



Araştırma Makalesi / Research Article**AB Ülkelerinde 2015-2020 Yılları Arasında İnovasyon ile Büyüme Arasındaki İlişki****The Relationship Between Innovation and Growth in EU Countries Between 2015-2020*Bekir Sami Oğuztürk¹ 
Hasibenur Uysal² **MAKALE BİLGİSİ****Başvuru:** 08.12.2022
Revizyon: 11.08.2023
Kabul: 29.10.2023
Yayın: 31.10.2023**Anahtar Kelimeler***İnovasyon
AB Ülkeleri
Ekonomik Büyüme
Panel Veri Analizi
Dinamik Panel Veri Analizi***Jel Kodları**

031, L26, O32, 040

ÖZ

İnovasyon, ülkelerin ekonomik kalkınma ve büyüme sürecinde çok önemli bir faktör haline gelmiştir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için bu kavram teorik açıdan aynı anlama gelmesine rağmen inovasyonu etkileyen ve ölçen faktörler farklılık göstermektedir. Bölgesel değişiklikler, teknolojik yeterlilikler, piyasa ve rekabet ortamı, kullanılan stratejiler, pazarlama gibi birçok değişken inovasyon sürecini, sonucunu ve etkisini etkilemektedir. Bu çalışmada 2015-2020 döneminde, 21 AB ülkesinde inovasyon ile büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda inovasyon için; patent başvuruları ve bilimsel yayınlar bağımsız değişken olarak kabul edilmiştir. Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) ise ekonomik büyüme için bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Değişkenler dinamik panel veri modeli olan Blundell-Bond sistem GMM tahmincisi kullanılarak incelenmiştir. Bulgular, inovasyonun büyümeye olan etkisinin anlamlı ve pozitif yönlü olduğunu göstermektedir. Sonuç kısmında, tüm değişkenlerin dinamik panel veri analizi kullanılarak ekonomik büyümeye etkisinin yönü ve büyüklüğü değerlendirilmiştir. Patent ve bilimsel yayınların Avrupa Birliği ekonomik büyüme sürecinde önemli inovasyon göstergeleri olduğu ve GSYH'yı olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin inovasyon performansını artırmasına yardımcı olabilecek önerilerde bulunulmuştur.

MANUSCRIPT INFO**Submitted:** 08.12.2022
Revised: 11.08.2023
Accepted: 29.10.2023
Published: 31.10.2023**Keywords***Innovation
EU Countries
Economic Growth
Panel Data Analysis
Dynamic Data Analysis***Jel Codes**

031, L26, O32, 040

ABSTRACT

Innovation has become a significant factor in countries' economic development and growth process. Although this concept has the same theoretical meaning for developed and measure innovation differ. Many variables, such as regional changes, technological competencies, market, and competitive environment, strategies used, and marketing affect the innovation process, result, and impact. This study shows the relationship between innovation and growth in 21 EU countries in the period 2015-2020. For this purpose, innovation, patent applications, and scientific publications were accepted as independent variables. Gross Domestic Product (GDP) was the dependent variable for economic growth. The variables were analyzed using the dynamic panel data model, the Blundell-Bond system GMM estimator. Findings show that the effect of innovation on development is significant and positive. In the results section, economic efficiency dimensions and magnitude were evaluated using dynamic panel data analysis of all variables. It was observed that patents and publications were essential innovations in the European Union's economic growth process and positively impacted GDP. Suggestions have been made that can help developed and developing countries increase their innovation performance.

Önerilen Atıf*Suggested Citation*Oğuztürk, B. S. & Uysal, H. (2023). AB ülkelerinde 2015-2020 yılları arasında inovasyon ile büyüme arasındaki ilişki. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28(4), 413-425.

* Bu çalışma Prof. Dr. Bekir Sami Oğuztürk danışmanlığında Hasibenur Uysal tarafından hazırlanan "İnovasyon ve Büyüme Arasındaki İlişki: AB Ülkeleri Üzerine Bir Araştırma" başlıklı yüksek lisans/doktora tezinden faydalanılarak hazırlanmıştır.

¹ Prof. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, bekiroguzturk@sdu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-3076-9470>

² Yüksek Lisans Öğrencisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, uysalhasibenur@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8227-3480>

EXTENDED SUMMARY

Introduction and Research Purpose

This study investigated the interaction between innovation and growth in 21 EU countries for the period 2015-2020. For this purpose, the effect of innovation on economic growth using a dynamic panel data model It was calculated by considering variables such as scientific publications, patent applications, and gross national product. For the 21 member countries of the European Union, the natural logarithm of actual per capita gross domestic product was used as the dependent variable representing economic growth, and the natural logarithm of scientific publications and patents was used as the independent variable.

Methodology

Since the number of units for European Union countries is more than one, a dynamic panel data model has been applied. The dynamic panel model provides control of the data against heterogeneity. In the study, the natural logarithm of actual gross domestic product per capita was taken as the dependent variable to represent economic growth, and the natural logarithm of scientific publications and patents was taken as the independent variable. Regarding the limitations of the research: Estimators resistant to problems such as model autocorrelation, multicollinearity, and heteroscedasticity, or methods that counter the endogeneity problem such as GMM were used. The study aimed to make an analysis of EU countries between 2015 and 2020, taking into account two sector groups. In the study, all data were treated as an unbalanced panel. Due to insufficient data, only data from patents and scientific publications were considered as an unbalanced panel. Driscoll-Kraay, Blundell-Bond Gmm one- and two-stage estimators were used in the dynamic panel model. In the analysis section, the same model was tested with two different analyses, using scientific publications and patents separately as GDP variables. When patents are used as input and scientific publications are used as GDP output, it is considered that the reliability of the analysis will be increased if two separate models made with these two variables give similar results. For both models to provide comparable results, analyses were conducted using the same control variables and the same parameters. In both models, gross domestic product (nominal USD per capita) was used as the dependent variable, and patents (% GDP) and the number of scientific publications were used as control variables.

Findings

According to the findings, most variables were significant in one-stage and two-stage estimators. The analysis concluded that the relationship between scientific publications and patents with GDP is significant. Some tests need to be performed for the results of S-GMM analyses to be considered reliable. According to Arellano and Bond (1991), Arellano and Bover (1995), and Blundell and Bond (1998), it is mandatory to test the validity of instrumental variables and second-order autocorrelation tests. For GMM analysis using instrumental variables to be valid, the instruments must be exogenous. Sargan (1958) tests test whether overidentification restrictions for instrumental variables are valid. The fact that overidentification restrictions hold indicates that the instrumental variables are exogenous and the residuals are uncorrelated with the explanatory variables. The autocorrelation test is another test that must be performed for the results to be reliable. The Ho hypothesis was established for this test as "There is no autocorrelation." First-order (AR1) and second-order (AR2) autocorrelation results must be examined separately. In GMM analyses, rejecting the hypothesis for AR1 is an expected result, and negative autocorrelation is usually encountered. However, it is essential that the AR2 hypothesis is not rejected; that is, there is no second-order autocorrelation. As a result of the test, the Ho hypothesis cannot be rejected for AR1 and AR2. Therefore, there is no first or second-degree autocorrelation in the model. In addition, the Wald test statistic used in the analysis is also significant and indicates the significance of the model as a whole. When the analysis results are examined, every 1% increase in scientific publications causes a 4.95% increase in GDP, and every 1% increase in patents causes a 0.83% increase in GDP.

Conclusion and Discussion

In EU countries, which constitute the most important economies of the world, patent, and scientific publication activity infrastructures for innovation are at a very high level. Policies are being developed to increase innovation performance in a globalizing competitive environment. Developing countries need to give more importance to innovation and infrastructure for innovation, patents, and scientific publications to solve their economic problems. As a matter of fact, in this study, it was researched that patents and scientific publications are important innovation indicators in the financial growth process of the European Union, and it was revealed that they affected GDP positively. In this context, the studies to be carried out to increase the innovation performance of a country: Increasing the budget allocated for R&D expenditures and investments in the GNP, increasing grants and incentives to institutions and organizations that support scientific publications and innovation, increasing state incentives for patents and significantly increasing the necessary financing programs for innovation, increasing the number of educated creative individuals abroad due to the country's conjuncture. The most important topics are developing new strategies to prevent migration and raising public awareness. In addition to all these, investing in well-equipped employees by breaking away from the classical management approach in institutions, ensuring unlimited access to technology, disseminating information in society, paving the way for accessing information and becoming a researching and questioning culture, and constantly improving and strengthening the technological infrastructure are the cornerstones of the innovation process and economic development.

Giriş

İkinci Dünya Savaşı'nın ardından büyük bir yıkım yaşayan Avrupa ülkeleri uzun dönemli büyüme konjonktürü çerçevesinde iktisadi ve siyasi bir birliğin kurulmasını hedeflemiştir. 1951 yılında Almanya, Belçika, Fransa, Hollanda, İtalya ve Lüksemburg tarafından Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu, 1957 yılında Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu ve aynı yıl Avrupa Ekonomik Topluluğu kurulmuştur. Bu birlik hareketleri, sosyo-ekonomik anlamda farklı yapılara sahip ülkelerin makro konularda tek bir çatı altında anlaşarak ortak amaçların belirlenmesi, politikaların oluşturulması ve rekabet ilkesine dayanan serbest piyasa ekonomisi adına büyük bir adım anlamına gelmektedir. Nitekim 1993 tarihinde yürürlüğe giren Avrupa Birliği Antlaşması ile istenilen ekonomik, siyasi ve sosyal birlik sağlanmıştır.

Avrupa Birliği'nin ekonomi, sağlık, tarım, kültür, çevre sorunları, dış ilişkiler, içişleri gibi çeşitli konularda ortak menfaat ve uyumunu gözeten politikaları vardır. Bu politikalardan biri olan Avrupa Birliği rekabet politikasının temel amacı, ekonomik entegrasyon sürecinin daha sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi için üye ülkelere ait ticari firmaların, eşit koşullar altında rekabet edebileceği ortak bir iç pazar oluşturmaktır (Çelik, 2005). Rekabet ve pazar payı üstünlüğü ekonomik büyümede önemli bir görev üstlenmektedir. Bu kapsamda inovasyon, ekonomik faaliyetlere yön veren kritik bir önem taşımaktadır.

Sanayi Devrimi'nden bu yana, inovasyonun dünya genelinde ekonomik ve sosyal gelişmedeki rolü yadsınmamaktadır. İnovasyonun; yaratıcılık, ticarileştirme, gelir elde etme, karlılık ve büyüme gibi değişkenlerle ilişkisi üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Bazı araştırmacılar işletmeye odaklanırken, bazı araştırmacılar ise ülke bazında veya uluslararası seviyede analizler yaparak büyük resme odaklanmıştır.

İnovasyon, en basit haliyle yeni bir fikir veya olan ürünlerin iyileştirilmesi/geliştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. İnovasyonun avantajları olduğu gibi dezavantajları da vardır. Bazı riskler barındırır. İnovasyon ile hedeflenen amaca ulaşabilmek için bazen yüksek maliyet ve uzun bir süreç gerekebilir. Bir başka risk ise pazara sunulan yeniliğin beklenen ilgiyi görmemesi ve girişimciyi zarara uğratmasıdır. İnovasyonun doğasında olan bu riskler minimum seviyeye indirilebilir ancak hiçbir zaman bertaraf edilemez.

Dünyanın en önemli ekonomilerini oluşturan AB ülkelerinde inovasyon için patent ve bilimsel yayın faaliyet altyapıları oldukça yüksek düzeydedir. Küreselleşen rekabet ortamında yenilik performansını arttırmaya yönelik politikalar geliştirilmektedir. Gelişmekte olan ülkeler ise ekonomik sorunlarına çözüm getirebilmek için inovasyona ve inovasyon için altyapı, patent ve bilimsel yayına daha fazla önem verme eğilimindedirler.

Literatürde genellikle inovasyon ile ekonomik kalkınma ilişkisi farklı gelişmişlik düzeyine sahip ülkeler için karşılaştırmalı analiz şeklinde incelenmiştir. Çalışmalarda genellikle değişken olarak, küresel rekabet endeksi, kişi başına GSYH, özel ve kamu sektörü Ar-Ge harcamaları kullanılmıştır. Literatüre bakıldığında AB ülkelerinde 2015-2020 yılları arasında inovasyon ile büyüme ilişkisini panel veri analizi ile inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle çalışma belirtilen 5 yıllık süreçte AB ülkelerinde inovasyon ve kalkınma ilişkisini ele alırken, hem analize dahil ettiği ülke grubu hem de tercih ettiği ekonometrik yöntem açısından literatürdeki diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Bu çalışmada, AB ülkelerinde ekonomik büyüme ve inovasyon ilişkisi incelenmiştir. AB ülkelerinin ekonomik büyümesi ile inovasyon arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla Avrupa Birliğine üye 21 ülke için bağımlı değişken olarak ekonomik büyümeyi temsilen reel kişi başına gayri safi yurtiçi hasılanın doğal logaritması, bağımsız değişken için bilimsel yayınlar ve patentin doğal logaritması alınmıştır. Bu çalışmanın sonunda, tüm değişkenler dinamik panel veri analizi kullanılarak inovasyonun ekonomik büyümeye etkisinin yönü ve etkisinin büyüklüğü incelenmiştir.

1. İnovasyon

İnovasyon, yeni fikirlerin ve icatların ekonomik olarak pazarlanabilir hale getirilmesidir. TDK'ya göre inovasyon kelimesi "yenileşim" olarak adlandırılmaktadır (TDK, 2021) ancak yenileşim kelimesi tam olarak inovasyon kavramının karşılığı vermemektedir. Sebebi ise yenileşim ticarileştirilemez oysaki inovasyon ticarileştirilebilir (Atasoy, 2007, s. 25).

İnovasyon süreci terim olarak inovasyon stratejisinin -girdi ve çıktı süreçleri dahil temel özelliklerine atıfta bulunmak için kullanılır. İnovasyon süreci yeni ürün, yeni süreç ve işletme gelenekleri gibi üretim boyunca gelişime katkıda bulunan iç ve dış birçok unsurdan oluşmaktadır (Gellatly ve Peters, 2004, s. 1)

İnovasyonda süreç yönetimi, yeni ürün ve hizmetlerin üretilip geliştirilmesi ve müşterilere tanıtılmasında etkin, verimli ve sürdürülebilir olması, firmaların rekabette başarı göstermeleri için en önemli unsurdur. Firmalar inovasyon sürecinde farklı zamanlar, fonksiyonlar uygulayarak ardışık çalışmalar sayesinde bu süreci gerçekleştirmektedirler (Güleş ve Bülbül, 2004, s. 121). İnovasyon süreç aşamaları farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada Schilling ve Hill (1998) ve Imai (1994)'den adapte edilen sınıflandırma ele alınmıştır.

Şekil 1. İnovasyon Süreci



Kaynak: Schilling ve Hill (1998) ve Imai (1994)'den uyarlanmıştır (akt. Güleş ve Bülbül, 2004, s. 121)

İnovasyonun önemi arttıkça Ar-Ge faaliyetlerine olan yatırımlar da artmaktadır. İnovasyonun bir göstergesi olarak nitelendirilebilecek patentler ise işletmelerin, bölgelerin ve ülkelerin yaratıcılığının değerli bir ölçüsü olarak görülmektedir. Yenilikçilik konusunda en önemli göstergelerden biri üretilen ürün veya sürecin temel haklarının alınmasıdır. Bu anlamda patent başvuruları, firmaların yeni ürünler geliştirme kapasitesinin belirlenmesi ve rekabet konusunda avantaj sağlamaları adına önem taşımaktadır. Bu çalışmada ele alınan ve inovasyon sürecinin önemli faktörlerinden biri olan bilimsel yayınlar ise yeni araştırmalar yayınlamak bilimin gelişimine destek vermeyi hedefleyen süreli yayınlardır. Bilimsel araştırma yöntemleri insanların refahını etkileyen ve sorunlarına çözüm bulmak için kullanılmaktadır.

Birçok yazar, inovasyonu yeni bir fikrin ortaya çıkartılmasından öte fikrin ticarileştirilmesi ve ekonomik amaca dönüşmesi olarak görmektedir. İnovasyon yaratıcılıkla doğar ancak yaratıcılık tek başına yeterli değildir. İnovasyon tanımı en kapsamlı olarak yaratıcılığın, üretime dönüştürülmesi ve gelir elde etme olarak tanımlanmaktadır (Özbay, 2020, s. 14).

1.1. Ekonomik Büyüme

Ekonomik büyüme, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler açısından makroekonomik bir önem arz etmektedir. Ekonomik büyüme, ülkelerin refah seviyesini ve hayat standartlarının artırılması birincil nedenidir. İktisadi bütünlüğü etkileyen bu kavram ülke içerisindeki belirli bir dönemde üretilen nihai mal ve hizmetlerdeki kapasite artışını tanımlamaktadır (Çetinkaya vd., 2017, s. 210). Gelişmiş ülkeler ekonomide reel GSYH'nin yıllar itibarıyla değişimini ele alırken, gelişmekte olan ülkeler ekonomik kalkınma kavramına ekonomik büyümeden daha fazla önem vermektedir. Ekonomik kalkınma kavramı ise ekonomik büyüme kavramını da kapsarken ek olarak toplumdaki işsizliğin azaltılması, gelir dengesizliklerinin azaltılması, sosyal ve ekonomik kurumların modernleştirilmesi gibi ekonomik olduğu kadar siyasal ve sosyal alanları da kapsamaktadır (Seyidoğlu, 2006, s. 829).

Ekonomik büyüme, bir ülkenin üretim kapasitesini ülkenin sahip olduğu üretim faktörlerinden (emek, sermaye, doğal kaynak ve girişimci) faydalanarak elde edilen maksimasyon mal ve hizmetlerin kapasitesini göstermektedir. Üretim faktörlerinin etkili kullanılarak maksimum üretim olan ülkede ekonomik büyüme gerçekleşmiş olur denilebilir. Son olarak ekonomik büyüme, inovasyon ile gelen iyileşmelerle birlikte fiziki ve insan sermayesine katılan bilgilerden ortaya çıkmaktadır (Oğuztürk, 2003, s. 253).

2. AB Ülkelerinde İnovasyon ile Büyüme Arasındaki İlişki

Ekonomik büyüme ve inovasyon ekonomistlerin dikkatini çeken en önemli konular arasında yer almaktadır. Bu kapsamda, iktisat teorisi altında birçok farklı teoriler geliştirilmiş ancak ekonomik büyümenin başarılı olmasını açıklayan tek bir cevap bulunamamıştır (Martin vd., 2010, s. 131-132). Bu bağlamda, ekonomik büyümenin gelişmesine çeşitli unsurlar etken olurken inovasyon da bu etkenlerden birisidir.

2022 yılında Küresel İnovasyon Endeksi'ne göre AB ülkeleri dört farklı performans grubuna ayrılmıştır; Güçlü Yenilikçiler, Yenilik Liderleri, Yükselen Yenilikçiler ve Orta Düzeyde Yenilikçiler. AB ülkelerinin inovasyon performanslarına bölgesel olarak bakacak olursak; Orta Yükselen Yenilikçiler grubundaki ülkelerin çoğu Güney ve Doğu Avrupa bölgesinde yer alırken Yenilik Liderleri ve Güçlü Yenilikçiler grubundaki ülkelerin çoğu da Kuzey ve Batı Avrupa bölgesinde yoğunlaşmaktadır (WIPO, 2022, 15 Kasım).

2015-2020 yılları arasında AB ülkeleri, Çin dışında tüm küresel rakiplerine karşı göreceli olarak konumunu iyileştirmiştir. Avustralya, Kanada Güney Kore ve Amerika Birleşik Devletleri ile arasındaki inovasyon performans farkını azaltmıştır. Güney Kore, seçilmiş ülkeler arasında en yenilikçi ülke olamaya devam etmektedir (WIPO, 2022, 15 Kasım).

AB ülkelerinde inovasyon ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye bakıldığında Ar-Ge harcamaları, patent sayıları, bilimsel yayınlar gibi değişkenlerin ülkelerin ekonomik büyüme potansiyellerini de arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Avrupa Birliğinde inovasyon, rekabetçilik ve ekonomik büyüme ilişkileri diğer gelişmekte olan ülkelere nazaran daha ileri bir boyuta ulaşmıştır. Hem teorik hem de uygulamalı çalışmalardan anlaşılacağı üzere inovasyon, rekabetçilik ve iktisadi kalkınma ilişkisi Avrupa Birliği açısından ayrı bir önem taşımaktadır ve bu ilişkiyi güçlendirmek adına bu ülkelerdeki kamu sektörü aktif olarak çalışmaktadır.

2.1. İnovasyon-Ekonomik Büyüme İlişkisine Yönelik Ampirik Çalışmalar

İnovasyon ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki geçmişten günümüze pek çok çalışmanın konusu olmuştur. Konu ile ilgili literatür incelendiğinde bu alanda yıllar itibarıyla ortaya konulmuş bazı çalışmalara aşağıda yer verilmiştir.

Linhtenberg (1992): 1964-1989 yılları arasında 74 ülkenin de içinde bulunduğu çalışmada, Ar-Ge harcamaları, verimlilik ve ekonomik büyüme değişkenlerini kullanarak özel sektör tarafından yapılan Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişki olduğunu saptamıştır.

Goel ve Ram (1994): 18 gelişmiş ve 34 gelişmekte olan toplam 52 ülkenin 1960-1980 dönemlerini kapsayan çalışmalarında, Ar-Ge harcaması ile büyümenin uzun dönemde anlamlı bir ilişkisi olduğunu fakat nedenselliğin yönünü tespit edememişlerdir.

Coe ve Helpman (1995): 1971-1990 döneminde 24 ülkeyi kapsayan çalışmalarında yurt içi Ar-Ge faaliyeti, yurt dışı Ar-Ge faaliyetleri ve toplam faktör verimliliği arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmalarında bütün değişkenlerin birbiri ile eş bütünleşik bir ilişki içinde olduğu belirtilmiştir.

Hall ve Mairesse (1995): 1970- 1980 yıllarında Fransa'da yapılan çalışmada; üretim çıktıları, Ar-Ge yatırım harcamaları ve verimlilik arasındaki bağlantıyı araştırmışlardır ve elde etmiş olduğu bulgularda, yapılan Ar-Ge harcamalarından üretim çıktısında verimlilik üzerinde pozitif bir etki olduğunu tespit etmişlerdir.

Freire-Serén (1999): 1965-1990 dönemlerinde 21 OECD ülkesini kapsayan çalışmalarında Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada Ar-Ge harcamaları ile büyüme arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğu ve bununla beraber Ar-Ge harcamalarının %1 artmasının reel yurtiçi geliri %0,08 oranında artıracığını sonucuna ulaşılmıştır.

Sylwester (2001): 1981-1996 yılları arasında 16 OECD ülkesinin Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme değişkenleriyle, Ar-Ge ile ekonomik büyüme arasında bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ülkü (2004): 1981-1997 döneminde OECD üyesi olan 20 ülke ve OECD üyesi olmayan 10 ülkeyi ele alarak inovasyon ve büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Yapılan analizler sonucunda her iki ülke kategorisi için de inovasyon ve ekonomik büyüme arasında olumlu yönde bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Zachariadis (2004): 1971-1995 dönemlerinde 10 OECD ülkesini kapsayan çalışmasında Ar-Ge harcamalarındaki artışın ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırdı. Çalışmada Ar-Ge harcamalarındaki artışın verimlilikteki büyüme oranı ve çıktı düzeyindeki artışı pozitif etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Yangun ve Mingquan (2004): 1994-2003 yılları arasında sekiz Asya ülkesi, Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme değişkenleri ile Ar-Ge harcaması ekonomik büyüme üzerinde pozitif yönde etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Samimi ve Alerasoul (2009): 2000-2006 dönemlerinde gelişmekte olan 30 ülkenin Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmalarında panel veri yöntemini kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda, ilişkinin anlamsız sonuç vermesine rağmen Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümelerini sağlamaları için Ar-Ge faaliyetlerine önem vermeleri gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yaylalı (2010): Türkiye'de 1990-2009 yıllarını kapsayan uzun dönemli çalışmasında ADF, eş bütünleşme ve nedensellik testlerini kullanarak çalışmıştır. Çalışmasının sonucunda, Ar-Ge yatırım harcamaları ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Bravo-Ortega ve Garcia-Marin (2011): 65 ülkenin 1965-2005 dönem verilerini panel veri yöntemini kullanarak incelemişlerdir. Bu çalışmada, Ar-Ge harcamalarında yüzde 10'luk bir artışın uzun vadede toplam verimliliği %1,6 arttıracığını göstermişlerdir.

Gülmez ve Yardımcıoğlu (2012): 1990-2010 döneminin 21 OECD ülke verilerini kullanarak yaptıkları çalışmada, Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemde karşılıklı ve anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Göçer (2013): 1996-2012 dönemi 11 Asya ülkesinin verilerini kullanarak, Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik artışın ekonomik büyümeyi %0,43 oranında arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Gülmez ve Akpolat (2014): 2000-2010 yılları arasında Türkiye ve 15 AB ülkesinin, Ar-Ge harcamaları, patent sayısı ve ekonomik büyüme değişkenleriyle, Ar-Ge harcamaları ve patent sayılarının ekonomik büyüme üzerinde etkisi olduğu, daha spesifik olarak, Ar-Ge harcamalarının etkisinin patent sayısına göre 4 kat daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bozkurt (2015): Johansen eş bütünleşme ve vektör hata düzeltme modelini kullanarak, 1998-2013 dönemi Türkiye ekonomisi için Ar-Ge harcamaları ve iktisadi gelişme arasındaki uzun dönemli ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmadan çıkan sonuçlara göre, ekonomik büyümeden Ar-Ge'ye doğru tek yönlü bir ilişki söz konusudur.

Özbay (2020): 1995-2018 yılları arasında dinamik panel modeli olarak Arrelano-Bond Fark GMM ve Driscoll-Kraay yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada ülkelerin gelişmişlik seviyelerinin inovasyon ile bağlantısı olduğu, gelir gruplarına göre farklılık gösterdiği, ülkelerin Ar-Ge harcamalarının inovatif çıktıya etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Özbay vd. (2020): Çalışmada inovasyonun ekonomik büyüme üzerinde etkisi olup olmadığı Çin'in 1986-2018 verilerinin kullanılarak incelenmiştir. Sonuç olarak büyüme ile Ar-Ge harcamaları arasında çift yönlü, endüstriyel tasarım uygulamaları ile tek yönlü bir ilişki tespit edilmiş, faydalı modeller ile herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığı öne sürmüştür.

Akarsu vd. (2020): 1996-2017 dönemi için 14 ülkede AR-GE harcamaları, patent başvuruları ve büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada patent başvuruları ile büyüme arasında oldukça az bir etkinin var olduğu ve AR-GE harcamalarında %1'lik değişimin ekonomik büyümede %0,87'lik bir değişime sebep olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3. Modelin Amacı ve Kullanılan Yöntemler

Avrupa Birliği ülkeleri için birim sayısının birden fazla olması sebebiyle dinamik panel veri modeli uygulanmıştır. Dinamik panel modeli verilerin heterojenliğe karşı kontrolünü sağlamaktadır. Çalışmada, bağımlı değişken olarak ekonomik büyümeyi temsilen reel kişi başına gayri safi yurtiçi hasılanın doğal logaritması, bağımsız değişken için bilimsel yayınlar ve patentin doğal logaritması alınmıştır. Araştırmanın kısıtlarına yönelik: Model otokorelasyon, çoklu doğrusal bağlantı ve değişen varyans gibi problemlere karşı dirençli tahminler veya GMM gibi içsellik problemlerine karşılık yöntemlere başvurulmuştur. Çalışmada 2015-2020 yılları arasında AB ülkeleri için iki sektör grubu dikkate alınarak analiz çalışma yapılması hedeflenmiştir. Çalışmada veriler dengesez panel olarak ele alınmıştır. Kullanılan değişkenlere ilişkin semboller, değişken kaynağı ve yıl aralığı Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Değişkenlerin Kaynağı ve Yıl Aralığı

Değişkenler	Semboller	Değişkenin Kaynağı	Yıl Aralığı
Büyüme	lnGDP	Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri	2015-2020
Bilimsel Yayınlar	lnBS	TÜBİTAK	2015-2020
Patent	lnpat	OECD	2015-2020

Bu bağlamda uygulanacak olan araç, klasik regresyon modelinde bağımsız değişkenlerin ve bağımlı değişkenlerin koşullu ortalama başarısını açıklama amacıyla F testi uygulanmaktadır. Panel veri analizinin arkasındaki temel varsayım, tüm kişilerin bir araya gelerek (havuzlayarak) model parametrelerinin tek bir kişi olmak üzere tahmin edilebilmesidir. Panel veri analizi, havuzlanabilirlik varsayımının geçerliliği durumunda farklı avantajlar ortaya çıkarmaktadır (Asteriou ve Hall, 2007, s. 344).

Panel veri modelinde, parametrelerin birim ya da zamana göre değer almasına dayalı şekilde farklı modeller vardır (Hsiao, 2003). Bunlar:

Klasik Model: Gerek sabit gerek eğim parametrelerinin birimlere ve zamana göre sabit olduğu modellerdir.

Sabit Etkiler Modeli: Eğim parametresi sabit iken sabit katsayı birimlere ya da zamana göre değişkendir.

Rassal Eğim Katsayılı Model: Tüm parametrelerin hem birimlere hem de zamana göre değişken olduğu modeldir.

Klasik model ve sabit etkiler modeli arasında i tercih için F testi, klasik model ve rassal etkiler için ln testi ve daha sonra sabit etkiler ve rassal arasındaki tahminci seçimi için Hausman testi uygulanmıştır. Model dinamik bir süreçte ele alarak sistem GMM yöntemi uygulanmıştır.

Sabit etkiler modelinin tahmininde Gölge Değişkenli EKK, Sapması Düzeltmiş Gölge Değişkenli EKK, Grup içi Tahmin yöntemleri kullanılmaktadır. Gerekli varsayım sınamaları neticesinde de Blundell-Bond Sistem GMM tahmincisi kullanılmıştır.

Panel GMM yönteminde, her bir içsel değişken için ayrı araç değişkenine gerek yoktur; bunun yerine veriler için panel yapısı içindeki araçlar kullanabilmektedir (Sharma, 2018). Arellano ve Bond (1991), tutarlı bir GMM tahmini üretmiştir. GMM tahmincisi, düzeylerde ve farklılıklarda bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin yanında potansiyel olarak içsellikten zarar görebilecek diğer değişkenlerin gecikmeli değerlerini araç olarak kullanır; bu nedenle, fark GMM olarak adlandırılır. Bir dinamik model tahmincisi ise Arellano ve Bover (1995) tarafından geliştirilen sistem GMM yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, fark denklemi ile düzey denklemlerinin birleştirilmesine dayanmaktadır. Blundell ve Bond (1998) dinamik panel veri modellerinde zaman boyutu T'nin küçük olduğu durumlarda tahmincilerin etkinliğini oluşturan başlangıç koşullarını tekrar ele almıştır. N>T olduğu durumda dinamik panel veri modelinin etkin tahmincisini elde etmek için yararlanılan ekstra moment koşulunun önemi üzerinde durmuşlardır (Tatoğlu, 2018, s. 86-88). Blundell ve Bond (1998) ve Blundell vd. (2000) fark GMM'in zaman boyutunun küçük ve birim boyutunun yüksek olduğu durumlarda daha etkili sonuçlar verdiği ifade edilmektedir.

3.1. Panel Regresyon Modeli

Panel veri yöntemi diğer veri modellerine göre birçok avantaj sunmaktadır; Serbestlik derecesini arttırarak açıklayıcı değişkenler arasındaki korelasyonu azaltıp ekonomik tahminlerin verimliliği arttırmaktadır. Hem zaman serisini hem de yatay kesit verilerini kullanarak tahminde bulunmaktadır. Panel veri kullanımının bazı dezavantajları da bulunmaktadır; Yatay kesitte oluşan değişen varyans sorunu ve zaman serisindeki otokorelasyon sorununun ikisi birlikte panel veri modelinde oluşabilmektedir. Oluşan sorunları çözenin farklı yöntemleri bulunmaktadır. Otokorelasyon sorununu çözebilmek için verilerin gecikmeli (bire) değerleri alınarak ortadan kaldırılabilirler. Değişen varyans sorununa ise White düzeltme testi veya verilerin logaritmik dönüşümü uygulanarak çözüm bulunmaktadırlar. Panel veride örneklem ve heterojenlik yanlılığı vardır.

Sabit Katsayılar Modeli veya Havuzlanmış Regresyon Modeli, bütün verilerin bir havuzda toplandığı ve bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerinin analiz edildiği bir modeldir (Kök ve Şimşek, 2009, s. 4). Havuzlanmış Regresyon Modelini aşağıdaki gibi ifade etmek mümkündür.

$$y_{it} = \alpha + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, N$$

$$t = 1, 2, \dots, T$$

Formül 1'de;

İ: yatay kesit birimi

t: zamanı

α : sabit terimi

β : Kx1 boyutunda eğim parametreleri vektörünü

x_{it} : (NTxK) boyutlu bağımsız değişkenler matrisini

y_{it} : (NTx1) boyutunda bir bağımlı değişkenler vektörünü

ϵ_{it} : (NTx1) boyutunda hata terimleri vektörünü ifade etmektedir.

Modelde hata teriminin ortalaması sıfır olarak kabul edilmektedir. Yatay kesit birimlerinin her biri için gözlemleri korelasyonsuz zaman ve birime karşı hatalar homoskedastik olarak varsayılmaktadır (Johnston ve DiNardo, 1997, s. 390). Modelde farklı varsayımlar kullanılırken, Sabit Etkiler Modeli veya Tesadüfi Etkiler Modeli olarak ortaya çıkmaktadır (Pazarlıoğlu ve Gürler, 2007, s. 37).

3.2. Tek Yönlü Sabit Etkiler Modeli

Tek yönlü sabit etkiler modeli, sadece zaman ya da birim etkisi içeren sabit etkiler modeli olarak adlandırılmaktadır. Birim etki içeriyorsa eğer sabit parametre birimden birime değişim göstermektedir. Burada da sabit terimdeki farklılık, birimler arası farklılıkları ifade etmektedir. Zaman etki içermekte ise parametredeki değişimler zamandan oluşmaktadır.

$$Y_{it} = \alpha_i + X_{it}'\beta + e_{it} \quad (2)$$

$$i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$$

$$E(e_{it}) = 0, Cov(e_{it}, e_{jt}) = 0, Var(e_{it}) = \sigma_e^2 \text{ ve } E(X_{it}, e_{it}) = 0$$

Modelde; t zaman boyutu, X_{it} açıklayıcı değişkenler vektörünü, β eğim katsayılarını, e_{it} hata terimini, i kesit boyutu, Y_{it} bağımlı değişkeni, α_i tarafından gösterilen sabit terim birim etkisini göstermektedir.

3.3. Çift Yönlü Sabit Etkiler Modeli

Panel verilerin birçoğunda hata terimi şu şekilde gösterilmektedir;

$$U_{it} = \mu_{it} + V_{it} \quad (3)$$

Bu denklemde; U_{it} bireysel etki olarak adlandırılırken zamana bağlı olmayarak kesitten kesite değişmektedir. V_{it} kesite ve zamana göre değişebilmektedir. Böylelikle, V_{it} stokastik hata terimi, μ_{it} gözlenemeyen kesit etkisini göstermektedir. Formül 3'te tek taraflı hata modelleri tek kesit etkisi ve stokastik hata terimlerinden oluştururken, çift taraflı hata regresyon modeli ise gözlenemeyen zaman etkisini de göstermektedir (Özer ve Çiftçi, 2009, s. 30-31).

3.4. Tesadüfi Etkiler Modeli

Sabit etkiler modeli, birim etkiler ve açıklayıcı değişkenler arasında ilişki varsa kullanılmaktadır. Arada bir ilişki yoksa tesadüfi etkiler modelinin kullanılması olasıdır. Tesadüfi etkiler modeli şu şekilde gösterilebilir;

$$Y_{it} = \alpha_0 + \sum_{k=1}^K B_k X_{kit} + v_{it} \quad (4)$$

$$v_{it} = \mu_i + \epsilon_{it}$$

- μ_i : birim hata
- ϵ_{it} : hata terimi

Hem birim hem de zaman etkisi mevcutsa (Wooldridge, 2001);

$$v_{it} = \mu_i + \epsilon_{it} + \lambda_t \quad (5)$$

şeklindedir.

3.5. Hausman Testi

Birim ve zaman farklılıklarını temsil eden katsayıların yani tesadüfi etkili modelin hata terimi bileşenlerinin modeldeki bağımsız değişkenlerden ilişkisiz olduğu hipotezinin geçerliliği, Hausman (1978) tarafından önerilen test istatistiği ile incelenebilmektedir. Hipotezleri şu şekildedir (Hausman, 1981, s. 1377-1398);

$$H_0: E\left(\frac{\epsilon_{it}}{X_{it}}\right) = 0 \quad \text{Tesadüfi etkiler modeli uygundur.} \quad (6)$$

$$H_1: E(\epsilon_{it}/X_{it}) \neq 0 \quad \text{Sabit etkiler modeli uygundur.} \quad (7)$$

Hausman testi açıklayıcı değişken ile sabit etkiler ilişkisiz olduğu varsayılsa daha etkin bir tahminci olarak rastsal etkilerin kullanılmasının yolu açılmış olmaktadır (Karagöz, 2013, s. 482).

Hausman testinde eğer sıfır hipotezi reddedilir ise tesadüfi etkiler modelinin kullanımının daha uygun olacağı sonucuna ulaşılmaktadır (Gujarati, 2004, s. 651).

Sabit etkiler modeli ile tesadüfi etkiler modeli arasında tercih yapmak için Hausman testinin yanı sıra Wald Testi, t testi ve F testi de kullanılabilir.

3.6. Dinamik Panel

1991 yılında Arellano ve Bond tarafından önerilen dinamik panel veri modeli aşağıdaki durumlar için düzenlenmiştir:

1. Yatay kesit boyutu uzun, zaman boyutunun kısa olduğu panel veri setleri,
2. Geçmiş dönem değerlerine bağlı olduğu için dinamik yapıya sahip bağımlı bir değişkenin varlığı olduğunda,
3. Doğrusal fonksiyonel ilişki için,
4. Sabit etkilerin varlığında,
5. Hata teriminin bir önceki dönemlere ve cari döneme ait değerleri ile ilişkili olduğundan katı dışsal olmayan bağımsız değişkenlerin varlığı sebebiyle,
6. Heteroskedastinin ve oto korelasyonun yatay kesitlerin kendi içinde olması; fakat yatay kesitler-arası olmaması durumlarında (Roodman, 2009).

Arellano-Bond tahmini açıklayıcı değişkenlerin farkını alarak dönüştürme işlemi yaparak ve genelleştirilmiş momentler metodunu (GMM) kullanır ve bu yönteme de GMM (Differenced GMM) Fark yöntemi denir. Model şu şekilde gösterilir:

$$Y_{it} = Y_{it-1}a_1 + Y_{(it-p)}a_p + x_{it}b_1 + w_{it}b_2 + v_i + e_{it} \quad (8)$$

$$i = [1, \dots, N], t = [1, \dots, T_1]$$

$a_1, \dots, a_p =$ Tahmin edilecek parametreleri

$x_{it} = 1 * k_1$ vektöründe dışsal değişkenleri

$b_1 = k_1 * 1$ vektöründe tahmin edilecek parametreleri

$w_{it} = 1 * k_2$ vektöründe önceden tahmin edilen değişkenleri

$b_2 = k_2 * 1$ vektöründe tahmin edilecek parametreleri

$v_i =$ rastlantısal etkileri gösterir.

Arellano-Bond (1991) tarafından dinamik panel veri modeli tahminlerinde GMM tekniği ile beraber kullanılması önerilen birtakım modelleme testleri vardır. Bunlardan ilki, bağımsız değişkenlerin bir bütün olarak anlamlılığının testi için kullanılan Wald testidir. İkincisi de GMM tahmininde kullanılan araç değişkenlerin geçerli olup olmadığı ile ilgili yapılan Sargan testidir (Bozkurt, 2008).

3.6.1. GMM-Sistem Tekniği

GMM-Sistem tahmin yöntemi, 1995 yılında Arellano ve Bover tarafından önerilmiştir. 1998 yılında Blundell ve Bond GMM-Sistem tahmin yöntemini diğer GMM tahmin edicileri ile karşılaştırmışlar ve GMM-Sistem tahminin daha iyi bir tahmin edici olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Blundell vd. (2000) Monte-Carlo simülasyonu ile GMM-Sistem tahmininin daha iyi tahmin sonuçları verdiğini bulmuşlardır. Ayrıca, Blundell ve Bond (1998) GMM-Sistem ile ABD imalat sanayinde faaliyet gösteren 509 şirket için 1982–1989 yılları arasında Cobb-Douglas üretim fonksiyonu tahmin etmişler ve bu yöntemin daha iyi sonuçlar verdiğini bulmuşlardır.

GMM-Sistem tahmini de aynı GMM tahmini gibi modellemeyle bazı testlerin yapılmasını önerilmektedir. Birinci test Wald testi, ikincisi ise Sargan testi ile yapılmaktadır. GMM tahmininden ayıran fark ise araç değişkenlerin geçerliliği için Fark- Sargan test istatistiği yapılmaktadır. Bu testte GMM-Sistem ve GMM-Dif tahminleri ile iki ayrı hesaplanan Sargan testi arasındaki fark alınarak hesaplanır. Son olarak, AR (1) ve AR (2) testleri ile modelde spesifikasyon hatası ve otokorelasyon sorunu olup olmadığına bakılmaktadır (Bozkurt, 2007).

3. Bulgular

3.1. Model Tahmini

Kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler aşağıdaki gibidir:

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler

Veriler	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Gözlem Sayısı
lnGDP	26.447	1.494	23.854	33.618	126
lnpat	6.975	1.767	3.135	11.126	124
lnBS	3.724	0.194	3.225	4.067	125

Yukarıda yer alan Tablo 2’de AB ülkeleri için 2015-2020 yıllarına ait betimleyici istatistikler yer almaktadır. Çalışmada maksimum 126 gözlem yer almaktadır. En az gözlem sayısı 124 ile lnpat değişkenidir. Bu bakımdan model, dengersiz paneldir.

Korelasyon matrisi ise aşağıda belirtildiği gibidir.

Tablo 3. Korelasyon Matrisi

Veriler	(1)	(2)	(3)
LnGDP (1)	1.000		
Lnpat (2)	0.837	1.000	
LnBS (3)	-0.199	-0.316	1.000

Korelasyon matrisi incelendiğinde, ekonomik büyüme ile patent arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı problemi oluşturacak bir ilişki yoktur.

3.2. CD Testi

Enine kesit bağımsızlığının sıfır hipotezi altında CD testi sonuçları;

Tablo 4. CD Testi Sonuçları

Veriler	CD-test	p Değeri	Düzelme	Abs (Düzelme)
lnGDP	24.040	0.000	0.693	0.711
lnBS	20.330	0.000	0.591	0.757
lnpat	4.220	0.000	0.124	0.482

Tablo 4'te değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığı ortaya çıkmaktadır.

Tablo 5. AB Ülkeleri İçin Kurulan Modelin Test Edilmesi

Veriler	OLS	SE	TE	EÇO
lnpat	0.729***	-0.009	0.698***	
lnBS	0,58	0.352	0.523	
cons	19,2***	25,8***	19,6***	
LnGDP				
Lnpat				0.703
LnBS				0.536
cons				19,5***
Sigma_u				
cons				0.509
Sigma_e				
cons				0.639

İstatistikî Sonuçlar

r2	0,7	0,0		
F_f		5,1		
Score				143.6
lm			38,4	
Chi2-c				26,2
p			0,0	

Not: *, **, *** sırayla %10, %5 ve %1 anlamlılık seviyesinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 5'te OLS, RE, FE ve En Çok Benzerlik/olabilirlik (MLE) analizinin sonucu yer almaktadır. Metodolojinin belirlenebilmesi ve verilerin yorumlanabilmesi için birtakım testler yapılmıştır. Bu kapsamda ilk önce sabit katsayılı ve FE arasında bir tercih için F testi (çıktıda F_f) ve LR testi (çıktıda chi2_c) ve RE için Breusch-Pagan LM testi ve score testi yapılmıştır. Kısaca sonuçların hepsine göre H_0 hipotezi reddedilmektedir; birim etkiler vardır. Burada tüm istatistikî sonuçlar prob değeri 0.00 bulunmuştur yani *** $p < 0.01$ düzeyinde oldukça anlamlıdır.

Modelde otokorelasyon sorunu olup olmadığının incelenmesi amacıyla yapılan analiz sonuçları aşağıdaki gibidir;

Tablo 6. Otokorelasyon Testi

Testler	Test İstatistiği
Bhargava vd. Durbin-Watson	2,39 prob > F = 0.0000
Baltagi-Wu	2,46 prob > F = 0.0000
Wooldridge Testi	F(1, 20)=3,48 prob > F= 0.077

Durbin-Watson ve Baltagi test sonuçları 1.85 ile 2.10 arasında ise otokorelasyon yoktur, denir. Bu durumda Durbin-Watson, Baltagi-Wu ve Wooldridge test istatistik sonucuna göre otokorelasyon sorunu olduğu ifade edilmektedir.

Modelde değişen varyans sorunu olup olmadığının incelenmesi amacıyla yapılan analiz sonuçları aşağıdaki gibidir;

Tablo 7. Değişen Varyans Sonuçları

Test İstatistiği	var	Sd=sqrt (var)
LnGDP	2,26	1,50
e	0,40	0,63
u	0,32	0,56

Değişen varyans bulguları incelendiğinde, elde edilen sonucun $p < 0,05$ olduğu görülmektedir. Bu durumda modelde değişen varyans problemi olduğunu ifade etmek mümkündür.

3.3. Sapması Düzeltilmiş Sistem GMM Yöntemi

Sapması düzeltilmiş gölge değişkenli GMM yöntemine ait tahmin sonuçları aşağıdaki gibidir;

	ARELLANO-BOND GMM	ARELLANO-BOND GMM SABİTLİ
	Dinamik Model	Dinamik Model
Değişkenler	lnGDP	lnGDP
L.lnGDP	0.082	0.082
lnpat	0,89***	0.836***
lnBS	4,83***	4.945***
SABİT		
Gözlem Sayısı	104	104
Araç Değişken Sayısı	7	7
Wald chi2	134418.61	7896.15
prob>chi2	0.000	0.000
SARGAN TESTİ		
rob	0.083	0.108
DİNAMİK MODEL İÇİN OTOKORELASYON TESTİ		
Sıra	Z (prob)	Z (prob)
1	-2,79 (0.005)	-0,98 (0.326)
2	0,23 (0.818)	0,79 (0.427)

Not: *, **, *** sırayla %10, %5 ve %1 anlamlılık seviyesinde anlamlılığı göstermektedir.

Elde edilen bulgulara göre değişkenlerin birçoğu bir aşamalı ve iki aşamalı tahminlerde anlamlı çıkmıştır. Analizde bilimsel yayınlar ve patentin GSYH ile ilişkisi anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. S-GMM analizlerinin sonuçlarının güvenilir kabul edilebilir olması için yapılması gereken testler vardır. Arellano ve Bond (1991), Arellano ve Bover (1995) ve Blundell ve Bond'a (1998) göre araç değişkenlerin geçerliliği testi ve ikinci dereceden otokorelasyon testi yapılması zorunludur. Araç değişkenleri kullanılan GMM analizinin geçerli olması için araçların dışsal olması gerekir. Sargan (1958) testi, araç değişkenler için aşırı tanımlama kısıtlamalarının geçerli olup olmadığını test ederler (Arellano, 2003, s. 193; Roodman, 2009a, s. 141; 2009b, s. 97). Aşırı tanımlama kısıtlamalarının geçerli olması, araç değişkenlerin dışsal olduğunu ve kalıntıların açıklayıcı değişkenlerle korelasyonsuz olduğunu göstermektedir (Tatoğlu, 2018, s. 148).

Sonuçların güvenilir olması için yapılması gerekli olan bir değer test, otokorelasyon testidir. Bu test için H_0 hipotezi "Otokorelasyon yoktur" şeklinde kurulmuştur. Birinci dereceden (AR1) ve ikinci dereceden (AR2) otokorelasyon sonuçlarına ayrı ayrı bakılması gerekmektedir. GMM analizlerinde AR1 için hipotezin reddedilmesi beklenen bir sonuçtur ve genellikle negatif otokorelasyon ile karşılaşılmaktadır. Ancak AR2 hipotezinin reddedilmemesi yani ikinci dereceden otokorelasyon olmaması önemlidir (Mileva, 2007, s. 7). Yapılan test sonucunda hem AR1 için hem AR2 için H_0 hipotezi reddedilememektedir. Dolayısıyla modelde birinci ve ikinci dereceden otokorelasyon yoktur. Ayrıca analizde kullanılan Wald testi istatistiği de anlamlıdır ve modelin bir bütün olarak anlamlılığına işaret etmektedir (Dağlı ve Kösekaşaoğlu, 2021). Analiz sonucu incelendiğinde bilimsel yayınlardaki her %1'lik artış GSYH'da %4,95'lik, patentteki her %1'lik artış ise %0,83'lük bir artışa sebep olmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Günümüzde hızla küreselleşen dünyada inovasyon ve teknoloji kavramları üretim başta olmak üzere birçok alanı etkisi altına almıştır. Ülkelerin gelişebilmesi için yeni fikirler üretip onları faaliyete geçirmeleri, pazardaki konumları için rekabet güçlerini korumaları gerekir. Küreselleşme, ürün ve hizmetlere erişim kolaylığı, insanları daha fazla ve hızlı tüketmeye yöneltmiştir. Bu nedenle firmaları sürekli yeni ürünler, yeni hizmetler ve yeni modeller geliştirmeye mecbur bırakmıştır. Ülkelerin rekabet ortamında fark yaratabileceği ve ekonomik büyümelerini arttırarak için inovasyona ve teknolojik gelişmelere önem vermeleri gerekmektedir. Teknoloji, bazı ülkelerin diğerlerinden neden daha zengin olduğunu açıklamak ve ekonomisinin ne kadar hızlı büyüdüğünü anlamak için önemli bir faktördür. İnovasyon, yeni teknolojilerin yaratılması ve ekonomide kullanılması sürecidir. İnovasyon için birçok tanım yapılmıştır. Son yapılan tanımda ise inovasyon yaratıcılık, üretime dönüştürme ve gelir elde etme amaçlarının birleşmesiyle gerçekleşir.

Bu çalışmada 21 AB ülkesinde inovasyon ile büyüme arasındaki kısa dönemli ilişkiye bakılmaktadır. İnovasyonun büyümeye etkisi incelendiğinde bir ülkenin kalkınmasında, gelişmesinde önemli bir unsur olduğu bilinmektedir. Bu amaçla, patent başvuruları ve bilimsel yayınlar bağımsız değişkenlerken büyüme için ise GSYİH verileri bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Çalışmada dinamik panel veri modeli kullanılmıştır. Verilerin yetersiz olması sebebi ile dengesiz panel olarak sadece patent ve bilimsel yayınların verileri alınarak 21 ülkenin verisiyle dinamik panel veri modeli uygulanmıştır. Dinamik panel modelinde, Driscoll-Kraay, Blundell-Bond GMM bir ve iki aşamalı tahminciler kullanılmıştır. Analiz bölümünde GSYH değişkeni olarak bilimsel yayınlar ve patent ayrı ayrı kullanılarak aynı model iki farklı analizle test edilmiştir. Patent girdisi, bilimsel yayınlar ise GSYH çıktısı olarak kullanıldığında bu iki değişkenle birlikte yapılan iki ayrı modelin benzer sonuçlar vermesinin analizin güvenilirliğini arttıracığı değerlendirilmektedir.

Her iki modelin karşılaştırılabilir sonuçlar vermesi amacıyla, aynı kontrol değişkenleri ve aynı parametreler kullanılarak analizler yapılmıştır. Her iki modelde, bağımlı değişken olarak gayrisafi yurt içi hasıla (nominal kişi başı USD), kontrol değişken olarak patent (% GSYH) ve bilimsel yayın sayısı kullanılmıştır. Patent ve bilimsel yayınların Avrupa Birliği ülkelerinin ekonomik büyüme sürecinde önemli inovasyon göstergeleri olduğu ve GSYH'yi olumlu yönde etkilediği görülmektedir.

Aşağıda bir toplumun inovasyon performansını artırmasına yardımcı olabilecek şu önerilerde bulunulabilir:

- Ar-Ge harcamaları ve yatırımlar için GSMH'da ayrılan bütçe büyütülmelidir. İnovasyona destek veren kurum ve kuruluşlara, üniversitelere, girişimci firmalara ve bireylere sistematik olarak hibe ve teşvik vererek desteklemeli ve özendirilmelidir. Bu nedenle makroekonomik istikrar ortamı sağlanması,
- Kamuda Ar-Ge faaliyetlerini destekleyen finansman programları özel alanlarla sınırlandırılmamalıdır. Fonların araştırmacıların ya da girişimcilerin üzerinde çalıştığı her alanı destekleyecek şekilde genişletilmesi ancak seçici olunması,
- Özellikle gelişmekte olan ülkelerde iş olanaklarının kısıtlı olması ve yetersiz ücretlerden dolayı yurt dışına gitmek zorunda kalan eğitilmiş, yaratıcı, yetenekli bireylerin göçünü engellemek adına yeni stratejiler geliştirilmesi,
- Uluslararası Ar-Ge iş birliklerine katılımının arttırılması ve destek fonlarına başvuru başarı oranlarının yükseltilmesi,
- Toplumun ekonomik ve sosyal fayda sağlayacak olan yaratıcı yeteneklerin keşfedilmesi, desteklenmesi ve elde tutulması,
- Kurumların, çalışanlarının gerekli bilgi ve donanıma sahip olabilmeleri için eğitime, gelişime ve yeniliğe açık vizyone sahip bir yapıya sahip olmaları gerekir. Bu nedenle, klasik yönetim yaklaşımından sıyrılarak donanımlı çalışana yatırım yapması,
- Teknolojiye sınırsız erişimin sağlanması, bilginin toplumda yaygınlaştırılması, bilgiye ulaşmanın ve araştıranı sorgulayan bir toplum olabilmenin önünün açılması,
- Teknolojik alt yapının sürekli geliştirilmesi ve güçlendirilmesi,
- Patent, ticari marka konusunda devlet teşviklerinin arttırılması ve kurumların bilinçlendirilmesi adına seminerler düzenlenmesi,
- İnovasyon konusunda toplum bilincinin arttırılması, etkinliklerin çoğaltılması gerekmektedir.

Ek Bilgiler/Yazar Beyanları

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı	Etik kurul izni gerektirmeyen bir çalışmadır.
Çıkar Çatışması	Yazar(lar) açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.
Teşekkür veya Destek Beyanı	Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır.
Yazar Katkıları	Yazar 1'in makaleye katkısı %50; Yazar 2'nin makaleye katkısı %50'dir.

Kaynakça

- Akarsu, Y., Alacan, N., & Atakişi, A. (2020). Ülke karşılaştırmaları ile araştırma geliştirme harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel veri analizi. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 9(4), 159-167.
- Akay, Ç. E. (2015). *Dinamik panel veri modelleri*. S. Güriş (Ed.), Stata ile panel veri modelleri içinde (ss. 81-104). Der Yayınevi.
- Arellano, M. (2003). *Panel data econometrics*. Oxford University Press.
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277-297.
- Asteriou, D., & Hall, S. G. (2007). *Applied econometrics*. Palgrave Macmillan.
- Atasoy, Y. (2007). *Dinamik dışsalılıkların inovasyon ile büyüme üzerinde etkileri ve Türkiye'nin mevcut durumu* [Yüksek Lisans Tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Bozkurt, C. (2015). R&D expenditures and economic growth relationship in Turkey. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 5(1), 188-198.
- Bozkurt, K. (2007). İçsel büyüme modelleri bağlamında Türk imalat sanayinde teknolojik gelişme ve ekonomik büyüme. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 44(513), 64-74.
- Bozkurt, K. (2008). Türk imalat sanayisinde teknolojik gelişme ve ihracat performansı. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 45(522), 91-103.
- Bravo, O. C., & Garcia, M. A. (2011). R&D and productivity: A two way avenue. *World Development*, 39(7), 1090-1107. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.11.006>
- Çelik, K. (2005). *Avrupa Birliği ve Türkiye-AB ilişkileri*. <http://www.kenancelik.ktu.edu.tr/yayin/ab.pdf>
- Çetinkaya, M., Çetinkaya A. T., & Aksoy, E. (2017). Askeri harcamalar üzerinde kamu harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 17(33), 210-225.
- Gellatly, G., & Peters, V. (1999). Understanding the innovation process: innovation in dynamic service industries. *Micro-Economic Analysis Division*, Statistics Canada Working Paper No. 127. <https://doi.org/10.2139/ssrn.229788>
- Goel, R., & Ram, R. (1994). Research and development expenditures and economic growth: A cross-country study. *Economic Development and Cultural Change*, 42(2), 403-411.
- Göçer, İ. (2013). Ar-Ge harcamalarının yüksek teknolojlü ürün ihracatı, dış ticaret dengesi ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri. *Maliye Dergisi*, 165, 215-240.
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic econometrics*. McGraw-Hill.
- Güleş, H., & Bülbül, H. (2004). Toplam kalite yönetiminin işletmelerde yenilik çalışmalarına katkıları. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 115-129.
- Gülmez, A., & Akpolat, A. G. (2014). Ar-Ge & inovasyon ve ekonomik büyüme: Türkiye ve AB örneği için dinamik panel veri analizi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 1-17.
- Gülmez, A., & Yardımcıoğlu, F. (2012). OECD ülkelerinde Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel eşbütünlük ve panel nedensellik analizi (1990-2010). *Maliye Dergisi*, 163, 335-352.
- Hall, B. H., & Mairesse, J. (1992). Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms. *National Bureau of Economic Research*, 263-293. <https://doi.org/10.3386/w3956>
- Hausman J. A. (1981). Exact consumer's surplus and deadweight loss. *The American Economic Review*, 71(4), 662-676.
- Hsiao, C. (2003). *Analysis of panel data* (2nd Ed.). Cambridge University Press.

- Johnston J., & DiNardo J. (1997). *Econometric methods*. McGraw-Hill.
- Karagöz, K. (2011). Göç-ticaret ilişkisi: Panel çekim modeli. *Sosyoekonomi*, 15(15), 55-68.
- Karagöz, K., & Saray, O. M. (2010). Trade potential of Turkey with Asia-pacific countries: Evidence from panel gravity model. *International Economic Studies*, 36(1), 19-26.
- Kök, R., & Şimşek, N. (2009). *Panel veri analizi*. www.deu.edu.tr/userweb/recep.kok/dosyalar/panel2.pdf adresinden 20.04.2022 tarihinde alınmıştır.
- Lichtenberg, F. R. (1992). R&D Investment And International Productivity Differences. *Nber Working Paper Series No: 4161*. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w4161/w4161.pdf
- Martin, M. A. G., Picazo, M. T., & Navarro, J. A. (2010). Entrepreneurship, income distribution and economic growth. *International Entrepreneurship Management*, 6(2), 131-141. <https://doi.org/10.1007/s11365-010-0142-3>
- Mileva, E., (2007). Using Arellano-Bond dynamic panel GMM estimators in Stata. *Fordham University*.
- Oğuztürk, B. S. (2003). *Bölgesel kalkınmada yenilikçiliğin rolü ve göller bölgesi üzerine bir uygulama* [Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Özbay, F. (2020). *G20 ülkeleri için bilgi üretim fonksiyonunun panel veri ekonometrisi ile tahmini* [Doktora Tezi] Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Özbay, F., Arıcan, M., & Oğuztürk, B. S. (2021). Çin rüyasının gerçekleşmesinde inovasyonun önemi: Büyüme ve inovasyon ilişkisi üzerine ekonometrik bir analiz. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 413-437.
- Özbay, F., Oğuztürk, B. S., & Sezgin, A. (2020). Gelişmiş ve gelişmekte olan G20 ülkelerinin inovasyon çıktılarına etkileyen faktörlerin bilgi üretim fonksiyonu ile analizi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(5), 3874-3900. <https://doi.org/10.15869/itobiad.797186>
- Özer M., & Çiftçi, N. (2009). Ar-Ge harcamaları ve ihracat ilişkisi: OECD ülkeleri panel veri analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(1), 30-31.
- Pazarlıoğlu, M., & Kiren-Gürler, Ö. (2007). Telekomünikasyon yatırımları ve ekonomik büyüme: Panel veri yaklaşımı. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 44(508), 35-43.
- Roodman, D. (2009). How to do Xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *Center for Global Development*, 9(1), 86-136. <https://doi.org/10.1177/1536867X0900900106>
- Samimi, A. (2009). R&D and economic growth: New evidence from some developing countries. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4), 3086-3091.
- Schilling, J., & Logan, J. (2008). Greening the rust belt: A green infrastructure model for right sizing America's shrinking cities. *Journal of The American Planning Association*, 74(4), 451-466. <http://doi.org/10.1080/01944360802354956>
- Seyidoğlu, H. (2006). *İktisat biliminin temelleri*. Güzem Can Yayınları.
- Sharma, R. (2018). Health and economic growth: Evidence from dynamic panel data of 143 years. *Plus One*, 13(10), 1-20. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0204940>
- Sylwester, K. (2001). R&D and economic growth. *Knowledge, Technology & Policy*, 13(4), 71-84. <https://doi.org/10.1007/BF02693991>
- Tatoğlu, F. (2012). *İleri panel veri analizi-Stata uygulamalı*. Beta Yayınları.
- Tatoğlu, Y. F., (2018). *İleri panel veri ekonometrisi: Stata uygulamalı*. Beta Yayınları.
- TDK (2021). *İnovasyon*. <https://sozluk.gov.tr/> adresinden 10.12.2021 tarihinde alınmıştır.
- Ülkü, H. (2004). *R&D, innovation and economic growth: An empirical analysis*. IMF Working Paper.
- Wipo (2022). <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2022-section3-en-gii-2022-results-global-innovation-index-2022-15th-edition.pdf> adresinden 20.10.2022 tarihinde alınmıştır.
- Wooldridge, J. M. (2001). *Econometric analysis of cross section and panel data*. The MIT Press.
- Yanyun, Z., & Mingqian, Z. (2004). R&D and economic growth-panel data analysis in ASEAN+3 countries. *The Center for Applied Statistics, Renmin Universty of China. Korea and the World Economy*. <https://faculty.washington.edu/karyiu/confer/seoul04/papers/zhao.pdf>
- Yaylalı, M., Akan, Y., & Işık, C. (2010). Türkiye'de Ar&Ge yatırım harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki eş-bütünleşme ve nedensellik ilişkisi: 1990-2009. *The Journal of Knowledge Economy & Knowledge Management*, 5(2), 13-26.
- Zachariadis, M. (2004). R&D-induced Growth in the OECD?. *Review of Development Economics*, 8, 423-439. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9361.2004.00243.x>