

- ARAŞTIRMA MAKALESİ -

Ar-Ge Harcamalarının Bilimsel Makale Sayısına Etkisi: G7 Ülkeleri Örneği

Gamze SART^a

Özet

Üniversiteler, her türden Ar-Ge çalışmalarının yapıldığı ve akademik eğitimlerin verildiği, kendisine has bir misyonları bulunan, sanayi için bilgi ve insan kaynağının üretildiği kurumsal yapılardır. Rekabetin küresel olarak artmasıyla beraber, bilimsel temellere dayanan bilginin inovasyon faaliyetlerinde daha etkin bir rol oynaması ve bilimsel araştırmalara yapılan hükümet desteklerinin sağlanması yanında, geçtiğimiz son 25 yıl içerisinde üniversite-sanayi işbirliği uygulamaları büyük ölçüde artış göstermiştir ve son 5-10 yıl içerisinde de söz konusu işbirliği modelleri radikal değişimlere uğramıştır. Diğer taraftan Ar-Ge harcamalarında meydana gelen artış da işbirliğinin hızlanmasını sağlamıştır. Akademisyenler açısından, üretilen bilginin ve tekniklerin uygulanması, araştırma fonlarıyla yeni teknolojilerin yaratılması, laboratuvarların etkin kullanılması, bilgi kaynaklarının ve teknoloji merkezlerinin kurulması sonucundaki kazanımlar, yayın sayısının artmasına ve performansın önemli ölçüde olumlu yönde gelişmesine neden olmuştur. Bu çalışmanın amacı gelişmiş ülke grubu G7 ülkelerinde Ar-Ge harcamalarının üretilen makale sayısına etkisini panel eşbütünleşme analizi yardımıyla belirlemektir. Analiz sonucunda, Ar-Ge harcamalarının makale sayısı üzerinde pozitif yönde istatistik anlamlı etkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Ar-Ge harcamalarından makale sayısına doğru tek yönlü nedensellik elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ar-Ge Harcamaları, İnovasyon Göstergeleri, Panel Eşbütünleşme Analizi

Jel Kodları: C12, D80, O31

Başvuru: 28.11.2020

Kabul: 13.12.2020

The Effect of R&D Expenditures on The Number of Scientific Articles: A Case of G7 Countries

Abstract

Universities are institutional structures where all kinds of R&D studies are carried out and academic training is given, have a unique mission, and where knowledge and human resources for the industry are produced. With the increase of competition globally, in addition to the more effective role of scientific-based knowledge in innovation activities and the provision of government support to scientific research, university-industry cooperation practices have increased significantly in the last 25 years and in the last 5-10 years cooperation models have undergone radical changes. On the other hand, the increase in R&D expenditures also accelerated the cooperation. In terms of academics, the application of the knowledge and techniques produced, the creation of new technologies with research funds, the effective use of laboratories, the establishment of information resources and technology centers have led to an increase in the number of publications and a significant improvement in performance. The aim of this study is to determine the effect of R&D expenditures on the number of articles produced in the developed country group G7 countries with the help of panel cointegration analysis. As a result of the analysis, it was determined that R&D expenditures had a statistically significant positive effect on the number of articles. In addition, unidirectional causality was obtained from R&D expenditures to the number of articles.

Keywords: R&D Expenditures, Innovation Indicators, Panel Cointegration Analysis

Jel Codes: C12, D80, O31

^a Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, HAYEF, Eğitim Bilimleri Bölümü, gamze.sart@istanbul.edu.tr
Orcid number: 0000-0002-0653-2855

Giriş

Ülkelerin kalkınması açısından bilgi, oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Gelişmiş ülkeler tarafından bilgi üretimine, bilgi birikimi sağlamaya ve bilginin kullanılmasıyla katma değer oluşturulmasına büyük önem verilmektedir (Adner, 2006). Bilgi ile beraber çalışma alt yapısını sanayiye kazandırmak; ülkelerin ekonomilerinin gelişimini, dışa bağımlılığın azalmasını ve küresel piyasada daha iyi konumlara gelinmesini sağlamaktadır (Feng vd., 2012). Ülkelerin kalkınmalarında olduğu kadar bölgesel kalkınma açısından da bilginin kullanımı oldukça önemlidir. Üniversiteler ile sanayi kuruluşlarının arasında kurulan işbirlikleri, tam olarak kalkınma noktasında büyük bir önem taşımaktadır. Üniversiteler tarafından bilginin üretimi yapılırken sanayi kuruluşları tarafından ise söz konusu bilginin katma değere dönüştürülmesi ile istihdam yaratılması, etkin kaynak kullanımı, verimlilik artışı, rekabetin güçlenmesi ve sonucunda kalkınma sağlanmaktadır (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

Üniversite ile sanayinin arasında kurulan işbirliklerinin en önemli boyutlarından biri; nitelikli işgücünün topluma kazandırılmasıdır. İyi bir eğitim almış ve nitelikli insan gücünün sayesinde teknolojik gelişmelerin meydana getireceği toplumsal ve kişisel uyumsuzluklar daha aza indirilebilmektedir. Bunun sonucunda da ülkelerin ekonomilerine dolaylı şekilde katkı sağlanmış olacaktır (Perkmann & Walsh, 2007). Diğer yandan, bu işbirliği ar-ge harcamalarının artışını sağlayacağı için, akademisyenler açısından performanslarını arttırmada önemli gelişmeler kaydedilmesi beklenmektedir. Hem devletin hem de özel sektörün ar-ge harcamalarına ayırdığı payın artışı, akademisyenler ile olan işbirliğinde yayın, patent ve inovasyon olarak yansıtacaktır (McAdam vd., 2017).

Ar-Ge harcamaları, bilim ve teknoloji alanlarında rekabet üstünlüğünün elde edilebilmesi açısından ticari kesimin ve kamunun gerçekleştirdiği faaliyetlerin önemli bir göstergesi niteliğindedir (Kaufmann & Todtling, 2001). Ar-Ge için yapılan harcamaların toplam tutarının GSYİH içindeki ağırlığı, ülkelerin bilim ve teknolojiye ne kadar önem verdiğinin bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Bahsi geçen Ar-Ge harcamaları ise; yerli veya yabancı şirketlerde, laboratuvarlarda, devlet üniversitelerinde, araştırma enstitülerinde veya benzer alanlarda harcanan toplam Ar-Ge giderleri olarak ifade edilmektedir (Ranga & Etzkowitz, 2015).

Ekonomi ve sanayi yapısını pozitif yönde etkileyen Ar-Ge'ye dayalı teknolojik gelişmelerin önemini kavrayan ülkelerde bilim-teknoloji politikaları bir sistem olarak ele alınmakta ve Ar-Ge'ye büyük önem verilmektedir (Sezgin, 2017). İnovasyon politikaları çerçevesinde gelişmiş ülkeler, Ar-Ge harcamalarını, Ar-Ge faaliyetlerinde istihdam ettikleri teknik eleman ve araştırmacı sayılarını her geçen gün artırarak birbirlerine karşı rekabet üstünlüklerini artırmayı amaçlamaktadırlar (Sezgin ve Yazıcı, 2016).

Bu çalışmanın amacı, gelişmiş ülke grubu G7 ülkeleri için Ar-Ge harcamalarının bilimsel makale sayısı üzerindeki etkilerini eşbütünleşme analizi yardımıyla ortaya koymaktır. Buradan hareketle, ilk aşamada kavramsal çerçeveye içinde Ar-Ge harcamalarının ve inovasyonun üniversiteler için önemi, daha sonra inovasyon göstergelerine değinilerek, son aşamada, ekonometrik analiz ile bulgular ve yorumlara yer verilmiştir.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Ar-Ge Harcamalarının ve İnovasyonun Üniversiteler için Önemi

Günümüz toplumlarının, “yenilikçi ekonomi” veya “bilgi tabanlı ekonomi” terimlerini kapsayan, bilgi temelli süreçlerin sonucunda elde edilen yüksek katma değer arayışları bulunmaktadır. Söz konusu arayışın bir getirisi olarak; üniversite ile sanayinin bir bütün olarak hareket ettikleri gözlenmektedir. Üniversite tarafından, verilen akademik eğitimlerin haricinde teknik bilgilere kaynaklık eden yenilik süreçlerine katkı sağlanmaktadır ve bunun sonucunda sanayinin üniversiteler ile ortaklık kurma gereksinimi duymaları sağlanmaktadır (Roulla, 2002). Üniversiteler tarafından üretilen bilgiyle, Ar-Ge yeteneklerinin sayesinde sanayinin sahip olduğu finansal ve teknolojik kaynakların bir arada kullanılmasının sonucunda; işletmeler için süreklilik, üniversiteler için teorik bilginin haricinde uygulama alanları, ülke için ise kalkınma imkânı sağlanmaktadır (Leydesdorff, 2010).

Genel olarak üniversitelerde “araştırma” ve “öğretim” olmak üzere temelde iki önemli işlev söz konusudur. Üniversiteler tarafından söz konusu işlevler yerine getirilirken, toplum için katkı sağlanmasının yanı sıra, akademik eğitimler ile modern bilimin ihtiyaçları yerine getirilmektedir (Koschatzky & Stahlecker, 2010). Bununla birlikte, üniversite tarafından; toplumun gereksinim duyduğu araştırmacı, donanımlı ve nitelikli insan gücünün yetiştirilmesi ve en yeni teknolojilerin ülkeye kazandırılması sağlanmaktadır. Üniversitelerin, temel

işlevlerini yerine getirebilmeleri ve gerekli kaynakları sağlayabilmeleri açısından sanayi ile yakın ilişkiler kurmaları gerekmektedir (Hulten, 2009).

Üniversiteler tarafından bilim alanında ilerleme ve gelişmenin temelleri oluşturulurken, sanayi tarafından ise yenilikçi teknolojilerin topluma kazandırılması ve ülke ekonomisinin büyümesine katkıda bulunmaktadır. Bu işbirliği içerisinde devlete düşen en önemli görev ise, bilimsel çalışmalar için finansal desteğin sağlanmasıdır. Dünyada yaşanan gelişmelere bağlı olarak, yeni bilimsel bilgilere duyulan gereksinim üniversite ile sanayinin arasında kurulan ilişkilerin önemini artmasını beraberinde getirmiştir. Bu anlamda üniversiteler tarafından, özellikle buldukları bölgelerde, sanayiye ilişkin farkındalık oluşturulması rolü üstlenilmektedir (Guimon, 2013: 9). Meydana gelen değişimler ve dünyanın geldiği nokta itibarıyla, sektörlerin arasında bulunan sınırların ne şekilde aşılacağı, üniversite ile sanayi işbirliğinin ne şekilde geliştirileceği ve güçlendirileceğini hem üniversiteler açısından hem de sanayi açısından detaylı bir şekilde inceleme ihtiyacı bulunmaktadır (D'Este & Perkmann, 2011).

Ar-Ge, teknolojinin edinilmesi ve geliştirilmesi, yetişmiş işgücü kaynakları ve bu kapsamdaki tam zamanlı araştırmacıların sayısı, yayınlanan bilimsel makalelerin sayısı gibi alanlarda meydana gelen gelişmelerin ve bu çerçevedeki araştırmaların büyüklüğü, yayılması ve sürdürülebilirliğine ilişkin şekilde de milli bir kültür haline gelen Ar-Ge yoğun, yüksek yenilikçilik kabiliyeti ve bunların neticesinde, yüksek katma değerli üretimler yapılması ülkeler için gelişmişliğin anahtarı olarak değerlendirilmektedir (Galan-Muros vd., 2017). Bahsi geçen bütün bu faktörler, bilgi temelli ekonomi veya yenilikçi ekonomi şeklinde isimlendirilen kavramsal yapıların temelini oluşturmaktadır (Bruneel vd., 2010). Üniversitelerin, hem tarihsel hem de toplumsal açıdan bilginin üretilmesine oldukça büyük katkıları olduğu bilinmektedir. Bu açıdan bilginin üretilmesi için temel kaynaklar olan üniversiteler aynı zamanda bilginin bütün topluma yayılması için de önemli bir rol oynamaktadırlar (Slotte & Tynjälä, 2003).

Küreselleşen dünyada, şirketlerin rekabet üstünlüğü sağlayabilmeleri ve varlıklarını devam ettirebilmelerinin öncelikli koşulu inovasyon ile olan yakınlıktır. Bu doğrultuda bütün bilimsel kavramların inovasyon ile bütünleştirilmesi amaçlanmaktadır. ABD'nin ekonomik açıdan son 40 sene içerisinde göstermiş olduğu büyümenin %50'sinin Ar-Ge yatırımlarından geldiği gözlenmektedir. Bununla birlikte, ABD'de yürütülen Ar-Ge çalışmalarının %73'ünün özel sektör, %11'inin kamu kuruluşları ve %16'sının ise üniversitelerde gerçekleşmesine rağmen, patentlerde atıfta bulunulan bilimsel literatürün yaklaşık %75'inin kamu kaynakları ile finanse edilen ve büyük bir kısmı üniversitelerde gerçekleştirilen çalışmaların sonucunda ortaya çıktığı bilinen bir gerçektir.

Bilgi temelli ekonomilerin en önemli özellikleri; bilginin istenen anda, istenen ölçüde ve istenen kalitede üretilmesi olarak ifade edilmektedir. Söz konusu özelliklerin sağlanabilmesi açısından başarıyla yürütülen Ar-Ge sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ar-Ge faaliyetlerinin sonucunda ortaya çıkan teknolojinin, üretimin ve yeni yatırımların uygulanmasına ilişkin öğrenmenin, işgücü sermayesi için ayrılan kaynakların ülkeden ülkeye farklılık gösterdiği gözlenmektedir (Sanyal & Vancauteran, 2013). Ülkelerin arasında gözlenen söz konusu farklılık; teknolojik farklılık şeklinde ortaya çıkmakta ve dolayısıyla ülkelerin farklı ekonomik gelişmeler göstermelerine yol açmaktadır (Muscio, 2010).

Ekonomik ve teknolojik anlamda gelişmişlik düzeyleri yüksek ülkeler de katma değer bakımından yüksek ve gelişmiş yeni teknolojilerin üretilmesi açısından üniversitelerde yürütülen bilim çalışmalarının iş dünyasına; iş dünyasından alınan pratik bilgilerin de üniversitelere aktarılması politikasını uygulamışlardır. Böylelikle uygulamaya ilişkin pratik bilgilerle bilim süreçlerine ilişkin bilimsel bilginin bütünleştirilmesi sağlanmaktadır (Siegel, 2003).

İnovasyon; ürün, sistem, süreç ve insanların devamlı şekilde yenilenmelerini gerektirir. İnovasyonun temel amacının; bir ürünün daha iyisini diğerlerinden daha önce yapabilmek için eskitilmesi olması gerekmektedir (Bonecki, 2016). Mevcutta bulunan ürünler veya sistemler için ise söz konusu durum; modası geçmiş şekilde ifade edilmek yerine "popülerliğini kaybetmeme" fırsatının yaratılması için de önemlidir. Yenilenme süreciyle beraber yeniliğin sonuçlarını iç içe barındıran inovasyonu, herhangi bir fikrin ürüne ya da hizmete çevrilmesi süreci ve bu sürecin neticesinde meydana gelen ürün veya hizmet şeklinde başlıca inovasyon göstergelerini aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Vogel, 2020):

- Ar-Ge'ya yapılan harcamalar ve Ar-GE faaliyetleri,
- Araştırmacıların sayısı,
- Bilimsel yayın ve makaleler,

➤ Patent ve patent başvuruları.

Bilginin ve bilimsel çalışmaların arasında kurulan karşılıklı ilişkilerin en temel yeri olarak görülen üniversiteler, inovasyon faaliyetlerinin eğitim bakımından ortaya çıkardığı etkilerin en fazla görüldüğü kuruluşlardır. Üniversiteler, bir yandan inovasyon ile ilişkili değişimlere ayak uydurmak için çabalarırken, öte yandan inovasyonun oluşturulduğu sistemin ana unsurlarından birisi olmaktadır (Prodan, 2005). Küreselleşmenin ve bilgi toplumu merkezli dönüşümlerin kilit taşı olan üniversiteler, içerisinde faaliyet gösterdikleri toplumlara sosyal ve kültürel bakımdan etkileyen ve ayrıca toplumun sosyal, kültürel ve yapısal niteliklerinin etkisi altında bulunmaktadır. Bilgi çağı ile beraber gelen; inovasyon temelli yenilik, yaratıcı düşünce, rekabet üstünlüğü şeklindeki olgular; bilgiyi, bilgi temelli büyümeyi ve bilgi açısından üretkenlik gösteren üniversitelerin öne çıkmasını sağlamıştır. Bu kapsamda üniversitelerin geleneksel işlevlerini oluşturan; eğitim, öğretim, araştırma çalışmaları, kalifiye işgücü yetiştirme, diploma üretme, toplumu bilinçlendirme ve aydınlatma şeklindeki konular da değişim göstermişlerdir (Siddiqi & Anadon, 2016).

Üniversiteler, önceki dönemlerde yalnızca eğitim, bilimsel araştırmalar ve bilim üretme şeklindeki faaliyetleri yürütmekteydiler. Fakat günümüzde söz konusu faaliyetlerine; sanayiye bilginin ve teknolojinin transfer edilmesi, bilginin ticari bir fırsata çevrilmesi, ulusal ve bölgesel inovasyon sistemlerine katkıda bulunulması şeklinde yeni faaliyet alanları eklenmiştir (Veer & Jell, 2012). Bununla birlikte, inovasyon sistemi içerisinde üniversitelere düşen temel görevleri; yurtdışındaki bilgilerin ülkeye uyarlanmasında “alıcı” olmak, bölgesel bilgi sirkülasyonunun sağlanmasında “aracılık yapmak”, kaliteli insan kaynağı üretmek, üniversite ile sanayi arasında kurulacak işbirliği için bilgi sağlayıcısı olmak ve yeni kurulan akademik firmalara destek olmak şeklinde sıralamak mümkündür (Vogel, 2020). Üniversiteler, inovasyon sistemi içerisinde inovasyonların geliştirildiği alanın hazırlanması açısından oldukça önemlidir. Bununla beraber araştırmanın ağırlıklı olduğu üniversitelerin yaratıcılık merkezi olduğu görülmektedir ve yine araştırmanın ağırlıklı olduğu şirketlerin ve yatırımların bölgelerine çekilmesini sağlamaktadırlar. Böyle üniversiteler, güçlü teknoloji transfer ofisleri kurarak bütün inovasyon ağının girişimci merkezi ve bağlantı noktası olma rolünü üstlenmektedirler (Muscio, 2010).

İnovasyon alanında başarılı olan ülkeler ele alındığında, bu ülkelerin ortak olarak uyguladıkları stratejileri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Vogel, 2020):

- Yükseköğretim, araştırma, bilim ve teknolojide yenilikçi stratejilerin izlenmesi,
- Üniversitelerin göz önünde bulundurulduğu gereken altyapının geliştirilmesi çalışmaları,
- Yetenekli ve kalifiye insan kaynağının yetiştirilmesi, kaybedilmemesi ve ülke için kazandırılması gayretleri,
- Bilimsel araştırmalara ve yükseköğretime sürekli artan şekilde yatırımlar yapılması.

Üniversitelerin inovasyon açısından sağladıkları katkıların artırılması amacıyla; üniversitelerde üretilen bilginin toplum ile paylaşılması ve bütün paydaşlar ile iletişimlerin ve ilişkilerin sağlanması gerekmektedir. Üniversiteler ve kendi bünyesinde Ar-Ge departmanları bulunan büyük ölçekli işletmelerden, küçük ve orta ölçekli işletmelere kadar olan iş topluluğunun arasında gerçekleştirilen ortaklıklar, hem araştırmaların bulgularının yayılması noktasında gelişme sağlayabilmekte hem de üniversite merkezli eğitim ve araştırma faaliyetlerinin bölgesel inovasyon bakımından etkisinin artmasına katkıda bulunabilmektedir (McAdam, 2017). Bilim sisteminin önemli bir unsuru olan üniversitelerin bilime katkı sağlayan çeşitli rolleri bulunmaktadır. Geleceğin bilim insanlarını yetiştirmek, danışmanlık hizmeti vermek ve bilginin gelişimini sağlamanın yanı sıra üniversite araştırmacıları çeşitli araştırma çalışmaları yürütmektedirler. Araştırmaların sonucunda çalışmalarını bilimsel makale olarak yayınlamakta ve konferans toplantı gibi faaliyetler yürütmektedirler.

1.2. İnovasyon Göstergeleri

İnovasyon kapasitesinin ölçülebilmesi için birçok farklı gösterge mevcuttur. Bu çalışmada inovasyon göstergeleri arasında beş temel göstergeye değinilecektir.

1-Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge)

Ar-Ge sistematik bir temele dayanan yaratıcı işler bütündür. Temel amacı toplumun bilgi birikiminin artmasını ve söz konusu bilginin yenilikçi uygulamalarda kullanılmasını sağlamaktır. Profesyonel Ar-Ge birimlerinin faaliyetleri şu şekilde sıralanabilmektedir (D’Este & Perkmann, 2011):

- Bilim ve teknoloji alanlarındaki belirsizliklerin ortadan kaldırılması üzere bilimsel ve teknolojik gelişmelere katkıda bulunacak yeni teknik bilgilerin edinilmesi,

- Üretim faaliyetlerine ilişkin yeni teknik, süreç ve işlemlerin araştırılması ve geliştirilmesi,
- Yeni ürün, işlem, sistem, araç ve gereç oluşturmak amacıyla yeni tekniklerin geliştirilmesi,
- Ürün maliyetinin düşmesini sağlayan, kaliteden ödün vermeyen ve performansı artırıcı yeni teknolojilerin araştırılması,
- Kendine özgü tasarımı olan yazılım faaliyetleri şeklindedir.

Bilim ve teknolojiadaki açıklıklar ülkeler arasındaki gelişmişlik farkının artmasına neden olmaktadır. Ar-Ge faaliyetlerinin artışı bilim ve teknolojiye bu ilerlemeleri mümkün kılmaktadır. Ar-Ge faaliyetleri ülkelerin bilim ve teknoloji bağlamında dünyadaki konumunu gösterebilmektedir. Ar-Ge harcamalarının büyüklüğü, GSMH içerisindeki Ar-Ge harcamalarının oranı, araştırmacıların sayısı gibi göstergeler ülkelerin Ar-Ge faaliyetleri hakkında bilgi edinmek için kullanılmaktadır (Alshehri vd., 2016). Birçok ülke Ar-Ge faaliyetlerine teşvikler vermektedir. Bu sayede ülkeler bilim ve teknolojiye ilerleme sağlayarak hızlı ve sürdürülebilir bir büyüme elde etmektedir. Buradaki en önemli konu, ülkeler tarafından Ar-Ge sayesinde edinilen bilimin ve teknolojinin inovasyona dönüştürülmesinin başarılı olmasıdır.

2-Patent

Bilginin yayılmasında birinci derece etkenlerden biri olan patent, teknolojinin bütün alanları için ilerleme sağlayacak Ar-Ge faaliyetlerinin ortaya çıkmasını teşvik etmektedir (Dam, 2017). Ar-Ge faaliyetlerinin yanı sıra patent sayısı da ülkelerin, firmaların teknoloji kabiliyetlerini gösteren diğer bir ölçüttür. Ar-Ge'ya yapılan harcamalar, teknolojik yenilik faaliyetleri açısından bir ölçüt konumundadır. Patent sayısı ise teknolojik faaliyetlerin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Diğer bir ifadeyle, Ar-Ge faaliyetleriyle patent sayılarının arasında birebir ilişkiden ziyade kuvvetli bir pozitif ilişkinin bulunduğunu söylemek mümkündür (Tunç, 2008). Bir buluşun, patentle korunabilmesi açısından sahip olması gereken özellikler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

- *Yenilik:* Bir tekniğin bilinen durumunun haricinde ortaya konulan buluşlar yeni olarak değerlendirilmektedir. Tekniğin bilinen durumu ise; yenilik için patent başvurusu yapılan tarihin öncesinde, buluşa ilişkin dünyanın herhangi bir yerinde, herkes tarafından erişilebilir yazılı veya sözlü tanıtı, kullanımı ya da farklı bir yöntemle açıklanan bilgilerden oluşmaktadır.
- *Tekniğin bilinen durumunun asılması:* Buluşa ilişkin olan teknik alandaki bir uzman tarafınca, tekniğin bilinen durumundan belirgin bir biçimde elde edilemeyen bir faaliyet sonucu gerçekleşmiş ise, tekniğin bilinen durumunun asıldığı kabul edilmektedir.
- *Sanayiye Uygulanabilir Olma:* Buluşun tarım sektörü dahil olmak üzere sanayinin herhangi bir sektöründe üretilebilir ya da kullanılabilir özellikler taşıması, buluşun sanayiye uygulanabilir olduğunu göstermektedir.

3-Eğitim

Eğitim, temel inovasyon göstergelerinden bir diğeridir. Eğitim uzun vadede ülkelerin kalkınmasında veya geri kalmasındaki ana unsurdur. İyi bir beşeri sermaye ülkenin muasır medeniyetler seviyesinde çıkması için önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Almanlar beşeri sermayedeki hazır bulunuşlukları sayesinde Almanya'nın bütün şehir ve sanayi kuruluşları yerle bir durumundayken, savaşın ardından geçen kısa bir süre içerisinde toparlanabilmişlerdir (Choia & Lee, 2017). İyi bir eğitim alan ve yetişmiş, yetenekli, miktarca yeterli bilim insanının ve mühendislerin mevcut olması, gerek üretken inovasyon faaliyetlerinin gerçekleşmesi gerekse inovasyonun yayılması açısından en önemli unsurların başında gelmektedir. Bilgi ekonomisinde rekabet ve kalite anlayışı bilgi teknolojilerinin yarattığı hız nedeniyle sürekli bir değişim içerisinde. Bu koşullar içerisinde ülkelerin hedeflemiş olduğu toplumsal, teknolojik ve ekonomik düzeye ulaşabilmeleri için yenilik ve icatların sürekliliğini sağlaması gerekmektedir. Yaratıcı zekanın teknolojik yenilik ve buluşlar üzerinde etkili olması eğitim ve öğretimin önemini ortaya koymaktadır (Schartinger vd., 2001). Yaratıcı zekanın kazanılması entelektüel sermayenin gelişmesi ile mümkün olmaktadır. Nitelikli iş gücünün bilgi çağına temel unsur olmasından dolayı gelişme gösteren bütün ülkelerde, eğitim faaliyetlerine oldukça büyük önem verildiği gözlenmektedir. Bilgi teknolojileri ile beraber eğitim teknolojilerinin tamamıyla değişmiş olması ve yeniliklerin, bilginin hızlı eskitilmesine neden olması; öğrenme faaliyetlerinin de ömür boyu sürmesini gerektirmektedir (Gurmu & Pérez-Sebastián, 2008).

4- Araştırmacı Sayısı

Başlıca inovasyon göstergelerinin arasında bulunan araştırmacı sayısı, Ar-Ge sistemlerinin merkez elemanını oluşturmaktadır. Araştırmacılar, yeni bilgilerin, ürünlerin ve üretim yöntemlerinin geliştirilmesi konusunda anahtar rol üstlenen ve doğrudan projenin yönetilmesinden sorumlu olan kişilerdir (Trott, 2008). Araştırmacılar,

yalnızca üniversitelerin bünyesinde değil; ülkenin askeri ve sivil alanlarında, araştırma enstitülerinde de çalışmalar yürütmektedirler. Araştırmacıların sayısı, tam zamanlı eşdeğer oranı olarak ölçülmektedir. Tam zaman eşdeğer oranı ise kişi- yıl şeklinde ölçülmektedir.

5-İleri Teknoloji İhracatı

İleri teknoloji ürünlerinin ihracatı inovasyon kavramının önemli göstergelerinden bir diğeridir. İleri teknoloji ihracatı, en yüksek Ar-Ge harcamalarının yapılması sonucunda üretilen ürünlerin ifade edilmesi için kullanılmaktadır. Davis tarafından, son teknoloji ürünlerin üretilmesi için direkt olarak kullanılan ara ürünlere yapılan Ar- Ge harcamalarının miktarının hesaplanması amacıyla “input- output” tekniğinden faydalanılmıştır. Bununla birlikte Davis, ileri teknolojiyle üretilmiş olan 10 adet üründen söz etmektedir. Söz konusu ürünlerin sonucusu en ileri teknoloji ile üretilmektedir. Davis tarafından yapılmış olan bu tanım, Birleşik Devletler Ticaret Departmanı'nın Standart Endüstriyel Sınıflandırması (SIC)'na dayanmaktadır, fakat söz konusu tanım, Standart Uluslararası Ticari sınıflandırma (SITC) şeklinde uluslararası bir sınıflandırmaya müsaade etmemektedir. Hatzichronoglou tarafından yapılan listeye göre ileri teknoloji ürünler, SITC'ye göre sınıflandırılmıştır. Bu listede yer alan ürünler, ABD, Almanya, Japonya, İtalya, İsveç ve Hollanda olmak üzere 6 ülkede Ar-Ge yoğunluklu şekilde üretilmektedirler. Hatzichronoglou tarafından listeye alınan ileri teknoloji ürünler; uzay, bilgisayar ve ofis ekipmanları, elektronik ve telekomünikasyon, elektrik ekipmanları, elektronik olmayan ekipmanlar, bilimsel enstrümanlar, kimyasal ürünler, ilaç ve silahlanma şeklinde sıralanmaktadır.

3. EKONOMETRİK ANALİZ

3.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Dünya üzerindeki en önemli ekonomileri meydana getiren G7 ülkelerinde, yenilikçilik açısından gereken zemini hazırlayan Ar-Ge faaliyetlerinin gerek özel gerekse kamu sektöründe çok yüksek seviyede olduğu gözlenmektedir. Günümüzde küresel bir hale gelen rekabetçi ortamda, gelişmekte olan ülkelerin de yenilikçilik performanslarının artırılmasına ilişkin birtakım farklı stratejiler izlendiği bilinmektedir. Bunun doğrultusunda; gelişmekte olan ülkelerin ekonomi alanındaki sorunlarının çözülebilmesi ve kalkınma sağlanması açısından yenilik ve yenilik için gereken altyapı ve Ar-Ge faaliyetlerinin daha çok üzerinde durulması gerekmektedir. Buradan hareketle, bu çalışmanın temel amacı; bir yenilik göstergesi olan “bilimsel makale sayısı” değişkeninin üzerinde G7 ülkelerinin Ar-Ge harcamalarının etkisini değerlendirmektir. Bu etkinin G7 ülkelerinin kullanılarak analiz edilmesi, yalnızca gelişmiş ülkeler açısından değil, gelişmekte olan ülkeler açısından da yol haritası çizmesi için önem arz ettiği düşünülmektedir.

3.2. Verilerin Tanıtımı

Çalışmada [2000-2018] dönemi için, G7 ülkeleri (Almanya, ABD, İngiltere, Fransa, İtalya, Japonya ve Kanada) ülke grubu ele alınarak, Ar-Ge harcamalarının üretilen bilimsel makale sayısına etkisi araştırılmıştır. Makale sayısı değişkeni inovasyon göstergelerinin önemli bir unsurunu oluşturmaktadır. Veriler www.worldbank.org veri bankasından elde edilmiştir.

Tablo 1. Analizde Kullanılan Değişkenlerin Tanıtımı

Değişken	Gösterimi	Tanımı
Bilimsel Makale Sayısı	BMSA	Bağımlı değişken
Ar-Ge Harcamaları/GSYİH	AR-GE_HAR	Bağımsız değişken

3.3. Çalışmanın Yöntemi

Bu çalışmada, öncelikli olarak incelenen ülkeler arasındaki yatay kesit bağımlılığının varlığı, yapılmış olan test ve analizlerle belirlenmiş, ardından homojenlik testleri yapılmıştır. Bu yönde serilerin durağanlığı, birinci nesil birim kök testlerinden Maddala ve Wu (1999), Choi (2001) ve Im vd. (2003) testleri ve ikinci nesil panel birim kök testi olan CADF birim kök testi ile analiz edilmiştir. Uzun dönem ilişkilerin varlığı Westerlund ve Edgerton (2007)'ın geliştirdiği LM Bootstrap Eşbütünleşme testinden faydalanılarak analiz edilmiştir. Son aşamada Dumitrescu ve Hurlin (2012) nedensellik testi uygulanmıştır.

3.4. Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Testleri

Serilerin aralarında bulunan yatay kesit bağımlılığı Pesaran (2004)'ın geliştirmiş olduğu LM CD testi ve Pesaran vd. (2008)'nin sapmasını düzeltilmiş oldukları LM adj. testinden faydalanılarak analize tabi tutulmuş olup testlerin çıktıları Tablo 2'de verilmiştir. Testlerin sonuçları, olasılık değerleri olan % 1 ile % 5'ten küçük

olduğundan dolayı “yatay kesit bağımlılığı yoktur” şeklinde kurulan sıfır hipotezi reddedilmiştir ve serilerin aralarında yatay kesit bağımlılığının bulunduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber, Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından bulunan delta tilde ve düzeltilmiş delta tilde testlerinden faydalanılarak eşbütünleşme katsayılarının homojenlikleri incelenmiş olup testlerin çıktıkları Tablo 2’de gösterilmiştir. Testlerin sonuçları, olasılık değerleri olan % 1 ile % 5’ten küçük olduğundan dolayı “eğitim katsayıları homojendir” şeklinde kurulan sıfır hipotezi reddedilmiş olup eşbütünleşme katsayılarının heterojen oldukları tespit edilmiştir.

Tablo 2. Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Test Sonuçları

Yatay kesit bağımlılığı testi (H_0 : Yatay kesit bağımlılığı yoktur)		
Test	Test istatistiği	p-değeri
LM (Breusch and Pagan (1980))	29.453	0.000
LM _{adi} (Pesaran vd. (2008))	31.362	0.000
LM CD (Pesaran (2004))	26.905	0.005
Homojenlik testi (H_0 : Eğitim katsayıları homojendir)		
Test	Test istatistiği	p-değeri
Delta_tilde	19.412	0.003
Delta_tilde_adj	21.674	0.000

3.5. Birinci ve İkinci Nesil Birim Kök Test Sonuçları

Birinci nesil birim kök testleri, “homojen modeller” ile “heterojen modeller” şeklinde iki sınıfta incelenmektedir. Katsayıların heterojen bulunmasından dolayı analizde heterojen model varsayımına dayanan Im, Pesaran ve Shin (2003), Maddala ve Wu (1999), Choi (2001) birinci nesil birim kök testlerinden faydalanılacaktır.

Tablo 3. Birinci Nesil Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Maddala&Wu Test		Im, Pesaran & Shin Test		Choi Test	
	Düzye	1. mertebe fark	Düzye	1. mertebe fark	Düzye	1. mertebe fark
	Trend+sabit	Sabit	Trend+sabit	Sabit	Trend+sabit	Sabit
AR-GE_HAR	1.367(0.201)	4.581(0.000)*	1.109(0.312)	4.741(0.001)*	1.467(0.358)	6.253(0.000)*
BMSA	0.789(0.116)	5.423(0.000)*	1.450(0.135)	4.540(0.002)*	1.522(0.261)	7.845(0.000)*

*0.05 için durağan değişken, Olasılık (p) değerleri tablo içinde verilmiştir. Testlerin sıfır hipotezi birim kök vardır şeklindedir. Optimal gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriteri kullanılarak belirlenmiştir.

Tablo 3’den görüleceği gibi, ele alınan bütün değişkenlerin düzey değerleri birim kök bulundurmaktadır. Diğer taraftan, birinci mertebeden alınan fark serilerinin ise birim kök içermedikleri tespit edilmiştir. Dolayısıyla, ele alınan bütün değişkenlerin I(1) oldukları; diğer bir deyişle; 1. mertebeden farkın alınması durumunda durağan oldukları gözlenmektedir. Bu çalışmada, seriler arasında yatay kesit bağımlılığının belirlenmiş olmasından dolayı ikinci nesil birim kök testlerinden faydalanılacaktır. Analizde, ikinci nesil birim kök testi olarak CADF testinden faydalanılmıştır. Pesaran (2007)’in geliştirmiş olduğu CADF testinin sonuçlarını Tablo 4’de görmek mümkündür.

Tablo 4. İkinci Nesil Panel CADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Düzye		1.mertebe fark	
	Sabit	Sabit + Trend	Sabit	Sabit + Trend
AR-GE_HAR	-1.289	-1.345	-5.943*	-6.128*
BMSA	-0.852	-0.114	-6.337*	-7.505*

* %5 için H_0 red, durağan değişken

CADF testlerinde, maksimum gecikme uzunluğu 2 olarak alınmış ve optimal gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. Sıfır hipotezinin % 1 ve % 5 anlamlılık düzeyinde reddedildiğini görülmektedir. Birim kök test sonuçları, serilerin düzeyde durağan olmadığını diğer bir ifadeyle birim kök içerdiklerini, değişkenlerin I(1) düzeyinde durağan olduğunu göstermektedir.

3.6. Panel Eşbütünleşme Testi

Bu çalışmada, ele alınan değişkenlerin arasında bulunan uzun dönemli ilişkilerin tespit edilmesi üzere Westerlund ve Edgerton (2007)’in geliştirmiş olduğu “LM bootstrap panel eşbütünleşme testi” kullanılmıştır. Bahsi geçen eşbütünleşme testi, McCoskey ve Kao (1998)’nin geliştirdiği Langrage testi çarpanını temel almaktadır. Bununla beraber bu testte yatay kesit birimlerinin arasında bulunan bağımlılıklar göz önünde bulundurulmaktadır. Diğer taraftan Westerlund ve Edgerton (2007) tarafından ortaya atılan bu testin, küçük

örneklem için daha başarılı sonuçlar sağladığı gözlenmiştir. Bu testin sonucunda H_0 hipotezinin reddedilememesi, bütün kesitler için eşbütünleşme ilişkisi bulunduğunun göstergesidir.

Tablo 5. Westerlund ve Edgerton (2007) LM Bootstrap Eşbütünleşme Sonuçları

LM_N^+	Sabit			Sabit +Trend		
	İstatistik	Asimptotik p-değeri	Bootstrap p-değeri	İstatistik	Asimptotik p-değeri	Bootstrap p-değeri
	9.843	0.244	0.318	9.675	0.352	0.374

Bootstrap olasılık değerlerine, 10.000 tekrarlı dağılımın sonucunda ulaşılmıştır. Asimptotik olasılık değerleri ise standart normal dağılımın sonucunda elde edilmiştir. Test için gecikme ve öncül düzeyleri 2 olarak kabul edilmiştir. Tablo 5'e göre, ülke grubu açısından serilerin aralarında eşbütünleşmenin bulunduğu ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Bunun sonucunda serilerin uzun dönemde beraber hareket ettikleri çıkarımı yapılmaktadır. Seriler arasında eşbütünleşme olduğunun tespit edilmesinin ardından eşbütünleşme tahmincilerinin yardımıyla modelde bulunan katsayıların tahmin edilmesi mümkündür.

3.7. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının FMOLS (Full Modified OLS)Tahmini

Modelin uzun dönem katsayılarının tahmini, değişkenlerin birinci seviyeden farklarının alınmasının ardından FMOLS (Full Modified OLS) yöntemiyle yapılmıştır. Phillips ve Hansen (1990) tarafından, FMOLS yönteminin, değişkenlere ilişkin denklemlerin hata terimlerinin arasında bulunan eş-anlı ilişkileri göz önünde bulundurması, ikinci dereceden sapmaların giderilmesini sağlamaktadır. FMOLS tahmincisi tarafından, standart tahmincilerde ortaya çıkan diagnostik sorunların giderilmesi sağlanmaktadır. FMOLS yöntemi, içsellik ve otokorelasyon problemini göz önünde bulundurarak OLS yönteminin geliştirilmesinin sonucunda ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, OLS tahmincisi tarafından eşbütünleşik denklemlerdeki optimal değerlerin hesaplanması konusunda yaşanan yetersizliğinin giderilmesi amacıyla FMOLS yönetminde asimptotik sapmalı ve dışsallık varsayımından faydalanılmıştır.

Tablo 6. FMOLS Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayıları

ÜLKELER	FLogAR-GE HAR Katsayı
Almanya	0.278*
ABD	0.263*
İngiltere	0.254*
Fransa	0.241*
İtalya	0.289*
Japonya	0.266*
Kanada	0.271*
PANEL	0.259*

*0.05 için istatistik anlamlı değişken, F gösterimi birinci mertebeye farkı belirtmektedir.

Uzun dönem katsayılarına bakıldığında, Ar-Ge harcamaları makale sayısını pozitif yönde istatistik anlamlı etkilemektedir. Ar-ge harcamaları 1 br. arttığında makale sayısı %25.9 artış göstermektedir. Ülke bazında bakıldığında Ar-Ge harcamalarının bilimsel makale sayısını etkileme düzeyi, katsayı büyüklüklerine göre sırasıyla; İtalya, Almanya, Kanada, Japonya, ABD, İngiltere ve Fransa olarak belirlenmiştir.

3.8. Dumitrescu ve Hurlin (2012) Nedensellik Analizi

Paneli meydana getiren serilerin arasında eşbütünleşme ilişkilerinin bulunup bulunmaması, analizde faydalanılacak nedensellik testinin belirlenmesini sağlamaktadır. Panel nedensellik testlerinin tamamı, yatay kesit bağımsızlığının bulunduğu varsayımına dayanarak tahminler gerçekleştirmektedir. Sadece, Dumitrescu ve Hurlin (2012)'in ortaya atmış olduğu test sayesinde hem yatay kesit bağımlılığı hem de yatay kesit bağımsızlığı durumlarında tahminler yapılmakta ve etkin sonuçlar elde edilmektedir. Dumitrescu ve Hurlin (2012) testi, heterojen panellerde Granger nedensellik testine benzer şekilde çalışmaktadır. Söz konusu test, Granger nedensellik testinin çerçevesinde yatay kesit birimlerine ilişkin hesaplanan bireysel Wald testlerinin ortalamalarını temsil etmektedir. Heterojenliği ve yatay kesit bağımlılığını beraber dikkate almakta olan Dumitrescu ve Hurlin testinin önemli bir başka özelliği de eşbütünleşik ilişkilerin varlığında veya olmadıkları durumlarda çalışabilmesidir. Panel nedensellik testinin sonucunda 3 farklı istatistik değeri elde edilmektedir.

Tablo 7. Dumitrescu ve Hurlin (2012) Nedensellik Testi Sonuçları

Boş hipotez	Test	İstatistik değerleri	p
FAR-GE_HAR değişkeni FBMSA değişkeninin Granger nedeni değildir	<i>Whnc</i>	9.853	0.000
	<i>Zhnc</i>	8.654	0.013
	<i>Ztild</i>	8.442	0.008
FBMSA değişkeni FAR-GE_HAR değişkeninin Granger nedeni değildir	<i>Whnc</i>	1.639	0.135
	<i>Zhnc</i>	1.464	0.144
	<i>Ztild</i>	1.381	0.159

Tablo 7'ye bakıldığında, AR-GE_HAR değişkeninden BMSA değişkenine doğru tek yönlü nedensellik belirlenmiştir. Bu durumda AR-GE_HAR değişkeni BMSA değişkeninin Granger nedenidir. Diğer yandan, FBMSA değişkeninden FAR-GE_HAR değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisi belirlenmemiştir.

4. SONUÇ

Küreselleşmenin etkisiyle ortaya çıkan yoğun rekabet ortamında, işletmeler tarafından varlıklarının devam ettirilebilmesi için inovasyon oldukça önemli bir konumdur. İnovasyonun gerçekleştirilmesini sağlayabilecek en önemli unsurlardan birisi de hiç şüphesiz üniversitelerdir. Üniversiteler, inovasyon sisteminde tedarikçi rolleri ile anahtar bir rol üstlenmektedirler. Literatürde yapılmış olan araştırmalar; özellikle Avrupa ülkeleri açısından başarının elde edilmesi amacıyla; özerk olmayı; bütün nesillerde en yetenekli öğrencilerin yetiştirilmesini ve özellikle doktora eğitimlerinin güçlendirilmesini; Avrupa içerisindeki araştırmacılar açısından engelsiz alanların yaratılmasını ve ulusal araştırma sistemlerinin yabancı araştırmacılar için uygun bir duruma getirilmesini; üniversitelerin altyapılarının geliştirilmesini ve küresel başarı elde etmiş programların arasında bütünleşik araştırmaların yapılması imkanının tanınmasını önermişlerdir.

Bu çalışmada, Ar-Ge harcamalarının bilimsel makale sayısı üzerindeki etkisi G7 ülkeleri için belirlenmeye çalışılmıştır. Eşbütünlük analizi sonucunda iki değişken arasında uzun dönem ilişkinin varlığı belirlenmiştir. Eşbütünlük katsayılarına bakıldığında, Ar-Ge harcamaları makale sayısını pozitif yönde istatistik anlamlı etkilemektedir. Ar-ge harcamaları 1 br. arttığında makale sayısı %25.9 artış göstermektedir. Ülke bazında bakıldığında Ar-Ge harcamalarının bilimsel makale sayısını etkileme düzeyi, katsayı büyüklüklerine göre sırasıyla; İtalya, Almanya, Kanada, Japonya, ABD, İngiltere ve Fransa olarak belirlenmiştir. Ayrıca, AR-GE_HAR değişkeninden BMSA değişkenine doğru tek yönlü nedensellik belirlenmiştir. Diğer yandan, FBMSA değişkeninden FAR-GE_HAR değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisi belirlenmemiştir.

Çalışılan ülke grubu G7 ülkeleri dünya ekonomisinin en büyük 7 ülkesini oluşturmaktadır. Dolayısıyla, Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı oldukça büyüktür. Bu ülkeler için Ar-Ge harcamalarının makale sayısı üretimde etkisi yüksek çıkmıştır. Çalışma farklı ülke grupları için ve farklı inovasyon göstergesi değişkenler için ileri aşamaya taşınabilir.

Sonuç olarak, her ülkenin çağımızın gerisinde kalmaması ve küresel rekabette hayatta kalabilmesi için Ar-Ge kültürünü benimsemiş özerk yapıda üniversitelerinin bulunması, üniversitelerde verilen eğitim ve öğretimin çağın gereksinimlerine uygun şekilde esnetilmesi, üniversite ile sanayi arasında kurulacak işbirliğine önem verilmesi ve teknoloji transfer ofislerinin etkin bir biçimde kullanılması, akademik performansın artışında etkili olacaktır. Bu özellikler sağlandığında Ar-Ge harcamaları bilimsel makale sayısı gibi önemli inovasyon çıktılarının üretilmesine temel sağlayacaktır. Bu çalışmada öne çıkan notları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

- Küreselleşmenin geldiği noktada üniversiteler başta olmak üzere ülkelerin gelişmelerini sağlayabilmeleri ve kalkınmaları açısından “inovasyon faaliyetleri” oldukça önemlidir.
- Çağın gerisinde kalmamak açısından, üniversiteler tarafından ileri teknolojilerin kullanılmasıyla daha esnek yapıda bir eğitim öğretimin sunulması ve özerk yapılarıyla kendi bünyelerinde Ar-Ge kültürünün oluşturulması gerekmektedir.
- Üniversite-sanayi işbirliği konusunda gereken önem gösterilmeli ve gereksinim duyulan araştırmaların ve araştırmacıların hem maddi hem de manevi yönden desteklenmeleri gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Adner, R. (2006). Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. *Harvard Business Review*, 84(4), 98-108.

- Alshehri, A., Gutub, S. A., Ebrahim, M. A., Shafeek, H., Soliman, F. M. & Abdel-Aziz, M. H. (2016). Integration between industry and university: case stud. *Education For Chemical Engineers*, 14(1), 24-34.
- Bonecki, M. (2016). Open innovation model within public research and innovation programmes. *Public Philosophy & Democratic Education*, 5(2) 171-188.
- Bruneel, J, d'Este, P, Salter, A (2010) Investigating the factors that diminish the barriers to university-industry collaboration. *Research Policy*, 39(7), 858-868.
- Breusch, T. S. & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification tests in econometrics. *Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.
- Choia, J., & Lee, J. (2017). Repairing the R&D market failure: Public R&D subsidy and the composition of private R&D. *Research Policy*, 46(1),1465-1478.
- Choi, I. (2001). Unit root tests for panel data. *Journal of International Money and Finance*, 20(1), 249-272.
- D'Este, P. & Perkmann, M. (2011). Why do academics engage with industry? the entrepreneurial university and individual motivations. *Journal of Technology Transfer*, 36(3), 316-339.
- Dumitrescu, E. I., & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460.
- Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from national systems and “mode 2” to a triple helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123.
- Feng, H. I., Chen, C. S., Wang, C. H., & Chiang, H. C. (2012). The role of intellectual capital and university technology transfer offices in university-based technology transfer. *Service Industries Journal*,32(6), 899-917.
- Galan-Muros, V., Van der Sijde, P. & Grioenwegen, P. (2017). Nurture over Nature: How do European universities support their collaboration with business?. *Journal of Technology Transfer*, 42(1), 184-205.
- Guimon, J. (2013). Promoting university-industry collaboration in developing countries. The innovation policy platform. *The Innovation Policy Platform*, 1(3), 1-12.
- Gurmu, S. & Pérez-Sebastián, F. (2008). Patents, R&D and lag effects: evidence from flexible methods for count panel data on manufacturing firms. *Empirical Economics*, 35(3), 507-526.
- Hulten, D. G. (2009). University-industry technology transfer: who needs TTOs?.*International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*, 9(1-2), 40-52.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53-74.
- Kaufmann, A. & Todtling, F. (2001). Science-industry interaction in the process of innovation: the importance of boundary-crossing between systems. *Research Policy*, 30(5), 791-804.
- Koschatzky, K. & Stahlecker, T. (2010). New forms of strategic research collaboration between firms and universities in the german research system. *International Journal of Technology Transfer and Commercialization*, 9(1), 94-110.
- Leydesdorff, L. (2010). The knowledge-based economy and the triple helix model. *Annual Review of Information Science and Technology*, 44(1), 367-417.
- Maddala, G. S. & Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. Special Issue, 61(1), 631-652.
- McAdam, M., Miller, K., & McAdam, R. (2017). University business models in disequilibrium-engaging industry and end users within university technology transfer processes. *R&D Management*, 47(3), 458-472.
- Muscio, A. (2010). What drives the university use of technology transfer offices? evidence from Italy. *Journal of Technology Transfer*, 35(2), 181-202.
- Perkmann, M. & Walsh, K. (2007). University-industry relationships and open innovation: towards a research agenda. *International Journal of Management Reviews*, 9(4), 259-80.

-
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *CESifo Working Papers*, no.1233, 255–260.
- Pesaran, M. H. (2007). A Simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence, *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.
- Pesaran, M. H., Ullah A., & Yamagata T. (2008). A bias-adjusted Im test of error cross-section independence. *Econometrics Journal*, 11 (1), 105-127.
- Pesaran, M. H. & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142 (1), 50-93.
- Prodan, I. (2005). Influence of research and development expenditures on number of patent applications: selected case studies in OECD countries and central Europe. *Applied Econometrics and International Development*, 5(4), 5-22.
- Ranga, M. & Etzkowitz, H. (2015). Triple helix systems: an analytical framework for innovation policy and practice in the knowledge society. *Entrepreneurship and Knowledge Exchange*, (pp.117-158), New York: Routledge.
- Roulla, H. (2002). Globalization, university transformation and economic regeneration: a UK case study of public/private sector partnership. *International Journal of Public Sector Management*, 15(3), 204-218.
- Sanyal, S. & Vancauteran, M. (2013). Patents and r&d at the firm level: a panel data analysis applied to the dutch pharmaceutical sector. *35th DRUID Celebration Conference Proceeding Book*, 1-17, Barcelona.
- Sezgin, F. H. (2017). Ar-Ge harcamalarının büyüme ile ilişkisinin analizi: gelişmiş ve gelişmekte ülkeler karşılaştırması. *3rdSCF International Conference on "Economic and Social Impacts of Globalization" Bildiriler Kitabı*, 60-72, Antalya.
- Sezgin, F. H. ve Yazıcı, B. E. (2016). Analysis of the relationship between r&d expenditure and economic growth: a case of brimc countries. *Eurasian Econometrics, Statistics & Emprical Economics Journal*, 4(1), 1-16.
- Schartinger, D., Schibany, A. & Gassler, H. (2001). Interactive relations between universities and firms: empirical evidence for Austria. *The Journal of Technology Transfer*, 2 (3), 255-268.
- Siegel, D.S., Waldman, D., & Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy*, 32(1), 27-48.
- Siddiqi, A., & Anadon, L. D. (2016). *Science and technology development in the gulf states: economic diversification through regional collaboration*, Berlin: Gerlach Press.
- Slotte, V. & Tynjälä, P. (2003). Industry-university collaboration for continuing professional development. *Journal of Education and Work*, 16(4), 445-464.
- Westerlund, J. & Edgerton, D. L. (2007). A panel bootstrap cointegration test. *Economic Letters*. 97(3), 185-190.
- Veer, T. & Jell, F. (2012). Contributing to markets for technology? a comparison of patent filing motives of individual inventors, small companies and universities. *Technovation*, 32(1), 513-522.
- Vogel, A. (2020). Transnational institutions of higher education and their contribution to the national innovation system: the case of the german university of technology in oman. *In Transnational German Education And Comparative Education Systems* (pp.155-172), Cham: Springer.