



İleri Teknoloji İhracatı ve Ar-Ge Harcamasının Büyüme Üzerindeki Etkisi: G20 Ülkelerinden Kanıtlar

The Consequences of Advanced Technology Exports and R&D Expenditures on Growth: Evidence from G20 Countries

Ceren PEHLİVAN*

Öz

Küreselleşme sonrası atılan yenilikçi adımlar teknolojik gelişimin sağlanmasına ve yayılmasına olanak sağlamıştır. Birçok büyüme teorisinde dışsal olarak yer alan teknoloji değişkeni içsel bir değişken haline gelmiştir. Teknolojik gelişmeler neticesinde ülkeler dış ticarete rekabet gücü sağlamıştır. Dış ticarete yaşanan gelişmeler ürün çeşitliliğinin artmasına da yol açmıştır. Ayrıca ekonomik anlamda katma değer oluşmasıyla büyüme oranlarında da iyileşmeler yaşanmaya başlamıştır. Bu çalışmada, G20 ekonomileri için bir analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, 2000-2022 yıllarına ait veriler temel alınarak panel veri analizi uygulanmıştır. İleri teknoloji ihracatı, Ar-Ge harcaması ile büyüme arasındaki ilişki hem teorik hem de ampirik olarak araştırılmıştır. Yapılan panel analizi sonucunda G20 ülkeleri genelinde ileri teknoloji ihracatı ve Ar-Ge harcamalarının büyüme üzerinde pozitif bir etkisi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler

Teknoloji, İhracat, Büyüme, G20

* Dr. Öğr. Üyesi, Munzur Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik Bölümü, cerenpehlivan@munzur.edu.tr

Abstract

Post globalization, innovative approaches were adopted to enable and spread technology development. The technology variable, which was formerly considered external in many growth theories, has now become an internal variable. Countries' competitiveness in international trade has increased as a result of technical advancement. Foreign trade developments have also resulted in increased product diversity. Furthermore, growth rates have begun to improve as added value is created in the economy. This study included an analysis of the G20 economies. The study used panel data analysis on data from 2000 to 2022. The relationship between advanced technology exports, R&D spending, and growth was studied theoretically and practically. As a result of the panel analysis, it was determined that high technology exports and R&D expenditures had a positive impact on growth across G20 countries.

Keywords

Technology, Export, Growth, G20

Extended Abstract

In many nations today, technological developments are seen as a major factor in determining sustainable growth. Particularly, nations with industrial structures based on information and technology are better positioned to compete globally. Innovations and advancements in cutting-edge technology can boost economic performance by producing high-value goods. Competition between nations has intensified as a result of globalization. These days, this competitiveness depends on both the volume of production and its technological content. All of these advancements have made advanced technology export activities one of the key areas of study in the literature on economic growth. In an analogous way, R&D activities help create new knowledge and technologies, enhance current ones, and boost production process efficiency. Because of their high added value, unique features, and competitive advantage in global marketplaces, advanced technology products are regarded as crucial components of economic progress. Particularly, nations with high-tech export structures can boost their foreign exchange earnings, enhance production effectiveness, and accelerate the achievement of sustainable development objectives (Sezgin and Budak, 2022: 265-266)

This study's primary goal is to investigate how R&D spending and high-tech exports affect economic growth using the G20 as a case study. In terms of global output, commerce, and technological investments, the

G20 nations account for a substantial chunk of the global economy. These nations have seen a notable rise in the amount of resources devoted to technology-intensive production and innovation activities over the past 20 years. As a result, the G20 nations make up an appropriate sample for examining how R&D and high-tech exports affect economic growth.

Endogenous growth theory serves as the foundation for this study's theoretical framework. Technology advancement, knowledge creation, and research and development are some of the primary drivers of economic growth, according to endogenous growth theory. Romer (1990) and Lucas (1978)' endogenous growth models contend that knowledge acquisition and technical advancements directly support long-term growth sustainability and the production process. In this regard, higher R&D spending and the growth of exports of cutting-edge technology are seen as elements that can contribute to economic expansion.

The link between R&D spending, high-technology exports, and economic growth has been the subject of numerous studies in the literature. In his research for OECD nations, Sylwester (2001) found that R&D spending boosts economic growth. In his study of 22 OECD nations, Falk (2009) came to the conclusion that R&D intensity and high-technology exports promote growth. R&D activities have a positive impact on long-term economic growth, as demonstrated by Horvath (2011). R&D expenditures boost high-technology exports, according to

Şahbaz et al. (2014)'s analysis for Turkey and EU countries. Likewise, Sungur et al. Studies conducted by (2016), Yıldız (2017), Özkan and Yılmaz (2017), Şeker and Özcan (2019), Yaman and Sungur (2020), Dağlı and Ezanoğlu (2021) and Doru and Dabakoğlu (2021) also reveal the positive effects of R&D activities and advanced technology exports on economic performance.

The G20 countries' annual data from 2000 to 2022 is used in this analysis. High-technology exports and R&D spending are the primary independent factors in the analysis, with economic growth being the dependent variable. International databases were used to build the dataset, and great care was made to guarantee that the variables could be compared. The time frame was chosen due to the data's accessibility as well as the notable advancements in innovation and technology that occurred in G20 nations during that time.

The study employed panel data analysis techniques. To ascertain the features of the panel data set, cross-sectional dependency and homogeneity tests were used in the initial phase. The stationarity levels of the variables were ascertained by performing suitable unit root tests based on the outcomes of these tests. The presence of a long-term link between the variables was then ascertained using cointegration analysis. Panel causality studies were used to look at the causative linkages between the variables once the long-term coefficients were estimated.

High-technology exports and economic growth are positively and statistically significantly correlated, according to the analysis's findings. The results show that countries' economic performance is enhanced by high-technology-intensive production and export operations. High-technology products are among the important factors supporting economic growth due to their high added value creation, innovative characteristics, and competitive advantage in international markets. This outcome shows that technology-intensive exports boost employment, productivity, and production capacity in addition to increasing foreign trade income.

The study also found that R&D spending significantly and favorably affects economic growth. The creation of new technologies, the enhancement of manufacturing procedures, and the appearance of novel goods are all facilitated by increased investment in research and development. This promotes the sustainability of economic growth and makes enterprises more competitive internationally. The results show that investments in R&D are strategically important for economic expansion. Significant interactions between the variables are also revealed by causality studies. These findings show how important technology and innovation policies are to the process of economic expansion. The results are consistent with those of Falk (2009), Şahbaz et al. (2014), and Dağlı and Ezanoğlu (2021).

A number of policy recommendations can be created based on the research findings. First, nations must devote more funds to research and development. Technology will advance more quickly if public-private sector cooperation is strengthened, university-industry partnerships are encouraged, and the innovation ecosystem is developed. The sustainability of economic growth also depends on the development of skilled human capital, the implementation of incentive programs for high-technology industries, and the backing of technology-based businesses. Increasing exports of innovative technology will also help to improve economic performance by shifting the foreign trade structure towards higher value-added goods.

This analysis concludes that R&D spending and high-tech exports have a favorable and substantial effect on economic growth in G20 nations. The results show that policies that prioritize innovation and technology are crucial instruments for promoting economic expansion. Future studies could yield more comprehensive results by including variables such as patent applications, innovation indices, digital transformation indicators, human capital, and institutional quality in the model.

Giriş

Ekonomik ve sosyal yaşamda gerçekleşen gelişmeler bilim ve teknolojik gelişmelerden etkilenmektedir. Teknolojik gelişmeler yapısı gereği statik bir yapıya sahip değildir. Ölçülebilir bir yapısı olan teknolojik gelişmeler

bu özelliği sayesinde ekonomik analizlerle birlikte incelenebilmektedir. Ekonomik büyüme üzerinde ihracat, itici bir güç oluşturmaktadır. Teknolojik yapıyı ekonomisine entegre edebilen ülkeler büyüme sürecinde önde yer alabilmektedirler. İleri teknoloji ihracatının toplam ihracattaki payının artması ise uluslararası rekabette ülkelere katkı sunmaktadır (Yaman ve Sungur, 2020: 64). Uluslararası ekonomide ülkelerin farklı ticaret hacimleri ve gelişmişlik düzeyleri ülkelerin ekonomik gelişimini de etkilemektedir. 20. yy. sonrasında teknolojide yaşanan gelişmeler ülkeler arasındaki gelişimi de etkilemiştir. Teknolojik gelişim ülkelerin büyüme, rekabet gücü ve uluslararası ticaret gibi başlıklarının da etkilenmesine yol açmıştır (Şeker ve Özcan, 2019: 867).

Dış ticaret yapısının oluşmasında geleneksel ticaret teorisine göre ülkelerin fayda sağlayabilmeleri için mutlak veya karşılaştırmalı üstünlüklere sahip olması gerekmektedir. Fayda sağlanması da geleneksel teori açısından faktör miktarına bağlı tutulmuştur. Başka bir ifadeyle ülkeler sahip oldukları kaynaklara göre dış ticaret ürünlerini belirleyebilmektedirler. Klasik büyüme teorisinde bu durum ekonomik büyüklüğün faktör miktarı tarafından açıklandığı anlamını taşımaktadır. Geleneksel teoriler sonrasında geliştirilen ve ortaya koyulan Ürün Dönemleri ve Teknoloji Açığı hipotezleri ise, dış ticaret üzerinde teknolojik gelişmelerin etkin olduğunu belirtmiştir. Bu hipotezlerde ülkelerin sürdürülebilir bir büyüme oranlarına sahip olmalarında

yüksek katma değere sahip olunan ileri teknoloji ihracatının payının büyük olduğu vurgulanmıştır (Şalibaz vd., 48 :2014). Schumpeter (1939) teknoloji ve yenilik kavramını literatürde kullanan ilk kişilerden biri olmuştur. Teknolojik gelişimin ürünlerin niteliğinde artışa neden olacağını ve bu sayede ülkelerin hem rekabet hem de büyüme konusunda ilerleme gösterebileceğini belirtmiştir (Schumpeter, 1939: 83-84).

Neoklasik (Solow) model ekonomik büyümenin nedeni olarak teknolojik ilerlemeyi görmekle beraber bu faktörü dışsal bir faktör olarak benimsemiştir. Solow modelinde görülen bu eksiklik yeni yaklaşımların ortaya koyulmasına yol açmıştır. 1980'li yılların sonlarına gelindiğinde Paul Romer ve klasik okulun kurucusu olan Robert Lucas içsel büyüme teorisini ortaya koymuşlardır. İçsel büyüme modelleriyle birlikte teknoloji ve bilgi ön plana çıkmış ve bu değişkenler büyümenin itici gücü olarak görülmüştür (Ünsal, 2011: 648). Romer (1990) içsel büyüme modellerinin gelişiminde önemi bir rol oynamıştır. Romer'e göre teknolojik ilerleme ekonomik büyümenin gelişmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Teknolojik gelişmeler Ar-Ge faaliyetleri ile birlikte ortaya çıkmakta ve ele alınmaktadır. Teknolojik gelişim beraberinde büyümeyi de getirmekte ve bu durum ülkeler arasındaki gelişmişlik farkını azaltıcı etki oluşturmaktadır (Romer, 1990: 81).

Teorik gelişim incelendiğinde Klasik iktisatçılar ve Neo-klasik iktisatçıların teknolojik gelişim ile ekonomik büyüme ve/veya arasındaki ilişkiyi

reddettiği ve teknolojinin dışsal bir değişken olarak gördüğü saptanmıştır. Schumpeter kuramı ile birlikte teknoloji değişkeni ekonomik büyüme için içsel bir değişken olarak görülmeye başlanmıştır. İlerleyen süreçte teknoloji içsel bir değişken olarak kabul edilmiş ve Ar-Ge destekli büyüme modelleri oluşturulmuştur. Özellikle 1960-1980 döneminde ekonomik bir gelişim yaşayan Asya Kaplanları ile birlikte büyüme teorileri yeniden güncellik kazanmıştır (Dağlı ve Ezanoğlu, 2021: 444-445).

Geleneksel büyüme teorileri incelendiğinde ekonomik büyüme üzerinde etkili olan içsel faktörler fiziksel sermaye ve nüfustaki artış olarak ifade edilmiştir. Dışsal faktörler ifade edilirken ise teknolojik gelişim kullanılmıştır. İlerleyen süreçte geleneksel teorilerin aksine içsel büyüme modelleri ve teknolojik üretim faktörleri büyümenin temel faktörü olarak görülmüştür. Özellikle üretim sürecinde teknoloji kaynaklı sağlanan verimlilik artışının büyümeyi de pozitif yönde etkileyebileceği görüşü yaygınlaşmıştır (Keskin, 2011: 126-127).

Küreselleşme sonrasında yaşanan gelişmelerle birlikte ihracata dayalı büyüme adımları birçok ülke tarafından atılmıştır. Ülkelerin farklı ihracat yapısına sahip olması ihracattaki lokomotif sektörlerin farklılık göstermesine yol açmıştır. Yaşanan farklılıklar ülkelerin amaçlanan hedefleri gerçekleştirememesine neden olmuştur. Oluşan gelişmeler neticesinde bu ülkelere bazıları hedeflerine kısa sürede ulaşmayı

başarmıştır. Ancak bazıları istenilen hedeflere ulaşmada sorunlar yaşamıştır. Yaşanan farklılıkların sebebi olarak ihracata konu olan ürünlerin katma değer oluşturup oluşturulmaması görülmüştür. İhracat için katma değeri yüksek ürün üretme ise ihracata konu olan ürünlerin niteliğiyle açıklanmıştır. Özellikle ileri teknoloji üretimi ile gerçekleşen üretim, yüksek katma değerli ürün üretimle ifade edilmiştir. Bu malların ihracata konu olması ihracata dayalı büyümenin gerçekleşmesini sağlamıştır. Ayrıca ihracat gelirlerinin artmasıyla büyümenin ve kalkınmanın gelişmesi de bu yolla sağlanmıştır (Yıldız, 27 :2017).

Büyümenin gelişmesinde ileri teknoloji ihracatı ve Ar-Ge harcamalarının payı büyüktür. Çünkü ekonomik kalkınmanın ve sürdürülebilir büyümenin gelişmesinde Ar-Ge harcamaları ve ileri teknoloji ihracatı birçok sektör için önemli birer değişken olarak görülmektedir. Bu iki değişken hem özel şirketler için hem de hükümetler için önem arz etmeye başlamıştır (Külünk, 2018: 74). Özellikle Ar-Ge'ye dayalı içsel büyüme modellerinde de belirtildiği gibi politika yapıcılar başta olmak üzere firmaların inovasyon temelli ve ileri teknoloji içeren üretim faaliyetlerini desteklemesi gerekmektedir. Bu destek beraberinde uzun dönemli büyümeyi getirecektir. Ar-Ge harcamalarında ve teknolojiye gerçekleşecek gelişmeler, firmaların Ar-Ge harcamasına daha fazla kaynak ayırması sonucunda uzun dönemli bir ekonomik büyümenin yaşanmasına yardımcı olacaktır (Sungur vd., 2016: 176).

Çalışmamızda ileri teknoloji ihracatı ve Ar-Ge harcamalarının büyüme üzerinde oluşturduğu etki G20 ülkeleri baz alınarak incelenmiştir. G20 ülkelerinin son yirmi yıllık dönemde ileri teknoloji ihracatı ve Ar-Ge harcamasına ayırdıkları pay giderek artmıştır. G20 ülkelerinde inovasyon ve bilgi temelli yatırımlara verilen önemin artması nedeniyle bu ülke grubu tercih edilmiştir. Çalışmada panel analizi yapılmış ve ele alınan değişkenler arasındaki bağlantı incelenmeye çalışılmıştır. Üç bölümden oluşan çalışmanın ilk bölümünü giriş kısmı oluşturmuştur. Konuya ait bilgi bu kısımda verilmiştir. İkinci bölümü literatür taraması oluşturmuştur. Konuya ait yapılan çalışmalara bu bölümde yer verilmiştir. Son bölüm ise G20 ülkeleri için yapılan ampirik analiz sonuçlarından oluşmuştur.

Literatür Taraması

Sylwester (2001), çalışmasında Ar-Ge harcamasının büyümeye etkisini incelemiştir. Yazar çalışmasında Ar-Ge'ye daha fazla yatırım yapan ülkelerin diğer ülkelere göre daha fazla büyüyüp büyümediğini araştırmıştır. Çalışmada çok değişkenli regresyon kullanılarak 20 OECD ülkesinde Ar-Ge ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışmada G7 ülkeleri için anlamlı sonuçlar bulunmuştur.

Falk 2009 yılında yaptığı çalışmasında 22 OECD ülkesinde ileri teknoloji ihracatının büyümeye etkisini incelemiştir. 1980-2004 yılları için mevcut değişkenlere panel analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda büyüme

üzerinde Ar-Ge yoğunluğu ve yüksek teknolojinin payının yüksek olduğu belirlenmiştir.

Horvath (2011), çalışmasında 1960-1992 yıllarını içeren bir analiz yapmıştır. Ar-Ge harcamasının büyüme etkisi çalışmada Bayesci modeli baz alınarak araştırılmıştır. Analiz sonucunda Ar-Ge'nin uzun vadeli büyüme üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Bbaale ve Mutenyo, (2011), 35 Sahra altı Afrika ülkesinde ihracat yapısının büyümeye olan etkisini incelemişlerdir. Çalışmada Standart Uluslararası Ticaret Sınıflandırması (SITC) baz alınarak bir inceleme yapılmıştır. Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi (GMM) kullanılan analiz sonucunda tarımsal ihracatın büyüme üzerinde daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Şahbaz vd., (2014), çalışmalarında 17 AB ülkesi ile birlikte Türkiye'yi ele almışlardır. Değişken olarak Ar-Ge harcaması ile ileri teknoloji ihracatının kullanıldığı çalışmada 1996-2011 yılları için analiz yapılmıştır. Panel analizinin tercih edildiği çalışmada Ar-Ge harcamalarının ileri teknoloji ihracatını arttırdığı saptanmıştır.

Sungur vd., (2016), 1990-2013 yılları için Türkiye üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada Ar-Ge harcaması, patent uygulaması, ihracat ve büyüme değişkenleri kullanılmış ve bu değişkenlerin birbirleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Zaman serisi analizinin yapıldığı çalışma sonucunda Ar-Ge harcamalarının büyümeyi etkilediği görülmüştür.

Yıldız (2017), çalışmasında BRICS-T ülkelerinde ileri teknoloji ihracatı ile büyüme üzerindeki etkisini araştırmıştır. 2005-2014 yıllarını içeren çalışmada panel analizi tercih edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda BRICS-T ülkelerinde sürdürülebilir bir ekonomik büyüme üzerinde ileri teknoloji ihracatının etkisinin büyük olduğu görülmüştür.

Özkan ve Yılmaz (2017), (2017 AB ülkesi ve Türkiye için 2015-1996 yıllarını kapsayan bir çalışma yapmışlardır. Yazarlar çalışmalarında panel analizini kullanmışlardır. İleri teknoloji ihracatı ve Ar-Ge harcamasının büyümeye etkisinin incelendiği çalışmada Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ihracatını artırdığı ve bu yüzden bu alandaki yatırımlara ağırlık verilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Külünk (2018), Türkiye için yaptığı çalışmasında 1996-2016 yıllarını içeren bir analiz yürütmüştür. Ar-Ge harcaması, ihracat ve büyüme değişkenlerinin kullanıldığı çalışmada zaman serisi yöntemi kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda incelenen dönem için Ar-Ge harcamalarının büyümeyi etkilemediği belirlenmiştir.

Şeker ve Özcan (2019), Türkiye üzerine yürüttükleri çalışmalarında ileri teknoloji ihracatının büyüme üzerindeki katkısını incelemişlerdir. İleri teknoloji ihracatını ise sektörel başlıklara (elektrik makineleri, silah sanayi, bilimsel araçlar vb.) ayırarak araştırmışlardır. 1989-2016 yıllarını içeren çalışmada zaman serisi yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda Türkiye'de yüksek teknoloji sektörlerine yapılan yatırımların

artırılmasının büyüme üzerinde olumlu etki oluşturacağı belirtilmiştir.

Yaman ve Sungur (2020) çalışmalarında OECD ülkelerini baz almışlardır. 1999-2017 yıllarını kapsayan çalışmada panel analizi yapılmıştır. İleri teknoloji ihracatı ile ekonomik büyüme değişkenleri çalışmada sırasıyla bağımsız ve bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda ele alınan değişkenler arasında bir bağlantının olduğu belirlenmiştir.

Dağlı ve Ezanoğlu 2021 yılında yayınladıkları çalışmada OECD ülkeleri için bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada Ar-Ge harcaması, ileri teknoloji ihracatı, patent uygulaması değişkenlerinin büyüme üzerindeki etkisi araştırılmıştır. 2007-2017 yıllarını kapsayan çalışmada panel analizi yapılmıştır. Yapılan çalışmada patent uygulaması ile Ar-Ge harcamasının ekonomik büyüme üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Doru ve Dabakoğlu (2021), AB üyesi olan seçili 11 ülke için panel analizi yapmışlardır. Yazarlar yüksek teknolojili ürün ihracatının ekonomiye katkısını hem ampirik hem de teorik olarak araştırmışlardır. 1995-2018 yıllarını kapsayan çalışma sonucunda yüksek teknolojili ürün ihracatı ve brüt sabit sermayenin ekonomiye pozitif katkı sunacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Turan vd. (2023), G7 ülkeleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Ar-Ge harcamasının ihracata olan etkisinin

araştırıldığı çalışmada 1981-2020 yıllarını için bir analiz yürütülmüştür. Yapılan analiz sonucunda Japonya için çift taraflı bir nedensellik ilişkisi olduğu saptanmıştır.

Literatür incelendiği ileri teknoloji ihracatı, Ar-Ge harcaması ve büyüme ilişkisinin farklı ülke grupları tarafından incelendiği gibi tek bir ülke baz alınarak da incelendiği görülmüştür. Bu çalışmada ise ileri teknoloji ihracatı, Ar-Ge harcaması ve büyüme ilişkisi hem güncel analiz yöntemleri hem de güncel ve geniş bir zaman aralığı seçilerek incelenmeye çalışılmıştır. Konu hem teorik hem de ampirik olarak kapsamlı bir biçimde araştırılmıştır. Konunun ele alınış biçimi göz önüne alındığında literatüre katkı sunması beklenmektedir.

Veri Seti, Yöntem ve Metodoloji

Çalışmada, G20 ekonomilerinin 2022-2000 yılları arasındaki yıllık verileri kullanılarak, ileri teknoloji ihracatı ve Ar-Ge harcamasının ekonomik büyüme ile uzun vadeli ve nedensellik bağlantıları incelenmiştir. Çalışmada kullanılan verilerin ulaşılabilirliği ve ele alınan ülke grubu açısından özellikle son yirmi yıllık dönemde kullanılan değişkenlerde gerçekleşen gelişim nedeniyle bu dönem aralığı seçilmiştir. Kullanılan tüm değişkenler Dünya Bankası'ndan elde edilmiştir. Değişkenlere ait ayrıntılı bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur:

Tablo 1. Değişkenler

Sembol	Değişken	Açıklama
<i>Büyüme</i>	Ekonomik Büyüme	GSYİH büyümesi (Yıllık %)
<i>Teknoloji</i>	İleri Teknoloji İhracatı	İleri Teknoloji İhracatı (İmalat Sanayi İhracatının %'si)
<i>Ar – Ge</i>	Ar-Ge Harcamaları	Araştırma ve Geliştirme Harcamaları (GSYİH'nin %'si)

Değişkenlerin % değeri kullanıldığından logaritması alınmamıştır. Değişkenler arasındaki uzun vadeli ilişkiyi araştırmak için (1) numaralı denklemde gösterilen model kullanılmıştır:

$$Büyüme_{it} = \beta_{0it} + \beta_{1it}Teknoloji_{it} + \beta_{2it}Ar - Ge_{it} + e_{it} \quad (1)$$

Tablo 2. Değişkenler Ait VIF Değeri

Sembol	VIF	1/VIF
<i>Ar - Ge</i>	1.660	0.600
<i>Teknoloji</i>	1.660	0.600
<i>VIF Ortalaması</i>	1.66	

Literatürde çalışmalar incelendiğinde bağımsız değişkenler arasındaki korelasyonun yüksek olarak değerlendirilip modele etkisinin tartışılması için baz alınan değer genellikle 0.8 ve üzeri değerler için önerilmektedir (Kalaycı, 2010: 116; Büyüköztürk vd., 2016: 191; Seçer, 2017: 33-34; Büyüköztürk, 2020: 31). 0.63 düzeyindeki bir korelasyon, çoklu doğrusallık problemine yol açabilecek kadar yüksek sayılmadığı görüşü literatürde yer almaktadır.

Tablo 3. Tanımlayıcı İstatistikler

	<i>Büyüme</i>	<i>Teknoloji</i>	<i>Ar - Ge</i>
Ortalama	2.870	15.196	1.558
Medyan	2.720	15.495	1.370
Standart Sapma	3.655	8.717	1.018
Çarpıklık	-0.412	0.281	0.597
Basıklık	4.496	2.298	2.876
Jarque-Bera	55.953	15.534	27.628
p	0.000***	0.000***	0.000***
	<i>Büyüme</i>	<i>Teknoloji</i>	<i>Ar - Ge</i>
<i>Büyüme</i>	1		
<i>Teknoloji</i>	0.002	1	
<i>Ar - Ge</i>	-0.174	0.632	1

Not: “p” olasılık değerini belirtmektedir. ***p<0.01, **p<0.05 ve *p<0.10.

birlikte kullanılmalarını engelleyecek bir problem teşkil etmediği görüşü benimsenmektedir. Ayrıca, VIF (Variance Inflation Factor) testleri de dikkate alındığında, değişkenlerin birbirini açıklama gücünün sınırlandırılmadığını görmekteyiz. Model

için hesaplanan VIF değeri 1.66’dır. İlaveten, Ar-Ge harcamaları ile ileri teknoloji ihracatı arasında yapısal bir ilişki bulunması beklenen bir durumdur; Ar-Ge harcamaları, ülkelerin teknolojik kapasitesini artıran ve ileri teknoloji ihracatını doğrudan etkileyen bir unsur olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle bu iki değişken çalışmada birlikte ele alınmıştır.

Değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler ise Tablo 3’te belirtilmiştir:

Bu tür bir korelasyon, değişkenler arasındaki makul bir ilişkiyi göstermekte olup, tek model içerisinde

Tablo 3 incelendiğinde, ekonomik büyüme değişkeni için ortalama değer 2.870 olarak görülmektedir. Bu,

incelenen dönemde ekonomilerin yıllık ortalama %2.87 oranında büyüdüğünü göstermektedir. Medyan değer 2.720 olup, büyüme oranlarının yarısının bu değer altında, diğer yarısının ise üstünde olduğunu belirtir. Standart sapma 3.655, büyüme oranlarının ortalamadan ne kadar saptığını gösterir ve bu yüksek değer, büyüme oranlarında büyük farklılıklar olduğunu işaret eder. Çarpıklık değeri -0.412 olup, büyüme oranlarının hafifçe negatif yönde çarpık olduğunu ve dağılımın sol kuyruklu olduğunu gösterir. Basıklık değeri 4.496, normal dağılıma göre daha sivri bir dağılım olduğunu belirtir. Jarque-Bera testi ve ilgili olasılık değeri (0.000***) dağılımın normal dağılımdan önemli ölçüde sapma gösterdiğini doğrulamaktadır. İleri teknoloji ihracatı için ortalama değer 15.196 olarak verilmiştir. Bu, incelenen dönemde ülkelerin yıllık ortalama %15.196 oranında ileri teknoloji ürünü ihraç ettiklerini gösterir. Medyan değer 15.495 olup, değerlerin yarısının bu medyanın altında, yarısının ise üstünde olduğunu gösterir. Standart sapma 8.717, ileri teknoloji ihracat oranlarının ortalamadan ne kadar saptığını gösterir ve bu değer, ihraç oranlarında geniş bir yayılım olduğunu işaret eder. Çarpıklık değeri 0.281, dağılımın hafif pozitif yönde çarpık olduğunu ve daha uzun bir sağ kuyruklu dağılım olduğunu belirtir. Basıklık değeri 2.298 olup, dağılımın normal dağılıma göre daha basık olduğunu gösterir. Jarque-Bera testi ve ilgili olasılık değeri (0.000***) bu dağılımın da normal dağılımdan anlamlı bir şekilde sapma gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ar-Ge harcamaları

için ortalama değer 1.558 olarak hesaplanmıştır. Bu, incelenen dönemde ülkelerin yıllık ortalama %1.558 oranında gayrisafi milli hasıllarını Ar-Ge'ye harcadıklarını göstermektedir. Medyan değer 1.370 olup, değerlerin yarısının bu medyanın altında, yarısının ise üstünde olduğunu belirtir. Standart sapma 1.018, Ar-Ge harcamalarının ortalamadan ne kadar saptığını gösterir ve bu değer, harcama oranlarında çeşitlilik olduğunu işaret eder. Çarpıklık değeri 0.597 olup, dağılımın pozitif yönde çarpık olduğunu ve daha uzun bir sağ kuyruklu dağılım olduğunu belirtir. Basıklık değeri 2.876, dağılımın normal dağılıma göre daha sivri olduğunu gösterir. Jarque-Bera testi ve ilgili olasılık değeri (0.000***) bu dağılımın da normal dağılımdan anlamlı bir şekilde sapma gösterdiğini doğrulamaktadır.

Korelasyon matrisi, ekonomik büyüme ile diğer iki değişken arasında zayıf veya neredeyse hiç ilişki olmadığını, ancak ileri teknoloji ihracatı ile Ar-Ge harcamaları arasında güçlü bir ilişki bulunduğunu ortaya koymaktadır. Ekonomik büyüme ile ileri teknoloji ihracatı arasındaki korelasyon katsayısı 0.002'dir. Bu değer, iki değişken arasında neredeyse hiç doğrusal ilişki olmadığını göstermektedir. Yani, ekonomik büyüme oranları ile ileri teknoloji ihracat oranları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. Ekonomik büyüme ile Ar-Ge harcamaları arasındaki korelasyon katsayısı -0.174'tür. Bu negatif değer, iki değişken arasında zayıf bir ters ilişki olduğunu göstermektedir. Yani, ekonomik büyüme oranları arttıkça

Ar-Ge harcamalarının hafifçe azalabileceğini ya da tam tersi durumun olabileceğini belirtir. Ancak, bu ilişki oldukça zayıftır ve anlamlı bir etkiyi göstermeyebilir. İleri teknoloji ihracatı ile Ar-Ge harcamaları arasındaki korelasyon katsayısı 0.632'dir. Bu pozitif değer, iki değişken arasında ortalama bir doğrusal ilişki olduğunu göstermektedir. Yani, Ar-Ge harcamaları arttıkça ileri teknoloji ihracat oranlarının da artma eğiliminde olduğunu belirtir. Bu durum, Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ürünlerinin ihracatında önemli bir faktör olduğunu göstermektedir.

Panel birim kök testleri hem birim hem de zaman boyutlarını içerdiğinden, değişkenlerin durağanlığını analiz etmeden bir sonraki aşamaya geçilmesi mümkün değildir. Durağanlık analizlerinin gerçekleştirilebilmesi için, panel veri analizinde modelde ve/veya değişkenlerde yatay kesit bağımlılığı olup olmadığı incelenmelidir. Bu inceleme sonucunda, eğer yatay kesit bağımlılık tespit edilirse ikinci nesil birim kök testleri, aksi halde birinci nesil birim kök testleri kullanılmaktadır (Şak, 2015: 205). Bu testlerden CADF birim kök testi, birimler arasındaki korelasyonu ortadan kaldırmak amacıyla ADF regresyonunun birinci farkını almakta ve testin temel denklemi aşağıda sunulmuştur (Pesaran, 2006: 266):

$$y_{it} = (1 - \phi_i)\mu_i + \phi_i y_{i,t-1} + u_{it} \quad (2)$$

Burada; $i = 1, \dots, N$ $t = 1, \dots, T$; ve $u_{it} = \gamma_i f_t + \varepsilon_{it}$ 'dir. f_t gözlemlenemeyen ortak etkileri, ε_{it} ise hata terimini belirtmektedir. $\phi_i = 1$ olduğunda CADF testinde ele alınan denklem aşağıdaki gibidir:

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Burada $\alpha_i = (1 - \phi_i)\mu_i$, $\beta_i = -(1 - \phi_i)$ ve $\Delta y_{it} = y_{it} - y_{i,t-1}$ şeklindedir. Bu genişletilmiş regresyon denklemi, y_{it} 'nin gecikmeli birinci farklarının eklenmesiyle belirlenir.

CADF istatistik değeri, Pesaran (2006) tarafından belirlenen kritik değerden küçükse, değişken durağan kabul edilir. Ancak panelin genel durağanlığı değerlendirmek için CIPS istatistiği kullanılmaktadır:

$$CIPS = N^{-1} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (4)$$

CIPS istatistiği, gecikmeli değişkenlerin t-istatistiklerinin ortalamasıyla hesaplanmaktadır. Her bir yatay kesit için CADF test istatistiklerinin ortalamasıyla panel veri setinde birim kök testi yapılmaktadır (Pesaran, 2006: 268).

Durağanlık sınamasının ardından, değişkenler arasında uzun vadeli bir ilişki olup olmadığını belirlemek için eşbütünleşme analizi yapılır. Westerland (2008) tarafından geliştirilen Durbin-Hausman panel eşbütünleşme testi, değişkenler arasındaki koentegrasyon ilişkisinin tespitinde kullanılır. Bu test, seriler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğu durumlarda uygulanabilir (Westerlund, 2008: 199).

Durbin-Hausman eşbütünleşme testi hem grup hem de panel seviyelerinde uzun dönemli ilişkiyi ayrı ayrı ele alır. Bu test, otoregresif parametrenin kesitler arasında farklılık göstermesine izin verir. hipotezinin reddedilmesi, bazı kesitlerde eşbütünleşme ilişkisinin mevcut olduğunu belirtir. Aynı zamanda, test otoregresif parametrenin tüm kesitler için aynı olduğunu varsayar.

hipotezinin reddedilmesi durumunda, tüm kesitler için uzun dönemli ilişkinin varlığı sonucuna ulaşılır (Di Iorio ve Fachin, 2008: 3-4). Testin modeli aşağıdaki denklemle ifade edilir:

$$\begin{aligned} y_{it} &= \alpha_i + \beta_i x_{it} + z_{it} \\ x_{it} &= \delta x_{it-1} + w_{it} \end{aligned} \quad (5)$$

Burada z_{it} değerin dağılımının, aşağıda ifade edilen ve ortak faktörlerin değerlendirilmesiyle yatay kesit bağımlılığı olanak tanıyan denklem setiyle uyumlu olduğu kabul edilmektedir.

$$\begin{aligned} z_{it} &= \lambda'_i F_t + e_{it} \\ F_{jt} &= p_j F_{jt-1} + u_{jt} \\ e_{it} &= \phi_i e_{it-1} + v_{it} \end{aligned} \quad (6)$$

(Her j için $p_j < 1$)

F_t ; F_{jt} k boyutlu ortak faktör vektörü

λ_i ; faktör yüklerinin uyumlu vektörü

Durbin-Hausman testinde kullanılan çekirdek tahminci, aşağıdaki denklemle temsil edilmektedir:

$$\hat{w}_i = \frac{1}{T-1} \sum_{j=M_i}^M \left(1 - \frac{j}{M_i+1}\right) \sum_{t=j+1}^T \hat{v}_{it} \hat{v}_{it-j} \quad (7)$$

$\hat{v}_{it}$, EKK kalıntıları; M_i , bant genişliği (bandwidth) parametresi; $\hat{w}_i^2$ 'nin değeri ise, $\hat{v}_{it}$ 'nin uzun dönemli varyansı $\hat{w}_i^2$ 'nin tahminiyle tutarlıdır. Burada eşanlı varyans tahmini $\hat{\sigma}_i^2$ ile ifade edilmesi mümkündür. Bu tahminlerle $\hat{S}_i = \hat{w}_i^2 / \hat{\sigma}_i^4$ ve $\hat{S}_i = \hat{w}_i^2 / (\hat{\sigma}_i^2)^2$ şeklinde iki farklı varyans oranı yazmak mümkündür.

$$\hat{w}_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{w}_i^2 \text{ ve } \hat{\sigma}_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{\sigma}_i^2 \quad (8)$$

Bu hesaplamaların ardından, Durbin-Hausman testinin grup ve panel (DH_g, DH_p) istatistikleri, aşağıda belirtilen denklemlerle tahmin edilir (Westerlund, 2008: 199-203).

$$\begin{aligned} DH_g &= \sum_{i=1}^n \hat{S}_i (\bar{\phi}_i - \hat{\phi}_i)^2 \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it-1}^2 \\ DH_p &= \hat{S}_n (\bar{\phi} - \hat{\phi})^2 \sum_{i=1}^n \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it-1}^2 \end{aligned} \quad (9)$$

Eğim parametrelerinin heterojenliğini ve kesit bağımlılığını dikkate alan tahminciler kullanılacaktır. Bunun için Pesaran (2006) tarafından geliştirilen Ortak Korelasyonlu Etkiler Ortalama Grup (CCEMG) ve Eberhardt ve Bond (2009) ile Eberhardt ve Teal (2010) tarafından geliştirilen Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG) tahmincileri kullanılacaktır. Pesaran, CCEMG tahmincisini genel panel denklemini

$$y_{it} = \alpha_i d_t + \beta_{ki} x_{kit} + u_{it}, u_{it} = \gamma_{im} f_{tm} + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

şeklinde genişleterek ve N grup regresyonu yaparak elde etmiştir. Model şu şekilde

$$y_{it} = \alpha_i d_t + \beta_{ki} x_{kit} + \theta_{1i} \bar{y}_t + \theta_{2i} \bar{x}_{kt} + u_{it} \quad (11)$$

her bir kesit için tahmin edilmektedir. Pesaran, her eğim parametresi için heterojenlik altında $\beta_i = \beta + v_i$ şeklinde bir rastgele süreç varsaymakta olup, bağımlı ve açıklayıcı değişkenlerin kesitleri boyunca genişleterek, gözlemlenemeyen ortak faktörler yerine $f_t = (f_{1t}, f_{2t}, \dots, f_{mt})'$ şeklinde m-boyutlu bir vektör olan bu denklemi elde etmektedir. $\gamma_t = (\gamma_{1t}, \gamma_{2t}, \dots, \gamma_{mt})'$ ise ilgili $m \times 1$ faktör yükleme vektörüdür. Ortalama etki şu şekilde hesaplanır:

$$\hat{\beta}_{CCEMG} = N^{-1} \sum_i^N \hat{\beta}_i \quad (12)$$

Bu katsayılar N'ye bölünerek ve aritmetik ortalaması alınarak elde edilir. Benzer şekilde, Eberhardt ve Bond (2009) ile Eberhardt ve Teal (2010) tarafından geliştirilen Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG) tahmincileri de kesit ortalamalarını dikkate almaktadır. Bunu, değişkenlerin kesit ortalamaları yerine AMG'nin ortak dinamik etkilerini dahil ederek yapar ve gözlemlenemeyen ortak faktörleri dikkate alır.

AMG, önce modele sahte değişkenler ekler ve POLS farklılaştırmasını şu şekilde tahmin eder:

$$\Delta y_{it} = \beta \Delta x_{it} + \sum_{t=2}^T c_t \Delta D_t + u_{it} \quad (13)$$

Sonrasında, standart dinamik süreç bağımlı değişkeni çıkararak veya ekleyerek her bir kesit için tahmin şu şekilde yapılır:

$$\begin{aligned} y_{it} - \hat{u}_t^* &= \alpha_i + \beta_i x_{it} + u_{it} d_i x_{it} \text{ veya} \\ y_{it} &= \alpha_i + \beta_i x_{it} + d_i \hat{u}_t^* + u_{it} \end{aligned} \quad (14)$$

Son olarak, tahmin edilen modelde eğim parametreleri N'ye bölünerek şu şekilde elde edilir:

$$\hat{\beta}_{CCEMG} = N^{-1} \sum_i \hat{\beta}_i \quad (15)$$

ve aritmetik ortalaması alınır.

Bu kapsamda, değişkenler arasındaki uzun dönem katsayılarının tahmini, CCEMG tahmin yöntemi kullanılarak incelenmiştir. CCEMG tahmin sonuçlarının güvenilirliğini artırmak için ikinci tahmin yöntemi olarak AMG kullanılmıştır. Hem CCEMG hem de AMG tahmin yöntemleri, modellerde heterojen parametrelerin ve kesitler arası bağımlılığın mevcut olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Westerlund, 2008: 199-233).

Çalışmada, değişkenler arasındaki nedensel ilişkinin varlığı da araştırılmaktadır. Panel veri analizinde, yatay kesit bağımlılığının mevcut olduğu durumlarda Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) tarafından önerilen nedensellik testi kullanılmaktadır. Bu test, heterojen karma panellerde meta analize dayalı bootstrap panel yöntemini kullanır. Toda ve Yamamoto'nun (1995) düzey VAR modelinde entegre veya eş-bütünleşik bir süreç

için katsayı kısıtlamalarını test etme tekniklerine dayanır. Ancak, temel VAR sistemindeki değişkenlerin durağan olmasını sağlama modeli bu testi takip etmez. Bu nedenle, test durağan, durağan olmayan, eşbütünleşik ve eşbütünleşik olmayan serilerden oluşan paneller için uygundur. Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) tarafından önerilen nedensellik testi, iki denklem setini içerir:

$$\begin{aligned} x_{i,t} &= \mu_i^x + \sum_{j=1}^{k_i+dmax_i} A_{11,ij} x_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{k_i+dmax_i} A_{12,ij} y_{i,t-j} + u_{i,t}^x \\ y_{i,t} &= \mu_i^y + \sum_{j=1}^{k_i+dmax_i} A_{21,ij} x_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{k_i+dmax_i} A_{22,ij} y_{i,t-j} + u_{i,t}^y \end{aligned} \quad (16)$$

Burada $dmax_i$, her bir için sistemden ki en yüksek bütünleşmeyi ifade etmektedir. Ayrıca x ile y değişkenleri arasındaki nedenselliği belirlemek için en fazla ilişkiyi ifade etmektedir (Emirmahmutoğlu ve Köse, 2011: 872).

Bulgular

Panel veri analizlerinde yöntem seçimi yaparken yatay kesit bağımlılığının ve homojenliğin tespiti önemli bir kriterdir. Yatay kesit bağımlılık ve Delta testlerine ait sonuçlar Tablo 4'te sunulmuştur:

Tablo 4'te sunulan sonuçlar, değişkenler arasında ve modelde yatay kesit bağımlılığının bulunduğunu göstermektedir. Yatay kesit testleri sonucunda, modelde heterojen bir yapı olduğunu belirtmektedir. Çıkan bu sonuçlar tüm gözlemlerin aynı yae pıya ve özelliklere sahip olmadığı, diğer bir ifadeyle farklı birimlerin farklı özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, araştırmada yatay kesit bağımlılığını dikkate alan

Tablo 4. Yatay Kesit Bağımlılık Testi ve Delta Testi Sonuçları

		İstatistik Değeri	p
<i>Büyüme</i>	Breusch-Pagan LM	1701.196	0.000***
	Pesaran scaled LM	77.52271	0.000***
	Bias-corrected scaled LM	77.06816	0.000***
	Pesaran CD	39.46702	0.000***
<i>Teknoloji</i>	Breusch-Pagan LM	1378.64	0.000***
	Pesaran scaled LM	60.97596	0.000***
	Bias-corrected scaled LM	60.52142	0.000***
	Pesaran CD	3.146798	0.001***
<i>Ar – Ge</i>	Breusch-Pagan LM	1930.624	0.000***
	Pesaran scaled LM	89.29213	0.000***
	Bias-corrected scaled LM	88.83758	0.000***
	Pesaran CD	11.527	0.000***
	Model	38.602	0.000***
	Δ	10.063	0.000***
	Δ_{adj}	10.169	0.000***

Not: “p” olasılık değerini belirtmektedir. ***p<0.01, **p<0.05 ve *p<0.10.

Tablo 5. Ekonomik Büyüme Değişkeni için CADF-CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

<i>Büyüme</i>	<i>l</i>	CADF	Δ <i>Büyüme</i>	<i>l</i>	CADF
Arjantin	2	-1.485	Arjantin	2	-3.707
Avustralya	2	-4.372	Avustralya	2	-4.681
Brezilya	2	-1.921	Brezilya	2	-3.393
Kanada	2	-2.468	Kanada	2	-4.756
Çin	2	-2.645	Çin	2	-2.217
Almanya	2	-3.563	Almanya	2	-4.261
Avrupa Birliği	2	-3.192	Avrupa Birliği	2	-2.909
Fransa	2	-2.964	Fransa	2	-4.406
Birleşik Krallık	2	-2.745	Birleşik Krallık	2	-4.223
Endonezya	2	-1.715	Endonezya	3	-1.966
Hindistan	2	-2.755	Hindistan	2	-5.188
İtalya	2	-3.754	İtalya	2	-3.731
Japonya	2	-2.374	Japonya	2	-5.721
Kore	2	-1.242	Kore	2	-3.784
Meksika	2	-2.081	Meksika	2	-4.003
Rusça	2	-2.794	Rusça	2	-4.577
Suudi Arabistan	3	-3.539	Suudi Arabistan	2	-4.933
Türkiye	2	-2.012	Türkiye	2	-3.05
Amerika Birleşik Devletleri	2	-1.669	Amerika Birleşik Devletleri	2	-3.096
Güney Afrika	2	-4.613	Güney Afrika	2	-6.118
CIPS		-2.695	CIPS		-4.036

Not: “l” gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. İlgili kritik değerler Pesaran (2006) çalışmasında bulunmaktadır.

Tablo 7. Teknoloji Değişkeni için CADF-CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

<i>Teknoloji</i>	<i>l</i>	CADF	<i>ΔTeknoloji</i>	<i>l</i>	CADF
Arjantin	3	-1.812	Arjantin	3	-2.044
Avustralya	2	-3.365	Avustralya	2	-3.564
Brezilya	2	-4.994	Brezilya	2	-3.02
Kanada	2	-1.836	Kanada	2	-2.897
Çin	2	-2.388	Çin	2	-2.775
Almanya	2	-1.389	Almanya	2	-3.478
Avrupa Birliği	2	-1.903	Avrupa Birliği	2	-3.538
Fransa	2	-1.241	Fransa	2	-2.402
Birleşik Krallık	2	-1.807	Birleşik Krallık	2	-3.802
Endonezya	3	-0.644	Endonezya	3	-0.615
Hindistan	2	-3.874	Hindistan	2	-2.383
İtalya	2	-2.002	İtalya	2	-2.6
Japonya	3	0.836	Japonya	2	-5.555
Kore	2	-1.712	Kore	2	-4.773
Meksika	3	-1.204	Meksika	3	-1.673
Rusça	3	-0.262	Rusça	2	-4.365
Suudi Arabistan	2	-3.678	Suudi Arabistan	3	-2.751
Türkiye	2	-0.672	Türkiye	2	-1.134
Amerika Birleşik Devletleri	3	-0.12	Amerika Birleşik Devletleri	2	-2.732
Güney Afrika	3	-2.621	Güney Afrika	3	-2.122
CIPS		-1.835	CIPS		-2.911

Not: “*l*” gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. İlgili kritik değerler Pesaran (2006) çalışmasında bulunmaktadır.

CADF ve CIPS birim kök testleri kullanılmıştır. Bu testlerin sonuçları, Tablo 5, Tablo 6 ve Tablo 7’de sunulmuştur:

Analiz sonuçlarına göre, CADF ve CIPS testlerine dayanarak tüm ülkelerin birinci farkta durağan olduğu belirlenmiştir. Birim kök analizinin ardından, G20 ülkeleri için teknoloji ihracatı ile ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişkiyi tespit etmek için Westerlund Dursbin Hausman eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8’de sunulan Westerlund Dursbin-Hausman eşbütünleşme analizi sonuçlarına göre hem grup istatistik değeri hem de panel istatistik değeri istatistiksel olarak anlamlıdır ve bu da değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir. Grup istatistik değeri, gruptaki tüm gözlemler için ortak bir eşbütünleşme ilişkisini test ederken, panel istatistik değeri, tüm panel verisi üzerinden genel bir eşbütünleşme ilişkisinin varlığını test etmektedir. Her iki testin de anlamlı sonuçlar vermesi, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu ve

Tablo 7. Ar-Ge Değişkeni için CADF-CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

<i>Ar – Ge</i>	<i>l</i>	CADF	<i>ΔAr – Ge</i>	<i>l</i>	CADF
Arjantin	2	-1.691	Arjantin	2	-3.146
Avustralya	3	-2.422	Avustralya	2	-3.37
Brezilya	2	-3.106	Brezilya	2	-4.586
Kanada	2	-3.014	Kanada	2	-2.751
Çin	2	-1.997	Çin	2	-1.355
Almanya	2	-2.654	Almanya	2	-4.11
Avrupa Birliği	2	-2.537	Avrupa Birliği	2	-3.189
Fransa	2	-3.363	Fransa	2	-3.101
Birleşik Krallık	2	-1.434	Birleşik Krallık	2	-3.031
Endonezya	2	-3.893	Endonezya	2	-4.164
Hindistan	2	-1.757	Hindistan	2	-2.884
İtalya	2	-1.791	İtalya	2	-4.212
Japonya	2	-3.199	Japonya	2	-3.512
Kore	2	-2.755	Kore	2	-3.416
Meksika	2	-1.451	Meksika	2	-3.695
Rusça	2	-4.131	Rusça	2	-4.37
Suudi Arabistan	2	-2.4	Suudi Arabistan	2	-3.319
Türkiye	2	-1.657	Türkiye	2	-2.472
Amerika Birleşik Devletleri	2	-2.627	Amerika Birleşik Devletleri	2	-2.879
Güney Afrika	2	-2.821	Güney Afrika	2	-3.01
CIPS		-2.535	CIPS		-3.328

Not: “*l*” gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. İlgili kritik değerler Pesaran (2006) çalışmasında bulunmaktadır.

Tablo 8. Westerlund Durbin Hausman Eşbütünleşme Analizi Sonuçları

	İstatistik Değeri	p
Durbin-Hausman grup istatistik değeri	14.938	0.000***
Durbin-Hausman panel istatistik değeri	11.288	0.000***

Not: “p” olasılık değerini belirtmektedir. ***p<0.01, **p<0.05 ve *p<0.10.

eşbütünleşmenin varlığını doğrulamaktadır. Bu durum, modeldeki değişkenlerin uzun vadede birbirleriyle dengede olduğu anlamına gelmektedir. Uzun dönem katsayıları CCEMG tahmincisi kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 9’da raporlanmıştır.

Çalışmada kullanılan CCEMG (Ortak Korelasyonlu Etkiler Ortalama Grup)

tahmincisi, robust seçeneği tercih edilerek yapılmıştır. Bunun nedeni, yatay kesit bağımlılığı ve heterojen yapıların bulunduğu bir veri setiyle çalışılıyor olunmasıdır. Tablo 9’da verilen CCEMG, AMG ve 2SLS tahmincilerine göre, ileri teknoloji ihracatı ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir. Bu sonuç, ileri teknoloji ihracatının ekonomik büyümeyi

Tablo 9. Uzun Dönem Katsayıları

	Bağımlı Değişken: Büyüme	Katsayı	Std. Hata	t İstatistik Değeri	p
CCEMG Tahmincisi	<i>Teknoloji</i>	0.077	0.024	-3.153	0.001***
	<i>Ar – Ge</i>	-1.043	0.2109	-4.947	0.000***
	<i>c</i>	3.315	0.347	-9.551	0.000***
	Wald İstatistiği			124.51	0.000***
AMG Tahmincisi	<i>Teknoloji</i>	0.036	0.257	-11.375	0.001***
	<i>Ar – Ge</i>	-1.384	0.218	-5.012	0.000***
	<i>c</i>	3.806	0.528	-7.109	0.000***
	Wald İstatistiği			283.99	0.000***
2SLS Tahmincisi	0.777	Teknoloji 0.246		3.150	0.002***
	-1.043	Ar-Ge 0.210		-4.950	0.000***
		<i>c</i>		9.550	0.000***
	3.315	3.471			

Not: “p” olasılık değerini belirtmektedir. ***p<0.01, **p<0.05 ve *p<0.10. CCEMG (Ortak Korelasyonlu Etkiler Ortalama Grup) tahmincisi, robust seçeneği tercih edilerek yapılmıştır.

destekleyici bir faktör olduğunu göstermektedir. İleri teknoloji ihracatının artması, bir ülkenin ekonomik büyümesine katkı sağlayabilir çünkü ileri teknoloji ürünleri genellikle yüksek katma değerli ürünlerdir ve rekabet avantajı sağlayabilirler. Bu nedenle, bir ülkenin ileri teknoloji ihracatının artması, ekonomisinin büyüme potansiyelini artırabilir. Öte yandan, Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeyi negatif yönde etkilemesi dikkat çekicidir. Bu sonuç, bir ülkenin Ar-Ge harcamalarının artmasıyla ekonomik büyümenin azalabileceğini göstermektedir. Bunun teorik olarak açıklanması, kısa vadede ekonomik kaynakları tüketebilir ve mevcut kaynakları ekonomik büyümeye yönlendirmek yerine Ar-Ge faaliyetlerine odaklanabilir.

Çalışmanın son aşamasında, ilgili değişkenler ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkilerinin

incelenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda sonuçlar Tablo 10 ve Tablo 11’de sunulmuştur:

Nedensellik analizi sonuçları, G20 ülkeleri genelinde ileri teknoloji ihracatından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, ileri teknoloji ihracatının ekonomik büyümeyi etkileyen önemli bir faktör olduğunu vurgulamaktadır. İleri teknoloji ürünleri genellikle yüksek katma değere sahiptir ve rekabet avantajı sağlayabilmektedirler. Bu ürünlerin ihracatının artması, bir ülkenin ekonomik büyümesine olumlu katkıda bulunabilmektedir. İleri teknoloji ürünlerinin ihracatında yaşanan artışlar, bir ülkenin rekabet gücünü artırabilmekte ve uluslararası pazarda daha fazla yer edinmesine olanak sağlayabilmektedir. Bunun sonucunda da ekonomik büyüme ivme kazanabilmektedir.

Tablo 10. Teknoloji İhracatı ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik Sonuçları

<i>Büyüme → Teknoloji</i>	<i>l</i>	Wald İstatistik Değeri	p	<i>Teknoloji → Büyüme</i>	<i>l</i>	Wald İstatistik Değeri	p
Arjantin	1	0.000	0.995	Arjantin	1	0.140	0.708
Avustralya	2	2.443	0.295	Avustralya	2	9.444	0.009***
Brezilya	1	0.417	0.518	Brezilya	1	0.596	0.440
Kanada	1	1.051	0.305	Kanada	1	0.246	0.620
Çin	2	1.191	0.551	Çin	2	24.885	0.000***
Almanya	1	0.805	0.369	Almanya	1	0.033	0.856
Avrupa Birliği	1	1.022	0.312	Avrupa Birliği	1	0.034	0.854
Fransa	1	2.551	0.110	Fransa	1	0.015	0.901
Birleşik Krallık	2	0.192	0.909	Birleşik Krallık	2	41.330	0.000***
Endonezya	1	0.005	0.942	Endonezya	1	1.644	0.200
Hindistan	2	4.506	0.105	Hindistan	2	5.823	0.054*
İtalya	2	2.886	0.236	İtalya	2	12.355	0.002***
Japonya	2	3.876	0.144 0.070	Japonya	2	3.995	0.136
Kore	1	3.277	*	Kore	1	3.369	0.066
Meksika	1	2.684	0.101	Meksika	1	0.045	0.831
Rusça Suudi Arabistan	1	0.350	0.554	Rusça Suudi Arabistan	1	0.006	0.940
Türkiye	1	0.186	0.666	Türkiye	1	3.537	0.060*
Amerika Birleşik Devletleri	1	0.399	0.528	Amerika Birleşik Devletleri	1	0.006	0.939
Güney Afrika	2	0.517	0.772 0.034	Güney Afrika	2	9.664	0.008***
	1	4.517	**		1	0.321	0.571
Fisher Test İstatistiği		48.106	0.178	Fisher Test İstatistiği		127.627	0.000***

Not: “p” olasılık değerini belirtmektedir. ***p<0.01, **p<0.05 ve *p<0.10.

Ülkeler bazında incelendiğinde, Kore ve Güney Afrika gibi ülkelerde ekonomik büyümeden ileri teknoloji ihracatına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi gözlemlenmektedir. Bu durum, bu ülkelerde ekonomik büyümenin ardından ileri teknoloji sektörünün gelişerek ihracat potansiyelini artırmasıyla açıklanabilmektedir. Diğer yandan, Avustralya, Çin,

İngiltere, Hindistan, İtalya, Suudi Arabistan ve ABD gibi ülkelerde ise ileri teknoloji ihracatından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi görülmektedir. Bu ülkelerde, ileri teknoloji ihracatındaki artışların ekonomik büyümeyi desteklediği ve bu ülkelerin ekonomik büyüme stratejilerinde ileri teknoloji

Tablo 11. Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik Sonuçları

<i>Büyüme → Teknoloji</i>	<i>l</i>	Wald İstatistik Değeri	p	<i>Teknoloji → Büyüme</i>	<i>l</i>	Wald İstatistik Değeri	p
Arjantin	1	0.000	0.995	Arjantin	1	0.140	0.708
Avustralya	2	2.443	0.295	Avustralya	2	9.444	0.009***
Brezilya	1	0.417	0.518	Brezilya	1	0.596	0.440
Kanada	1	1.051	0.305	Kanada	1	0.246	0.620
Çin	2	1.191	0.551	Çin	2	24.885	0.000***
Almanya	1	0.805	0.369	Almanya	1	0.033	0.856
Avrupa Birliği	1	1.022	0.312	Avrupa Birliği	1	0.034	0.854
Fransa	1	2.551	0.110	Fransa	1	0.015	0.901
Birleşik Krallık	2	0.192	0.909	Birleşik Krallık	2	41.330	0.000***
Endonezya	1	0.005	0.942	Endonezya	1	1.644	0.200
Hindistan	2	4.506	0.105	Hindistan	2	5.823	0.054*
İtalya	2	2.886	0.236	İtalya	2	12.355	0.002***
Japonya	2	3.876	0.144 0.070	Japonya	2	3.995	0.136
Kore	1	3.277	*	Kore	1	3.369	0.066
Meksika	1	2.684	0.101	Meksika	1	0.045	0.831
Rusça Suudi Arabistan	1	0.350	0.554	Rusça Suudi Arabistan	1	0.006	0.940
Türkiye Amerika Birleşik Devletleri	1	0.186	0.666	Türkiye Amerika Birleşik Devletleri	1	3.537	0.060*
Güney Afrika	1	0.399	0.528	Güney Afrika	1	0.006	0.939
Fisher Test İstatistiği		48.106	0.178	Fisher Test İstatistiği		127.627	0.000***

Not: “p” olasılık değerini belirtmektedir. ***p<0.01, **p<0.05 ve *p<0.10.

sektörüne odaklanmanın önemli olduğu görülmektedir.

Nedensellik analizi sonuçlarına göre, G20 ülkeleri genelinde Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeyi etkileyen önemli bir faktör olduğunu işaret etmektedir. Ar-Ge

harcamaları, bir ülkenin teknolojik yenilik ve gelişim kapasitesini artırabilmektedir. Yüksek Ar-Ge harcamaları, yeni ürünlerin ve teknolojilerin geliştirilmesini teşvik edebilmekte ve bu da ekonomik büyümeyi desteklemektedir. Ar-Ge faaliyetleri, üretkenliği artırabilmekte, iş süreçlerini iyileştirebilmekte ve rekabet gücünü artırabilmektedir. Bu nedenle, Ar-Ge

harcamalarının artmasıyla birlikte ekonomik büyüme ivme kazanabilmektedir.

Ülkeler bazında incelendiğinde, bazı ülkelerde ekonomik büyümeden Ar-Ge harcamalarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi gözlemlenirken, diğerlerinde ise Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi gözlemlenmektedir. Örneğin, Brezilya ve Avrupa Birliği gibi ülkelerde ekonomik büyüme, Ar-Ge harcamalarını teşvik edebilmektedir. Bu ülkelerde artan ekonomik büyüme, Ar-Ge faaliyetlerine daha fazla kaynak tahsis edilmesini ve yenilikçiliği desteklemeyi teşvik edebilmektedir. Diğer yandan, Avustralya, Kanada, Çin ve Meksika gibi ülkelerde ise Ar-Ge harcamalarındaki artışlar, ekonomik büyümeyi destekleyebilmektedir. Bu ülkelerdeki Ar-Ge faaliyetlerinin artması, yeni teknolojilerin geliştirilmesini ve üretkenliğin artmasını sağlayabilmekte, bu da ekonomik büyümeyi destekleyebilmektedir.

Sonuç ve Değerlendirme

Teknolojik gelişim, ekonomi üzerinde pozitif etkiler oluşturarak ülke kalkınmasına katkı sunmaktadır. Ülkelerin dış ticaret yarışında önde olmasında ürettikleri ürünlerin katma değer oluşturmaları önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Rekabet yarışında ileri teknoloji kullanımı ülkelere hem maliyet avantajı hem de kar avantajı sağlamaktadır. Bu çalışmada ileri teknoloji ihracatı, Ar-Ge harcaması değişkenlerinin büyüme üzerindeki etkisi incelenmiştir. G20 ülkeleri

için yapılan çalışmada panel analizi yöntemi seçilmiştir. Değişkenlerin yatay kesit ve homojenlik tespiti yapılması sonrası çıkan sonuçlar doğrultusunda birim kök testleri yapılmıştır. Sonrasında değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki ve değişkenlere ait katsayılar belirlenmiştir. Çalışma sonunda nedensellik analizi yapılarak değişkenler arasındaki ilişki ortaya koyulma çalışılmıştır. Analiz sonucunda ileri teknoloji ihracatı, Ar-Ge harcaması değişkenlerinin büyüme üzerinde pozitif ve ekonomik açıdan anlamlı bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Analiz yöntemleri literatürde yer alan Falk (2009), Şahbaz vd. (2014) ve Dağlı ve Ezanoğlu (2021) çalışması ile benzerlik göstermiştir.

İleri teknoloji ürünleri çoğunlukla yenilikçi ve katma değeri yüksek ürünleri içermektedir. Ar-Ge harcamalarının artmasıyla birlikte yeni teknolojilerin üretimi de artacak ve mevcut ürünlerin iyileştirilmesi sağlanabilecektir. Bu durum da şirketlerin ve/veya hükümetlerin rekabet güçlerinin artmasına yol açacaktır. İleri teknoloji ürünleri genellikle yüksek ihracat potansiyeline sahip ürünleri içermektedir. Ar-Ge harcamalarıyla geliştirilen yeni ürünler ve teknolojiler, ihracat hacmini artmasını sağlayacaktır. Böylelikle ülkenin dış ticaret değeri pozitif yönde etkilenecektir. Bu yolla, ülkeler genellikle ekonomik çeşitliliği artırarak, katma değeri yüksek ürünlerle dış ticaret dengesini iyileştirebilir, istihdamın ve ekonomik büyümenin artmasına katkı sunuluna bilinecektir.

Bu durum inovatif etkinin artırılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, devletlerin ve şirketlerin genellikle bu alanlara yatırım yapması ve böylelikle ekonomik büyümenin artmasına yardımcı olması gerekmektedir. İleri teknoloji ve Ar-Ge harcamasına ilişkin yapılacak ilerleyen çalışmalarda açıklayıcı değişkenler artırılarak bir analiz yürütülebilir. İlerleyen çalışmalarda üretim fonksiyonlarına teknolojik gelişmelerin eklenmesi, inovasyon başlığının geliştirilmesi ve büyüme dışındaki makro değişkenlerle konunun incelenmesi literatüre katkı sunacaktır.

KAYNAKLAR

- Bbaale, E., & Mutenyo, J. (2011). Export Composition and Economic Growth in Sub-Saharan Africa: A Panel Analysis. *Consilience*, (6), 1-19.
- Breusch, T. S. & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and Its Application to Model Specification in Econometrics. *Review of Economic Studies*, 47, 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>.
- Büyüköztürk, Ş. (2020). Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı İstatistik, Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorum. Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. A., Karadeniz, S. ve Demirel, F. (2016). Bilimsel Araştırma Yöntemleri (22. Baskı). Pegem Akademi.
- Dağlı, İ., & Ezanoğlu, Z. (2021). Ar-Ge, Patent ve İleri Teknoloji İhracatının Ekonomik Büyümeye Etkileri: OECD Ülkeleri İçin Dinamik Panel Veri Analizi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 438-460.
- Di Iorio, F., & Fachin, S., (2008). A Note on the Estimation of Long-Run Relationships in Dependent Cointegrated Panels. *MPRA Paper*, 12053, University Library of Munich, Germany.
- Doru, Ö., & Dabakoğlu, M. (2021). Seçilmiş Ülkelerde Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 295-313.
- Eberhardt, M., & Bond, S. (2009). Cross-section dependence in nonstationary panel models: a novel estimator.
- Eberhardt, M., & Teal, F. (2010). Productivity Analysis in Global Manufacturing Production.
- Emirmahmutoğlu, F., & Köse, N. (2011). Testing for Granger Causality in Heterogeneous Mixed Panels. *Economic Modelling*, 28(3), 870-876. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2010.10.018>.
- Falk, M. (2009). High-Tech Exports and Economic Growth in Industrialized Countries. *Applied Economics Letters*, 16(10), 1025-1028.
- Horvath, R. (2011). Research & Development and Growth: A Bayesian Model Averaging Analysis. *Economic Modelling*, 28(6), 2669-2673.
- Kalaycı, Ş. (2010). SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri (5. Baskı). Asil Yayın Dağıtım.
- Keskin, A. (2011). Ekonomik Kalkınmada Beşeri Sermayenin Rolü Ve Türkiye. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25(3-4), 125-153.
- Küçükaksoy, İ., & Akalın, G. (2017). Fisher Hipotezinin Panel Veri Analizi ile Test Edilmesi: OECD Ülkeleri Uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35(1), 19-40. <https://doi.org/10.17065/huniibf.303303>.
- Külünk, İ. (2018). Türkiye’de Ar-Ge Harcamaları, İhracat ve Büyüme Arasındaki İlişki: 1996-2016. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 73-82.
- Lucas, R. E. (1978). *After Keynesian Macroeconomics*. The Rational Expectations Revolution: Reading from the Front Line, M.I.T. Press Cambridge.
- 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. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. *Cambridge Working Papers in Economics*, 0435, Faculty of Economics, University of Cambridge. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.572504>.
- Pesaran, M. H. (2006). A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-Section Dependency. *Cambridge Working Papers in Economics*, 0346. <https://doi.org/10.1002/jae.951>.
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing Slope Homogeneity in Large Panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.010>.
- Romer, P. (1994). The Origins of Endogenous Growth. *Journal of Economic Perspective*, 8, 3-22.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, (98), 71-102.
- Ünsal, E. M. (2011). *Makro İktisat*, İmaj Yayınevi.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business Cycles*, New York: McGraw-Hill.
- Seçer, İ. (2017). SPSS ve Lisrel ile pratik veri analizi analiz ve raporlaştırma (3. Baskı). Anı Yayıncılık.
- Sezgin, F. H., & Budak, Y. (2022). Teknolojik Gelişme ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yükselen Ekonomiler Örneği. *Journal of Emerging Economies & Policy*, 7(1).
- Sungur, O., Aydın, H., & Eren, M. (2016). Türkiye’de Ar-Ge, İnovasyon, İhracat ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Asimetrik Nedensellik Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 173-192.
- Sylwester, K. (2001). R&D and Economic Growth. Knowledge. *Technology & Policy*, 13(4), 71-84.
- Şahbaz, A., Yanar, R., & 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.
- Şak, N. (2015). *Panel birim kök testleri*. S. Güriş (Ed.), Stata ile panel veri modelleri içinde (ss. 203-267), İstanbul: Der Yayınları.
- Şeker, A., & Özcan, S. (2019). Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(3), 865-884.
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical Inferences in Vector Autoregression with Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*, 66(1-2), 225-250. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01616-8](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01616-8).
- Turan, A., Berber, D., & Zeren, F. (2023). Ar-Ge Harcamalarının İhracata Etkisi: G7 Ülkeleri Örneği. *Ekonomi İşletme ve Yönetim Dergisi*, 7(1), 43-63.
- Yaman, H., & Sungur, O. (2020). İleri Teknoloji İhracatı ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine Yönelik Ekonometrik Bir Analiz. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 63-80.
- Yıldız, Ü. (2017). BRICS Ülkeleri ve Türkiye’de Yüksek Teknoloji İhracatı ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Panel Veri Analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (53), 26-34.
- Westerlund, J. (2008). Panel Cointegration Tests of the Fisher Effect. *Journal of Applied Econometrics*, 23(2), 193-233. <https://doi.org/10.1002/jae.967>.