

ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME HARCAMALARININ PATENT BAŞVURU SAYILARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: SEÇİLİ OECD ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA¹

Süleyman Emre ÖZCAN²
Pınar ÖZER³

Öz

Bu çalışmada seçili Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ülkeleri için 1995 – 2013 yıllık verileri kullanılarak araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) harcamalarının patent başvuru sayıları üzerindeki etkisinin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını ortaya koymak üzere Westerlund Panel Eşbütünleşme yaklaşımı ile uzun ve kısa dönemli katsayıları tahmin etmek amacıyla Ortalama Grup Tahmincisi (MGE) ve Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmincisi (PMGE) yöntemleri kullanılmıştır. Eşbütünleşme testi değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olduğunu göstermiştir. Uzun dönemde araştırma ve geliştirme harcamalarının patent başvuru sayıları üzerindeki etkisinin pozitif olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Ar-Ge Harcamaları, Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmincisi (PMGE), İnovasyon, Patent Başvuru Sayısı*

Jel Kodları: O30, O40

THE IMPACT OF RESEARCH AND DEVELOPMENT EXPENDITURES ON NUMBER OF PATENT APPLICATIONS: AN APPLICATION ON SELECTED OECD COUNTRIES

Abstract

In this study, it was aimed to estimate the effect of research and development (R&D) expenditures on number of patent applications using annual data from 1995 to 2013 for selected Economic Cooperation and Development Organization (OECD) countries. Accordingly Westerlund Panel Cointegration approach for the purpose of determining long run relationship among variables, Mean Group Estimator (MGE) and Pooled Mean Group Estimator (PMGE) methods with the aim of estimating long and short - run coefficients were used. The cointegration test illustrated that there was a long-run relationship between the variables. The effect of research and development expenditures on number of patent applications was found to be positive in the long run.

Keywords: *R&D Expenditures, Pooled Mean Group Estimator (PMGE), Innovation, Number of Patent Application*

Jel Codes: O30, O40

¹ Bu çalışma 2017 yılında Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde kabul edilen “Ar-Ge Harcamaları, Patent Başvuru Sayısı ve Ekonomik Büyüme: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama” başlıklı Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

² Doç. Dr., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Salihli İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, suleymanemre.ozcan@cbu.edu.tr.

³ Arş. Gör., Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, pinar.ozzer@dpu.edu.tr.

Giriş

İnovasyon, 20. yüzyılın ortalarından itibaren iktisadi gelişmenin temel koşullarından olan, ülke ve firmaların rekabet gücünü belirleyen en önemli unsurlarından birisi haline gelmiştir. İnovasyon sadece ulusların zenginliğini, refahını arttırmakla kalmaz aynı zamanda insanlar tarafından daha önceden yapılamamış şeylerin yapılarak kişilerin yaşam kalitesini, tüketim düzeylerini de etkilemektedir. Bu kapsamda inovasyon, ülkelerin refahını arttırması, bireylerin yaşam kalitesini etkilemesi, ülke ve firmaların rekabet gücünü belirlemesi açısından önemlidir (Freeman & Soete, 2004). İnovasyon ile ürünün niteliği veya özellikleri iyileştirilerek ya da üretim verimliliği arttırılarak toplumların hayat standardı yükseltilirken ve devamında mevcut endüstrilerde gerçekleşen verimlilik artışı ile ulusun uluslararası pazarlarda rekabet gücü de artmaktadır (Göker, 2003).

İnovasyon, yeni bilginin başarılı bir şekilde geliştirilmesi ve uygulanması olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle inovasyon, icattan farklı bir kavramdır. Bu tanım ile inovasyonun araştırma sürecinde kullanılan büyük çaplı girdilerden çok daha fazlasına gerek duyduğuna vurgu yapılmaktadır. Uygulamada ise inovasyon; temel araştırmalardan (Ar-Ge) prototiplerin geliştirilmesine, icatların (patentlerin) kaydedilmesine ve nihai ticari uygulamalara kadar pek çok farklı aktiviteyi kapsayan bir süreç olarak görülmektedir (Jaumotte & Pain, 2005).

İnovasyonun hangi parametrelerle ölçüldüğü literatürde sıklıkla tartışılan bir konudur. Fakat inovasyon girdisi olarak en yaygın kullanılan ölçü Ar-Ge harcamaları ve Ar-Ge personel sayısıdır. Patent başvuru sayısı ise inovasyon çıktısı olarak sıklıkla kullanılan bir parametredir. Bunun yanında bazı icatlar Ar-Ge faaliyetleri sonucunda ortaya çıkmamasına karşın bunlar için patentler alınabilmekte veya ticari yenilikler, patentlere ya da Ar-Ge'ye yansıtılmayan tasarım ve ticari markalar gibi birçok fikri içerebilmektedir. Bütün bunlara karşın inovasyon sürecinin tüm farklı aşamaları (araştırma, geliştirme, patentlendirme ve uygulama) arasında pozitif ampirik bir ilişkinin olduğu kabul edilmektedir (Jaumotte & Pain, 2005). Çünkü patentin ortaya çıkış süreci incelendiğinde fikir Ar-Ge faaliyetleri sonucunda inovasyonu doğurabilir ve inovasyon sahibi patent ile belirli bir süre için sahip olduğu icadı üretme, kullanma, dağıtma, ithal etme veya satma hakkı elde etmektedir. Böylelikle Ar-Ge'yi etkileyen politikaların önümüzdeki yıllarda patent düzeyinde bir etkisi olacaktır. Ar-Ge'den patente doğru bu ilişki birçok teorik (Griliches, 1990; Jaffe, 1986) ve ampirik literatür (Bound vd., 1984; Hall, Griliches, & Hausman, 1983; Hall, Griliches, & Hausman 1986; Kondo, 1995; Pakes & Griliches, 1984; Soete & Wyatt, 1983) tarafından açıklanmıştır. Literatürdeki bu çalışmalara göre Ar-Ge faaliyetlerine daha fazla kaynak ayrılması inovasyonu teşvik ederek patent faaliyetlerini arttıracak ve inovatif ürünlerin üretilmesi sonucunda toplam faktör verimliliğinde artış gözlenecek; devamında ekonomik büyümeye olumlu yönde yansıtacaktır.

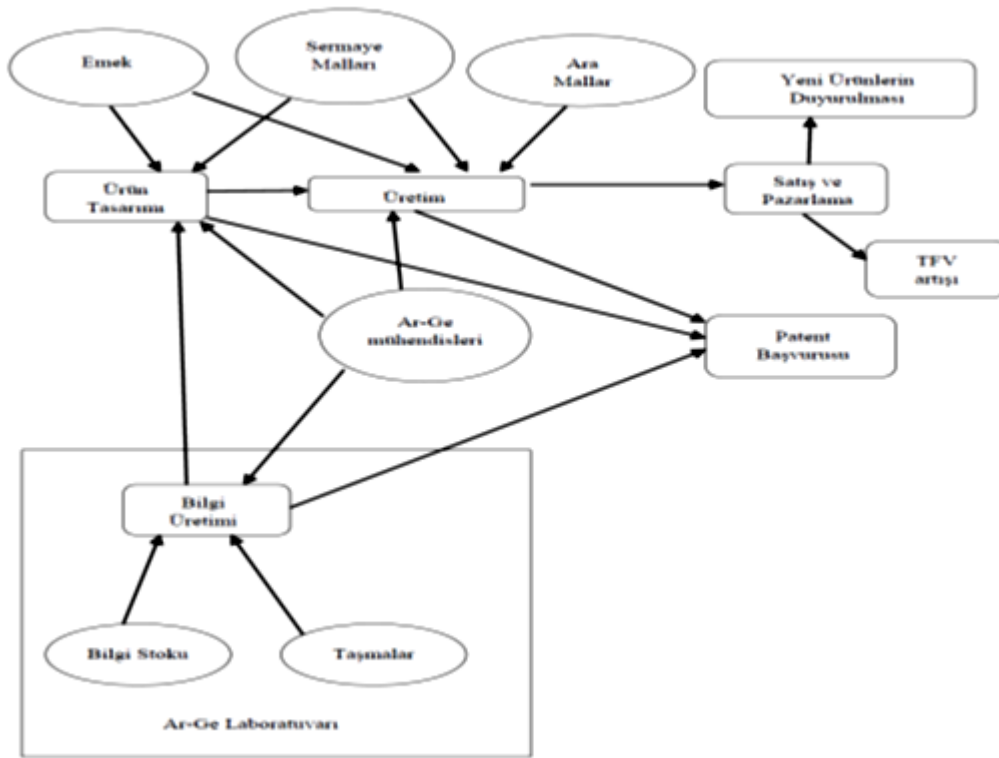
Bu çalışma, Ar-Ge harcamaları ile patent başvuru sayısı arasındaki ilişkiye odaklanmaktadır. Bu ilişkinin yeni ekonometrik yöntemlerle - Westerlund Panel Eşbütünleşme Testi, Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmincisi (PMGE) ve Ortalama Grup Tahmincisi (MGE) - araştırılması ile mevcut literatüre katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda çalışmada öncelikle Ar-Ge ve patent arasındaki ilişki açıklanacaktır. Devamında ilgili literatür ve çalışmada uygulanan ekonometrik modeller sunularak; uygulanan yöntemler sonucu elde edilen sonuçlar paylaşılacaktır.

1. Ar-Ge - Patent İlişkisi

İnovasyon, ürünlerin araştırma laboratuvarından fabrikaya çeşitli süreçlerden geçmesiyle ortaya çıkmaktadır. Şekil 1, bilgi üretimi, üretim süreçlerinin iyileştirilmesi ve yeni ürünlerin geliştirilmesi de dâhil olmak üzere bir dizi parametre kullanarak inovasyon çıktılarının nasıl ölçülebileceğini ve firmalar tarafından patent başvurusunun inovasyonun ortaya çıkış sürecinin hangi aşamasında yapıldığını göstermektedir. Buna göre patent başvurusu;

- Ar-Ge laboratuvarında beliren mevcut bilgi stoku ve taşmalar ile Ar-ge mühendislerinin ürettiği yeni bilginin akabinde yapılabilmekte,
- Yeni bilgi ile emek ve sermaye mallarının birlikte kullanılarak Ar-Ge mühendislerinin de dâhil olduğu ürün tasarımı için yapılabilmekte ya da
- Tasarlanan inovatif ürünün üretimi aşamasında gerçekleşebilmektedir.

Şekil 1: İnovasyonun Ortaya Çıkış Süreci ve Ölçülmesi



Kaynak: (Wakasugi ve Koyata, 1997, s.385)

İnovasyon çıktıları genellikle toplam faktör verimliliğindeki (TFV) değişimle ölçülmekte fakat TFV'nin hesaplanmasında yalnızca teknolojik bilgi içerilmemekte; aynı zamanda sermaye stoku ve işgücü gibi girdilerdeki nitel iyileşmeler ile makroekonomik koşullardaki değişiklikler de hesaplamada yer almaktadır. Bu yüzden TFV, inovasyon çıktısını ölçmede uygun bir gösterge olmayabilir. İnovasyon çıktılarının ölçümünde kullanılan bir diğer parametre ise patent başvuru sayısıdır. Araştırma laboratuvarında ve fabrikadaki her bir inovatif çıktı bilgi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Firma, rakip firmaya kolayca aktarılabilen bu bilgiyi patent başvurusunda bulunarak koruyabilmektedir. Bu yüzden patent başvurusu bilgi formunda ortaya çıkan inovatif çıktıyı koruma işlevi görmektedir. Patent başvuru sayısı TFV'nin ölçme hatalarının üstesinden geldiği için inovatif çıktının vekil değişkeni olarak düşünülmektedir. Bunun yanında patent başvuru

sayılarını inovasyon çıktı ölçüsü olarak kullanmak bazı problemleri doğurabilir. Öncelikle bütün patentlerin aynı değere sahip olduğu düşünülemez. Kimisi önemli ölçüde inovasyonu yansıtırken kimisi sınırlı ölçüde inovasyonu yansıtabilmektedir. Bazı patentlerin koruma süresi ise daha kısadır. Bir firmanın patent başvurusu eğilimi; patentin koruma kapsamındaki (patent genişliği), patent süresindeki veya patent kayıt ücretindeki değişikliklerden etkilenebilir. Fikri mülkiyet haklarının korunmasına ilişkin patent sisteminin etkinliğinin tüm endüstrilerde aynı olmamasından dolayı patent başvuru eğilimi endüstriden endüstriye farklılık göstermektedir. Bütün bu eksikliklerine rağmen patent başvuru sayısı, inovatif bilginin üretimini ölçmede faydalı bir göstergedir (Wakasugi & Koyata, 1997).

Ekonometrik analizde patent verilerinin inovasyon çıktısı için vekil değişken olarak kullanılması Scherer (1965) ve Schmookler (1966)'ın analizine kadar uzanmaktadır. Ar-Ge ve patent ilişkisi üzerine birçok teorik (Griliches, 1990; Jaffe, 1986) ve ampirik literatür (Bound vd., 1984; Hall, Griliches, & Hausman, 1983; Hall, Griliches, & Hausman 1986; Kondo, 1995; Pakes & Griliches, 1984; Soete & Wyatt, 1983) nedenselliğin yönünün Ar-Ge'den patente doğru olduğunu varsaymakta ve literatürdeki bu çalışmalara göre daha fazla Ar-Ge yatırımı daha fazla patentleme ile sonuçlanmaktadır. Nedenselliğin bu yönü Ar-Ge – patent ilişkisini inceleyen çalışmalarda sıklıkla üzerinde durulan bir konudur. Bu doğrultuda bilgi üretimi sırasında çoğunlukla Ar-Ge harcamaları, birikmiş sermaye veya Ar-Ge personel sayısı ile ölçülen Ar-Ge faaliyetleri, inovasyona yol açan yeni teknolojik çözümlerin geliştirilmesinde ve yeni temel bir bilgiyi araştırmada temel girdi unsurudur. Bu sebeple patentler yaratıcı faaliyetin ara çıktısı olarak algılanabilir (Pakes & Griliches, 1984).

Pakes ve Griliches (1984) çalışmada bilgi üretim fonksiyonu geliştirmişlerdir. Bilgi üretim fonksiyonu, ekonomik bir değeri olan teknolojik bilginin Ar-Ge harcamalarını icatlara nasıl dönüştürdüğünü gösterir. Patentler icadın doğrudan ve nicel göstergesi olarak kabul edilmiştir. Bu yüzden çalışmada patentlerin yaratıcı faaliyetleri yansıttığı öne sürülürken Pavitt (1985), “patentlerin yalnızca yaratıcı faaliyetleri değil aynı zamanda inovatif faaliyetleri de yansıttığını” ileri sürmüştür (s. 82). Bu çalışmalar, Ar-Ge ve patent arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu ifade eder ve Ar-Ge faaliyetlerine daha fazla kaynak ayırmak daha fazla inovasyon ve patent faaliyetlerine yol açacaktır.

İçsel büyüme literatüründe teorik modeller patentlere dayanan eksik rekabet piyasa yapısı üzerine inşa edilmiş olup patentleme değerli bilginin başarılı üretiminin sonucu olarak kabul edilmiştir. Öyle ki patentleme Ar-Ge faaliyetlerinin doğrudan bir fonksiyonudur. Patentler özel kesim Ar-Ge yatırımlarında getiriye garantileyen ana unsurdur. Ar-Ge yatırımlarına kaynakların ayrılması bilginin üretilmesine yol açmakta ve öyle ki bu bilgi ilerde patentlenebilir.

Schmookler (1966)'ın Talep Çekmesi Hipotezi (Demand Pull Hypothesis) ve Schumpeter (2003)'in Teknoloji İtmesi Hipotezi (Technology Push Hypothesis) patent ve Ar-Ge arasındaki nedensellik ilişkisinin Ar-Ge'den patente doğru olduğunu varsaymaktadır. Bu çalışmaların her ikisi de patenti inovasyonu ölçmek için kullanılmasına ve Ar-Ge çalışmalarını girdi olarak kabul etmesine karşın iki çalışma arasında firmaları araştırma yapmaya tetikleyen faktörler arasında farklılık vardır. Sözü edilen bu çalışmalarda amaç: (1) inovatif çalışmaların, piyasa uyarısını tahmin etmeye veya ona tepki olarak kanalize edilip edilmediğini veya (2) Ar-Ge çalışmalarının yeni teknolojik bilginin oluşmasına neden olup olmadığını, (3) inovasyonun yönünü belirleyen unsurları anlamaktır. Her iki durumda da, Ar-Ge patent ilişkisine yönelik varsayım, Ar-Ge'nin daha fazla patentlenmeye yol açması yönündedir ve yine pozitif bir korelasyon olduğu öne sürülmektedir (Almeida & Teixeira, 2007).

Sonuç olarak, Ar-Ge patent ilişkisi üzerinde duran literatürdeki teorik çalışmalar iki değişkenin birbiriyle pozitif ilişkili olduğu ortak kanısına varmıştır. Diğer bir ifadeyle çalışmalarda daha fazla

(daha az) Ar-Ge faaliyetlerinin daha fazla (daha az) patentleme faaliyetleri ile yansıtılması söz konusu faaliyetlerin birbirlerini tamamladıklarını göstermektedir (Dosi, Pavitt, & Soete, 1990).

2. Literatürdeki Ampirik Çalışmalar

Geleneksel yaklaşımın aksine – Ar-Ge’den patente doğru ilişki – patentin Ar-Ge üzerinde yol açabileceği potansiyel etkileri açıklığa kavuşturan çalışmalar da vardır: Almeida & Teixeira, 2007; Bessen, 2004; Miller, Benjamin, & North, 2012; Shapiro, 2001; Stiglitz, 1999; Weil, 2009. Fakat bu çalışmada Ar-Ge harcamalarının patent başvuru sayısı üzerindeki etkisi araştırıldığı için bu kısımda yalnızca ilgili ampirik literatüre yer verilmiştir.

Hall, Griliches, ve Hausman (1983), 1972 – 1977 yılları arasında Amerikan imalat sektöründeki 738 firmaya ait Ar-Ge ve patent verilerini kullanarak söz konusu iki faaliyet arasındaki ilişkiyi Doğrusal Olmayan EKK ve Poisson regresyon modelleri ile araştırmışlardır. Ar-Ge harcamaları ve patent başvuru sayıları arasında istatistiki olarak anlamlı pozitif bir ilişki bulunmuş olmasına karşın Ar-Ge ve patent arasında istatistiki olarak anlamlı zaman gecikmesi ilişkisine rastlanmamıştır. Başka bir ifadeyle firmaların Ar-Ge harcamalarındaki değişimleri, patent başvuru sayılarındaki değişimlere anında yansıdığı sonucuna varılmıştır.

Soete ve Wyatt (1983), ulusal Ar-Ge yoğunluğu ile ABD, İngiltere, Almanya, Fransa ve Japonya’daki yabancı patent yoğunluğu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Analize dâhil edilen 20 OECD ülkesine ait 1977 yılı kişi başına Ar-ge harcamaları verisi ile kişi başına yabancı patent sayısı verisi kullanılarak yatay kesit analizi yapılmıştır. Ekonometrik analiz sonucunda ülkelerin kişi başına Ar-Ge harcamalarındaki artışın ABD, İngiltere, Almanya, Fransa ve Japonya gibi beş önemli teknoloji ülkesinden alınan patent sayısını (yabancı patent sayısı) arttırdığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Bound vd. (1984), 2582 Amerikan firmasına ait patent ve Ar-Ge verilerini kullandıkları çalışmada EKK, Poisson, Negatif Binom ve Doğrusal Olmayan EKK regresyon modellerinden yararlanarak Ar-Ge faaliyetinde bulunan bütün firmaların değil yalnızca bir kısmının patent aldığı saptamışlar ve Ar-Ge’den patente doğru güçlü pozitif bir ilişkinin olduğunu tespit etmişlerdir. Ar-Ge yapan küçük firmalar, büyük firmalara göre 1 dolarlık Ar-Ge başına daha fazla patent alma eğiliminde olup yaklaşık 1 veya 2 milyon \$ 'dan daha büyük Ar-Ge programlarına sahip şirketlerde ise bu iki faaliyet arasındaki ilişki ölçüğe göre sabit getiri olarak tespit edilmiştir. Ancak Ar-Ge programları 100 milyon \$'dan daha fazla olan firmalarda Ar-Ge patent arasındaki ilişki ölçüğe göre azalan getiri ile karakterize edilmiştir.

Pakes ve Griliches (1984), 1968 - 1975 yılları arasında 121 Amerikan firmasına ait patent ve Ar-Ge verilerini kullandıkları çalışmada Ar-Ge’nin patent başvuruları üzerinde istatistiki olarak anlamlı pozitif etkisinin olduğunu bulmuşlardır fakat Ar-Ge’nin gecikmeli değerlerinde bu etkinin farklılaştığı tespit edilmiş; cari Ar-Ge ile gecikme değeri beş olan Ar-Ge’nin patent başvuruları üzerindeki etkisi pozitif iken gecikme değeri 1 - 5 arasındaki Ar-Ge’nin patent başvuruları üzerindeki etkisi düşük ve negatiftir.

Hall, Griliches, ve Hausman (1986), 1975- 1979 yılları arasında 642 Amerikan firmasına ait patent ve Ar-Ge verilerini kullanarak cari Ar-Ge ve gecikmeli Ar-Ge değerlerinin patent üzerindeki etkisini Doğrusal Olmayan EKK, Poisson, Negatif Binom ve GMT regresyon modelleri ile test etmişlerdir. Ekonometrik analiz sonuçlarına göre Ar-Ge’nin patent üzerindeki etkisi eşzamanlı ve güçlü iken gecikmeli Ar-Ge faaliyetlerinin patent üzerindeki etkisinin istatistiki anlamlılığı düşüktür.

Kondo (1995), 1972 – 1984 yılları arasında Japonya için Ar-Ge harcamaları ile toplam patent başvuru sayısı arasında zaman gecikmesi ilişkisini doğrusal regresyon modeli ile araştırdığı

çalışmada toplam endüstri bazında gecikmeli Ar-Ge harcamalarının patent başvuruları üzerinde pozitif etkisini tespit etmiştir.

Prodan (2005), 1981 – 2001 yılları arasında seçili OECD ve Merkezi Avrupa ülkelerinde patent başvuru sayılarının Ar-Ge harcamalarına özellikle özel kesim Ar-Ge harcamalarına bağımlı olup olmadığını incelemiştir. Çalışma Ar-Ge harcamaları ile patent başvuru sayıları arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu ve gelişmiş ülkelerdeki patent başvuru sayılarının gayrisafi yurtiçi Ar-Ge harcamalarından ziyade daha çok özel kesim Ar-Ge harcamalarına bağlı olduğunu göstermiştir. Finlandiya dışında tüm ülkelerde Ar-Ge harcaması ile patent başvuru sayısı arasında zaman gecikmesi analitik olarak bulunmuştur.

Bosch, Lederman, ve Maloney (2005), 1976 – 2000 dönemi verilerini kullanarak toplam 49 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke grubu için statik ve dinamik panel veri analizini uyguladıkları çalışmada reel Ar-Ge harcamalarının ABD Patent ve Marka Ofisi (USPTO) tarafından verilen patent sayısı üzerindeki etkisi pozitif ve istatistiki olarak anlamlıdır.

Gurmu ve Sebastian (2008), 1982 – 1992 dönemi için bağımlı değişken olarak ABD imalat sektöründeki firmalara ait patent verisi ile açıklayıcı değişken olarak Ar-Ge harcamaları verisini kullanarak iki faaliyet arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Ekonometrik yöntem olarak çeşitli sayım panel veri (count panel data) regresyon modelleri ve genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GEE) ile genelleştirilmiş momentler yöntemini (GMM) kullanmışlardır. Ampirik analiz sonuçları farklı tahmin yöntemlerine karşı duyarlı olmasına karşın sonuçlar patent ve Ar-Ge harcamaları arasındaki eş zamanlı ilişkinin oldukça güçlü olduğunu ve toplam Ar-Ge esnekliğinin 0.4 ve 0.7 arasında değiştiğini gösterir. Dolayısıyla bu değerler ölçeğe göre azalan getiriye işaret eder.

Mercan, Gökaş, ve Gömleksiz (2011), 2003 – 2008 yıllarını kapsayan 25 ülke için Avrupa Patent Ofisi (EPO)'nden alınan patent kabul sayısının girişimci oranları, hükümet, özel ve yükseköğretim sektörü Ar-Ge harcamaları ve bu sektörlerdeki araştırmacı sayısı ile ilişkisini panel veri analizi ile test etmişlerdir. Hem rassal hem de sabit etkiler modelleri kullanılarak yapılan parametre tahminlerinde özel sektör ve yükseköğretim tarafından yapılan AR-GE harcamalarının patent sayıları üzerindeki etkisi pozitif iken kamu kesiminin yaptığı AR-GE harcamalarının patent sayıları üzerindeki etkisi negatif bulunmuştur.

Caviggioli (2011), 1991 – 2005 dönemi için Japonya Patent Ofisinde yıllık yabancı patent başvurularının sayısının artmasında önemli rol oynayan olası faktörlerin bazılarını Negatif Binom regresyon modeli ile değerlendirmeyi amaçladığı çalışmada Japonya Patent Ofisine başvuruda bulunan ülkeler tarafından gerçekleştirilmiş Ar-Ge harcamalarının Japonya Patent Ofisine yaptıkları patent başvuruları üzerindeki etkisi pozitif ve istatistiki olarak anlamlıdır.

Sanyal ve Vancauteran (2013), 1996 – 2006 dönemi için Hollanda'daki 673 ilaç firmasına ait USPTO ve EPO patent sayısı ile Ar-Ge yoğunluğu verilerini kullanarak Sıfırla Şişirilmiş Negatif Binomlu modeli (ZINB) ile yapılan tahmin sonucunda Ar-Ge çalışmalarının patent sayıları üzerinde olumlu ve istatistiki olarak anlamlı bir etkisinin olduğuna ulaşılmıştır. Ekonometrik analiz sonucunda elde edilen bu bulgu Ar-Ge çalışmalarının yeni patentler üretmede belirleyici bir role sahip olduğunu kanıtlamıştır.

Göçer (2013), 1996 – 2012 döneminde yeni sanayileşmiş ülkeler (Brezilya, Çin, Hindistan, Endonezya, Malezya, Meksika, Güney Afrika, Tayland, Türkiye) için teknolojik ilerlemenin belirleyicilerini araştırdığı çalışmada teknolojik ilerleme göstergesi olarak yerli ve yabancı toplam patent sayısı verisini kullanmıştır. Çalışmada kullanılan Pedroni Panel Eşbütünleşme testi ile toplam patent başvuru sayısı ve Ar-ge harcamalarının GSYİH içindeki payı arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Eşbütünleşme katsayılarını tahmin etmek için kullanılan İki Aşamalı En Küçük Kareler yöntemi Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik artışın panel genelinde teknolojik ilerlemeyi %2.023 oranında artışa yol açtığını göstermiştir.

3. Ekonometrik Yöntem

Bu çalışmada Panel Otoregresif Dağılımlı Gecikme (ARDL) modeline dayanan Pesaran ve Smith (1995) tarafından geliştirilen Ortalama Grup Tahmircisi (MGE) ile Pesaran, Shin, ve Smith (1999) tarafından geliştirilen Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmircisi (PMGE) yöntemleri kullanılmıştır. Johansen (1995) ve Philipps ve Hansen (1990)'a göre sadece aynı derecede bütünleşik olan değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olması mümkün iken Pesaran, Shin, ve Smith (1999) panel ARDL yönteminin değişkenlerin I(0) veya I(1) veya ikisinin birlikte olup olmadığına bakmaksızın farklı bütünleşme derecesine sahip değişkenlerde dahi kullanılabileceğini göstermiştir. Dolayısıyla panel ARDL modeli birim kök testlerinin uygulanmasını gereksiz kılmasına karşın bu yöntem değişkenlerden herhangi birinin ikinci dereceden durağan olmama koşulunu ise zorunlu kılmaktadır (Samargandi, Fidrmuc, & Ghosh, 2015). Birim kök testlerinin kullanılmasını gerekli görmemesi ARDL modelinin önemli bir avantajıdır. Bunun yanında, hem kısa hem de uzun dönem etkiler geniş yatay kesit ve zaman serisi boyutlarına sahip bir veri setinde aynı anda tahmin edilebilir. Çalışmanın bu kısmında iki farklı tahmircinin temel özelliklerini daha iyi anlayabilmek için tahmin edicilere ilişkin varsayımlar sunulacaktır.

3.1 Ortalama Grup Tahmircisi (MGE)

MGE tekniği her bir ülke için ayrı regresyon tahminlerinde bulunur ve katsayıların ağırlıklandırılmamış ortalamasını alarak katsayıları hesaplamaktadır. Bu tahmirci ARDL tekniği ile tahmin edilen parametreler üzerinde herhangi bir kısıt koymamaktadır. Bütün katsayıların uzun ve kısa dönemde değişmesine başka bir ifadeyle heterojen olmasına izin vermektedir. Pesaran ve Smith (1995)'e göre MGE tekniği kullanılarak ortalaması alınan parametre tahminleri tutarlıdır. Örneklem sayısı fazla olduğu durumlarda MGE yöntemi etkin uzun dönem tahmircileri sunmaktadır. Diğer bir ifadeyle bu yaklaşımın geçerli ve tutarlı olabilmesi için gerekli koşul zaman serisi boyutu ile yatay kesit boyutu (yaklaşık 20 – 30 ülke) yeterli düzeyde geniş olmalıdır (Samargandi, Fidrmuc, & Ghosh, 2015). Eğer az sayıda N varsa ortalama grup tahmircileri aykırı değerlere (outliers) ve küçük değişmelere duyarlı olacaktır (Favara, 2003).

3.2 Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmircisi (PMGE)

Bir diğer kullanılan teknik PMGE ise sabit terimler, uzun dönem dengeye gelme hızı ve hata varyansları dâhil olmak üzere kısa dönem katsayılarının ülkeden ülkeye heterojen olmasına izin verirken uzun dönem eğim katsayıları ise ülkeler arasında homojendir. Bununla birlikte Dinamik En Küçük Kareler (DOLS) ve Tam Değiştirilmiş En Küçük Kareler (FMOLS) gibi tahmin yöntemlerinden farklı olarak, PMGE yöntemi uzun ve kısa dönem arasındaki ayarlama dinamiğini öne çıkarmaktadır. Bu yöntemin geçerli, tutarlı ve etkin olabilmesi birkaç şarta bağlıdır. Birinci olarak, değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı için hata düzeltme terimi katsayısı negatif olmalı fakat -2'den küçük olmamalıdır. İkinci olarak ARDL modelinin tutarlılığı için bir diğer önemli varsayım ise hata düzeltme modeli sonucunda elde edilen artıklar seri olarak ilişkisiz olmalı ve açıklayıcı değişkenler dışsal olarak ele alınmalıdır. Bu şartlar, bağımlı (p) ve bağımsız değişkenler (q) için ARDL (p, q) gecikmeleri hata düzeltme modeline dâhil edilerek yerine getirilebilir. Üçüncü olarak N ve T'nin nisbi büyüklüğü önemlidir; her ikisi de ortalama tahmircilerde yanlışlıktan kaçınmak için dinamik panel tekniğini kullanabilecek kadar fazla olmalıdır. Bu yüzden bu şartlar yerine getirilmediği durumda PMGE yöntemi kullanılarak yapılan tahminler tutarsız olacaktır (Samargandi, Fidrmuc, & Ghosh, 2015). Fakat bununla birlikte artan küreselleşme ve işbirliğinden dolayı MGE'ye kıyasla PMGE'nin kullanılması daha uygundur (Erdem, Guloglu, & Nazlioglu, 2010).

3.3 Model Seçimi

Model kurma hususlarından biri de alternatif modeller arasında seçim yapabilmektir. Uzun dönem parametrelerin homojenlik testleri, olabilirlik oran testleri veya diğer standart testlerin kullanılmasıyla tek tek veya ortak bir şekilde uygulanabilir. Fakat Pesaran, Shin, ve Smith (1999) ülkeler arası analiz çalışmaları olduğu durumlarda bu testlerin homojenlik hipotezini reddedebileceğini işaret etmektedir. Bu nedenle Hausman (1978) testini kullanmayı önermektedirler. Uzun dönem homojenliği altında PMGE ve MGE tutarlı olmasına karşın sadece PMGE etkindir. Bu yüzden Hausman (1978) testi MGE ve PMGE yöntemleri arasında seçim yapmak için kullanılabilir (Erdem, Guloglu, & Nazlioglu, 2010).

Hausman testi bu tahminciler arasında önemli bir farklılık olup olmadığına bakmaktadır. Bu testin boş hipotezi PMGE ve MGE arasındaki farkın olmadığıdır. Eğer sıfır hipotezi reddedilemezse - olasılık değeri %5 düzeyinde anlamlı değilse - PMGE etkin tahminci olduğu için bunun kullanılması tavsiye edilir.

Bir diğer önemli konu ise ARDL gecikme yapısının bazı tutarlı bilgi ölçütleriyle belirlenmesidir. Bu çalışmada Akaike Bilgi Kriterine (AIC) dayanarak sırasıyla patent başvuru sayısı ve Ar-Ge harcamaları için gecikme yapısı (1,1) olarak belirlenmiştir.

3.4 Değişkenlerin Belirlenmesi

Toplam Ar-Ge harcamalarının patent başvuru sayısı üzerindeki etkisini panel veri analizi yöntemi ile belirlenmesi amaçlanan bu çalışmada Türkiye'nin de dâhil olduğu 23 OECD ülkesine (Avusturya, Belçika, Kanada, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, İrlanda, İsrail, İtalya, Japonya, Kore, Meksika, Hollanda, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya, İspanya, Türkiye, İngiltere, ABD) ait 1995-2013 dönemini kapsayan seriler kullanılarak ekonometrik analiz yapılmıştır. Çalışmada, diğer 11 OECD ülkesinin toplam Ar-Ge harcamaları olmak üzere belli yıllara ait verilerine ulaşamadığı için bu ülkeler analiz dışı bırakılmıştır. Analize OECD ülkelerinin dâhil edilmesinde benzer gelir grubundan meydana gelmeleri (Meksika ve Türkiye hariç), Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerinde dünyada söz sahibi olmaları ve son yirmi yılda pek çok OECD üye ülkesi hükümetleri tarafından inovasyon ve ekonomik büyümeyi desteklemek amacıyla iddialı araştırma ve geliştirme politikaları izlenmiş olması etkili olmuştur.

Parametre tahmininin sağlamlılığını arttırmak için panel veri analizi yeterli düzeyde örneklem büyüklüğüne dayanmalıdır. Bu yüzden çalışmada zaman aralığı (19 yıl) ve ülke sayısı (23 OECD ülkesi) gözlem sayısını (437) mümkün olduğunca maksimum kılacak şekilde belirlenmiştir

İnovasyonu neyin ölçtüğü literatürde tartışma konusu olmuştur fakat birçok çalışma inovasyonu ölçmek için patent başvuru sayısı ve gayrisafı yurtiçi Ar-Ge harcamaları verilerini kullanmaktadır. Literatürdeki çalışmalara benzer olacak şekilde bu çalışmada da inovasyon göstergesi olarak 2010 yılı sabit fiyatlarla toplam Ar-Ge harcamaları⁴ ile ABD Patent ve Marka Ofisi (USPTO)'ne yapılmış faydalı patent başvuru sayısı verileri kullanılmıştır. Bununla birlikte patent başvuru verisini kullanmanın yarattığı bir problem vardır; o da ülkeler arasında patentleme sürecinin aynı olmamasıdır. Diğer bir deyişle farklı ülkeler patent vermede farklı yöntemleri izler. Bu problemi çözmek için USPTO'dan elde edilen verilerden faydalanılmıştır. Bununla birlikte ekonometrik analizde USPTO tarafından verilen faydalı patent sayısı yerine USPTO'ya yapılmış olan faydalı patent başvuru sayısı verisinin kullanılması daha uygun görülmüştür. Çünkü patent verilmeden önce patent sürecinin resmi olan veya olmayan gerçekleşmesi gereken birçok aşaması bulunmakta ve patentin verilebilmesi için başvuru tarihinden itibaren geçen süre uzundur. Bu yüzden toplam Ar-Ge yatırımları ile USPTO tarafından verilmiş patent sayısı arasındaki ilişkiyi analiz etmek hem zor olacak olup hem de mantıklı olmayacaktır (Kondo, 1999). Guo ve Wang (2013)'a göre ise

⁴ 2010 yılı sabit fiyatlarla toplam Ar-Ge harcamaları verisi OECD veri tabanından elde edilmiştir.

alınan patent yerine patent başvurusu verisi üç sebepten ötürü kullanılmaktadır. İlk olarak alınan patent sayısı patent başvurularıyla güçlü lineer bir ilişki gösterir ve patent başvurularında içerilen bilgi alınan patentin içerdiği bilgiyi büyük ölçüde kapsamaktadır. İkinci olarak patent başvuruları ile karşılaştırıldığında, alınan patentin bilgi bozulmasına (information distortion) neden olan daha şiddetli zaman gecikmesi özelliği mevcuttur. Son olarak patent başvuruları ile verilen patent arasındaki fark büyük ölçüde patent başvurusuna konu olan olgunlaşmamış teknolojiyen, patent başvurusundaki aracı kurumların eksik işlevi ve patent lisanslama otoritesinin düşük etkinliğinden kaynaklıdır. Piyasa aracılarının işlevlerinin iyileştirilmesi ve ilgili devlet dairelerinin çalışma verimliliği arttıkça, bu fark azalacak ve patent başvurularından başarılı sonuçlar alınarak alınan patent sayısı da artış gösterecektir.

4. Ekonometrik Bulgular

Çalışmanın bu kısmında öncelikle Friedman, Frees ve Pesaran yatay kesit bağımlılığı test sonuçları paylaşılmıştır. Akabinde ikinci nesil birim kök testlerinden Pesaran panel birim kök testine ait bulgular verilmiş ve değişkenler arasında uzun dönem ilişkinin varlığını tespit etmek için uygulanan Westerlund Panel Eşbütünleşme testi ile PMGE ve MGE yöntemlerine ilişkin sonuçlar sunulmuştur.

4.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Panel veri modeli analizlerinde seriye belli bir şok geldiğinde panel veride yer alan tüm yatay kesit birimlerin ilgili şoktan aynı derecede etkilenip etkilenmediğinin araştırması yatay kesit bağımlılığı testleri ile yapılır (Ün, 2015). Panel veri analizinde önem arz eden yatay kesit bağımlılığı testlerini uygulamadan önce serilerin zaman ve yatay-kesit boyutlarının incelenmesi gereklidir. Panel veri uygulamalarında yatay kesit bağımlılığını tahmin etmek için farklı yaklaşımlar vardır. Yatay kesit bağımlılığı Breush - Pagan (1980) Lagrange Çarpımı (LM) Testi, Pesaran (2004), Friedman R (1937) veya Frees (1995) Q istatistikleri ile araştırılabilir. Yalnızca Breush - Pagan (1980) Lagrange Çarpımı (LM) Testi sabit etkili modellerde yatay kesit bağımlılığını araştırmak için kullanılırken diğer yatay kesit bağımlılık testleri ise hem sabit hem rassal etkili modellerde kullanılabilir.

Yatay kesit bağımlılığının araştırılmasında kullanılan Breush – Pagan (1980) LM istatistiği uygulanabilmesi için $T > N$ olması gerekir. Friedman R (1937) testi ise panel boyutu $N > T$ olması durumunda uygulanabilecek bir testtir. Frees (1995), karesi alınmış Spearman'ın sıralama korelasyon katsayısına dayanan hem sabit hem de rassal etkili modellerde kullanılacak bir yatay kesit bağımlılık testi önermiştir ve bu test N 'in T 'den büyük olmasına izin verir. Pesaran (2004) testi ise $N > T$ koşulu altında yatay kesit bağımlılığı konusunda dikkate alınabilir (Esen, Zeren, & Şimdi, 2015; Ün, 2015).

Bu çalışmada $N=23$ ve $T=19$ ($N > T$) olduğu için birimler arasında korelasyonu test etmede hem sabit hem de rassal etkili modellere uygulanabilen Friedman (1937), Frees (1995) ile Pesaran (2004) testlerinin kullanılması uygun görülmüştür.

Toplam Ar-Ge harcamaları ile patent başvuru sayıları arasındaki ilişkinin incelendiği bu çalışmada panel logaritmik - doğrusal regresyon modeli şu şekilde yazılır:

$$\ln pat_{it} = \alpha + \beta_1 \ln rd_{it} + u_{it} \quad (1)$$

$t = 1995, \dots, 2013$, $i = \text{Avusturya}, \dots, \text{ABD}$.

Modelde pat ; USPTO'ya yapılan toplam faydalı patent başvuru sayısını, rd ; 2010 yılı sabit fiyatlarla toplam Ar-Ge harcamalarını gösterir. Hem sabit etkiler hem de rassal etkiler tahmincisi yukarıda belirtilen model için kullanılmıştır. İki yöntemle α ve β_1 parametreleri tahmin edildikten

sonra çeşitli yatay kesit bağımlılık testleri uygulanmış ve onlara ait sonuçlar Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2: Friedman, Frees, Pesaran Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Sabit Etkiler Tahmincisi		
Test	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Friedman	300.986	0.0000*
Frees	16.770	0.0000*
Pesaran CD	44.181	0.0000*

Rassal Etkiler Tahmincisi		
Test	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Friedman	300.986	0.0000*
Frees	16.770	0.0000*
Pesaran CD	44.215	0.0000*

Frees Q Dağılımı Kritik Değerleri		
$\alpha= 0.10$: 0.1360		
$\alpha= 0.05$: 0.1782		
$\alpha= 0.01$: 0.2601		

Not: %1 önem düzeyinde istatistiki olarak anlamlılık * işareti ile gösterilmiştir.

Tablo 2’de görüldüğü üzere Denklem (1) kullanılarak yapılan yatay kesit bağımlılık test sonuçları %1 anlamlılık düzeyinde yatay kesit bağımlılığının olmadığı boş hipotezini reddeder. Friedman, Frees ve Pesaran yatay kesit bağımlılık test sonuçları yatay kesit birimleri arasında güçlü bir ilişkinin olduğuna yönelik kanıtları sunar.

4.2 Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Panel birim kök testleri birinci kuşak ve ikinci kuşak testler olmak üzere iki gruba ayrılır. Birinci kuşak panel birim kök testleri arasında yer alan Levin, Lin ve Chu (2002), Harris ve Tzavalis (1999), Breitung (2000), Hadri (2000), Im, Pesaran ve Shin (2003), Maddala ve Wu (1999) tarafından geliştirilmiş olan Fisher ADF ile Choi (2001) tarafından önerilen Fisher Phillips ve Perron testleri yatay kesit birimler arasında korelasyon olmadığını varsaymaktadır. İkinci kuşak panel birim kök testleri arasında yer alan Pesaran (2007), Bai ve Ng (2004), Phillips ve Sul (2003), Moon ve Perron (2004) testleri ise yatay kesit birimler arasında korelasyon olduğunu varsayar. Bu yüzden yatay kesit birimler arasında korelasyon olduğu tespit edildiğinde ikinci kuşak panel birim kök testlerinin gücü daha yüksek olacağı için bu testlerin kullanılması daha uygun olacaktır.

Bu çalışmada 23 OECD üye ülkelerinin Ar-Ge harcamaları ve patent başvuru sayısı serileri arasında yatay kesit bağımlılığı tespit edildiği için ikinci nesil birim kök testlerinden Pesaran (2007)'in geliştirmiş olduğu test kullanılmıştır. Tablo 3, Pesaran (2007) panel birim kök testine ait sonuçları sunar.

Tablo 3: *Pesaran Birim Kök Test Sonuçları*

	Pesaran (2007)		Pesaran (2007)	
	(sabit)		(sabit ve trendli)	
	CIPS İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	CIPS İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
$(Lnrd)_{it}$	-0.748	1.000	-2.012	0.907
$\Delta(Lnrd)_{it}$	-2.510	0.000*	-2.806	0.007*
$(Lnpat)_{it}$	-0.326	1.000	-2.724	0.020**
$\Delta(Lnpat)_{it}$	-3.440	0.000*	-	-

Not: %1 ve %5 önem düzeylerinde istatistiki olarak anlamlılık sırasıyla * ve ** işaretleri ile gösterilmiştir.

Tablo 3'teki sonuçlar incelendiğinde sabit terimli Pesaran panel birim kök test sonuçlarına göre Ar-Ge ve patent serilerinin birinci farkı alındığında durağanlaştığı görülmektedir. Sabit ve trendli Pesaran birim kök test sonuçları ise Ar-Ge serisinin birinci farkında durağan olduğunu fakat patent serisinin ise düzeyde durağanlaştığını göstermektedir.

4.2. Panel Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Yalnızca sabit terimin dâhil edildiği Pesaran birim kök testiyle serilerin aynı düzeyde bütünleşik (I(1)) olduğu tespit edildikten sonra yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ve dört adet istatistik testlerden oluşan Westerlund (2007) Panel Eşbütünleşme Testleri uygulanmıştır. Bu testler için öncül ve ardıl değerler bir olarak belirlenmiştir. Jaunky (2011)'e göre öncül ve ardıl değerlerin çok yüksek belirlenmesi düşük örnekleme sahip olduğunda testin gücünün azalmasına neden olabilir.

Yatay kesit birimler arasında korelasyon tespit edildiği için Tablo 4'te standart olasılık değerleri yerine özçıkırım (bootstrap) testleri sonucunda elde edilen dirençli olasılık değerleri (robust p-values) gösterilir.

Tablo 4: *Westerlund Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları*

Model: $\ln pat_{it} = \alpha + \beta_1 \ln rd_{it} + u_{it}$

İstatistik	İstatistik Değeri	Dirençli Olasılık Değeri (Robust P-value)
G_t	-2.672	0.000*
G_a	-11.262	0.000*
P_t	-7.962	1.000
P_a	-4.267	1.000

Not: %1 önem düzeyinde istatistik olarak anlamlılık * işareti ile gösterilmiştir.

Tablo 4'teki sonuçlar incelendiğinde model için grup ortalama istatistikleri tarafından sıfır hipotezi reddedilmektedir. Sonuç olarak patent başvuru sayısı – Ar-Ge harcamaları arasında eşbütünleşme ilişkisi mevcuttur.

4.3.PMGE, MGE ve Hausman Test Sonuçları

Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra panel genelinde hem uzun hem de kısa dönem parametreleri tahmin etmek için PMGE ve MGE yöntemleri kullanılmıştır. Panel ARDL modelinin gecikme sayılarının belirlenmesinde AIC'e göre seçim yapılmıştır. İki model arasında hangisinin geçerli olduğuna karar verebilmek için Hausman testi uygulanmıştır.

Çalışmada $t = 1995, \dots, 2013$ ve $i = 1, 2, 3, \dots, 23$ şeklinde olup trendsiz hata düzeltme modeli kurularak uzun ve kısa dönem parametreleri tahmin edilmeye çalışılmıştır;

$$\Delta \ln(pat) = \phi_i \ln(pat)_{it-1} + \beta_i' \ln(rd)_{it} + \sum_{j=1}^{p-1} \lambda_{ij} \Delta \ln(pat)_{it-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \delta_{ij} \Delta \ln(rd)_{it-j} + \varepsilon_{it}$$

(2)

Yukarıdaki modellerde ϕ_i hata düzeltme parametresi anlamlı ve negatif ise Ar-Ge harcamaları ile patent başvuru sayısı arasında uzun dönemli ilişki vardır. Bununla birlikte hata düzeltme parametresi serilerin birim köke sahip olmasından dolayı meydana gelen kısa dönem sapmalarının bir sonraki dönemde dengeye gelme hızını ifade eder (Tatoğlu, 2013). β_i ve λ_{ij} , δ_{ij} ise sırasıyla uzun dönem ve kısa dönem parametrelerini belirtir. ε_{it} hata terimi olup i ve t arasında bağımsız bir şekilde dağılım gösterir. Yukarıda Denklem (2)'de gösterildiği şekilde tahmini yapılan parametrelere ait sonuçlar Tablo 5'te verilmektedir.

Tablo 5: PMGE, MGE ve Hausman Test Sonuçları

PMGE YÖNTEMİ				
Model: ARDL (1, 1)				
$\Delta \ln(\text{pat})$	Katsayılar	Standart Hata	Z istatistiği	P > z
Lnrd	1.003978	0.0335299	29.94	0.000*
Hata düzeltme	-0.2350114	0.0497538	-4.72	0.000*
$\Delta \ln(\text{rd})(-1)$	0.1819215	0.26813	0.68	0.497
MGE YÖNTEMİ				
Model: ARDL (1, 1)				
$\Delta \ln(\text{pat})$	Katsayılar	Standart Hata	Z istatistiği	P > z
Lnrd	0.3211134	1.410521	0.23	0.820
Hata düzeltme	-0.4043294	0.0554164	-7.30	0.000*
$\Delta \ln(\text{rd})(-1)$	-0.0028114	0.1959167	-0.01	0.989
Hausman Testi: prob > ki-kare= 0.6590				

Not: %1 önem düzeyinde istatistiki olarak anlamlılık * işareti ile gösterilmiştir.

Yukarıdaki sonuçlardan görüldüğü üzere Hausman test istatistiğinin değeri ki-kare değerinden büyük çıkmıştır. H_0 Hipotezi altında “uzun dönemde parametreler homojendir” şeklindeki önerme reddedilmemiştir ve bu kapsamda uzun dönem parametrelerini tüm birimler için sabit kabul eden PMGE'nin geçerli olduğuna karar verilmiştir. Bu yüzden PMGE yöntemi kullanılarak yapılan parametre tahminleri yorumlanmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde ise hata düzeltme parametresi (-0.235) negatif işaretli olup istatistiki olarak anlamlıdır. Bu uzun dönemde Ar-Ge harcamaları ile patent başvuru sayıları arasında ilişkinin olduğunu kanıtlar ve modelde meydana gelen sapmaların veya değişimlerin yaklaşık %23'ü bir sonraki dönemde düzelerek uzun dönem dengesine yaklaşacaktır. Ayrıca uzun dönem toplam Ar-Ge harcamaları katsayısı pozitif olup istatistiki olarak anlamlıdır fakat kısa dönem katsayısı ise istatistiki olarak anlamlı değildir. Sonuç olarak uzun dönemde toplam Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik artış patent başvuru sayılarında %1'lik artışa sebep olur.

5. Sonuç

Bu çalışmada, inovasyon girdisi Ar-Ge harcamalarının inovasyon çıktısı patent başvuru sayısı üzerindeki etkisi 1995 - 2013 arası yıllık verileri kullanılarak seçili OECD ülkeleri (Avusturya, Belçika, Kanada, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, İrlanda, İsrail, İtalya, Japonya, Güney Kore, Meksika, Hollanda, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya, İspanya, Türkiye, İngiltere, ABD) için panel veri analiziyle araştırılmıştır. Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ve dört adet istatistiki testlerden oluşan Westerlund (2007) Panel Eşbütünleşme Testi uygulanarak araştırılmıştır. Patent başvuru sayısının bağımlı Ar-Ge harcamalarının ise bağımsız değişken olduğu modelde, grup ortalama istatistikleri tarafından %1 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi reddedilmiş ve patent başvuru sayısı

– Ar-Ge harcamaları arasında eşbütünleşme ilişkisinin mevcut olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Uzun ve kısa dönem parametre tahmininde bulunmak için Ortalama Grup Tahmincisi (MGE) ve Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmincisi (PMGE) yöntemleri kullanılmıştır. Ar-Ge harcamalarının kısa dönemde patent başvuru sayıları üzerindeki etkisi pozitif fakat istatistiki olarak anlamlı değildir. Ar-Ge faaliyetlerinin neticesinin (patent) alınması uzun bir süreç olması sebebiyle Ar - Ge faaliyetlerinin patent başvuru sayıları üzerindeki etkisi kısa dönemde yakalanamayabilir. Ar-Ge harcamalarının patent başvuru sayıları üzerindeki etkisi uzun dönemde pozitif ve istatistiki olarak anlamlıdır. Ar-Ge harcamaları %1 arttıkça patent başvuru sayısı uzun dönemde %1 oranında artmaktadır. Modeldeki hata düzeltme parametresinin negatif ve istatistiki olarak anlamlı çıkması değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olduğuna işaret etmektedir. Sonuç olarak çalışmada Ar-Ge patent bağımlılığı modeli seçili OECD ülkeleri için geçerli olup Ar-Ge'ye yapılan yatırımın inovasyonu teşvik ederek patent başvurularını arttırmaya devam edeceği düşünülmektedir.

Kaynakça

- Almeida, A., & Teixeira, A. (2007). *Does patenting negatively impact on R&D investment? An international panel data assessment* (FEP Working Paper No. 255). https://www.fep.up.pt/investigacao/workingpapers/07.12.07_wp255.pdf
- Bai, J., & Ng, S. (2004). A panic attack on unit roots and cointegration. *Econometrica*, 72(4), 1127-1177.
- Bessen, J. E. (2004). *Patent thickets: strategic patenting of complex technologies* (Research on Innovation Working Paper No. 0401). <http://www.researchoninnovation.org/thicket.pdf>
- Bosch, M., Lederman, D., & Maloney, W. F. (2005). *Patenting and research and development: a global view* (World Bank Working Paper No. 3739). <http://documents.worldbank.org/curated/en/345921468137729738/pdf/wps3739.pdf>
- Bound, J., Cummins, C., Griliches, Z., Hall, B. H., & Jaffe, A. B. (1984). Who does R&D and who patents?. In Z. Griliches (Ed.), *R&D, patents, and productivity* (pp. 21 – 54). Chicago: University of Chicago Press.
- Breitung, J. (2000). The local power of some unit root tests for panel data. In B. H. Baltagi (Ed.), *Advances in econometrics* (pp. 161-177). Amsterdam: JAI Press.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R.(1980). The lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239 - 253.
- Caviggioli, F. (2011). Foreign applications at the Japan Patent Office - An empirical analysis of selected growth factors. *World Patent Information*, 33(2), 157-167.
- Choi, I. (2001). Unit root tests for panel data. *Journal of International Money and Finance*, 20(2), 249 - 272.
- Dosi, G., Pavitt, K., & Soete, L. (1990). *The economics of technical change and international trade*. New York: New York University Press.
- Erdem, E., Guloglu, B., & Nazlioglu, S. (2010). The macroeconomy and Turkish agricultural trade balance with the EU countries: Panel ARDL analysis. *International Journal of Economic Perspectives*, 4(1), 371 - 379.
- Esen, S., Zeren, F., & Şimdi, H. (2015). CDS and stock market: panel evidence under cross-section dependency. *South-Eastern Europe Journal of Economics*, 13(1), 31-46.

- Favarra, G. (2003). *An empirical reassessment of the relationship between finance and growth* (International Monetary Fund Working Paper No. 03/123). <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2003/wp03123.pdf>
- Frees, E. W. (1995). Assessing cross-sectional correlation in panel data. *Journal of Econometrics*, 69(2), 393 - 414.
- Friedman, M. (1937). The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *Journal of the American Statistical Association*, 32(200), 675 - 701.
- Göçer, İ. (2013). Teknolojik ilerlemenin belirleyicileri: NIC ülkeleri için panel eşbütünlük ve panel nedensellik analizleri. *Maliye Finans Yazıları*, 100, 116 - 141.
- Göker, A. (2003). Ulusal inovasyon sistemi: Türkiye ulusal inovasyon sistemini kurabildi mi? C.Arıkan, M. Akyos, M. Durgut, & A. Göker (Ed.), *Ulusal inovasyon sistemi: kavramsal çerçeve, Türkiye incelemesi ve ülke örnekleri* içinde (ss. 19 - 122). İstanbul: TÜSİAD Yayın.
- Griliches, Z. (1990). *Patent statistics as economic indicators: A survey part I* (National Bureau of Economic Research Working Paper No. w3301). <https://www.nber.org/papers/w3301.pdf>
- Guo, Y., & Wang, B. (2013). Study on the economic growth of patent output in the high-tech industry. *Journal of Management and Sustainability*, 3(1), 103 - 107.
- 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.
- Hadri, K. (2000). Testing for stationarity in heterogeneous panel data. *The Econometrics Journal*, 3(2), 148-161.
- Hall, B. H., Griliches, Z., & Hausman, J. A. (1983). *Patents and R&D: Searching for a lag structure* (National Bureau of Economic Research Working Paper No. 1227). <https://www.nber.org/papers/w1227.pdf>
- Hall, B. H., Griliches, Z., & Hausman, J. A. (1986). Patents and R and D: Is there a lag? *International Economic Review*, 27(2), 265-283.
- Harris, R. D., & Tzavalis, E. (1999). Inference for unit roots in dynamic panels where the time dimension is fixed. *Journal of Econometrics*, 91(2), 201-226.
- Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 46(6), 1251 - 1271.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53-74.
- Jaffe, A. B. (1986). *Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profits and market value* (National Bureau of Economic Research Working Paper No. 1815). <https://www.nber.org/papers/w1815.pdf>
- Jaumotte, F., & Pain, N. (2005). *Innovation in the business sector* (OECD Economics Department Working Paper No. 459). <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/688727757285.pdf?expires=1540554320&id=id&accname=guest&checksum=D4EFEDB32E209231388207B24646E96A>
- Jaunky, V. C. (2011). The CO2 emissions-income nexus: evidence from rich countries. *Energy Policy*, 39(3), 1228-1240.

- Johansen, S. (1995). *Likelihood-based inference in cointegrated vector autoregressive models*. New York: Oxford University Press.
- Kondo, M. (1995). Dynamic analysis on the relation between R&D and patent applications in Japan. *Japan Society for Research Policy and Innovation Management*, 10(3), 193-204.
- Kondo, M. (1999). R&D dynamics of creating patents in the Japanese industry. *Research Policy*, 28(6), 587 - 600.
- Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108(1), 1-24.
- 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*, 61(S1), 631-652.
- Mercan, B., Göktaş, D., & Gömleksiz, M. (2011). Ar-Ge faaliyetleri ve girişimcilerin inovasyon üzerindeki etkileri: patent verileri üzerinde bir uygulama. *Paradoks: The Journal of Economics, Sociology & Politics*, 7(2), 27 - 44.
- Miller, R. L., Benjamin, D. K., & North, D. C. (2012). *The economics of public issues*. New Jersey: Pearson.
- Moon, H. R., & Perron, B. (2004). Testing for a unit root in panels with dynamic factors. *Journal of Econometrics*, 122(1), 81-126.
- Pakes, A., & Griliches, Z. (1984). Patents and R&D at the firm level: a first look. In Z. Griliches (Ed.), *R&D, patents and productivity* (pp. 55 - 72). Chicago: University of Chicago Press.
- Pavitt, K. (1985). Patent statistics as indicators of innovative activities: possibilities and problems. *Scientometrics*, 7(1- 2), 77-99.
- Pesaran, M. H., & Smith, R. (1995). Estimating long-run relationships from dynamic heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 68(1), 79 - 113.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. P. (1999). Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels. *Journal of the American Statistical Association*, 94(446), 621 - 634.
- Pesaran, M. H. (2004). *General diagnostic tests for cross section dependence in panels* (CESifo Working Paper No. 1229). http://www.cesifo-group.de/DocDL/cesifo1_wp1229.pdf
- 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.
- Phillips, P. C., & Hansen, B. E. (1990). Statistical inference in instrumental variables regression with I(1) processes. *The Review of Economic Studies*, 57(1), 99-125.
- Phillips, P. C., & Sul, D. (2003). Dynamic panel estimation and homogeneity testing under cross section dependence. *The Econometrics Journal*, 6(1), 217-259.
- 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.
- Samargandi, N., Fidrmuc, J., & Ghosh, S. (2015). Is the relationship between financial development and economic growth monotonic? Evidence from a Sample of Middle - Income Countries. *World Development*, 68, 66-81.

- Sanyal, S., & Vancauteran, M. (2013, June 17 - 19). *Patents and R&D at the firm level: a panel data analysis applied to the Dutch pharmaceutical sector*. 35th DRUID Celebration Conference, Barcelona, Spain.
- Scherer, F. M. (1965). Firm size, market structure, opportunity, and the output of patented inventions. *The American Economic Review*, 55(5), 1097 - 1125.
- Schmookler, J. (1966). *Invention and economic growth*. Cambridge: Harvard University Press.
- Schumpeter, J. A. (2003). *Capitalism, socialism and democracy*. London: Routledge.
- Shapiro, C. (2001). Navigating the patent thicket: cross licenses, patent pools, and standard setting. In A. B. Jaffe, J. Lerner & S. Stern (Eds.), *Innovation policy and the economy: volume 1* (pp. 119 – 150). MIT Press.
- Soete, L., & Wyatt, S. (1983). The use of foreign patenting as an internationally comparable science and technology output indicator. *Scientometrics*, 5(1), 31 - 54.
- Stiglitz, J. E. (1999). Knowledge as a global public good. In I. Kaul, I. Grunberg & M. A. Stern (Eds.), *Global Public Goods* (pp. 308 – 326). New York: Oxford University Press.
- Tatoğlu, F. Y. (2013). *İleri panel veri analizi: Stata uygulamalı*. İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Ün, T. (2015). Stata ile panel veri analizi. S. Güriş (Ed.), *Stata ile panel veri modelleri içinde* (ss. 39 – 80). İstanbul: Der Yayınları.
- Wakasugi, R., & Koyata, F. (1997). R&D, firm size and innovation outputs: are Japanese firms efficient in product development? *Journal of Product Innovation Management*, 14(5), 383-392.
- Weil, D. N. (2009). *Economic growth*. Boston: Addison-Wesley.
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69(6), 709 - 748.