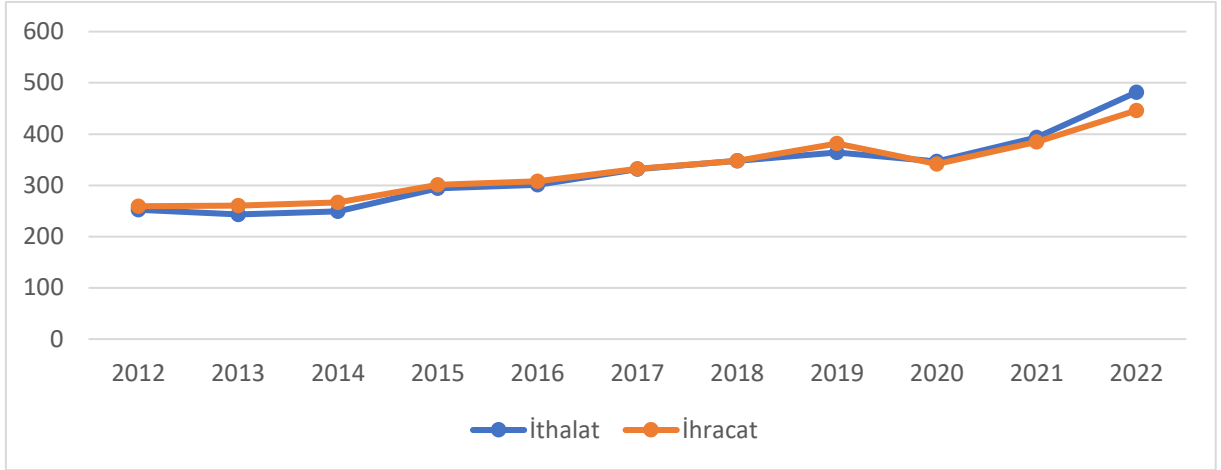
2020 yılında AB'de yüksek teknoloji imalat sektöründe 42848 işletme bulunmaktadır. Bu sayı AB'deki toplam işletme sayısının % 0,2'sini temsil etmektedir. Yüksek teknoloji üreticileri en çok Almanya (9798), İtalya (5459) ve Polonya'da (4314) bulunmaktadır. Bu üretici işletmeler Almanya (211 milyar Avro), Fransa (147 milyar Avro) ve İtalya'da (56 milyar Avro) en yüksek ciroya ve Almanya (73 milyar Avro), Fransa (39 milyar Avro) ve İtalya'da (21 milyar Avro) en yüksek katma değere sahiptirler. Toplam iş nüfusuna oranla, yüksek teknoloji üreticilerinin payı Almanya (% 0,4), Çekya, Danimarka, Hırvatistan, Slovenya ve Finlandiya'da (tümü % 0,3) en yüksektir. Toplam iş nüfusu içindeki ciroya oranla, yüksek teknoloji üreticilerinin payı Macaristan (% 5,8), Finlandiya (% 5,4) ve Fransa'da (% 4) en yüksektir. Toplam iş nüfusu içindeki katma değere oranla, yüksek teknoloji üreticilerinin payı Belçika (% 6,9), Macaristan (% 5,5), Fransa ve Finlandiya'da (her ikisi de % 4) en yüksektir (Eurostat, 2023).

Avrupa Birliği, 2022 yılında birlik dışı ülkelere 482 milyar Avro değerinde yüksek teknoloji ürünü ithal etmiş, yine birlik dışı ülkelere 446 milyar Avro'luk yüksek teknoloji ürünü ihraç etmiştir. Yapılan bu ithalatın yarısı Çin (183 milyar Avro, % 38) ve ABD'den (91 milyar Avro, % 19) gelmiş, diğer en büyük ortaklar ise İsviçre (30 milyar Avro, % 6), Tayvan (23 milyar Avro, % 5) ve Birleşik Krallık ve Vietnam'dır (sırasıyla 20 ve 18 milyar Avro, her biri % 4). AB dışı ülkelere ithal edilen yüksek teknoloji ürünlerinin en önemli kategorisi ise 202 milyar Avro ile elektronik-telekomünikasyondur (Eurostat, 2023).

Yüksek teknoloji ithalatında ilk altı sırada Vietnam, Tayvan, Çin, İsviçre, Amerika Birleşik Devletleri ve Birleşik Krallık bulunmaktadır. Bu ülkelere üçü için en büyük ithalat kategorisi elektronik-telekomünikasyon olmuştur: Vietnam (Vietnam'dan yapılan yüksek teknoloji ithalatının % 74'ü; 13 milyar Avro), Tayvan (16 milyar Avro, % 69) ve Çin (101 milyar Avro, % 55). İsviçre için en büyük kategori eczacılıktır (İsviçre'den yapılan yüksek teknoloji ithalatının %68'i; 20 milyar Avro). Amerika Birleşik Devletleri (32 milyar Avro, % 35) ve Birleşik Krallık (6 milyar Avro, % 28) için bu kategori havacılık ve uzay olmuştur (Eurostat, 2023).

AB dışındaki ülkelere yapılan yüksek teknoloji ihracatında, 2022 yılında ABD en büyük ticaret ortağı olurken (118 milyar Avro, % 26), Çin ikinci sırada yer almıştır (53 milyar Avro, % 12). Bu ülkeleri Birleşik Krallık (42 milyar Avro, % 9), İsviçre (28 milyar Avro, % 6), Japonya (19 milyar Avro, % 4) ve Türkiye (12 milyar Avro, % 3) takip etmiştir. AB dışı ülkelere ihraç edilen yüksek teknoloji ürünlerinin en önemli kategorisi eczacılıktır (145 milyar Avro). Eczacılık, en büyük altı yüksek teknoloji ihracat ortağından üçü için en büyük ihracat kategorisidir. Buradaki ülkeler sırasıyla, Japonya (Japonya'ya yapılan yüksek teknoloji ihracatının %56'sı; 11 milyar Avro), İsviçre (14 milyar Avro, % 50) ve Amerika Birleşik Devletleri'dir. (57 milyar Avro, % 49). Çin (Çin'e yapılan yüksek teknoloji ihracatının %38'i; 20 milyar Avro) ve Birleşik Krallık (10 milyar Avro, % 24) için en büyük kategori elektronik-telekomünikasyondur. Türkiye için ise havacılık ve uzaydır (5 milyar Avro, % 38). Avrupa Birliği'nin yedi kategori içinde en fazla ihracat yaptığı ülke Amerika Birleşik Devletleri'dir. Elektronik-telekomünikasyon (Çin) ve bilgisayar ve ofis makineleri (Birleşik Krallık) için farklı en iyi ortaklar olarak kayıtlara geçmiştir (Eurostat, 2023).

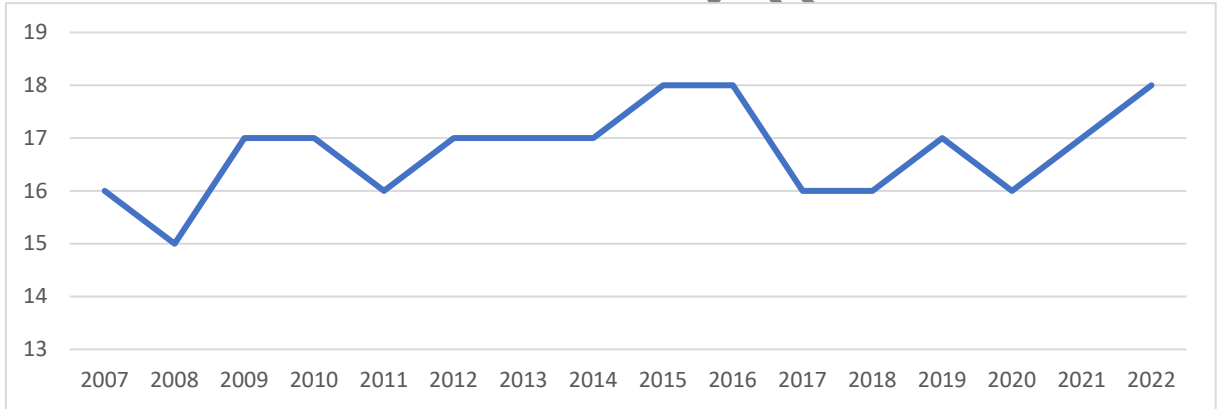
Yüksek teknoloji ürünleri ihracatında 2022 yılında en büyük kategori 145 milyar Avro ile eczacılık sektörüdür. Bu sektör aynı zamanda 2012 ve 2022 yılları arasında en yüksek yıllık ortalama büyüme oranına (% 13) sahip sektör olurken, onu silahlanma (% 9,6) takip etmektedir. Sadece elektrikli olmayan makinelerde (% -1,1) ihracat azalırken, diğer sektörlerin tümü % 5'in altında büyümüştür (Eurostat, 2023). Şekil 1'de AB'nin yüksek teknoloji ürün ticareti yer almaktadır.



Şekil 1: AB Yüksek Teknoloji Ürün Ticareti, 2012-2022 (Milyar Dolar)

Kaynak: Eurostat Database, 2024.

Şekil 1'e göre 2020 yılına kadar dış ticaret dengesi fazla veriyor iken sonrasında yüksek teknoloji ürün grubu ithalatı ihracatı aşmıştır. Bu dönemin COVID-19 salgınına denk gelmesi, pandeminin küresel ticaretteki dengeleri önemli ölçüde değiştirdiğini göstermektedir. Avrupa Birliği'ndeki yüksek teknoloji imal edilen ürünlerin toplam imalat içerisindeki payı Şekil 2'de yer almaktadır.



Şekil 2: Avrupa Birliği Yüksek Teknoloji Ürün İhracatı (İmalat ihracatı %) 2007-2022

Kaynak: Worldbank Database ,2024.

Şekil 2'ye göre Avrupa Birliği'ndeki yüksek teknoloji imal edilen ürünlerin toplam imalat içerisindeki payı 2007-2022 yılları arasında %15 – 18 arasında dalgalanmaktadır. Bu kapsamda Avrupa Birliği'nin yüksek teknoloji üretiminde rekabetçiliğini koruduğu, ancak kayda değer bir ilerleme kaydetmediği söylenebilir.

4. AMPİRİK LİTERATÜR

Literatürde içsel büyüme teorileri çok çeşitli şekilde yer almakla birlikte temel olarak iki modelde incelenmektedir. Bu modellerden ilki taşma-yayılma (spillover) modelleri, ikincisi ise Ar-Ge modelleridir. Çalışmanın konusunu içeren Ar-Ge modellerine öncülük eden çalışmalar Romer (1987), Grossman ve Helpman'ın (1991 ve 1994) çalışmalarıdır. Bu modellerde eksik rekabetin modele dahil edilmesiyle, model bir adım ileri taşınmaktadır. Schumpeter'in 1942 yılında kavramsal çerçevesini oluşturduğu ve ekonomik değişimin motoru olarak tanımladığı teknolojik araştırma, geliştirme ve yenilik olgusu, sonrasında yapılan çalışmalara da öncülük etmektedir. Bu kapsamda Schumpeter Ar-Ge'yi yeni fikir ve tasarımları ortaya çıkarırken beşeri sermayeyi kullanan bir sektör olarak ifade etmektedir (Schumpeter, 1942). Literatürde yer alan bu öncü çalışmalar sonrasında Ar-Ge ve yüksek teknoloji ürün ihracatıyla ilgili çok geniş bir yazın ortaya çıkmıştır. Tablo 1'de ARGE harcamaları ile yüksek teknoloji ürün ihracatı ilişkisine yönelik yapılan ampirik çalışmaların özeti yer almaktadır.

Tablo 1: Ampirik Literatür Özeti

Yazar	Yöntem	Veri Kapsamı	Bulgu(lar)
Fagerberg (1995)	Yatay kesit analizi	19 OECD ülkesinin 1969, 1973, 1979 ve 1983 verileri	Teknolojik ürün ihracatı Ar-Ge harcamalarıyla artmaktadır.
Anoruo ve DiPietro (2006)	Panel veri analizi	59 ülkenin yaratıcılık, yenilikçilik, teknoloji, teknoloji transferi ve iş kurma endeksleri	Ülkenin yaratıcılığının, yenilikçiliğinin, teknoloji durumunun, diğer ülkelerden teknolojik transfer miktarının ve iş kurma derecesinin, bir ülkenin ihracat değeri ile pozitif ilişkilidir.
Srholec (2007)	Veri analizi, sınıflandırma incelemesi, karşılaştırmalı analiz	Gelişmekte olan ülkelerin yüksek teknoloji ürün ihracatı ve teknolojik atılım verileri	Gelişmekte olan ülkelerde yapılan yüksek teknoloji ihracatındaki artışın kısmen gerçek teknolojik ilerlemenin göstergesi olmakla birlikte, istatistiksel faktörlerden de etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır.
Braunerhjelm ve Thulin (2008)	Panel veri analizi	1981-1999 yılları arasında 19 OECD üyesi ülkenin Ar-Ge harcamaları ve yüksek teknoloji ihracatına ilişkin veriler	Ar-Ge harcamalarında yapılacak yüzde 1'lik bir artışın, yüksek teknoloji ihracatı üzerinde yüzde 3'lük bir artış sağladığı ancak pazar büyüklüğünün istatistiki açıdan anlamlı bir etki yaratmadığı sonucuna ulaşılmıştır.
Falk (2009)	Panel veri analizi (sistem GMM yöntemi)	1980-2004 yılları arasında 22 OECD ülkesine ait yüksek teknoloji ihracatı ve ekonomik büyüme oranları verileri	İşletme Ar-Ge yoğunluğu ve yüksek teknoloji ihracatının, çalışma çağındaki nüfus başına GSYH ile önemli ölçüde olumlu bir ilişkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.
Özer ve Çiftçi (2009)	Panel veri analizi	1990-2005 yılları arasında OECD üyesi 30 ülkenin GSYH içindeki Ar-Ge harcamaları oranı, yüksek teknoloji ihracatı, mal ihracatı, bilgi ve iletişim teknolojileri ihracatı verileri	OECD ülkeleri içerisinde Ar-Ge harcamalarıyla ihracat arasında olumlu ve güçlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.
Tebaldi (2011)	Panel veri analizi	Yüksek teknoloji ihracatının belirleyicileri olarak beşeri sermaye, doğrudan yabancı yatırımlar ve uluslararası ticarete açıklık verileri (1980-2008 yılları arasındaki veriler)	Bir ülkede yer alan kurumların beşeri sermaye ve doğrudan yabancı yatırım girişleri gibi yakın faktörler üzerindeki etkileri yoluyla yüksek teknoloji ihracatını dolaylı olarak etkileyebildiğini göstermektedir.

Tablo 1: Devamı

Yazar	Yöntem	Veri Kapsamı	Bulgu(lar)
Şahbaz vd. (2014)	Panel nedensellik analizi	1996-2011 yılları arasında Türkiye ve 17 AB ülkesinin ileri teknoloji mal ihracatı ile Ar-Ge harcamaları verileri	Granger nedensellik analizi yöntemiyle ileri teknoloji mal ihracatı ve Ar-Ge harcamaları arasında çift yönlü nedensellik tespit edilmiştir.
Özkan ve Yılmaz (2017)	Panel veri analizi	Avrupa Birliği'ne üye 12 ülke ile Türkiye'nin 1996-2015 yılları arasındaki GSYH, Ar-Ge harcamaları, Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı verileri	Ar-Ge harcamalarının hem GSYH hem de Yüksek Teknolojili Ürün İhracatını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.
Konak (2018)	Veri analizi	Seçilmiş OECD ülkeleri ile Türkiye'nin 1992-2016 yılları arasındaki yüksek teknoloji ürün ihracatının gelişimi ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri	Türkiye'nin toplam ihracatı içinde yüksek teknoloji ürün ihracatının payı, 1999-2001 yılları haricinde %2'nin altında kalmıştır. 1999-2001 döneminde ise bu oran %4'e kadar yükselmiştir.
Durgun ve Çapık (2018)	Eş bütünleşme analizi ve hata düzeltme modeli	1993-2016 döneminde Türkiye'nin Ar-Ge, GSYH ve ileri teknoloji ihracatı verileri	Değişkenler arasında anılan dönemde uzun dönemli bir ilişki bulunmaktadır.
Şeker (2019)	Johansen ve Gregory-Hansen eşbütünleşme testleri, Granger Nedensellik Testi	Türkiye'nin 1989-2017 yılları arasındaki yüksek teknoloji ürün ihracatı, ECI skoru, yerli patent başvuruları ve brüt sabit sermaye yatırımları ile ilgili verileri.	Yerli patent başvuruları, ekonomik karmaşıklık endeksi, yüksek teknoloji ürün ihracatı ve sabit sermaye yatırımları arasında çift yönlü ve uzun vadeli bir nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir.
Akyol ve Demez (2020)	Panel veri analizi	2007-2017 yılları arasında 10 Avrupa Birliği ülkesi ve Türkiye'nin yüksek teknoloji ihracatı (LHTE) (bağımlı değişken) ve bağımsız değişkenler olarak kişi başına eğitim durumu, GSYH, insan kaynağı, yatırım özgürlüğü ve Ar-Ge harcamaları verileri	Bağımsız olarak belirlenen değişkenlerdeki artışların, yüksek teknoloji ürün ihracatını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.
Erdinç ve Aydınbaş (2020)	Panel veri analizi (Sabit ekiler, tesadüfi etkiler ve GMM modelleri)	2007-2018 dönemine ait seçilmiş 20 ülkenin bağımlı değişken olarak yüksek teknoloji ürünleri ihracatı; bağımsız değişkenler olarak bilim ve teknik dergi makale sayısı, GSYH ve patent başvuru sayısı	Yüksek teknoloji ürün ihracatı ile patent başvuru sayısı, GSYH ve bilim-teknik dergisindeki makale sayısı arasında anlamlı ve olumlu bir ilişki bulunmuştur.
Oğuz ve Sökmen (2020)	Panel veri analizi	31 OECD ülkesinin 1996-2016 yılları arasındaki yüksek teknoloji ürün ihracatı ve Ar-Ge harcaması verileri	Ar-Ge harcamalarıyla yüksek teknoloji ürün ihracatının olumlu şekilde etkilendiği sonucuna varılmıştır.
Aktaş (2022)	Panel eşbütünleşme analizi	E7 ülke grubunun 2010-2020 yılları arası verileri (Bağımlı değişken yüksek teknoloji ürün ihracatı/toplam ihracat, bağımsız değişken AR-GE Harcamaları/GSYH)	Bu çalışmada, araştırma geliştirme harcamalarının yüksek teknoloji tabanlı ürün ihracatını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Tablo 1'de yer alan ampirik literatür özeti yüksek teknoloji tabanlı ürün ihracatı ve araştırma geliştirme harcamalarıyla ilgili benzer yöntem kullanan çalışmalara odaklanarak yapılmıştır. Literatürdeki çalışmalar, ülkelerin araştırma geliştirmeye yaptıkları harcamaların yüksek teknoloji ürün ihracatını artırdığını göstermektedir.

5. VERİ SETİ VE YÖNTEM

Panel veri, birkaç zaman dilimi boyunca hane halkı, ülkeler, şirketler vb. üzerine yapılan yatay kesit gözlemlerinin birleştirilmesini ifade etmektedir. Bu, belirli sayıda hane halkı veya bireyin anket yoluyla incelenmesi ve zaman içinde takip edilmesiyle gerçekleştirilebilmektedir (Baltagi, 2005:1). Panel verilerin analizi, tahmin tekniklerinin ve teorik sonuçların geliştirilmesi için son derece zengin bir ortam sunmaktadır. Bu doğrultuda zaman serisi ve çapraz kesit verilerini bir arada kullanılarak, yalnızca çapraz kesit veya zaman serisi ortamlarında tek başına incelenemeyen sorunlar incelenebilmektedir (Greene, 2012: 384). Panel veri analizi birim ve zaman etkilerini içeren şekilde değişkenler içeren modeller üzerinden açıklandığında literatürde klasik, sabit ve tesadüfi etkiler modelleri geliştirilmiştir. Kurulan modeller arasında tercih yapılabilmesi için F ve Hausman testi kullanılmaktadır. F testi klasik regresyon modellerinin geçerliliğini test etmektedir. Hausman testi ise sabit ve tesadüfi etkiler arasında seçim yapmak için kullanılmaktadır (Allison 2005, 25). Modellerde heteroskedastisite, otokorelasyon ve birimler arası korelasyonun olması durumunda ise tahminler tutarsızdır. Bu durumda kullanılan dirençli tahminciler, problemlerin varlığı altında çeşitlenmektedir. Bu doğrultuda kurulan modellerde bu problemlerin varlığı sebebiyle Arellano, Froot ve Roger tesadüfi etkiler tahmincisi kullanılmıştır.

Çalışmada Avrupa Birliği ülkelerinin Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatı üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla yıllık veriler kullanılmıştır. Avrupa Birliği'ne üye olan 27 ülkenin 2007- 2020 dönemine ait verileri analize dahil edilmiştir. Analiz döneminin 2007 yılından başlama nedeni, yüksek teknoloji ürün ihracatı verilerinin 2007 yılından itibaren ulaşılabilir olmasıdır. Çalışmanın bağımsız değişkenini oluşturan araştırma ve geliştirme harcamaları (% GSYH) verileri ve bağımlı değişkeni oluşturan yüksek teknoloji ihracatı (% imalat ihracatı) verileri Dünya Bankası'nın (World Development Indicators-WDI) resmi sitesinden alınmış ve doğal logaritması alınarak analize dahil edilmiştir. Oluşturulan ekonometrik model aşağıda yer almaktadır. Denklemdaki "L" harfi, bu değişkenlerin doğal logaritmasının alındığını gösterir. α_i sabit bir terimi ifade eder ve zamana göre sabit olup birimlere göre değişkenlik göstermesi amacıyla sadece "i" alt indis ile belirtilmiştir. β değerleri, eğim katsayılarını temsil eder ve tüm birimler için sabit kalır. ε_{it} ise hata terimini belirtir ve normal dağılıma sahiptir.

$$LNHR_{it} = \alpha_i + \beta_1 LAR_{it} + \varepsilon_{it}$$

6. BULGULAR

Çalışmada kurulan model öncelikle klasik yöntemle, ardından sabit ve tesadüfi etkiler modelleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Daha sonra uygun modelin belirlenmesi için Hausman testi uygulanmıştır. Model tahmin sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2: Model Tahmin Sonuçları

Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken LNHR		
	OLS (Klasik)	SEM (Sabit)	TEM (Tesadüfi)
LNAR	.1090267 ^b .0439191	.3215326 ^a .0658741	.2895188 ^a .0611291
Sabit	2.525958 ^a .0291996	2.467479 ^a .0208902	2.476289 ^a .0967922
Gözlem Sayısı	378	378	378
R ²	0.0161	0.0637	0.0637
Yatay Kesit Birim Sayısı	27	27	27
F Testi	53.66 ^a	23.82 ^a	-
Wald istatistik	-	-	22.43 ^a
Rho	-	.86171471	.85588439
Hausman Testi			0.1922
Seçilen Yöntem			Tesadüfi Etkiler

Not: İstatistiklere ilişkin a, b, c sırasıyla $p < 0,001$, $0,001 < p < 0,010$, $0,010 < p < 0,050$ anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 2’de yer alan F test sonuçlarına göre klasik modelin geçerli olmadığına karar verilmektedir. Hausman testinin sonuçları incelendiğinde ise H0 hipotezi reddedilememektedir. Buna göre tesadüfi etkiler modeli tercih edilmiştir. Tesadüfi Etkiler Modeline göre değişen varyans, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon sınamaları ise Tablo 3 ‘te yer almaktadır.

Tablo 3: Tesadüfi Etkiler Modeli Temel Varsayım Sınamaları

Levene, Brown ve Forsythe’nin Değişen Varyans Testi	LM otokorelasyon testi	ALM otokorelasyon testi	Pesaran CD Test	Friedman CD Test	Frees CD Test
W0 = 10.5026488 ^a W50 = 5.2856747 ^a W10 = 9.5097830 ^a	409.36 ^a	23.08 ^a	1.363 (0.1728)	21.658 (0.7072)	3.332 alpha = 0.10 : 0.1841 alpha = 0.05 : 0.2431 alpha = 0.01 : 0.3603

Not: İstatistiklere ilişkin a, b, c sırasıyla $p < 0,001$, $0,001 < p < 0,010$, $0,010 < p < 0,050$ anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 3’e göre kurulan modelde heteroskedasite ve otokorelasyon problemi ile karşılaşıldığından Arellano (1987), Froot (1989) ve Rogers (1993) tarafından geliştirilen tesadüfi etkiler tahmincisi ile robust tahminler gerçekleştirilmiştir. Arellano, Froot ve Roger Tesadüfi Etkiler Modeli Tahmin Sonuçları Tablo 4’te yer almaktadır.

Tablo 4: Arellano, Froot ve Roger Tesadüfi Etkiler Modeli Tahmin Sonucu

Arellano, Froot ve Roger	Robut Standart Hata	Z değeri	P Değeri	Wald chi2(1)
.2895188	.1456344	1.99	0.047	3.95 (0.0468)
2.476289 (Sabit Terim)	.1189326 (Sabit Terim)	20.82	0.000	3.95 (0.0468)

Tablo 4’de yer alan sonuçlara göre Arellano, Froot ve Roger tahmincisi bulgularında modelde pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre; ar-ge harcamaları oranında meydana gelen %1 birimlik artış, %0,29 oranında yüksek teknoloji ihracatını artırmaktadır.

7. SONUÇ

Yüksek teknoloji ürünlerin gelişimi ve büyümesi için nitelikli iş gücü, ileri teknoloji kapasitesi ve finansal yatırımlar kritik öneme sahiptir. Bu çerçevede ülkelerin Ar-Ge altyapısına yönelik yatırımları, yüksek teknoloji ihracatını artırmada kritik bir rol oynamaktadır. Ayrıca bu yatırımlar ülkelerin rekabet gücünü artırma stratejilerini de desteklemektedir. Bu çalışmada, Avrupa Birliği’ne üye 27 ülkenin Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatına olan etkisinin belirlenmesi için panel veri analizi uygulanmıştır. Sonuçlar, ele alınan modellerde tesadüfi etkiler modelinin yüksek teknoloji ürün ihracatı üzerindeki etkiyi daha iyi açıklayacağını göstermiştir. Tesadüfi Etkiler Modeline göre kurulan modelde heteroskedasite ve otokorelasyon problemi bulunduğundan Arellano, Froot ve Roger tahmincisi ile Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatı üzerindeki etkisi olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışmanın sonuçları literatürde yer alan çalışmalarla benzer bulgular taşımaktadır. Bräunerhjelm ve Thulin (2008), Özer ve Çiftçi (2009), Sandu ve Ciocanel (2014), Özkan ve Yılmaz (2017), Oğuz ve Sökmen (2020) ve Aktaş (2022) çalışmalarıyla ar-ge harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatı üzerinde pozitif etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Literatürde Ar-Ge yatırımlarının, büyüme ve rekabetçiliğe katkı sağladığı genel olarak kabul edilmektedir. Bu kapsamda Ar-ge’ye yönelik kamu harcamalarının verimliliğini ve etkinliğini artırmaya yönelik yapısal reformların uygulaması önemlidir. Bu doğrultuda kamu ve özel sektör Ar-Ge harcamaları düzenli olarak izlenmeli ve ölçülmelidir. Ar-Ge alanında nitelikli iş gücünü yetiştirilmesine katkı sağlanmalıdır. Özel sektörün Ar-Ge’ye yatırım yapması ve bu yatırımlarını patent başvurularına dönüştürmesi teşvik edilmelidir. Özel sektör, üniversiteler ve araştırma enstitüleri arasındaki iş birliği güçlendirilmelidir. Ayrıca ölçek ekonomileri yaratılarak belirli bölgeler bilgi yoğun sektörlerde yatırımcılar için cazip hale getirilmelidir.

Elde edilen bulgular bilimsel literatürün dışında devlet yetkililerinin Ar-Ge harcamalarına artırılmasına önem vermesine ve yüksek teknoloji ürünlerinin ihracatını destekleyecek politikalar geliştirmelerine katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda aynı konuda çalışacak olan araştırmacılar Ar-Ge desteklerinin yüksek teknoloji ürün ihracatı üzerindeki etkisini, farklı değişkenler ekleyerek daha kapsamlı bir şekilde analiz edilebilir. Ayrıca, Avrupa Birliği ülkeleri dışında kalan diğer birlik üyesi ülkeler veya bölgeler özelinde çeşitli ekonometrik yöntemler kullanılarak değerlendirmeler yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Aktaş, N. (2022). "The Impact of Foreign Direct Investment on High Technology Product Exports: E7 Example", *International Journal of Entrepreneurship and Management Inquiries*, 6/10, 18-29. <https://doi.org/10.55775/ijemi.1159475>
- Akyol, M. ve Demez, S. (2020). "Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknoloji Ürün İhracatına Etkisi: AB'ye Üye Geçiş Ekonomileri Ve Türkiye Analizi", *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11/3, 767-781.
- Allison, P.D. (2005). Fixed Effects Regression Models For Longitudinal Data Using SAS, Sas Institute, USA.
- Anoruo, E. ve DiPietro, W. R., (2006). "Creativity, Innovation, And Export Performance", *Journal of Policy Modeling*, 28/2, 133-139.
- Arellano, M. (1987). "Computing Robust Standard Errors For Within-Groups Estimators", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 49(4): 431-434.
- Baltagi, B. H. (2005), *Econometric Analysis of Panel Data*, John Wiley& Sons., England.
- Braunerhjelm, P. ve Thulin, P. (2008). "Can Countries Create Comparative Advantages? R&D Expenditures, High-Tech Exports And Country Size In 19 OECD Countries, 1981-1999", *International Economic Journal*, 22/1, 95-111. <https://doi.org/10.1080/10168730801887026>
- Breschi, S. vd. (2019), "Public Research And Innovative Entrepreneurship: Preliminary Cross-Country Evidence From Micro Data", *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No.64, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/0d057da7-en>.
- Choi, J. (2022). Do Government Incentives To Promote R&D Increase Private R&D Investment?, *The World Bank Research Observer*, 37(2), 204-228.
- Cirera, X., Frias, J., Hill, J. ve Li, Y. (2020). *A Practitioner's Guide To Innovation Policy: Instruments To Build Firm Capabilities And Accelerate Technological Catch-Up In Developing Countries*. Worldbank Group, Washington.
- Durgun, A. ve Çapık, E. (2018). "Ar-Ge Harcamaları ve Yüksek Teknolojili Ürün İhracatının Büyümeye Etkisi: Türkiye Örneği", *Journal of Management and Economics Research*, 16/4, 301-314. <https://doi.org/10.11611/yead.463205>
- Erdinç, Z. ve Aydınbaş, G. (2020). "Yüksek teknoloji ürünleri ihracı ve belirleyicileri: Panel veri analizi", *International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal*, 6(30), 496-507.
- Eurostat (2023), Yüksek Teknolojili Ürünlerin Uluslararası Ticaret Ve İmalatı, https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=International_trade_and_production_of_high-tech_products, Erişim tarihi: 23.08.2024
- Fagerberg, J. (1995). Is There a Large-Country Advantage in High-Tech?, Working Paper 526, Oslo, NUI.
- Falk, M. (2009). "High-tech Exports And Economic Growth In Industrialized Countries", *Applied Economics Letters*, 16(10), 1025-1028. <https://doi.org/10.1080/13504850701222228>
- Froot, K. A. (1989). "Consistent Covariance Matrix Estimation with Cross-Sectional Dependence and Heteroskedasticity in Financial Data", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 24(3): 333-355.
- Greene, W. H. (2012), *Econometric Analysis*, Seventh Edition. Pearson Education Limited, England.
- Grossman, G. M. ve Helpman E. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- Grossman, G.M. ve Helpman, E. (1994). "Endogenous Innovation In The Theory Of Growth", *The Journal of Economic Perspectives*, Vol.8, No.1, Winter, pp. 23-44.
- Hall, B. H. (2002). The Financing Of Research And Development, *Oxford Review Of Economic Policy*, 18(1), 35-51.
- Konak, A. (2018). Yüksek teknoloji içeren ürün ihracatının ihracat hacmi ve ekonomik büyüme üzerine etkisi; seçilmiş OECD ülkeleri ve Türkiye örneği. *JOMELIPS-Journal of Management Economics Literature Islamic and Political Sciences*, 3(2), 56-80.
- Lucas, Robert E. (1988). "On The Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, Vol.22, pp.3-42.
- OECD. (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. OECD Publishing, Paris.
- Oğuz, S. ve Sökmen, A. G. (2020). "Araştırma Geliştirme Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatına Etkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Panel Veri Analizi", *Uluslararası İktisadi Ve İdari İncelemeler Dergisi* (27), 209-222. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.651992>
- Özer, M. ve Çiftçi, N. (2009). "Ar-Ge Harcamaları ve İhracat İlişkisi: OECD Ülkeleri Panel Veri Analizi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(3), 39-50.

- Özkan, G. ve 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.
- Rogers, W. H. (1993). "Regression Standard Errors in Clustered Samples". *Stata Technical Bulletin*, 13: 19-23.
- Romer, Paul M. (1986). "Increasing Returns And Long-Run Growth", *The Journal of Political Economy*, Vol.94, No.5, Oct., pp. 1002-1037.
- Romer, Paul M. (1987). "Growth Based On Increasing Returns Due To Specialization", *The American Economic Review*, Vol. 77, No.2, Papers and Proceeding of the Ninety-ninth Annual Meeting of the American Economic Associationi May, pp. 56- 62.
- Romer, Paul M. (1990). "Endogenous Technological Change", *The Journal Of Political Economy*, Vol.98, No.5, Part 2, The Problem Of Development: A Conference Of The Institute For Free Enterprise System, Oct., pp. S71-S102.
- Sandu, S. ve Ciocanel, B. (2014). "Impact of R&D And İnnovation On High-Tech Export", *Procedia Economics and finance*, 15, 80-90.
- Solow, Robert M. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.70, No.1, Feb., pp.65-94.
- Srholec, M (2007). "High-Tech Exports from Developing Countries: A Symptom of Technology Spurts or Statistical Illusion?", *Rev World Econ*, 143, 227-255. <https://doi.org/10.1007/s10290-007-0106-z>
- Schumpeter, J.A., (1942). *Capitalism, Socialism And Democracy*. New York: Harper and Brothers.
- Schumpeter, J.A. (1970). *Capitalism, Socialism And Democracy*, Unwin University Books, London.
- Şahbaz, A., Yanar, R. ve Adıgüzel, U. (2014). "AR-GE Harcamaları ve İleri Teknoloji Mal İhracatı İlişkisi: Panel Nedensellik Analizi", *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23(1), 47-60.
- Şeker, A. (2019). "Teknolojik Gelişme ve Yüksek Teknoloji İhracatının Ekonomik Karmaşıklık Endeksi Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği", *Yönetim Ve Ekonomi Dergisi*, 26(2), 377-395. <https://doi.org/10.18657/yonveek.581397>
- Tebaldi, E. (2011). "The Determinants of High-Technology Exports: A Panel Data Analysis", *Atl Econ J* 39, 343-353. <https://doi.org/10.1007/s11293-011-9288-9>
- Worldbank (2024). A Case Study on Korea's R&D Tax Incentives: Principles, Practices, and Lessons for Developing Countries. Worldbank Group, Washington.
- Worldbank Database (2024), Avrupa Birliği Yüksek teknoloji ihracatı (% üretilen ihracat), https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS?end=2022&locations=XC&name_desc=false&start=2007&view=chart, Erişim tarihi: 23.08.2024