

Kamu ve Yükseköğretim Ar-Ge Performansının Özel Sektör Ar-Ge Harcamalarına Etkisi: Seçilmiş OECD Ülkeleri Örneği

Mustafa GÖMLEKSİZ^{ID}

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İktisat Bölümü, Konya, Türkiye

Makale Bilgisi

Geliş Tarihi: 01.11.2024
Kabul Tarihi: 19.12.2024
Yayın Tarihi: 31.12.2024

Anahtar Kelimeler:

Ar-Ge harcamaları,
Ar-Ge finansmanı,
Özel sektörde Ar-Ge.

ÖZET

Firmalar bünyesinde gerçekleştirilen yüksek katma değerli mal ve hizmet üretiminin merkezinde yer alan inovasyonlar, modern ekonomilerde sürdürülebilir büyüme ve kalkınmanın temelini oluşturmaktadır. Bu bağlamda, inovasyonları ortaya çıkaran Ar-Ge faaliyetlerinin finansmanı teknolojik ilerleme ve rekabet gücünün sağlanmasında hayati önemdedir. Bu çalışmada kamu ve yükseköğretim sektörleri tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge performansının özel sektör Ar-Ge harcamaları üzerindeki uzun dönem etkisi incelenmektedir. 1997-2021 yılları arası dönemi kapsayan panel veri setine ilişkin bulgular, kamu Ar-Ge harcamalarının özel sektör Ar-Ge faaliyetleri üzerinde anlamlı bir etkisine işaret etmezken, kamu tarafından finanse edilen Ar-Ge'nin özel sektör Ar-Ge harcamalarını önemli şekilde artırdığını göstermektedir. Bu kapsamda kamu Ar-Ge'sinin firmaların kendi Ar-Ge faaliyetleri kapsamında kaldıraç işlevi gördüğü ifade edilebilir. Bu işlev finansman engelleri ve stratejik sektörlerdeki Ar-Ge maliyetlerinin indirgenmesinin yanı sıra Ar-Ge'yi teşvik eden hibe, sübvansiyon ve vergi uygulamaları ile ilişkilendirilebilmektedir. İkinci olarak, yükseköğretim Ar-Ge harcamalarının özel sektör Ar-Ge harcamaları kapsamında tamamlayıcı bir etki yarattığı sonucuna varılmaktadır. Bu etkinin özellikle bilgi taşınmaları, uzman işgücü ve iş birliği kanallarıyla ortaya çıktığı söylenebilir. Üçüncü olarak, ülke düzeyinde beşerî sermayenin niteliğine ilişkin ortaya çıkan farklılıkların Ar-Ge faaliyetlerinde insan faktörünün katkısını sınırladığı anlaşılmaktadır. Bu kapsamda, çoğunlukla eğitim sistemindeki yetersizliklere bağlı bilgi ve beceri eksiklikleri, vasıflı işçilerin sektörel dağılımındaki dengesizlik ve işgücüne ilişkin yüksek maliyetlerin beşerî sermayenin Ar-Ge faaliyetlerindeki rolünde ülkeler arası eşitsizliklere yol açabilmektedir. Son olarak, ekonomik gelişmişliğin özel sektör Ar-Ge'sinde kritik bir rol oynadığı görülmektedir. Bu durum özellikle ekonomik gelişmeye paralel olarak güçlü kurumsal yapılara bağlı kanunlar, düzenlemeler ve destekler, gelişmiş araştırma altyapıları, çeşitlenmiş piyasa talebi ve küresel iş birliği ile finansman ağlarının önemine işaret etmektedir.

The Effect of Public and Higher Education R&D Performance on Private Sector R&D Expenditures: The Case of Selected OECD Countries

Article Info

Received: 01.11.2024
Accepted: 19.12.2024
Published: 31.12.2024

Keywords:

R&D Expenditures,
R&D Finance,
Private R&D.

ABSTRACT

In modern economies, innovations play a crucial role in driving the production of high value-added goods and services within firms, serving as a cornerstone for sustainable growth and development. In this context, the financing of R&D activities that generate innovations is vital for technological progress and competitiveness. This study analyzes the long-run impact of R&D performance of public and higher education sectors on private sector R&D expenditures. The findings of the panel data set covering the period between 1997-2021 indicate that public R&D expenditures do not have a significant effect on private sector R&D activities, while publicly financed R&D significantly increases private sector R&D expenditures. Accordingly, it can be stated that public R&D serves as a leverage function within the scope of firms' own R&D activities. This function can be attributed to the reduction of financing barriers and R&D costs in strategic sectors, as well as grants, subsidies and tax practices that encourage more R&D. Second, it is concluded that higher education R&D expenditures have a complementary effect on private sector R&D expenditures. This effect can be argued to emerge especially through knowledge spillovers, specialized labor force and cooperation channels. Thirdly, country-level differences in the quality of human capital appear to limit the contribution of the human factor in R&D activities. In this context, knowledge and skill deficiencies mostly due to inadequacies in the education system, imbalance in the sectoral distribution of skilled workers and high labor force costs can lead to cross-country inequalities in the role of human capital in R&D activities. Finally, economic development plays a critical role in private sector R&D. This result points to the importance of laws, regulations and supports based on strong institutional structures, advances in research infrastructure, diversified market demand and global cooperation and financing networks in parallel with economic development.

Bu makaleye atıfta bulunmak için:

Gömlüksiz, M. (2024). Kamu ve yükseköğretim Ar-Ge performansının özel sektör Ar-Ge harcamalarına etkisi: Seçilmiş OECD ülkeleri örneği. *Sustainable Welfare*, 2(2), 96-113. doi.org/10.64086/SusWel.2025.15

*Sorumlu Yazar: Mustafa GÖMLEKSİZ, mgomleksiz@erbakan.edu.tr



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

GİRİŞ

Firmalar bünyesinde gerçekleştirilen yüksek katma değerli mal ve hizmet üretiminin merkezinde yer alan inovasyonlar modern ekonomilerde sürdürülebilir büyüme ve kalkınmanın temelini oluşturmaktadır. Bu bağlamda, inovasyonları ortaya çıkaran araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerinin finansmanı teknolojik ilerleme ve rekabet gücünün sağlanmasında hayati önemdedir (Guo vd., 2016). Ar-Ge faaliyetleri doğası gereği maliyetli ve belirsizlikler içeren süreçleri kapsamakta ve çoğu zaman riskli yatırımlar gerektirmektedir. Ar-Ge finansmanının yetersiz olduğu durumda firmaların pazar talebine cevap vermek üzere uzun vadeli araştırmalara yönelik yatırımlardan kaçındıkları görülmektedir (Hall & Lerner, 2010). Buna karşılık, iç fonlar, devlet hibeleri veya risk sermayesi yoluyla finansmana daha iyi erişimi olan özel sektör firmalarının Ar-Ge faaliyetlerinde bulunma olasılıklarının daha yüksek olduğu ifade edilmektedir (Czarnitzki & Hottenrott, 2011). Diğer taraftan, kamu ve yükseköğretim sektörleri tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge de özel sektör Ar-Ge'sini çeşitli kanallarla etkileyebilmektedir. Özellikle üniversiteler ve kamu kurumları bünyesindeki araştırma faaliyetleri genel bilimsel ve teknolojik bilgi tabanını geliştirerek firmalara yönelik bilgi yayılımına katkı sağlayabilmekte ve Ar-Ge faaliyetlerini teşvik edebilmektedir (Jaffe, 1989; Audretsch & Feldman, 1996). Kamu Ar-Ge'si bu kapsamda belirli araştırma alanları için ticari Ar-Ge'yi uyarak, bu alanlarda ilave özel sektör yatırımları ortaya çıkarabilmektedir (David vd., 2000). Ayrıca kamu ve yükseköğretim kurumlarının sahip oldukları Ar-Ge enstitüleri, laboratuvarları ve teknoloji inkübatörleri gibi altyapılara dönük harcamaları, firmalara Ar-Ge için gerekli motivasyon ve temel kaynakları sağlayabilmektedir (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

Literatürde konuya ilişkin çalışmaların çoğunlukla kamu Ar-Ge harcamaları ve finansmanı ile özel sektör Ar-Ge'si arasındaki ilişkiye odaklandıkları görülmektedir. OECD ülkeleri örneğinde kamu Ar-Ge harcamaları (Rehman vd., 2020) ve vergi teşviklerinin (Guellec & Van Pottelsberghe, 2003) özel sektör tarafından finanse edilen Ar-Ge üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu ve kamu finansmanının yalnızca firmaların Ar-Ge projelerini tamamlamalarını hızlandırmakla kalmayıp, aynı zamanda firmaları daha büyük ölçekli teknolojik projeleri başlatmaya teşvik ettiği (OECD (2006) görülmektedir. Ülke düzeyindeki çalışmalarda gelişmiş ekonomilere ilişkin bulgular, küçük ve orta ölçekli kamu Ar-Ge hibelerinin (Görg & Strobl, 2007; Aschhoff, 2009) özel Ar-Ge harcamalarını teşvik ettiği, ancak büyük ölçekli hibeler (Görg & Strobl, 2007) ve endüstri içi firmalar (Ngo & Stanfield, 2020) kapsamında kamu Ar-Ge'sinin dışlayıcı bir etki yarattığı gözlemlenmektedir. Ayrıca kamu savunma Ar-Ge'sindeki artışlara paralel olarak özel sektör Ar-Ge yatırımlarının arttığına dair bulgulara da ulaşılmaktadır (Pallante vd., 2023). Gelişmekte olan ülkelerde ise kamu Ar-Ge desteğinin özel Ar-Ge yatırımlarını önemli ölçüde ve olumlu yönde etkilediği görülürken (Özçelik & Taymaz, 2008; Hu & Yongxu, 2019), desteklerin firma tarafından finanse edilen Ar-Ge harcamaları üzerinde hızlandırıcı bir etki ortaya çıkararak kârlılığı ve bu faaliyetlerin sürdürülebilirliğini artırdığı anlaşılmaktadır. Diğer taraftan, Ar-Ge etkinliği bağlamında kamu desteğinin ilk aşamalarında özel Ar-Ge'nin dışlandığı ancak orta ve uzun vadede bu durumun ortadan kalktığı bulgusuna da rastlanmaktadır (Boeing, 2014). Literatürde ortaya çıkan çalışmalardaki ampirik yöntemler çerçevesinde, ele alınan ülkelere/firmalara ilişkin farklı nitelikteki ekonomik ve yapısal özellikler ile karşılıklı bağımlılıkların göz ardı edildiği homojen birer yaklaşım benimsenmiştir. Bunun yanı sıra, Ar-Ge faaliyetlerinin merkezinde yer alan yükseköğretim sektörünün söz konusu ampirik modellere dahil edilmediği görülmektedir. Dolayısıyla bahsi geçen nitelikleri dikkate alan bir tahmin yaklaşımı, Ar-Ge faaliyetlerine ilişkin özel sektör, kamu ve yükseköğretim sektörleri arasındaki ilişkilerin irdelenmesinde daha sağlıklı bir bakış açısı sunabilecektir.

Bu çalışmada, kamu ve yükseköğretim sektörleri bünyesindeki Ar-Ge harcamaları ve finansmanının özel sektör Ar-Ge harcamaları üzerindeki uzun dönem etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla 1997-2021 yılları arasını kapsayan dönem için seçilmiş OECD ülkelerine

ait bir panel veri seti kullanılmaktadır. Söz konusu veri setinin analizinde, literatürde son dönemde ortaya çıkmış ikinci nesil panel veri analizi teknikleri tercih edilmektedir. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde sırasıyla ampirik analize ilişkin aşamalara ve bulgulara değinilmesinin ardından çalışmaya dair genel bir değerlendirme yapılmakta ve önerilere yer verilmektedir.

YÖNTEM

Çalışmanın örneklem grubunu 16 seçilmiş OECD ülkesi oluşturmaktadır. Örneklem grubunun seçiminde veri ulaşılabilirliği ve panel verinin dengeli bir yapıda olması kriterleri dikkate alınmıştır. Özellikle Ar-Ge'nin sektörel ayırımı finansmanına ilişkin veri tabanlarının yeterince uzun bir zaman boyutuna sahip olmaması ve ülke düzeyinde çok sayıdaki eksik veya var olmayan veri bu aşamadaki önemli sınırlayıcı faktörler olmuştur. Bu bağlamda OECD veri tabanının, sektörel Ar-Ge istatistiklerine yönelik resmi nitelikteki en kapsamlı uluslararası veri tabanı olduğu görülmektedir.

Tablo 1

Örneklem Grubu Ülkeleri

ABD	Fransa	Japonya	Portekiz
Almanya	Güney Kore	Kanada	Slovakya
Çekya	İrlanda	Macaristan	Slovenya
Estonya	İspanya	Polonya	Türkiye

Tablo 1'de yer alan örneklem grubu ülkeleri incelendiğinde, bu ülkelerden gelişmekte olan ekonomilerden Türkiye hariç diğer ülkelerin yüksek gelirli ekonomiler grubunda yer aldıkları görülmektedir.

Veri Seti ve Değişkenler

Çalışmaya ilişkin panel veri seti 1997-2021 yılları arası 25 yıllık dönemi kapsamaktadır. Çalışmada Ar-Ge harcamaları ve finansmanına ilişkin tüm veriler OECD (2024) veri tabanından derlenmiştir. Bu kapsamda analizde bağımlı değişken olarak yer alan özel sektör Ar-Ge harcaması değişkeni, özel sektör tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payı şeklinde ele alınmaktadır. Bağımsız değişkenlerden kamu ve yükseköğretim sektörlerine ait Ar-Ge harcamaları ve Ar-Ge finansmanı değişkenlerine ilişkin veriler de benzer şekilde derlenmiştir.

Tablo 2

Değişkenlerin Tanımlanması

Değişken	Kısaltma	Tanım	Kaynak
Özel Sektör Ar-Ge Harcaması	ARHÖ	Özel sektör tarafından gerçekleştirilen gayri safi Ar-Ge harcamasının GSYH içindeki payı (%)	OECD (2024)
Kamu Ar-Ge Harcaması	ARHK	Kamu sektörü tarafından gerçekleştirilen gayri safi Ar-Ge harcamasının GSYH içindeki payı (%)	
Yükseköğretim Ar-Ge Harcaması	ARHY	Yükseköğretim sektörü tarafından gerçekleştirilen gayri safi Ar-Ge harcamasının GSYH içindeki payı (%)	
Kamu Ar-Ge Finansmanı	ARFK	Kamu sektörü tarafından finanse edilen gayri safi Ar-Ge harcamasının toplam finansman	

		içindeki payı (%)	
Yükseköğretim Ar-Ge Finansmanı	<i>ARFY</i>	Yükseköğretim sektörü tarafından finanse edilen gayri safi Ar-Ge harcamasının toplam finansman içindeki payı (%)	
Beşerî Sermaye	<i>BES</i>	Eğitimde geçirilen ortalama süre (yıl)	UNDP (2024)
Ekonomik Gelişmişlik	<i>EKO</i>	Reel kişi başına GSYH (2015/Dolar)	Dünya Bankası (2024)

Analizde kamu ve yükseköğretim sektörlerine ait Ar-Ge harcamaları ve finansmanının özel sektör Ar-Ge harcamaları üzerindeki etkisinin incelenmesinde kontrol değişkenlere de yer verilmektedir. Bunlardan ilki, Ar-Ge faaliyetlerinde bilgi, deneyim ve uzmanlığın temsilcisi ve kullanıcısı olan beşerî sermaye değişkenidir. Literatürde, beşerî sermayenin ölçülmesinde kullanılan değişkenlerin yoğunlukla eğitime ilişkin göstergelerden oluştuğu görülmektedir (Barro & Lee, 2013). Bu kapsamda söz konusu değişkeni temsilen, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından yayımlanan İnsani Gelişmişlik Endeksi kapsamındaki (formal) eğitimde geçirilen ortalama süre verileri tercih edilmektedir. Son olarak Ar-Ge faaliyetlerinin yoğunluğu ve etkinliğinin ülkelerin gelişme seviyelerine göre farklılık gösterebileceğinden (Aghion & Howitt, 1992; Coe & Helpman, 1995) hareketle, ekonomik gelişmişlik değişkeni analizde kullanılan bir diğer kontrol değişken olmuştur. İlgili değişkeni temsilen sabit fiyatlarla kişi başına GSYH verileri kullanılmaktadır.

Tahmin Modelleri ve Tahminciler

Çalışmada kamu ve yükseköğretim Ar-Ge performansının özel sektör Ar-Ge harcamaları üzerindeki etkilerini incelenmesi amacıyla panel veriye uygun bir dizi tahmin modeli kullanılmaktadır. Bu modeller söz konusu etkilere ilişkin karşılaştırmalı bir bakış açısı sunmaya yönelik alternatif modellerden oluşmaktadır. Doğrusal formdaki bu modellerin genel çerçevesine aşağıdaki eşitlikte yer verilmektedir.

$$ARH_{\bar{O}_{it}} = \alpha_i + \beta v_{it} + \vartheta \rho_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Eşitlik (1)'de α sabit terimi, v ve β sırasıyla açıklayıcı değişkenleri ve bunlara ait parametreleri, ρ ve ϑ sırasıyla kontrol değişkenleri ve bunlara ilişkin parametreleri ve ε ise hata terimini temsil etmektedir. Bu kapsamda tahmin edilecek modeller Tablo 3'de yer almaktadır.

Tablo 3

Tahmin Modelleri

Modeller	Değişkenler
Model I	$ARH_{\bar{O}} = f (ARH_K, BES, EKO)$
Model II	$ARH_{\bar{O}} = f (ARH_Y, BES, EKO)$
Model III	$ARH_{\bar{O}} = f (ARH_K, ARH_Y, BES, EKO)$
Model IV	$ARH_{\bar{O}} = f (ARF_K, BES, EKO)$
Model V	$ARH_{\bar{O}} = f (ARF_Y, BES, EKO)$
Model VI	$ARH_{\bar{O}} = f (ARF_K, ARF_Y, BES, EKO)$

Çalışmada ele alınan ilişkilerin irdelenmesinde uygun tahmin yönteminin seçilebilmesine yönelik olarak bazı teşhis ve tanımlama testlerine başvurulmaktadır. Bu testler kapsamında ilk olarak modellere ilişkin yatay kesit bağımlılığı ve katsayı heterojenliğinin varlığı teşhis edilmektedir. Bilindiği üzere, panel veri modellerinde yatay kesit bağımlılığı söz konusuysa bu durumu dikkate almayan

tahmincilerin seçimi parametre tahminlerinde yanlış ve tutarsız sonuçlara yol açabilmektedir (Pesaran, 2004). Benzer şekilde, panele ilişkin kesitler özelinde tahmin edilen etkiler heterojen yapıda ise homojenlik varsayımı birimler arasındaki önemli farklılıkları göz ardı ettiği için yanlış tahminlere ve yanlış sonuçlara işaret edebilecektir (Pesaran & Smith, 1995). Analizin sonraki aşamasında değişkenlere ait serilerin durağanlık (birim kök) özellikleri irdelenmektedir. Nitekim, panel veriye ilişkin değişkenlerin birim kök içermesinin sahte regresyon sorununa yol açabildiği ve bu durumda regresyon sonuçlarının yanıltıcı olabileceği bilinmektedir (Phillips & Moon, 1999). Tanımlama testleri kapsamında ise tahmin edilecek modellere yönelik uzun dönemli ilişkilerin var olup olmadığı, teşhis testlerine ait bulguların işaret ettiği uygun eş bütünleşme testleri aracılığıyla incelenmektedir. Söz konusu testlerin özelliklerine ilişkin diğer ayrıntılara bulgular kısmında yer verilmektedir.

Çalışmada uzun dönem parametrelerin tahmini amacıyla ikinci nesil bir tahmin prosedürü tercih edilmektedir. Bu amaçla analizde, Eberhardt & Bond (2009) ve Eberhardt & Teal (2010) tarafından panel veri analizinde birimler arasındaki heterojenliği ve yatay kesit bağımlılığını ele almak üzere geliştirilen Artırılmış Ortalama Grup (AMG) tahmincisi kullanılmaktadır. AMG tahmincisi, tüm kesit birimlerini farklı şekilde etkileyen ortak faktörlerin varlığında gerek ülkeleri gerekse de firmaları farklı şekilde etkileyen gözlemlenemeyen şokları hesaba katmakta ve tahmin doğruluğunu artırabilmektedir (Eberhardt & Teal, 2010).

BULGULAR

Çalışmada ele alınan modellere ilişkin olarak gerçekleştirilen yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik testleri sonuçlarına Tablo 4'te yer verilmektedir. Yatay kesit bağımlılığına yönelik olarak elde edilen CD_{LM1} (Breusch & Pagan, 1980), CD_{LM2} , CD_{LM} (Pesaran, 2004) ve LM_{Adj} (Pesaran vd., 2008) testleri istatistiklerine göre modeller düzeyinde yatay bağımsızlığını öne süren boş hipotezin tüm modeller için %1 anlamlılık seviyesinde reddedildiği görülmektedir. Buradan yola çıkarak tahmin edilecek bütün modellerde yatay kesit bağımlılığın var olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Benzer olarak, katsayı homojenliğin test etmek üzere kullanılan Delta testi (Pesaran & Yamagata, 2008) sonuçlarında, küçük ($\tilde{\Delta}$) ve büyük ($\tilde{\Delta}_{Adj}$) panel veri setlerinde kullanılan testlere ilişkin istatistikler tüm modeller için katsayı homojenliğini ileri süren boş hipotezi %1 anlamlılık seviyesinde reddetmektedir. Buna göre tahmin edilecek bütün modellerde eğim parametrelerinin heterojen olduğuna karar verilmektedir.

Tablo 4

Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Testlerine İlişkin Sonuçlar

Testler	Model I		Model II		Model III	
	Test İstatistiği	(p)	Test İstatistiği	(p)	Test İstatistiği	(p)
CD_{LM1} (Breusch & Pagan, 1980)	334,774	0,000	328,083	0,000	249,855	0,000
CD_{LM2} (Pesaran, 2004)	13,864	0,000	13,432	0,000	8,382	0,000
CD_{LM} (Pesaran, 2004)	4,948	0,000	4,275	0,000	3,157	0,001
LM_{Adj} (Pesaran vd., 2008)	17,431	0,000	19,798	0,000	14,167	0,000
$\tilde{\Delta}$ (Pesaran & Yamagata, 2008)	20,568	0,000	17,698	0,000	14,984	0,000
$\tilde{\Delta}_{Adj}$ (Pesaran & Yamagata, 2008)	22,885	0,000	19,693	0,000	17,085	0,000

Testler	Model IV		Model V		Model VI	
	Test İstatistiği	(p)	Test İstatistiği	(p)	Test İstatistiği	(p)
CD_{LM1} (Breusch & Pagan, 1980)	356,694	0,000	380,567	0,000	288,354	0,000
CD_{LM2} (Pesaran, 2004)	15,279	0,000	16,820	0,000	10,867	0,000
CD_{LM} (Pesaran, 2004)	4,939	0,000	4,700	0,000	3,025	0,001
LM_{Adj} (Pesaran vd., 2008)	16,985	0,000	21,904	0,000	11,184	0,000
$\tilde{\Delta}$ (Pesaran & Yamagata, 2008)	18,943	0,000	20,127	0,000	16,144	0,000
$\tilde{\Delta}_{Adj}$ (Pesaran & Yamagata, 2008)	21,078	0,000	22,396	0,000	18,407	0,000

Not: Test sonuçları Gauss yazılımı ile elde edilmiştir.

Kaynak: Yazarın hesaplamaları.

Tablo 4’te ulaşılan sonuçlar doğrultusunda modellerde yer alan değişkenlerin durağanlık sınamaları yatay kesit bağımlılığı ve heterojenliği dikkate alan ikinci nesil yöntemlerden birisi olan Kesitsel Olarak Genişletilmiş ADF (CADF) birim kök testi (Pesaran, 2007) ile incelenmektedir. Tablo 5’te yer alan CADF testi istatistikleri incelendiğinde, değişkenlere ait ülke serilerinin çoğunluğunun seviye değerlerinde durağanlık koşulunu sağlamadıkları anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, birinci farkları alınan değişkenlerde durağan olmayan ülke serilerinin durağan hale geldikleri görülmektedir. Buna göre serilerin genel olarak birinci dereceden bütünlük oldukları söylenebilir.

Tablo 5

Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler	ARH_0		ΔARH_0		ARH_K		ΔARH_K		ARH_Y	
	Gecikme Uzunluğu	t-istatistik	Gecikme Uzunluğu	t-istatistik	Gecikme Uzunluğu	t-istatistik	Gecikme Uzunluğu	t-istatistik	Gecikme Uzunluğu	t-istatistik
ABD	1	-0,696	2	-4,049	2	-3,477	2	-3,853	1	-3,062
Almanya	0	-2,788	1	-4,066	0	-1,833	1	-4,099	0	-2,057
Çekya	0	-1,912	0	-3,885	0	-2,379	0	-4,889	1	-5,027
Estonya	0	-2,417	2	-4,909	0	-4,532	0	-8,453	2	-4,105
Fransa	0	-2,768	0	-5,018	0	-4,410	0	-6,608	0	-3,846
G. Kore	2	-2,465	1	-4,187	1	-8,360	1	-4,108	2	-2,838
İrlanda	0	-1,086	0	-4,114	2	-1,653	2	-1,312	0	-0,250
İspanya	2	-3,413	0	-4,186	1	-0,685	0	-3,109	2	-1,224
Japonya	2	-2,655	1	-3,860	1	-3,838	1	-3,998	0	-5,673
Kanada	0	-1,288	0	-3,503	0	-3,096	0	-5,054	0	-2,225
Macaristan	0	-4,450	0	-6,196	0	-3,037	0	-3,693	2	-3,496
Polonya	2	-2,328	0	-5,507	0	-2,621	0	-5,248	0	-1,282
Portekiz	1	-2,945	0	-2,143	2	-3,193	1	-5,276	0	-2,071
Slovakya	2	-2,109	1	-5,139	0	-1,370	0	-4,237	1	-3,316
Slovenya	0	0,075	1	-2,589	1	-3,303	1	-4,291	1	-4,225
Türkiye	2	-0,605	1	-2,892	2	-1,638	2	-2,579	0	-3,118
Ülkeler	ΔARH_Y		ARF_K		ΔARF_K		ARF_Y		ΔARF_Y	
	Gecikme Uzunluğu	t-istatistik	Gecikme Uzunluğu	t-istatistik	Gecikme Uzunluğu	t-istatistik	Gecikme Uzunluğu	t-istatistik	Gecikme Uzunluğu	t-istatistik
ABD	2	-3,697	2	-2,874	2	-4,892	1	-1,771	1	-3,030
Almanya	0	-5,007	0	-0,774	0	-3,518	2	-3,796	3	-4,007
Çekya	1	-4,110	2	-4,876	2	-5,217	2	-1,883	3	-1,759
Estonya	0	-5,347	2	-4,348	0	-5,624	1	-3,871	3	-3,780
Fransa	0	-6,051	2	-3,702	0	-4,443	0	-1,836	0	-4,969
G. Kore	0	-2,566	1	-3,248	1	-4,034	2	-3,070	3	-2,573
İrlanda	2	-1,856	0	-0,337	2	-2,628	2	-1,356	0	-6,305
İspanya	0	-3,461	1	-0,568	0	-2,623	2	-3,441	2	-3,925

Japonya	0	-8,078	0	-3,868	0	-4,235	0	-3,570	0	-7,226
Kanada	0	-3,498	1	-2,563	0	-4,223	0	-0,941	0	-3,357
Macaristan	0	-3,402	0	-1,821	0	-3,575	0	-1,887	1	-4,410
Polonya	0	-5,304	0	-1,082	2	-5,082	0	-3,429	1	-5,675
Portekiz	0	-3,471	2	-3,105	1	-3,334	2	-2,543	3	0,213
Slovakya	0	-4,499	0	-2,220	1	-3,644	0	-2,790	0	-6,222
Slovenya	1	-4,598	2	-4,628	2	-4,209	2	-3,377	3	-3,709
Türkiye	0	-4,582	0	-4,140	0	-7,254	1	-2,720	0	-3,321

	BES		ΔBES		EKO		ΔEKO	
Ülkeler	Gecikme Uzunluğu	t-istatistik	Gecikme Uzunluğu	t-istatistik	Gecikme Uzunluğu	t-istatistik	Gecikme Uzunluğu	t-istatistik
ABD	1	-2,920	0	-1,965	1	-4,014	2	-4,564
Almanya	1	-2,961	0	-4,640	1	-3,441	1	-2,791
Çekya	1	-4,185	2	-3,911	2	-0,639	1	-1,742
Estonya	1	-3,700	2	-5,550	2	-1,853	1	-3,882
Fransa	1	-2,745	1	-5,478	0	-0,935	0	-4,167
G. Kore	0	-2,337	1	-4,973	1	0,003	0	-12,61
İrlanda	2	-2,062	0	-7,407	0	1,797	0	-3,403
İspanya	1	-1,557	0	-5,711	0	-0,793	0	-3,836
Japonya	2	-4,987	0	-4,010	0	-2,513	0	-3,960
Kanada	1	-2,925	0	-4,618	0	-0,663	0	-3,771
Macaristan	2	-4,197	2	-2,124	0	-3,040	0	-4,062
Polonya	0	-1,195	1	-6,756	0	-1,000	0	-2,786
Portekiz	1	-1,224	1	-5,264	1	-3,229	0	-2,969
Slovakya	2	-3,458	0	-8,015	2	-0,249	2	-0,732
Slovenya	0	-1,708	0	-8,167	0	-1,146	2	-1,865
Türkiye	2	-2,265	0	-5,921	1	-4,435	1	-3,044

Not: Test sonuçları Eviews yazılımı ile elde edilmiştir. Maksimum gecikme aralığı 2 olarak belirlenmiştir. t-istatistiklerine ilişkin kritik değerler %1 için -4,92, %5 için -3,97 ve %10 için -3,53 şeklindedir.

Kaynak: Yazarın hesaplamaları.

Değişkenlere ilişkin ülke serilerinde durağanlığın incelenmesinin ardından modeller kapsamında uzun dönemli ilişkilerin varlığı, yatay kesit bağımlılığı altında kullanılabilen Durbin-Hausman (DH) eş bütünleşme testi (Westerlund, 2008) ile araştırılmaktadır. Tablo 6’da sunulan *DH_grup* ve *DH_panel* istatistikleri sırasıyla ülkeler düzeyinde ve panelin genelinde eş bütünleşme ilişkisinin olmadığına dair boş hipotezi sınamaktadır. Buna göre Model I, Model II, Model III ve Model V’e ilişkin her iki test istatistiğinde de söz konusu modellerde istatistiksel olarak anlamlı uzun dönemli ilişkilerin varlığı teyit edilmektedir. Model IV ve Model VI’ya dair sonuçlarda ise panelde yer alan ülkelerin bazılarında anlamlı birer eş bütünleşme ilişkisinin var olduğu ancak panelin genelinde bu ilişkinin geçerli olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 6

Eş Bütünleşme Testi Sonuçları

Test İstatistiği	Model I	Model II	Model III	Model IV	Model V	Model VI
<i>DH_grup</i>	-2,151 (0,016)	-2,014 (0,022)	-1,897 (0,030)	-1,783 (0,037)	-1,838 (0,033)	-1,790 (0,037)
<i>DH_panel</i>	-1,281 (0,100)	-1,496 (0,067)	-1,205 (0,102)	-1,068 (0,143)	-1,646 (0,050)	-1,133 (0,129)

Not: Test sonuçları Gauss yazılımı ile elde edilmiştir. Parantez içindeki değerler olasılıkları (p) göstermektedir.

Kaynak: Yazarın hesaplamaları.

Çalışmada ulaşılan teşhis ve tanımlama testleri sonuçları doğrultusunda modellere ilişkin uzun dönemli parametreler Eberhardt & Bond (2009) ve Eberhardt & Teal (2010) tarafından yatay kesit bağımlılığının varlığı durumunda önerilen AMG tahmincisi ile tahmin edilmektedir. Bu kapsamda panelin geneline yönelik olarak dirençli (robust) standart hatalarla elde edilen tahmin sonuçlarına Tablo 7’de yer verilmektedir. Kamu ve yükseköğretim sektörleri tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge

harcamalarının özel sektör Ar-Ge harcaması üzerindeki etkileri Model I, II ve III’de incelenmektedir. Bu modellerde öncelikle, açıklayıcı değişkenlerin panel genelinde bağımlı değişken üzerinde önemli bir etkiye sahip olup olmadığını belirlemek üzere kullanılan Wald istatistikleri Model I kapsamındaki uzun dönem katsayıların ortaklaşa etkisinin sıfıra eşit olduğu boş hipotezinin reddedilemediği görülmektedir. Dolayısıyla Model I’deki açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklamaya yönelik anlamlı bir katkıda bulunmadığı sonucuna varılmaktadır. Buradan hareketle Wald istatistiğinin anlamlı olduğu Model III’de ARH_K değişkenine ait katsayı işareti pozitif ancak istatistiksel olarak anlamsızdır. Buna karşılık Model II ve III’de ARH_Y değişkenine ilişkin katsayıların her ikisi de pozitif ve %1 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuç, yükseköğretim Ar-Ge harcamalarının özel sektör Ar-Ge’si üzerinde önemli bir artırıcı etki yarattığına işaret etmektedir. Yine bu modellerde, beşerî sermaye (BES) değişkeni katsayılar Model II ve III’de negatif tahmin edilmelerine rağmen bu katsayıların istatistiksel olarak anlamsız oldukları anlaşılmaktadır. Diğer taraftan, ilgili modellerde ekonomik gelişmişliğe (EKO) ilişkin katsayıların ikisi de pozitif olmak üzere bu katsayılar Model II’de %1 ve Model III’de %5 anlamlılık seviyesinde anlamlıdır. Buna göre ekonomik gelişmişliğin özel sektör Ar-Ge harcamalarındaki artışta önemli bir rol oynadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Tablo 7*Panele İlişkin Uzun Dönem Parametre Tahmini Sonuçları*

Bağımlı Değişken: ARH_0	Model I	Model II	Model III	Model IV	Model V	Model VI
ARH_K	0,482 (0,444)		0,344 (0,525)			
ARH_Y		0,980 (0,272) [***]	1,037 (0,236) [***]			
ARF_K				0,667 (0,190) [***]		0,662 (0,178) [***]
ARF_Y					0,075 (0,081)	-0,241 (0,650)
BES	0,015 (0,065)	-0,064 (0,068)	-0,067 (0,060)	0,020 (0,045)	0,044 (0,076)	0,015 (0,049)
EKO	0,000 (0,000) [*]	0,000 (0,000) [***]	0,000 (0,000) [**]	0,000 (0,000) [*]	0,000 (0,000)	0,000 (0,000) [**]
<i>Sabit</i>	0,515 (0,559)	0,752 (0,598)	0,944 (0,612)	0,467 (0,588)	0,474 (0,557)	0,312 (0,529)
<i>Wald</i>	4,020	20,880 [***]	26,750 [***]	15,700 [***]	2,96	18,340 [***]

Not: Test sonuçları Stata yazılımı ile elde edilmiştir. Parantez içindeki değerler dirençli standart hataları göstermektedir. Köşeli parantez içindeki ***, ** ve * sırasıyla ilgili istatistiğe ait %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerini temsil etmektedir.

Kaynak: Yazarın hesaplamaları.

Kamu ve yükseköğretim sektörleri tarafından finanse edilen Ar-Ge harcamalarının özel sektör Ar-Ge harcaması üzerindeki etkilerinin araştırıldığı Model IV, V ve VI kapsamında Wald istatistikleri Model V için Model I’e benzer bir sonuca işaret ettiğinden ilgili model anlamsız bulunmuştur. Model IV ve VI’ya ilişkin tahmin sonuçları incelendiğinde, ARF_K değişkenine ait katsayıların her iki modelde pozitif işaretli ve %1 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir. Buna göre kamu tarafından finanse edilen Ar-Ge harcamalarının özel sektör Ar-Ge harcaması üzerinde önemli bir artırıcı etki yarattığı anlaşılmaktadır. Söz konusu modellerde BES değişkenine ilişkin katsayılar pozitif ancak istatistiksel olarak anlamsız bulunmuşlardır. Buna karşılık EKO değişkeni katsayıları

Model IV’de %10, Model VI’da ise %5 anlamlılık seviyelerinde anlamlı ve pozitiftir.

Tablo 7’de ulaşılan bulgular doğrultusunda anlamlı bulunan modeller için heterojen ülke katsayılarına dair sonuçlar Tablo 8’de sunulmaktadır. Bu kapsamda Model II’de ARH_Y değişkeni katsayıları panelde yer alan 16 ülkeden ABD, Kore ve Macaristan hariç 13’ünde pozitif ve bu ülkelerden Çekya, Japonya, Polonya ve Slovakya hariç diğer 9 ülkede istatistiksel olarak anlamlı bulunmuşlardır. Söz konusu modelde BES değişkeni katsayıları 7 ülkede pozitif ve 9 ülkede negatif tahmin edilirken, ABD, Japonya ve Slovenya için pozitif katsayıların, Çekya, İrlanda, Kanada, Polonya, Slovakya ve Türkiye için negatif katsayıların aynı zamanda istatistiksel olarak anlamlı oldukları anlaşılmaktadır. Son olarak Model II’de 12 ülke için EKO değişkeni katsayılarının pozitif ve bu ülkelerden 7’sinde ilgili katsayıların istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir. Diğer yandan yalnızca Slovenya’ya ait negatif EKO katsayısı istatistiksel olarak anlamlıdır. Model III’den elde edilen sonuçlar incelendiğinde, ARH_K değişkenine ilişkin katsayılar panelde yer alan ülkelerin yarısında pozitif ve diğer yarısında ise negatif tahmin edilmişlerdir. Katsayısı pozitif olan ülkelere ABD, Güney Kore, Kanada ve Macaristan, katsayısı negatif olan ülkelere ise Fransa, Polonya ve Türkiye’de bu katsayıların aynı zamanda istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir. ARH_Y değişkeni kapsamında Model II’ye benzer olarak 13 ülke için pozitif katsayılar tahmin edilirken, bu katsayılar 6 ülkede istatistiksel olarak anlamlıdır. Diğer taraftan ARH_Y değişkeni katsayılarının negatif olduğu ülkelere ABD, Güney Kore ve Macaristan için de bu katsayıların anlamlı oldukları görülmektedir. Söz konusu modelde BES değişkeni katsayıları 10 ülkede negatif işarete sahipken, bu katsayılar Çekya, İrlanda, Kanada, Portekiz ve Türkiye olmak 5 ülkede istatistiksel olarak anlamlıdır. Bununla birlikte Model II ile benzer olarak ABD, Japonya ve Slovenya için BES değişkeni katsayıları pozitif ve anlamlı bulunmuşlardır. Model III kapsamında son olarak EKO değişkeni katsayılarının 10 ülkede pozitif ve 6 ülkede negatif oldukları görülürken, katsayısı pozitif ülkelere 8’inde, negatif olan ülkelere ise Fransa ve Slovenya’da bu katsayılar aynı zamanda istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 8

Seçilmiş Modellerde Ülkelere İlişkin Uzun Dönem Parametre Tahmini Sonuçları

Ülke	Model II			Model III			Model IV			Model VI				
	ARH_Y	BES	EKO	ARH_K	ARH_Y	BES	EKO	ARF_K	BES	EKO	ARF_K	ARF_Y	BES	EKO
ABD	-1.63 (1.62)	0.70 (0.35) [**]	0.00 (0.00)	4,98 (2,38) [**]	-5,32 (2,32) [**]	0,84 (0,32) [***]	0,00 (0,00) [**]	0,17 (0,44)	1,17 (0,35) [***]	0,00 (0,00)	0,73 (0,40) [*]	-6,05 (1,82) [***]	0,86 (0,31) [***]	0,00 (0,00) [**]
Almanya	1.46 (0.54) [***]	0.02 (0.02) [***]	0.00 (0.00) [***]	-1,66 (1,08) [**]	2,12 (0,66) [***]	0,03 (0,02) [**]	0,00 (0,00) [***]	0,71 (0,30) [**]	0,04 (0,02) [*]	0,00 (0,00) [***]	0,69 (0,29) [**]	11,62 (6,97) [**]	0,05 (0,02) [**]	0,00 (0,00) [***]
Çekya	0.37 (0.27)	-0.14 (0.08) [*]	0.00 (0.00)	-0,64 (0,84)	0,61 (0,41)	-0,16 (0,08) [*]	0,00 (0,00)	-0,45 (0,34)	0,07 (0,07)	-0,00 (0,00)	-0,92 (0,36) [**]	-2,15 (0,90) [**]	0,10 (0,06)	-0,00 (0,00) [*]
Estonya	1.29 (0.69) [*]	0.18 (0.21)	-0.00 (0.00)	3,48 (2,18)	0,63 (0,78)	0,32 (0,22)	-0,00 (0,00)	1,31 (0,40) [***]	0,11 (0,19)	-0,00 (0,00)	1,31 (0,41) [***]	-4,02 (5,69)	0,04 (0,21)	-0,00 (0,00)
Fransa	0.77 (0.27) [***]	-0.02 (0.03)	-0.00 (0.00)	-1,03 (0,54) [*]	0,59 (0,27) [**]	-0,02 (0,03)	-0,00 (0,00) [**]	0,28 (0,27)	0,02 (0,03)	-0,00 (0,00) [*]	0,25 (0,32)	-0,15 (0,68)	0,02 (0,04)	-0,00 (0,00) [*]
Güney Kore	-1.72 (1.10)	0.05 (0.11)	0.00 (0.00) [*]	1,95 (0,42) [***]	-3,95 (0,91) [***]	-0,02 (0,08)	0,00 (0,00) [***]	0,32 (0,29)	0,08 (0,09)	0,00 (0,00) [**]	0,23 (0,31)	1,19 (1,51)	0,09 (0,10)	0,00 (0,00) [**]
İrlanda	1.46 (0.41) [***]	-0.10 (0.04) [***]	-0.00 (0.00)	-0,69 (1,28)	1,48 (0,42) [***]	-0,10 (0,04) [***]	-0,00 (0,00)	0,98 (0,47) [**]	-0,05 (0,05)	-0,00 (0,00)	1,00 (0,48) [**]	0,13 (0,39)	-0,05 (0,06)	-0,00 (0,00)
İspanya	1.72	-0.01	0.00	-0,05	1,78	-0,01	0,00	0,61	0,02	0,00	0,60	-0,04	0,03	0,00

	(0.24) [***]	(0.03) [***]	(0.00) [***]	(0.45) [***]	(0.55) [***]	(0.03) [***]	(0.00) [***]	(0.09) [***]	(0.03) [***]	(0.00) [***]	(0.10) [***]	(1.21) [***]	(0.03) [***]	(0.00) [***]
Japonya	1.15 (1.08)	0.91 (0.20)	0.00 (0.00)	1.14 (1.43)	0.75 (1.21)	0.86 (0.21)	0.00 (0.00)	0.91 (0.84)	0.83 (0.18)	0.00 (0.00)	0.88 (1.29)	-0.01 (3.42)	0.83 (0.19)	0.00 (0.00)
Kanada	1.90 (0.80)	-0.47 (0.23)	0.00 (0.00)	2.59 (1.25)	1.99 (0.75)	-0.64 (0.23)	0.00 (0.00)	2.48 (0.71)	-0.54 (0.18)	0.00 (0.00)	2.85 (0.72)	1.62 (1.03)	-0.66 (0.19)	0.00 (0.00)
Macaristan	-0.56 (0.34)	0.01 (0.03)	-0.00 (0.00)	1.03 (0.51)	-1.19 (0.44)	0.01 (0.03)	-0.00 (0.00)	0.28 (0.16)	0.09 (0.02)	-0.00 (0.00)	0.30 (0.16)	-9.03 (9.74)	0.13 (0.05)	-0.00 (0.00)
Polonya	1.14 (0.93)	-0.31 (0.18)	0.00 (0.00)	-1.40 (0.28)	0.63 (0.64)	-0.08 (0.13)	-0.00 (0.00)	-0.61 (0.47)	-0.47 (0.09)	0.00 (0.00)	-0.80 (0.49)	2.18 (2.19)	-0.45 (0.09)	0.00 (0.00)
Portekiz	1.06 (0.29)	-0.14 (0.09)	0.00 (0.00)	-1.85 (1.28)	1.08 (0.28)	-0.26 (0.12)	0.00 (0.00)	1.39 (0.20)	0.01 (0.06)	0.00 (0.00)	1.25 (0.44)	0.50 (1.36)	0.01 (0.07)	0.00 (0.00)
Slovakya	(0.12) (0.19)	-0.28 (0.04)	0.00 (0.00)	-0.32 (1.09)	0.26 (0.54)	-0.29 (0.05)	0.00 (0.00)	0.59 (0.42)	-0.21 (0.04)	0.00 (0.00)	0.67 (0.54)	-0.75 (2.51)	-0.20 (0.05)	0.00 (0.00)
Slovenya	3.87 (1.16)	0.43 (0.08)	-0.00 (0.00)	1.51 (1.94)	2.13 (2.45)	0.48 (0.11)	-0.00 (0.00)	1.40 (0.28)	0.40 (0.08)	-0.00 (0.00)	1.34 (0.27)	-15.48 (9.92)	0.39 (0.07)	-0.00 (0.00)
Türkiye	0.99 (0.22)	-0.17 (0.04)	0.00 (0.00)	-0.93 (0.51)	0.89 (0.22)	-0.13 (0.05)	0.00 (0.00)	0.93 (0.37)	-0.14 (0.05)	0.00 (0.00)	0.62 (0.32)	0.97 (0.32)	-0.18 (0.04)	0.00 (0.00)

Not: Test sonuçları Stata yazılımı ile elde edilmiştir. Parantez içindeki değerler dirençli standart hataları göstermektedir. Köşeli parantez içindeki ***, ** ve * sırasıyla ilgili değişkene ait %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerini temsil etmektedir.

Kaynak: Yazarın hesaplamaları.

Model IV kapsamında ARF_K değişkenine ilişkin katsayılar 16 ülkeden 14'ünde pozitif işaretli ve bu ülkelerden 8'inde istatistiksel olarak anlamlıdır. Çekya ve Polonya için negatif işaretli ARF_K katsayılarının ise anlamsız bulundukları görülmektedir. İlgili modelde BES değişkenine ait katsayılar 11 ülkede pozitif ve 5 ülkede ise negatif tahmin edilmiştir. Pozitif işarete sahip katsayılar ABD, Almanya, Japonya, Macaristan ve Slovenya'da istatistiksel olarak anlamlıyken, negatif işaretli katsayılar Kanada, Polonya, Slovakya ve Türkiye için benzer şekilde anlamlıdır. Son olarak EKO değişkenine ait katsayılar 10 ülkede pozitif, 6 ülkede negatif iken, pozitif katsayılar 7 ülkede ve negatif katsayılar ise 3 ülkede aynı zamanda anlamlı bulunmuşlardır.

Tablo 8'de Model VI'ya ilişkin sonuçlar ARF_K değişkenine ait katsayıların Model IV'e benzer şekilde 16 ülkenin 14'ünde pozitif olduğunu gösterirken, bu katsayılar 10 ülke için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuşlardır. Ayrıca, Çekya için negatif tahmin edilen ARF_K katsayısı aynı zamanda anlamlıdır. Diğer taraftan ARF_K değişkeni katsayıları 7 ülkede pozitif ve 9 ülkede ise negatif tahmin edilmiştir. Pozitif işaretli katsayıların Almanya ve Türkiye'de, negatif işaretli katsayıların ise ABD ve Çekya'da istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir. Söz konusu modelde, Model IV'e benzer olarak BES değişkeni katsayıları 11 ülkede pozitif ve 5 ülkede ise negatif işaretlidir. Katsayısı pozitif olan ülkelerden ABD, Almanya, Japonya, Macaristan ve Slovenya, negatif olan ülkelere Kanada, Polonya, Slovakya ve Türkiye'de ise bu katsayılar aynı zamanda anlamlıdır. Model IV'e benzer şekilde, EKO değişkenine ait katsayıların 10 ülkede pozitif ve 6 ülkede negatif işaretli oldukları anlaşılmaktadır. ABD, Almanya, Güney Kore, İspanya, Japonya, Kanada, Portekiz, Slovenya ve Türkiye olmak üzere 9 ülkede pozitif EKO değişkeni katsayıları istatistiksel olarak da anlamlıdır. Buna karşılık Çekya, Fransa, Macaristan ve Slovenya'ya ait katsayıların anlamlı şekilde negatif oldukları görülmektedir.

TARTIŞMA

Sektörel Ar-Ge faaliyetleri arasındaki karşılıklı etkileşim, inovasyon ekosisteminin bütüncül bir yapıda gelişmesine çeşitli katkılar sağlayabilmektedir. Söz konusu etkileşimler doğrultusunda teknolojik yenilikler daha geniş bir alana yayılabilmekte, ekonomik verimlilik artmakta ve sürdürülebilir büyüme desteklenmektedir. Bu bağlamda, Ar-Ge politikaları ve yatırımlarının planlanmasında da sektörel etkileşimlerin analizinin önem taşıdığı söylenebilir. Çalışmanın panelini oluşturan ülkelere ilişkin sonuçlar toplu olarak değerlendirildiğinde, ilk olarak, Ar-Ge harcamaları kapsamında kamu sektörüne ilişkin elde edilen bulguların Guellec & Van Pottelsberghe (2003) ve Özçelik & Taymaz (2008) tarafından elde edilen önceki bulguları kısmi olarak desteklerken, Ngo & Stanfield (2020) ve Rehman vd. (2020) tarafından ulaşılan sonuçlardan kısmen ayrıştığı görülmektedir. Nitekim Model III'den elde edilen bulgular kamu sektörü Ar-Ge harcamalarının etkisine dair ülkelere özgü karma sonuçlara işaret ettiğinden, benzer bir model kapsamında düzenleyici çevre, Ar-Ge iş birlikleri ve altyapılar gibi potansiyel başka belirleyicilerin de hesaba katılması ihtiyacının olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, literatürde ortaya çıkan önceki bulgulardan farklı şekilde yükseköğretim sektörü tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge harcamalarının özel sektör firmalarının Ar-Ge yatırımlarını önemli şekilde teşvik ettiği ifade edilebilir. Yükseköğretim sektörü tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge sonucu ortaya çıkan yeni bilgi ve teknolojiler, firmaların inovasyon faaliyetlerine konu olan maliyetleri düşürebilmekte ve dolayısıyla özel sektörü teşvik edebilmektedir. Bu bağlamda üniversitelerin yüksek risk içerebilen temel araştırmalara odaklanması, özel sektör firmaları için Ar-Ge projelerindeki belirsizliği azaltabilmektedir. Ayrıca, yükseköğretim sektörünün Ar-Ge yatırımları beşerî sermayenin beceri ve uzmanlığında iyileşme sağlayarak nitelikli işgücü talebinde bulunan firmaların inovasyon kapasitelerini artırabilmektedir. İkinci olarak, Ar-Ge harcamalarının finansmanı kapsamında ulaşılan sonuçların Guellec & Van Pottelsberghe (2003), OECD (2006), Görg & Strobl (2007), Özçelik & Taymaz (2008), Aschhoff (2009), Guo vd. (2016), Hu & Yongxu (2019) ve Pallante vd. (2023) tarafından elde edilen önceki bulgularla paralellik arz ettiği ve Boeing (2014) ile ayrıştığı görülmektedir. Bu doğrultuda, Ar-Ge'ye yönelik kamu finansmanının özel sektörün karşılaştığı finansal kısıtlamaları azalttığı ve firmaları riskli ancak yüksek getiri sağlayabilecek alanlarda yatırım yapmaya teşvik ettiği söylenebilir. Kamu finansmanı kapsamındaki Ar-Ge hibeleri, sübvansiyonları veya vergi indirimleri de benzer şekilde özel sektör Ar-Ge harcamalarının artmasına katkı sağlayabilmektedir.

Çalışmada ele alınan kontrol değişkenlerden beşerî sermayeye ilişkin ulaşılan bulgular, Ar-Ge faaliyetlerinde insan sermayesinin niteliğine yönelik tartışmalara katkı sağlamaktadır. Bu kapsamda, çoğunlukla eğitim sistemindeki yetersizliklere bağlı bilgi ve beceri eksiklikleri, vasıflı işçilerin sektörel dağılımındaki eşitsizlikler ve vasıflı işgücüne ilişkin yüksek maliyetlerin beşerî sermayenin Ar-Ge faaliyetlerindeki rolünde ülkeler arası farklılıklara yol açabilmektedir. Diğer yandan, çalışmanın sonuçları ekonomik gelişmişlik seviyesinin özel sektör Ar-Ge harcamalarında önemli bir uyarıcı faktör olduğuna işaret etmektedir. Bu durum özellikle ekonomik gelişmeye paralel olarak güçlü kurumsal yapılara bağlı kanunlar, düzenlemeler ve destekler, gelişmiş araştırma altyapıları, çeşitlenmiş piyasa talebi ve küresel iş birliği ve finans ağları ile ilişkilendirilebilir.

SONUÇ

Bu çalışma, kamu ve yükseköğretim sektörlerine ilişkin Ar-Ge performansının özel sektör Ar-Ge harcamaları üzerindeki etkilerine dair bazı önemli bulgulara işaret etmektedir. Bu kapsamda, yükseköğretim sektörü tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge harcamalarının kamusal mallara konu yeni bilgi ve teknolojilerin ortaya çıkışı, kalifiye işgücü arzındaki artış, temel araştırmalarda risk ve maliyetlere ilişkin belirsizliklerin azaltılması gibi faktörler vasıtasıyla özel firmaların Ar-Ge yatırımlarını önemli ölçüde teşvik ettiği görülmektedir. Özellikle yüksek gelirli ülkelerde daha güçlü kurumlar, daha etkin fikri mülkiyet yasaları ve yoğun şekilde üniversite-sanayi bağlantılarının

yükseköğretim Ar-Ge'sinin olumlu etkilerini artırdığı ifade edilebilir. Bu anlamda Ar-Ge'ye yönelik eğitim ve staj programları, patent ve Ar-Ge iş birliği teşvikleri, risk sermayesi fonları ve fikri mülkiyete ilişkin kapsamın ve farkındalığın yaygınlaştırılması gibi politika araçları ile bu etkinin derecesi artırılabilir. Diğer yandan Ar-Ge'nin sektörel dağılımında gelişmiş ekonomilerdeki ileri teknoloji sektörlerin geleneksel sektörlerle kıyasla yükseköğretim Ar-Ge'sinden daha fazla fayda sağladığı söylenebilir.

Çalışmanın sonuçları Ar-Ge'nin finansmanı konusunda kamu sektöründeki gelişmelerin özel sektör Ar-Ge'sini uyarıcı etkisine vurgu yapmaktadır. Bu etki özellikle finansman engelleri ve stratejik sektörlerdeki Ar-Ge maliyetlerinin indirgenmesinin yanı sıra Ar-Ge'yi teşvik eden hibe, sübvansiyon ve vergi uygulamaları ile ilişkilendirilebilmektedir. Dolayısıyla kamu Ar-Ge finansmanının özel sektör nezdinde etkin şekilde dağıtımını sağlayacak kurumlar ve uygulamalar, Ar-Ge faaliyetlerini hızlandırıcı bir etki ortaya çıkabilecektir. Buna ilaveten, söz konusu bulgu kamu Ar-Ge'sinin özel Ar-Ge üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığına dair elde edilen sonuçlarla birleştirildiğinde, literatürde kamu sektörünün Ar-Ge faaliyetlerindeki rolü ekseninde ortaya çıkan tartışmalara dikkate değer bir katkı sağlamaktadır. Diğer taraftan çalışmada, nitelikli işgücü arzıyla ilişkili eksikliklerin beşerî sermayenin Ar-Ge'deki katkısını sınırladığı sonucuna varılmaktadır. Son olarak ekonomik gelişmişliğin güçlü kurumsal yapılar, mal ve faktör piyasalarındaki gelişmeler ve Ar-Ge'ye uygun bir ekonomik çevre yoluyla özel sektör Ar-Ge'sinin önemli bir bileşeni olduğu görülmektedir.

ÖNERİLER

Çalışmanın ampirik aşamasında karşılaşılan veri ulaşılabilirliğine ilişkin sınırlılıklar dikkate alındığında, gelecekte ortaya çıkabilecek benzer bir çalışmada daha büyük bir panel veri seti ile çalışılması elde edilecek sonuçlara ilave katkı sağlayabilecektir. Ayrıca çalışmada ele alınan ilişki bağlamında kurumsal faktörler ile pazar büyüklüğü, finansmana erişim ve teknoloji yoğunluğu gibi diğer bazı ekonomik faktörlerin de dikkate alınmasının konuyu farklı bir boyutta ilgi çekici hale getireceği söylenebilir.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma için Etik kurul kararı gerekmemektedir.

Yazar Katkıları

Araştırma Tasarımı (CRediT 1) Yazar 1 (%100)

Veri Toplama (CRediT 2) Yazar 1 (%100)

Araştırma - Veri Analizi - Doğrulama (CRediT 3-4-6-11) Yazar 1 (%100)

Makalenin Yazımı (CRediT 12-13) Yazar 1 (%100)

Metnin Tashihi ve Geliştirilmesi (CRediT 14) Yazar 1 (%100)

Finansman

Çalışma herhangi bir finansal destek almamıştır.

Çıkar Çatışması

Herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG)

Amaç 8: İnsana Yakısr İş ve Ekonomik Büyüme

Amaç 9: Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı

REFERANSLAR

- Aghion, P. & Howitt, P. (1992). A Model of Growth Through Creative Destruction. *Econometrica*, 60(2), 323-351. <https://doi.org/10.2307/2951599>
- Arrow, K.J. (1972). Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In Rowley, C.K. (ed.), *Readings in Industrial Economics* (pp. 219-236). Palgrave. https://doi.org/10.1007/978-1-349-15486-9_13
- Aschhoff, B. (2009). *The effect of subsidies on R&D investment and success. Do subsidy history and size matter?* (ZEW Discussion Paper No. 032). Mannheim. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/27713/1/60190768X.pdf>
- Audretsch, D. B., & Feldman, M. P. (1996). R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production. *The American Economic Review*, 86(3), 630–640.
- Barro, R. J. & Lee, J. W. (2013). A new data set of educational attainment in the world, 1950–2010. *Journal of Development Economics*, 104, 184-198. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2012.10.001>
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2004). Cooperative R&D and firm performance. *Research Policy*, 33(10), 1477–1492. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.07.003>
- Boeing, P. (2014). *China's R&D Subsidies: Allocation and Effectiveness* (ZEW Discussion Paper No. 14-103). Mannheim. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/104813/1/812457404.pdf>
- Breusch, T. S. & Pagan, A.R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics. *Review of Economic Studies*, 47, 239-253.
- Coe, D. T. & Helpman, E. (1995). International R&D spillovers. *European Economic Review*, 39(5), 859-887. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(94\)00100-E](https://doi.org/10.1016/0014-2921(94)00100-E)
- Czarnitzki, D., & Hottenrott, H. (2011). R&D Investment and Financing Constraints of Small and Medium-Sized Firms. *Small Business Economics*, 36(1), 65-83. <https://doi.org/10.1007/s11187-009-9189-3>
- David, P. A., Hall, B. H., & Toole, A. A. (2000). Is Public R&D a Complement or Substitute for Private R&D? *Research Policy*, 29(4-5), 497-529. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00087-6](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00087-6)
- Dünya Bankası (2024). *World Development Indicators* [Data set]. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Eberhardt, M. & Bond, S. (2009). *Cross-section Dependence in Nonstationary Panel Models: A Novel Estimator* (MPRA Paper 17692). University Library of Munich. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/17870/>
- Eberhardt, M. & Teal, F.J. (2010). *Productivity Analysis in Global Manufacturing Production* (Discussion Paper 515). Department of Economics, University of Oxford. <http://www.economics.ox.ac.uk/materials/papers/4729/paper515.pdf>
- 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. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Geuna, A., & Rossi, F. (2011). Changes to University IPR Regulations in Europe and the Impact on Academic Patenting. *Research Policy*, 40(8), 1068-1076.

- <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.05.008>
- Görg, H., & Strobl, E. (2007). The Effect of R&D Subsidies on Private R&D. *Economica*, 74(294), 215–234. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0335.2006.00547.x>
- Guellec, D., & Van Pottelsberghe De La Potterie, B. (2003). The impact of public R&D expenditure on business R&D. *Economics of Innovation and New Technology*, 12(3), 225–243. <https://doi.org/10.1080/10438590290004555>
- Guo, D., Guo, Y., & Jiang, K. (2016). Government-subsidized R&D and firm innovation: Evidence from China. *Research Policy*, 45(6), 1129–1144. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.03.002>
- Hall, B. H., & Lerner, J. (2010). The Financing of R&D and Innovation. In B. H. Hall & N. Rosenberg (Eds.), *Handbook of the Economics of Innovation* (pp.609–639). North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)01014-2](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)01014-2)
- Hu, A. G. Z., & Yongxu, D. (2019). Does government R&D stimulate or crowd out firm R&D spending? Evidence from Chinese manufacturing industries. *Econ Transit Institut Change*, 27, 497–518. <https://doi.org/10.1111/ecot.12188>
- Jaffe, A. B. (1989). Real Effects of Academic Research. *The American Economic Review*, 79(5), 957–970.
- Ngo, P. T. H., & Stanfield, J. (2020). Does Government Spending Crowd Out R&D Investment? Evidence from Government-Dependent Firms and Their Peers. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 57(3), 888-922. <https://doi.org/10.1017/S0022109020000927>
- OECD (2006). *Government R&D Funding and Company Behaviour: Measuring Behavioural Additionality*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264025851-en>
- OECD (2024). *Main Science and Technology Indicators (MSTI database)* [Data set]. <https://www.oecd.org/en/data/datasets/main-science-and-technology-indicators.html>
- Özçelik, E. & Taymaz, E. (2008). R&D support programs in developing countries: the Turkish experience. *Research Policy*, 37(2), 258–275. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.11.001>
- Pallante, G., Russo, E. & Roventini, A. (2023). Does public R&D funding crowd-in private R&D investment? Evidence from military R&D expenditures for US states, *Research Policy*, 52(8), 104807. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104807>
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D’Este, P., ... Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423–442. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.09.007>
- Pesaran, M. H. (2004). *General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels* (Cambridge Working Papers in Economics 435). Cambridge University. <https://doi.org/10.17863/CAM.5113>
- Pesaran, M. H., & Smith, R. (1995). Estimating Long-Run Relationships from Dynamic Heterogeneous Panels. *Journal of Econometrics*, 68(1), 79–113. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01644-F](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01644-F)
- Pesaran, M. H. & Yamagata, T. (2008). Testing Slope Homogeneity in Large Panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.010>
- Pesaran, M. H. (2007). A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-Section Dependence. *Journal of Applied Econometrics* 22, 265-312. <https://doi.org/10.1002/jae.951>

- Pesaran, M. H., Ullah, A. & Yamagata, T. (2008). A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross Section Independence. *Econometrics Journal*, 11, 105-127. <https://doi.org/10.1111/j.1368-423X.2007.00227.x>
- Phillips, P. C. B., & Moon, H. R. (1999). Linear Regression Limit Theory for Nonstationary Panel Data. *Econometrica*, 67(5), 1057–1111.
- Rehman, N. U., Hysa, E., & Mao, X. (2020). Does public R&D complement or crowd-out private R&D in pre and post economic crisis of 2008? *Journal of Applied Economics*, 23(1), 349–371. <https://doi.org/10.1080/15140326.2020.1762341>
- UNDP (2024). *Human Development Index*. <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI>
- Wallsten, S. J. (2000). The Effects of Government-Industry R&D Programs on Private R&D: The Case of the Small Business Innovation Research Program. *The RAND Journal of Economics*, 31(1), 82-100. <http://dx.doi.org/10.2307/2601030>
- Westerlund, J. (2008). Panel Cointegration Tests of the Fisher Effect. *Journal of Applied Econometrics* 23(2), 193-223. <https://doi.org/10.1002/jae.967>
- Zucker, L. G., Darby, M. R., & Brewer, M. B. (1998). Intellectual Human Capital and the Birth of U.S. Biotechnology Enterprises. *American Economic Review*, 88(1), 290–306.
- Zúñiga-Vicente, J. Á., Alonso-Borrego, C., Forcadell, F. J., & Galán, J. I. (2012). Assessing the Effect of Public Subsidies on Firm R&D Investment: A Survey. *Journal of Economic Surveys*, 28(1), 36–67. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2012.00738.x>

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: The financing of R&D activities that lead to innovations is vital to sustaining technological progress and competitiveness of firms. By their very nature, R&D activities involve costly and uncertain processes and often require risky investments. When R&D financing is inadequate, firms tend to avoid investments in long-term research to respond to market demand. In contrast, private sector firms with better access to financing through internal funds, government grants or venture capital are more likely to engage in R&D activities. On the other hand, R&D performed by the public and higher education sectors can also affect private sector R&D through various channels. This study aims to analyze the long-run impact of R&D expenditures and financing within the public and higher education sectors on private sector R&D expenditures. In the sections of the study, firstly, the effects of R&D expenditures and financing on the performance of private sector firms are analyzed. The next section summarizes the findings and discussions in the literature. The details and results of the empirical framework of the study are presented in the econometric analysis and findings sections. The last section provides an overall assessment of the study.

Method: The sample group of the study consists of 16 OECD countries depending on data availability. The panel data set for the selected countries covers a 25-year period between 1997-2021. In this context, the dependent variable of the analysis is private sector R&D expenditures, while R&D expenditures in the public and higher education sectors and R&D financing are selected as explanatory variables. In addition, human capital (mean years of education) and economic development (real GDP per capita) are included in the models as control variables. Diagnostic tests for a total of 6 estimation models indicate cross-sectional dependence and parameter heterogeneity for all models. Based on this, the second-generation identification tests confirm the existence of a cointegration relationship for all models. The Augmented Mean Group (AMG) estimator is preferred for estimating the long-run parameters.

Findings: The AMG estimator results for R&D expenditures indicate that the effect of public sector R&D expenditures on private sector R&D expenditures is positive but statistically insignificant. On the other hand, it is concluded that R&D expenditures realized by the higher education sector play an important role in the increase in private R&D. In the models related to the financing of R&D, it is seen that the R&D financed by the public sector has a significant positive effect on private sector R&D expenditures. However, there is no significant finding regarding the effects of R&D financed by the higher education sector. Regarding the control variables, it is deduced from the models that economic development is a key determinant in private R&D activities, while mixed results are obtained for the coefficients of human capital.

Discussion: The findings on public sector R&D expenditures are partially consistent with previous evidence in the literature. However, it is deduced that R&D expenditures performed by the higher education sector significantly stimulate R&D investments of private sector firms. New knowledge and technologies resulting from the R&D in higher education sector can decrease the costs of firms' innovation activities and thus encourage the private sector. In this context, participation of universities on basic research, which may involve high risks, may reduce the uncertainty in R&D projects for private sector firms. Moreover, R&D investments of the higher education sector can improve the skills and expertise of human capital, thereby increasing the innovation capacity of firms demanding qualified labor. It can also be argued that public financing for R&D reduces the financial constraints faced by the private sector and encourages firms to invest in risky but high-return projects. Similarly, R&D grants, subsidies or tax reductions within the scope of public financing can also contribute to an increase in private sector R&D expenditures. Regarding the human capital, knowledge and skill deficiencies mostly due to inadequacies in the education system, inequalities in the sectoral distribution of skilled workers and high costs of skilled labor can lead to cross-country differences in the role of human resource in R&D activities. On the other hand, economic development is an important stimulus factor in private sector R&D expenditures. This result can be attributed to laws, regulations and subsidies based on strong institutional structures, well-designed research infrastructures, diversified market demand, and global cooperation and financial networks in parallel with the stage of economic development.

Conclusion: R&D expenditures by the higher education sector significantly encourage R&D investments by private firms through factors such as the emergence of new knowledge and technologies subject to public goods, an increase in the supply of skilled labor, and reduced uncertainties regarding risks and costs in basic research.

The results also emphasize the stimulating role of R&D funding by public sector on private R&D activities. This role can be attributed to the reduction of financing barriers and R&D costs in strategic sectors, as well as R&D incentivizing grants, subsidies and taxes. In addition, when this finding is combined with the results of public R&D expenditures, it makes a notable contribution to the debate in the literature on the role of the public sector in R&D activities. Moreover, the study concludes that the shortcomings associated with the supply of skilled labor limit the impact of human capital on R&D. Lastly, economic development is regarded as an important component of private sector R&D through strong institutional structures, advances in goods and factor markets, and an economic environment favorable to R&D.

Recommendation: Considering the limitations regarding data availability encountered in the empirical phase of the study, a larger panel data set may contribute to different implications for the role of the state and higher education in R&D. In addition, it can be argued that dealing with some institutional and economic factors in a future study would make the issue more interesting in a different dimension.