AR-GE VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: TÜRKİYE DÜZEY I BÖLGELERİ ÖRNEĞİ 2010-2014

RELATIONSHIP BETWEEN R&D AND ECONOMIC GROWTH: THE CASE OF TURKEY NUTS I 2010-2014

Yeşim DİNDAROĞLU
Karadeniz Teknik Üniversitesi, yatasoy@ktu.edu.tr

Ezgi BADAY YILDIZ
Karadeniz Teknik Üniversitesi, eyildiz@ktu.edu.tr

ÖZET: Teknolojiyi içsel bir değişken olarak kabul eden İçsel büyüme teorileri, ekonomik büyüme belirleyicilerinin de yeniden şekillenmesini beraberinde getirmiştir. Özellikle Romer (1990), Grossman-Helpman (1991) ve Aighon Howitt (1992) Ar-Ge Modeli, Ar-Ge ve teknolojinin büyümenin motoru olduğunu vurgulamaktadır. Üstelik gittikçe artan şekilde yaşanan küresel rekabet, ülkeleri sürekli teknoloji üretmeye neredeyse mecbur bırakmaktadır. Bu çalışmanın amacı Türkiye İstatisitiki Bölge Birimleri Sınıflandırmasına (İBBS) göre Düzey I'de yer alan 12 alt bölge için Ar-Ge harcamaları, Ar-Ge işgücü ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri incelemektir. Amaca uygun olarak, araştırma 2010-2014 dönemi için panel veri analizi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, hem Ar-Ge harcamaları hem de Ar-Ge işgücü ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkilere sahiptir. Ancak Ar-Ge harcamalarının önem düzeyi Ar-Ge işgücüne kıyasla daha yüksektir.

Anahtar sözcükler: Ar-Ge, ekonomik büyüme, panel veri analizi

ABSTRACT: Endogenous Growth Theory that consider technology as an endogenously variable has brought the reshaping of economic growth determinants. Especially R&D Models of Romer (1990), Grossman-Helpman (1991) and Aighon Howitt (1992) emphasize that R&D and technology are the engine of economic growth. Moreover, the increasing global competition almost compels countries to produce continuous technology. The aim of this study is to examine the relationship between R&D expenditure, R&D workforce and economic growth for 12 regions, located level II according to the Turkey Nomenclature of Units for Territorial Statistics (NUTS). For this purpose, research has been performed with panel data analysis for the period 2010-2014 years. According to the research results, both R&D expenditures and R&D workforce have positive and statistically significant effects on economic growth. However, the importance of R&D expenditures is higher than that of R&D workforce.

Key words: R&D, economic growth, panel data analysis

GİRİŞ

"Ekonomik büyüme sağlanıyor mu, sağlanmıyor mu?" sorusu her ekonominin cevaplaması gereken yegâne sorular arasında yer almaktadır. Bu nedenle, büyüme teorileri çerçevesinde ekonomik büyümeyi etkileyen faktörlere odaklanan, Frank Ramsey (1928)'in çalışması ile başlayan süreçte geliştirilen birçok teori mevcuttur. Dünya ekonomisinde yaşanan gelişmelere paralel olarak ileri sürülen her yeni büyüme teorisiyle, ekonomik büyümenin motoru olarak görülen faktörlerde de bir takım değişiklikler yaşanmıştır.

Solow (1956) ve Swan (1956) tarafından geliştirilen Neo Klasik büyüme modelinde teknolojinin dışsal bir değişken olduğu varsayılırken; Neo Klasik teoriye alternatif olarak geliştirilen içsel büyüme teorilerinde, teknoloji içsel bir değişken olarak kabul edilmiştir. Bununla birlikte Neo Klasik teorinin tersine üretim fonksiyonunun ölçeğe göre artan getiriye tabii olduğu varsayılmıştır. Üstelik Neo Klasik büyüme modelinde ekonomik büyümenin uzun dönemde durağan bir dengeye yakınsayacağı ileri sürülmesine karşın, beşeri sermaye ve Ar-Ge etkisiyle oluşan teknolojinin içsel bir değişken olarak varsayıldığı içsel büyüme teorilerinde, ekonomik büyüme oranının durağan durum büyüme oranının üzerinde gerçekleşebileceği kabul edilmektedir.

İçsel büyüme teorileri arasında özellikle Romer (1990), Grossman and Helpman (1991) ve Aighon Howitt (1992) tarafından geliştirilen modeller "*Ar-Ge tabanlı İçsel Büyüme Modelleri*" olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla ilgili modellerde ekonomik büyümenin itici gücü olma görevi Ar-Ge'ye atfedilmiştir. Ar-Ge tabanlı modellerde bir ekonominin uzun dönemde sürekliliği olan bir büyüme oranı yakalaması, Ar-Ge'ye aktarılan bilim adamı, mühendis ve teknik eleman gibi araştırmacı sayısına bağlanmaktadır. Ekonominin bu kaynaklara sahip olmasının yanında, bu kaynakları etkin kullanarak, yeni ürün ve teknoloji gelişimini sağlaması sürekliliği olan bir büyüme yakalamasına neden olacaktır (Genç ve Atasoy, 2010: 28). Bir diğer ifadeyle, uzun dönemde yüksek büyüme oranı yakalamayı amaç edinen ülke ekonomilerinin, Ar-Ge iş gücüne ve Ar-Ge harcamalarına ağırlık vererek, yeni ürün ve teknoloji gelişimi sağlamaları kaçınılmazdır.

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırmasına (İBBS) göre Düzey I bölgeleri (12 alt bölge) için, 2010-2014 verileri kullanarak, Ar-Ge ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri panel veri analizi yardımıyla incelemektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmanın ilk bölümünde Ar-Ge ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen ampirik çalışmalar incelenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde ise veri setinin ve yöntemin tanıtılmasına yer verilmiştir. Ampirik bulgulara ayrılan üçüncü bölümde ise analiz sonuçları yorumlanmıştır. Sonuç bölümünde çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda genel bir değerlendirme yapılmıştır.

LİTERATÜR

Hem ulusal hem de uluslararası literatürde Ar-Ge ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri ampirik olarak inceleyen birçok çalışma mevcuttur. Ancak ilgili çalışmalarda örneklem olarak ya yalnızca bir ülke ya da OECD ülkeleri, Asya ülkeleri, Gelişmiş ülke-az gelişmiş ülke vb. ülke grupları seçilmiştir. Bununla birlikte herhangi bir ülkenin bölgeleri ya da Türkiye bölgeleri özelinde Ar-Ge ve ekonomik büyüme ilişkisini test eden çalışmalar oldukça kısıtlı sayıdadır. Takip eden kısımda literatürde Ar-Ge ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ampirik olarak inceleyen belli başlı çalışmalar, çalışmalarda kullanılan yöntemlere göre gruplanarak verilmiştir.

Panel veri analizi yardımıyla Ar-Ge ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar: Lichtenberg (1993) 1964-1989 dönemi; Freire-Seren (1999) 1965-1990 dönemi; Ülkü (2004) 1981-1997 dönemi; Goel, Pay ve Ram (2008) 1953-2000 dönemi; Sadraoui ve Zina (2009) 1992-2004 dönemi; Meçik (2014) 1990-2012 dönemi; Altınbaş ve Mercan (2015) 1996-2011 dönemi; Şahin (2015) 1990-2013 dönemi; Kutbay ve Öz (2017) 1996-2016 dönemi.

Çalışmaların yöntem benzerliğinin yanında, bir diğer ortak yönü incelenen örneklemlerdir. Çalışmaların büyük çoğunluğunda örneklem olarak OECD ülkeleri ele alınmıştır. Yalnızca Lichtenberg (1993) çalışmasında seçilmiş 74 ülkeye, Sadraoui ve Zina (2009) ise 23 ülkeye yönelik bir analiz gerçekleştirmiştir. İlgili çalışmaların bütününde Ar-Ge ve ekonomik büyüme arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Yalnızca Lichtenberg (1993)'in çalışmasının sonuçlarına göre özel sektör Ar-Ge harcamaları ile büyüme arasında bir ilişki söz konusu iken; kamu sektörü Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde herhangi bir etkisi söz konusu değildir.

Panel nedensellik yönetimini kullanarak Ar-Ge ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çalışmalar: Genç ve Atasoy (2010); Ağır ve Utlu (2011); Gülmez ve Yardımcıoğlu (2012); Göçer (2013).

Genç ve Atasoy (2010) çalışmalarında 34 ülkenin 1997-2008 dönemi verilerini kullanarak, Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ağır ve Utlu (2011), Gülmez ve Yardımcıoğlu (2012) ve Göçer (2013) çalışmalarında panel nedensellik yanında panel eşbütünleşme yöntemini de kullanmışlardır. Ağır ve Utlu (2011) çalışmalarında 17 OECD ülkesi için 1981-2008 dönemi verileri kullanarak, Ar-Ge harcamalarının kısa dönemde değil, ancak uzun dönemde ekonomik büyümenin nedeni olduğunu tespit etmişlerdir. Gülmez ve Yardımcıoğlu (2012) ise 21 OECD ülkesinin 1990-2010 dönemi verilerini kullanarak gerçekleştirdikleri analizler sonucunda, uzun dönemde Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasında karşılıklı ve anlamlı bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Göçer (2013), 11 Asya ülkesinin 1996-2012 dönemi verilerini kullanarak, Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik artışın ekonomik büyümeyi

%0,43 oranında arttırdığını saptamıştır. Sökmen ve Aşçı (2017), BRICS-T ülkeleri 1999-2015 verilerini panel eşbütünleşme analizi ile inceleyerek, Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki tespit etmişlerdir.

Zaman serisi analizi kullanılarak Ar-Ge ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen ampirik çalışmalar: Sylwester (2001); Goel, Pay ve Ram (2008); Altın ve Kaya (2009), Korkmaz (2010); Yaylalı, Akan ve Işık (2010) ve Bozkurt (2015).

Sylwester (2001) 20 OECD ülkesi ve G-7 ülkeleri için Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında, G-7 ülkelerinde özel sektör Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunduğu sonucuna ulaşmış, ancak 20 OECD üyesi ülke için iki değişken arasında güçlü bir ilişki tespit edememiştir. Goel, Pay ve Ram (2008) ABD ekonomisi için 1953-2000 dönemi verileri kullanarak, federal ve federal olmayan Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığını Peseran yöntemini kullanarak test etmişlerdir. Çalışmanın bulgularına göre federal olmayan Ar-Ge harcamalarından ziyade, federal Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki daha güçlüdür. Altın ve Kaya (2009), Türkiye ekonomisi için 1990-2005 dönemi verilerini kullanarak, VEC modeli ile kısa dönemde AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir yönde nedensellik ilişkisi olmadığı, ancak uzun dönemde AR-GE harcamalarının ekonomik büyümenin nedeni olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Korkmaz (2010) 1990-2008 dönemi verileri kullanarak, Türkiye için Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Johansen eşbütünleşme yöntemi ve hata düzeltme modeli ile incelediği çalışmasında, kısa dönemde yalnızca Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye tek yönlü, uzun dönemde ise çift yönlü nedensellik tespit etmiştir. Yaylalı, Akan ve Işık (2010) Türkiye ekonomisi için Ar-Ge ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1990–2009 dönemi verileri ile, eşbütünleşme ve nedensellik testleri kullanarak inceledikleri çalışmalarında, uzun dönemde Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir ilişki tespit etmişlerdir. Bozkurt (2015) ise Johansen eşbütünleşme ve vektör hata düzeltme modelini kullanarak, 1998-2013 dönemi Türkiye ekonomisi için Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, ekonomik büyümeden Ar-Ge'ye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur.

Literatürde Türkiye bölgeleri özelinde Ar-Ge ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen yalnızca iki çalışma tespit edilebilmiştir:

Kesikoğlu ve Saraç (2017), Düzey 1'de yer alan toplam 12 bölgenin 2010-2014 dönemine ait Ar-Ge harcamaları ve büyüme verilerini kullanarak, Ar-Ge harcamaları ile büyüme arasındaki ilişkiyi Regresyon Analizi yardımıyla incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre, tüm bölgelerde Ar-Ge harcamaları ve büyüme arasında pozitif bir ilişkinin mevcut olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada en yüksek etki düzeyinin Kuzeydoğu Anadolu'da söz konusu olduğu vurgulanmaktadır. Baykul (2018) ise, çalışmasında Türkiye Düzey I bölgelerine ilişkin 2010-2014 verileri kullanarak, Ar-Ge harcamaları ve Ar-Ge istihdamının bölgesel ekonomik büyüme üzerindeki etkisini panel veri analizi yardımıyla incelemiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, Ar-Ge harcamaları ve Ar-Ge istihdamının bölgesel ekonomik büyüme üzerindeki etkisi pozitif ve istatistiki olarak anlamlıdır.

YÖNTEM

Türkiye İBBS'ye göre Düzey I (12 alt bölge) özelinde Ar-Ge harcamaları, Ar-Ge işgücü ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi amacına yönelik olarak panel veri analizi tercih edilmiştir. Nitekim panel veri analizi yatay kesit ve zaman serisi verilerinin birleştirilerek analizine olanak sağlayan bir yöntemdir. N sayıda birime karşılık gelen T sayıda gözlem paneli oluşturur (Tatoğlu, 2013:2). Bu çalışmada, 12 alt bölge panelin birim boyutunu ve 2010-2014 yılları panelin zaman boyutunu temsil etmektedir. Kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Bölgesel İstatistikler veri tabanından temin edilmiştir.

Bölgesel Ar-Ge harcamaları, Ar-Ge işgücü ve ekonomik büyüme ilişkilerini temsil eden model Denklem 1'de görülmektedir.

$$lpgdp_{it} = \beta_{oi} + \beta_{lrdsp} lrdsp_{it} + \beta_{lrdlf} lrdlf_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Denklem 1'de;

$i = 1, \ldots\ldots, 12$ *bölge (birim formatı)*

$t = 2010, \ldots.., 2014$ *yıl (zaman formatı)*

$lpgdp_{it}$ *: i. birim t zamanı kişi başı gelir (logaritmik)*

$lrdsp_{it}$ *: i. birim t zamanı Ar − Ge harcaması (logaritmik)*

$lrdlf_{it}$ *: i. birim t zamanı Ar − Ge işgücü (logaritmik)*

Her bir birim tüm zamanlar boyunca gözlenmiş olduğundan dengeli panel ve birim boyutu zaman boyutundan büyük olduğundan (N>T) kısa panel (mikro panel) uygulaması söz konusudur.

BULGULAR

Panel Veri Modelinin Belirlenmesi

Panel veri modelleri parametrelerin birim ve/veya zamana göre değer almasına bağlı olarak farklılık göstermektedirler. Eğer hem sabit hem de eğim parametrelerinin değişken olmadığı bir durum mevcut ise bu tür modeller "Klasik Model"; Eğer eğim parametresi sabit ve sabit parametre birimlere göre değişken ise bu tür modeller "Birim Etkiler Modeli"; eğim parametresi sabit ve sabit parametre birimlere ve zamana göre değişken ise bu tür modeller "Birim ve Zaman Etkileri Modeli" olarak adlandırılır (Tatoğlu, 2013:37-38).

Panel Etkilerin Varlığının Sınanması

Panel veri modellerinde klasik modelin geçerliliğini, bir başka ifade ile birim ve/veya zaman etkilerinin olup olmadığını belirlemek amacıyla birçok test geliştirilmiştir. Literatürde yaygın olarak kullanılan F-testi genel anlamda, verinin birimlere göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla kullanılır. Veri birimlere göre farklılık göstermiyorsa klasik modelin uygun olduğuna karar verilir (Tatoğlu, 2013:164). Breusch-Pagan (1980) tarafından geliştirilen ve Baltagi-Li (1990) tarafından genişletilen Langrange Çarpanı Testi (LM testi) ise tesadüfi birim etkilerin varyansının sıfır olduğu hipotezini sınamaktadır (Tatoğlu, 2013:172-173). Buna göre boş hipotez "panel etki yoktur" şeklinde ifade edilebilir. F Testi ve Breusch-Pagan LM Test Sonuçları Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1. Panel Etkilerin Varlığının Sınanması

Breusch-Pagan LM Testi Sonuçları		
H_0: Panel etki yoktur.		Karar
chibar2(01) = 54.21	Prob > chibar2 = 0.0000	H_0 RED
F Testi Sonuçları		
H_0: Birim etki yoktur.		
F(11, 46) = 139.73	Prob > F = 0.0000	H_0 RED

Sonuçlara göre, her iki testin boş hipotezi reddedilmektedir. Böylece birim etkilerin varlığı, bir başka ifade ile klasik modelin uygun olmadığı kabul edilmiştir. Klasik modelin uygun olmadığı sonucu ile Havuzlanmış En Küçük Kareler (HEKK) tahmincisi yerine sabit etkiler ya da tesadüfi etkiler tahmincilerinden birinin tercih edilmesi gerekmektedir Bu tespit için sıkça kullanılan yöntem Hausman (1978) testidir. Ancak incelenen dönemde yatay kesit birimlerin tamamına ilişkin veri mevcut ise sabit etkiler tahmincisinin; bir kısmına ilişkin veri mevcut ise bu durumda tesadüfi etkiler tahmincisinin kullanılması önerilmektedir. Eğer tesadüfi etkiler tahmincisi kullanılacaksa Hausman (1978) tarafından geliştirilen spesifikasyon testi ile desteklenmelidir. Bu çalışmada yatay kesit birimlerin tamamına ilişkin veri mevcut olduğundan sabit etkiler tahmincisi tercih edilmiştir.

Birim Kök Analizi

Panel veri için birim kök analizlerinden hangisinin kullanılacağına karar verebilmek için öncelikle yatay kesit bağımlılık testlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Nitekim eğer yatay kesit bağımlılık mevcut ise 1. nesil birim kök testlerinin kullanımı önerilmemektedir. Böyle bir durumda 2. nesil birim kök testleri tercih edilmelidir. Genellikle uzun panel sorunu olarak görülmesine rağmen, bu çalışma kapsamına alınmıştır.

Yatay Kesit Bağımlılığın Sınanması

Literatürde yatay kesit bağımlılığı belirlemek amacıyla birçok test mevcuttur. Tablo 2 çeşitli testlere göre yatay kesit bağımlılık sınamasını göstermektedir. Breusch-Pagan Testi zaman boyutunun yeterli olmaması sebebiyle uygulanamamıştır. Tablo 2'de yer alan 3 testten 2'si "birimler arası korelasyon yoktur" şeklindeki boş hipotezi (H_0) red edememektedir. Bu sebeple yatay kesit bağımlılığın olmadığı kabulü ile 1. nesil birim kök testlerinin uygulanması tercih edilmiştir.

Tablo 2. Yatay Kesit Bağımlılık Sınaması

Test	*İstatistik değeri (olasılık)*	*Karar*
		H_0: Birimler arası korelasyon yoktur
Pesaran CD Testi	2.152(0.0314)	H_0 RED
Friedman Testi	11.800(0.3789)	H_0 RED EDİLEMEZ
Frees Testi	0.918(0.01 için Frees Q = 1.1046)	H_0 RED EDİLEMEZ

Birim Kök Analizi

Panel veride durağanlık analizini gerçekleştirmek için oldukça geniş bir yelpaze mevcuttur: Levin–Lin–Chu (2002), Harris–Tzavalis (1999), Breitung (2000; Breitung and Das 2005), Im–Pesaran–Shin (2003), Fisher-type (Madalla ve Wu 1999; Choi 2001) testleri "bütün panellerin bir birim kök içerdiği" boş hipotezini test ederken, Hadri (2000) ve Lagrange multiplier (LM) testlerinin boş hipotezi "bütün panellerin (trend) durağan" olduğu yönündedir.

Bu geniş yelpazeden seçim yaparken göz önüne alınması gereken başka bir unsur birim ve zaman boyutunun durumudur. Bu çalışmada zaman boyutu oldukça kısa olduğundan birim kök analizi gerçekleştirmek için ancak Fisher-type olanak sağlamaktadır. Madalla ve Wu (1999) ve Choi (2001) tarafından ileri sürülen Fisher-type, her bir yatay kesit için bireysel birim kök testlerinden (ADF, PP) elde edilen p değerlerini kombine edebilen bir test istatistiği hesaplamaktadır. Bu test için boş hipotez (H_0) "tüm paneller birim kök içermektedir" şeklindedir. Alternatif hipotez (H_a) ise "en az bir panel durağandır" şeklindedir. Tablo 3 tüm değişkenler için birim kök analizi sonuçlarını göstermektedir. Tablo 3'teki sonuçlara göre bütün değişkenler için birim kök içerdikleri yönündeki boş hipotez %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Değişkenlerin tamamı seviyelerinde durağandır.

Tablo 3. Fisher-type (PP) Birim KÖK Analizi Sonuçları

Değişkenler	*(P) istatistiği*	*Olasılık*	*(Z) istatistiği*	*Olasılık*
lpgdp	97.5857	0.0000	-2.9562	0.0016
lrdsp	114.1024	0.0000	-2.2472	0.0123
lrdlf	75.0565	0.0000	-2.4285	0.0076
(P) istatistiği: Inverse chi-squared		(Z) istatistiği: Inverse normal		

Tahminci Seçimi ve Model Tahminleri

Modellerde değişen varyans (heteroskedasite), ardışık bağımlılık (otokorelasyon) ya da yatay kesit bağımlılık olması durumlarında bu sorunlara karşı dirençli standart hatalar üretebilen tahmincilerin

kullanılması önerilmektedir. Bu tür tahmincilerin kullanımı modeldeki katsayıları etkilememekte, ancak standart hatalar farklılaştığından anlamlılık düzeylerini etkilemektedir.

Değişen Varyans ve Ardışık Bağımlılığın Sınaması

Bu çalışmada değişen varyans sorununun tespit edilmesi amacıyla Değiştirilmiş Wald Testi; otokorelasyon sorunun tespiti için Baltagi-Wu En iyi Değişmez Testi ve Bhargava-Franzını-Narendranathan Durbin-Watson Testi uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo 4'de görülmektedir.

Tablo 4. Değişen Varyans ve Otokorelasyon Test Sonuçları

Değiştirilmiş Wald Testi	Test istatistiği (olasılık) 118.33(0.0000)	H_0: Heteroskedasite yoktur. H_0 Red
Baltagı-Wu En İyi Değişmez Testi	Test istatistiği 1.7029804	H_0: Otokorelasyon yoktur. H_0 Red
Bhargava-Franzını-Narendranathan Durbın-Watson Testi	Test istatistiği 1.2207953	H0: Otokorelasyon yoktur. H_0 Red

Değiştirilmiş Wald Testi sonucuna göre %1 anlamlılık düzeyinde değişen varyans sorununun olmadığına dair boş hipotez reddedilmektedir. Ardışık bağımlılığı test eden her iki testin boş hipotezi otokorelasyon sorunun olmadığı şeklindedir. İstatistik değerleri 2'den küçük olduğunda otokorelasyonun mevcut olduğuna karar verilmektedir (Tatoğlu, 2013:214). Tablo 4' de modelin her iki sorunu da barındırdığına dair kanıtlar mevcuttur. Bu durumda bu sorunlara dirençli standart hatalar üretebilen tahminciler kullanılmalıdır.

Arellano, Froot ve Rogers Tahmincisi İle Sabit Etkiler Modelinin Tahmini

Arellano (1987), Froot (1989) ve Rogers (1993) tarafından geliştirilen tahminci modelde değişen varyans ve otokorelasyon varlığında kümelenmiş standart hatalarla sabit etkiler modelinin tahminine imkân tanımaktadır (Tatoğlu, 2013:246). Arellano, Froot ve Rogers tahmincisi ile sabit etkiler modeli tahmin sonuçları Tablo 5'de görülmektedir. Sonuçlara göre Ar-Ge işgücünü temsil eden lrdlf değişkeninin katsayısı ve Ar-Ge harcamalarını temsil eden lrdsp değişkeninin katsayısı pozitiftir. Ancak yalnızca Ar-Ge harcamaları değişkeninin katsayısı %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 5. Arellano, Froot ve Rogers Tahmincisi Sonuçları

F(2,11) = 176.73		Prob > F = 0.0000	R2= 0.66
Değişken	***Katsayı***	***Standart Hata***	***Olasılık Değeri***
lrdsp	0.6102634*	.0975277	0.000
lrdlf	0.229832	.1534468	0.162
B_0	-0.5173364	.5772292	0.389

*: %1 anlamlılık seviyesini simgeler.

Driscoll-Kraay Tahmincisi İle Sabit Etkiler Modelinin Tahmini

Driscoll ve Kraay (1998) uzamsal ve dönemsel korelasyonun tüm genel formları için dirençli olabilecek bir tahminci geliştirmişlerdir. Bu yaklaşımda düzeltilmiş standart hatalar yatay kesit boyut N'e bağlı olmaksızın tutarlıdır. Dolayısıyla yatay kesit boyutun büyük olduğu durumlarda, heteroskedasite varlığında da dirençli standart hatalar üretmektedir (Tatoğlu, 2013:266). Tablo 2'deki Peseran CD test sonucunu da göz önünde bulundurarak, Driscoll-Kray tahmincisi sonuçları Tablo 6'da görülmektedir. Sonuçlara göre Ar-Ge işgücünü temsil eden lrdlf değişkeninin katsayısı pozitif ve %10 düzeyinde; Ar-Ge harcamalarını temsil eden lrdsp değişkeninin katsayısı pozitif ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 5. Driscoll-Kraay Tahmincisi Sonuçları

F(2,4) = 2966.35		Prob > F = 0.0000	R2= 0.9516
	Katsayı	***Standart Hata***	***Olasılık Değeri***
lrdsp	0.6102634*	.0485765	0.000
lrdlf	0.229832***	.0919792	0.067
B_0	-0.5173364	.2435131	0.101

*: %1 ve ***:%10 anlamlılık seviyesini simgeler.

SONUÇ

Türkiye İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırmasına (İBBS) göre Düzey I bölgeleri (12 alt bölge) için Ar-Ge ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri test etme amacına yönelik olarak, TÜİK bölgesel istatistikler veri tabanından elde edilen veriler 2010-2014 dönemini kapsamaktadır. İlgili veriler 12 alt bölge için analiz edileceğinden, panel veri sabit etkiler modeli tercih edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarını aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür:

- Farklı tahmincilerden elde edilen ve Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini temsil eden katsayılar daima pozitif ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

- Farklı tahmincilerden elde edilen ve Ar-Ge işgücünün ekonomik büyüme üzerindeki etkisini temsil eden katsayılar daima pozitif olmakla birlikte daha düşük anlamlılık seviyelerine sahiptir.

Çalışmadan elde edilen genel sonuç:
Hem Ar-Ge harcamaları hem de Ar-Ge işgücünün ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkileri mevcuttur. Ancak Ar-Ge harcamalarının etkisi Ar-Ge işgücüne göre istatistiksel olarak daha önemlidir.

KAYNAKLAR

Aghion, P. ve Howitt, P. (1992). A Model of Growth through Creative Destruction, *Econometrica*, 60(2), 323-351.

Ağır, H. ve Utlu S. (2011). Ar-ge Harcamaları ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: OECD Ülkeleri Örneği. *Uluslararası* 9. *Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi Bildirileri Kitabı*, Z. Parlak ve İ. G. Yumuşak (Ed.), 269- 279, .23- 25 Haziran, Saraybosna

Altın, O. ve Kaya, A. A. (2009). Türkiye'de Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkinin Analizi. *Ege Akademik Bakış*, 9(1), 251-259.

Altıntaş, H. ve Mercan M. (2015). Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Panel Eş bütünleşme Analizi. *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Dergisi*, 70(2), 345-376.

Baykul, A. (2018). Bölgesel Ekonomik Büyüme Üzerinde Ar-Ge Faaliyetlerinin Etkileri: Türkiye'de Düzey I Bölgelerinde Ampirik Bir İnceleme. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 143-153.

Bozkurt, C. (2015). R&D Expenditures and Economic Growth Relationship in Turkey. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 5(1), 188-198.

Choi, I. (2001). Unit Root Tests For Panel Data. *Journal of International Money and Finance*, 20, 249-272.

Freire-Serén, Mª. J. (1999). Aggregate R&D Expenditure and Endogenous Economic Growth. *UFAE and IAE Working Papers*, WP 436.99, 1-31.

Genç, M.C. ve Atasoy, Y. (2010). AR&GE Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi, *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, V(II), 27-34.

Goel, R. K. ve James, E. P. ve Ram, R. (2008). R&D Expenditures and U.S. Economic Growth: A Disaggregated Approach, *Journal of Policy Modeling*, 30(2), 237-250.

Göçer, İ. (2013). Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı, Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri. *Maliye Dergisi*, 165, 215-240.

Grossman, M. G. ve Helpman, E. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*: Cambridge, MIT Press.

Gülmez, A. ve Yardımcıoğlu, F. (2012). OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Eşbütünleşme ve Panel Nedensellik Analizi (1990-2010). *Maliye Dergisi*, 163, 335-353.

Kesikoğlu, F. ve Saraç, Ş. (2017). Ar-Ge Harcamalarının Büyüme Üzerindeki Etkisi: İBBS Düzey 1 Bölgelerinin Karşılaştırmalı Analizi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, ICMEB17 özel sayı, 617-627.

Korkmaz, S. (2010).Türkiye'de Ar-Ge Yatırımları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Var Modeli ile Analizi, *Journal of Yasar University*, 20(5):3320-3330.

Kutbay, H. ve Öz, E. (2017). Ar-Ge Harcamalarınon Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi: Türkiye ve Seçilmiş Ülkelerde Vergi Teşvikleri Boyutuyla Ekonometrik Analiz. *Maliye Dergisi*, 173, 331-361.

Lichtenberg, F. R. (1993). R&D Investment and International Productivity Differences, *NBER Working Paper Series*, W4161.

Maddala, G. ve Wu, S. (1999). A Comparative Study Of Unit Root Tests With Panel Data and a New Simple Test, *Oxford Bulletin Of Economics and Statistics*, özel sayı, 631- 652.

Meçik, O. (2014). Ar-Ge Harcamalarının Ekonomik Gelişmişlik Üzerindeki Etkileri. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi,* 7(32), 669-674.

Romer, P. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71-102.

Sadraoui, T. ve Zina, N.B. (2009). A Dynamic Panel Data Analysis for R&D Cooperation and Economic Growth, *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 5(4), 218-233.

Solow, R. M. (1956). A Contribution to The Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.

Swan, T. W. (1956). Economic Growth and Capital Accumulation. *The Economic Record*, 32(2), 334-361.

Sylwester, K. (2001). R&D and Economic Growth. *Knowledge, Technology & Policy*, 13(4), 71-84.

Şahin-Erdil, B. (2015). The Relationship between R&D Expenditures and Economic Growth: Panel Data Analysis 1990-2013, EY International Congress on Economics II, 5-6 Kasım, Ankara.

Tatoğlu, F. Y. (2013). *Panel Veri Ekonometrisi*. Beta Yayınevi: İstanbul.

Ülkü, H. (2004). R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis. *IMF Working Paper*, WP/04/185.

Yaylalı, M. ve Akan, Y. ve Işık, C. (2010). Türkiye'de Ar&Ge Yatırım Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Eş-Bütünleşme ve Nedensellik İlişkisi: 1990–2009. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, V(II), 13-26.