

## AR-GE TÜRLERİNİN KATMA DEĞER ÜZERİNE ETKİLERİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

İpek AKAD<sup>1</sup>

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışma, OECD tarafından Temel Araştırma, Uygulamalı Araştırma ve Deneysel Geliştirme olmak üzere üç Ar-Ge türü olarak sınıflandırılan Ar-Ge türlerinin katma değer üzerine etkilerini açıklama amacındadır.

**Yöntem:** Kullanılan veri setinin içsellik probleminden hareketle eş anlı bir denklem sisteminde İki Aşamalı En Küçük Kareler (2AEKK) kullanılarak araç değişken tahminlemesi yapılmıştır.

**Bulgular:** Bu çalışmada, Türkiye'nin 1994-2019 yılları arasındaki verileri kullanılarak, Ar-Ge türleri kamu ve özel sektör finansmanı altında sınıflandırılmıştır. Özel sektörün Ar-Ge'ye kamuya göre daha fazla harcama yaptığı, ancak söz konusu harcamaların kamu sektörüne göre etkili sonuçlar vermediği sonucuna varılmıştır. Ayrıca özel sektör tarafından finanse edilen Temel ve Uygulamalı Araştırmanın hem kamu sektörü hem de diğer Ar-Ge türlerine göre en yüksek katma değeri yarattığı bu çalışmanın en önemli bulgularından biridir.

**Özgünlük:** Kamu ve özel sektör tarafından finanse edilen Ar-Ge türlerinin katma değer üzerindeki etkisi, gelişmekte olan ülkeler için araştırılması gereken önemli bir konudur. Bu çalışma, Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkenin verilerine dayanan ilk çalışmadır.

**Anahtar Kelimeler:** Katma Değer, Araştırma ve Geliştirme, Kamu Politikaları, Araç Değişken Tahminlemesi.

**JEL Kodları:** C26, D24, O32, O38.

## EFFECTS OF THE TYPES OF R&D ON THE VALUE ADDED: THE CASE OF TURKEY

### ABSTRACT

**Purpose:** This study aims to explain the effects of R&D types, which are classified as three types of R&D, namely Basic Research, Applied Research and Experimental Development by OECD, on value-added.

**Methodology:** Based on the endogeneity problem of the data set used in the study, a simultaneous equation system has been used to estimate the instrument variable by using Two-Stage Least Squares (2AEKK).

**Findings:** In this study, using data from Turkey between the years 1994-2019, R&D types are classified under public and private sector financing. It has been concluded that the private sector spends more on R&D than the public sector, but these expenditures do not yield effective results compared to the public sector. In addition, it is one of the most important findings of this study that Basic and Applied Research, financed by the private sector, creates the highest added value compared to both the public sector and other types of R&D.

**Originality:** The impact of R&D types financed by the public and private sector on value-added is an important issue that needs to be investigated for developing countries. This study is the first study based on data from a developing country such as Turkey.

**Keywords:** Value-added, Research and Development, Government Policy, Instrumental Variables (IV) Estimation.

**JEL Codes:** C26, D24, O32, O38.

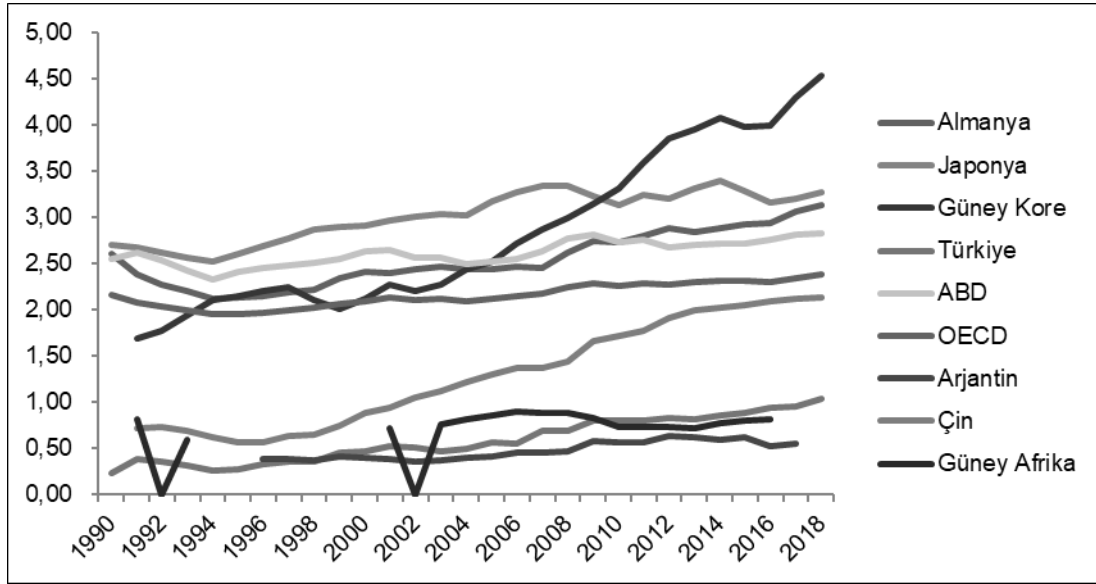
<sup>1</sup>Arş. Gör., Bitlis Eren Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Bitlis, Türkiye, iakad@beu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1048-2982.

DOI: 10.51551/verimlilik.815152

Araştırma Makalesi/ Research Article |GelişTarihi/Submitted Date: 22.10.2020 | Kabul Tarihi/Accepted Date: 26.03.2021

## 1. GİRİŞ

Ar-Ge'nin üretim süreçlerindeki dönüşümlerden makro büyüklüklere varan etkileri, bu yatırımların etkinliği konusunda merak uyandırmıştır. Öyle ki üretimin her aşamasında uygulanabilen Ar-Ge, her aşamada farklı etkiler yaratmaktadır. Bu çok yönlü yapı, Ar-Ge faaliyetlerinin sadece üretim süreçlerinde değil üretimden önce ve sonra da uygulanabilir olmasını sağlamıştır. Tam da bu noktada Ar-Ge'nin bu farklı uygulama alanları, karar vericiler tarafından iyi analiz edilmesi gereken bir durum ortaya çıkarmıştır: Ar-Ge harcamaları ne şekilde ve üretimin hangi aşamasında yapılmalı? Bu sorunun yanıtı Ar-Ge harcamalarından ne beklendiği ile doğrudan ilgilidir. Bu beklentiler makroekonomik anlamda ele alındığında; yenilik üretmek, uluslararası piyasalardan pay almak, öncü olmak gibi beklentilerdir. Bu beklentileri gerçekleştirmeye yönelik olarak çoğu gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde Ar-Ge'ye ayrılan kaynaklar da günden güne artış göstermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde Ar-Ge harcamaları/GSYİH oranı (Kaynak: OECD, Temel Bilim ve Teknoloji Göstergeleri)

OECD'nin Temel Bilim ve Teknoloji Göstergeleri (Main Science and Technology Indicators (MSTI)) 2018 yılı rakamlarına bakıldığında özellikle Japonya, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Almanya gibi gelişmiş ülkelerin Ar-Ge harcamalarının Türkiye'ye göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Japonya milli gelirinin %3,28'ini, ABD %2,83'ünü ve Almanya %3,13'ünü Ar-Ge harcamalarına ayırmaktadır. Türkiye Ar-Ge harcamalarının da 1990-2018 yılları arasında bir artış trendinde olduğu ve Arjantin ve Güney Afrika ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Çin'de Türkiye, Arjantin ve Güney Afrika'nın yaklaşık 2 katı kadar Ar-Ge harcaması yapılırken Güney Kore'de bu oran 4,5 kattan fazladır.

Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülke için Ar-Ge harcamaları oldukça önemlidir. Türkiye'nin öncelikli hedefi sürdürülebilir bir büyüme trendi yakalamaktır. Sürdürülebilir büyüme ise katma değeri yüksek mal ve hizmet üretimi ile mümkündür. Katma değeri yüksek, yüksek teknoloji ürün ve hizmet üretimi için yapılan Ar-Ge harcamalarının etkin planlanması gerekmektedir. Bunun için Ar-Ge yatırımlarını ihtiyaç duyulan alanlara yoğunlaştırarak bu yatırımların etkinliği artırılmalıdır. Burada ne tür bir Ar-Ge'ye ihtiyaç duyulduğunun tespiti oldukça önemlidir. Bu girdinin farklı üretim hedeflerine yanıt vermesi için uygulama yöntemleri de farklılaşmalıdır. Ar-Ge'nin farklı uygulama yollarını OECD üç başlık altında toplamıştır. Bunlar: temel araştırma uygulamalı araştırma ve deneysel araştırma olarak sıralanmıştır (OECD, 2002: 77-79).

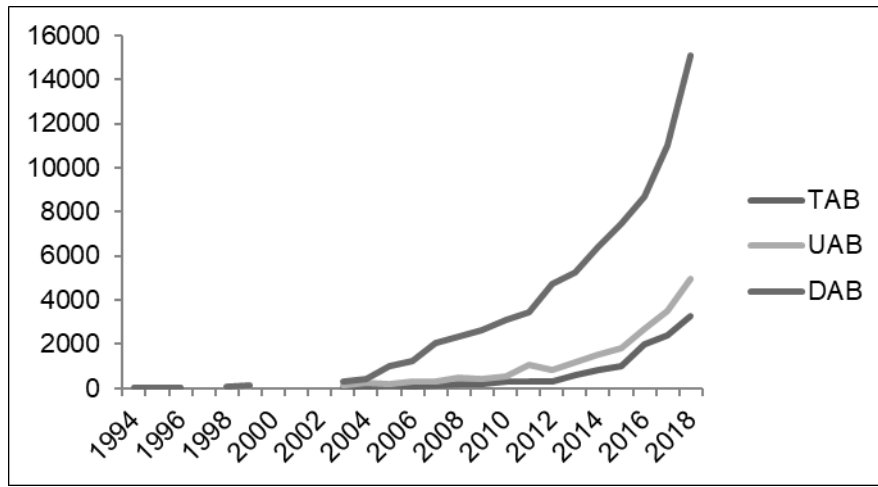
**Temel Araştırma (Basic Research):** OECD'nin tanımına göre Ar-Ge'nin uygulama yollarından biri olan temel araştırma, herhangi bir özel uygulama göz önünde bulundurulmadan, gözlemlenebilir olayların altında yatan temelleri saptamaya yönelik yapılan teorik çalışmaları içerir (OECD, 2002: 78). Tanımdan da anlaşılacağı üzere bu araştırma türünde sorunun saptanması ve çözümün bulunması konusunda önerilerde bulunulur.

**Uygulamalı Araştırma (Applied Research):** Ar-Ge'nin uygulanma yollarından bir diğeri de uygulamalı araştırmadır. OECD tanımına göre uygulamalı araştırmalar, teorik araştırmalardan elde edilen bulguları kullanarak ya da yeni bir yol veya teknik kullanarak spesifik bazı çıktılar elde etmeye yönelik çalışmalardır.

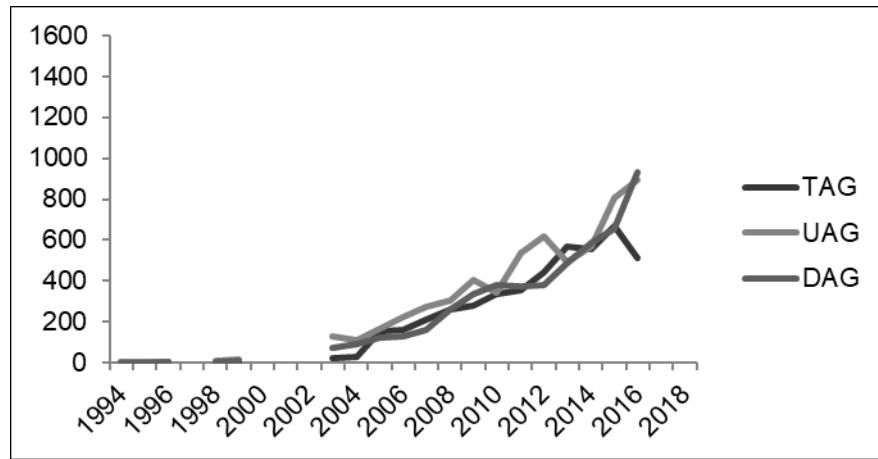
(OECD, 2002: 78). Bu araştırmaların orijininde de yine belirli bir probleme yönelik çözümler arayışı bulunmaktadır. Temel araştırmanın aksine ticari hedefleri vardır.

**Deneysel Araştırma (Experimental Research):** Ar-Ge'nin uygulanma türlerinden sonucusu deneysel araştırmadır. Bu araştırma türü, var olan ürünün temel ve uygulamalı araştırma çıktıları kullanılarak geliştirilmesini içerir (OECD, 2002: 78). Bu Ar-Ge türü, gelişmiş ülkelerde ve Türkiye'de diğer araştırma türlerine kıyasla en fazla kaynak ayrılan araştırma türüdür.

Çalışmada üzerinde durulan ana soru, kamu ve özel kesimin üç Ar-Ge türüne yaptıkları harcamaların daha çok hangi Ar-Ge türünden katma değere dönüştüğüdür. Bunun için öncelikli olarak kamu kesimi ve özel sektörün bu Ar-Ge türlerine yaptıkları harcamalarına Şekil 2 ve 3'te karşılaştırmalı olarak bakılmıştır. Bu şekillerden de anlaşılacağı üzere, özel sektörün harcamalarını daha çok deneysel geliştirmeye ayırdığı ancak genel olarak kamu kesimine göre daha yüksek Ar-Ge harcamaları yaptığı söylenebilir. Yüksek Ar-Ge harcamaları her zaman daha yüksek getiri anlamına gelmemektedir. Bu harcamalardan elde edilen çıktının yeniliği, niteliği, sunulduğu pazar, ihtiyaçları karşılamaya dönük olması, çıktının katma değerini belirleyen özelliklerdir.



**Şekil 2. Özel sektör Ar-Ge harcamalarının Ar-Ge türlerine göre dağılımı (Kaynak: OECD)**



**Şekil 3. Kamu kesimi Ar-Ge harcamalarının Ar-Ge türlerine göre dağılımı (Kaynak: OECD)**

Ar-Ge türlerinin sadece katma değer üzerine etkileri değil toplam faktör verimliliği (TFV) gibi bir makroekonomik göstergeye etkileri de yabancı literatürde geniş yer bulmuştur (Mansfield, 1980: 866; Link, 1981; Griliches, 1985:147; Lichtenberg ve Siegel, 1991; Griliches, 1998:4; Guellec ve De La Potterie, 2002:103). Ar-Ge türlerinin verimlilik üzerindeki olumlu etkileri aynı zamanda katma değer yaratılması için uygun ortamı sağlamaktadır. Bir diğer deyişle, verimlilik artışı katma değer için kaynağı olarak görülebilir (Verma, 2012:177).

Mevcut literatürde Ar-Ge türlerinin katma değer üzerine etkileri sıklıkla araştırılmıştır (Lichtenberg ve Siegel, 1991; Tsang ve diğerleri, 2008; Czarnitzki ve Thorwarth, 2012). Çalışmalarda ABD, OECD ve

Avrupa ülkelerine yönelik araştırmalar yapılmış ancak Türkiye'ye yönelik bir çalışma bulunamamıştır. Dolayısıyla bu çalışmada, Türkiye'de kamu kesimi ve özel sektörün Ar-Ge türlerine yaptığı harcamaların katma değer üretimi üzerine etkilerinin incelenmesi ulusal literatürdeki boşluğu doldurmaktadır. Ayrıca çalışma, kamu kesimi ve özel sektörün katma değer üretimini artırmaya yönelik politika girdisi üretmesi yönünden önem taşımaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde Ar-Ge türlerinin ekonomik etkileri literatür taraması ile tartışılmıştır. Üçüncü bölümde ise ampirik bir yaklaşımla Türkiye verileri kullanılarak Ar-Ge türlerinin finansman kaynaklarına sınıflaması yapılarak katma değer üzerine etkileri sayısal olarak hesaplanmıştır. Son bölümde ise çalışmanın sonuçlarından türetilen politika önerileri yer almaktadır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Ar-Ge türlerinin farklı yöntemler kullanması, bu araştırma türlerine ayrılan kaynakların da farklı olmasına neden olmuştur. Temel araştırma bilimsel teorik çalışmaları içerirken, uygulamalı araştırmanın temel araştırma çıktıları kullanarak pratiğe geçirmesi, uygulamalı araştırmaya ayrılan bütçenin daha yüksek olmasına neden olmaktadır. Bu noktada farklı Ar-Ge türlerine ayrılan farklı miktarda kaynağın bu araştırma türlerinin ekonomik değer yaratma performansını nasıl etkilediği uzun süredir araştırılan bir sorudur.

Literatürde Ar-Ge türlerinin verimlilik, katma değer ve toplam gelir üzerine etkileri sıklıkla araştırılmıştır. Bu araştırmaların odağı genellikle temel ve uygulamalı araştırma üzerine yoğunlaşmıştır. Çalışmaların bir kısmı özellikle temel araştırmanın verimlilik, katma değer, toplam gelir ve hatta yenilik faaliyetleri üzerindeki etkisinin diğer Ar-Ge türlerine göre daha yüksek olduğunu göstermektedir (Mansfield, 1980; Link, 1981; Griliches, 1985:147; Lichtenberg ve Siegel, 1991; Tsang ve diğerleri, 2008; Czarnitzki ve Thorwarth, 2012).

Mansfield'in çalışması birçok çalışmanın başlangıç noktasını oluşturmuştur. Mansfield, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) imalat sanayi verilerini kullanarak yaptığı çalışmada, temel araştırmalar ile üretim verimliliği arasında güçlü bir ilişki olduğu sonucuna varmıştır (Mansfield, 1980). Mansfield'in bulgularına ek kanıtlar sunmak için Link (1981) tarafından yapılan çalışmada ise temel araştırmalar, özel sektör ve kamu finansmanına göre sınıflandırılmış ve özel sektörün finanse ettiği temel araştırmaların firma verimliliği üzerinde daha güçlü bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonra Griliches buna paralel olarak, ABD'deki en büyük bin imalat firması üzerine yaptığı çalışmada, temel araştırmaların üretim verimliliği üzerine etkisinin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır (Griliches, 1985:147). Benzer şekilde ABD imalat sanayisinde temel araştırmaların toplam faktör verimliliği üzerinde diğer araştırma türlerine göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır (Lichtenberg ve Siegel, 1991). Amerikan firmaları için yapılan bir genel değerlendirmede, firmaların temel araştırma yeteneklerini geliştirmesinin uygulamalı araştırmalar için önemli bir girdi olacağı vurgulanmıştır (Rosenberg, 1990). Görece eski literatür ABD eksenli çalışmaları içerirken biraz daha yakın dönem literatürde farklı ülke örneklemeleri de kullanılmıştır. Örneğin, Singapur sanayi sektörüne yönelik yapılan bir çalışmada, yerli ve yabancı firmalardaki temel araştırmanın diğer Ar-Ge türlerine göre hem yerli hem yabancı firmalarda daha yüksek katma değer ürettiği sonucuna ulaşılmıştır (Tsang ve diğerleri, 2008). Belçika'da firma düzeyinde yapılan bir çalışmada ise yüksek ve düşük teknoloji firmalarda temel araştırmanın firmanın yarattığı katma değere etkileri araştırılmış ve yüksek teknoloji sektörlerde temel araştırmanın etkisi yüksek bulunurken düşük teknoloji sektörlerde temel araştırmanın bir etkisi bulunamamıştır (Czarnitzki ve Thorwarth, 2012).

Literatüre bakıldığında Ar-Ge türlerinin ekonomik değer yaratma performansı, bu araştırma türlerinin finansman kaynağına göre de değişiklik göstermektedir. Örneğin, firma ya da sektör düzeyinde yapılan çalışmalardan farklı olarak üniversitelerdeki araştırma faaliyetlerinde kamu ve özel sektör finansmanının etkileri araştırılmıştır. ABD'deki üniversiteler üzerine yapılan çalışmada, kamu tarafından finanse edilen temel araştırmaların Ar-Ge'nin etkinliğini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Rosenberg ve Nelson, 1994). Kamu finanslı temel araştırmaların etkilerini daha geniş bir perspektifle araştıran çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmalardan biri, ABD endüstrilerinde kamu tarafından finanse edilen temel araştırmaların, bilgisayar, malzeme bilimi, elektrik ve makine mühendisliği gibi alanlarda teknolojik gelişme sağlayacağını öne sürmektedir (Klevorick ve diğerleri, 1995). Bir diğer çalışmada genel olarak literatür değerlendirilmiş ve kamu tarafından finanse edilen temel araştırmaların pozitif ekonomik etkilerine ek olarak sosyal faydaya da olumlu etki ettiği vurgulanmıştır (Salter ve Martin, 2001).

Ar-Ge türlerinin birbirinden bağımsız düşünülmemeyeceği de çalışmalarda sıklıkla dile getirilmiştir. Bu birbirine bağlı süreç, araştırmacıları Ar-Ge türleri arasındaki etkileşimin nasıl ve ne yönde olduğu konusunda bazı kanıtlar aramaya sevk etmiştir. Ar-Ge türleri arasındaki etkileşim, erken dönem literatürde teorik bir modelle araştırılmıştır. Bu modelde, sadece temel araştırmalara yapılacak olan bir yatırımın uygulamalı ve deneysel araştırmaları dışlayıcı etkisinin önlenmesi için bu üç araştırma türünü ihmal etmeyen bir politikanın izlenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (March, 1991). Bir diğer teorik modelde,

temel araştırmaların bir firmada tek başına verimliliği artırma ya da ürün kalitesini geliştirme konusunda yeterli olmadığı, ancak uygulamalı araştırmalarla desteklenirse bir etki yaratabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Cassiman ve diğerleri, 2002). Teorik modellerden elde edilen sonuçlar ampirik çalışmalarla da desteklenmiştir. ABD'de 106 firmanın finansal verileri kullanılarak yapılan bir diğer çalışmada temel araştırma girişimleri, gelecekteki uygulamalı araştırmalar için temel oluşturabilecek olan bilgi stokunun derinliğini artırıcı etki yapabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Henard ve McFadyen, 2005). Dolayısıyla temel araştırmaların var olan bilgi seviyesini artırdığı ancak doğrudan firma performansına bir etkisi olmadığı söylenebilir. Aynı çalışmada, uygulamalı araştırmaların temel araştırmalardan beslendiği ve bu nedenle de uygulamalı araştırmaların firma performansı üzerinde daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Henard ve McFadyen, 2005). On OECD ülkesi verileriyle yapılan diğer bir çalışmada ise uygulamalı ve deneysel araştırmalar aynı başlık altında toplanmış ve temel araştırmalarla karşılaştırılmıştır. Çalışmada iki başlık altında toplanan araştırmaların her ikisinin de üretim ve verimlilik üzerinde etkili olduğu ancak deneysel ve uygulamalı araştırmaların temel araştırmalara göre daha etkili olduğu ampirik olarak kanıtlanmıştır (Luintel ve Khan, 2011: 73). Özellikle 2000 yılı sonrası literatürün temel ve uygulamalı araştırmaları birbirini besleyen bir süreç olarak ele almıştır. Bu durum, temel araştırmalardan elde edilen bilgilerin, bilgi ve iletişim teknolojileri aracılığıyla daha ulaşılabilir ve yaygın hale gelmesiyle açıklanabilir.

Ar-Ge türlerinin etkilerine yönelik farklı yaklaşımlar da bulunmaktadır. Örneęin, teorik bir modelle temel ve uygulamalı araştırmaların ekonomik büyüme üzerine etkilerini sektörel olarak inceleyen bir çalışmada, temel araştırmaların imalat sektöründe hizmet sektörüne kıyasla daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı çalışmada, yeterli uygulamalı araştırma ortamı varsa büyümenin temel araştırmalara yapılan yatırımlarla sağlanabileceği de vurgulanmıştır (Gersbach ve diğerleri, 2018). Bir diğer çalışmada, yirmi sekiz Avrupa Birlięi (AB) üyesi ülke verileri kullanılarak ülkelerin gelir seviyeleri ile Ar-Ge türleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Elde edilen ampirik bulgular, yüksek gelirli ülkelerde uygulamalı araştırma faaliyetlerinin temel araştırmaya göre daha verimli olduğunu göstermektedir (Holý ve Šafr, 2018).

Literatürden farklı olarak Ar-Ge faaliyetlerinin etkilerinin daha uzun dönemde ortaya çıkacağını ve kısa dönemde katma değer ya da büyüme gibi ekonomik göstergelere etki etmeyeceğine yönelik çalışmalar da bulunmaktadır (Ebel, 1973; Cadil ve diğerleri, 2018).

Yapılan çalışmalarda Ar-Ge türlerinin etkileri, bu araştırma türlerinin birbiriyle ilişkisi, ülkelerin gelir düzeyi, firmaların teknolojik yapısı ve bu araştırma faaliyetlerinin finansman yöntemi gibi etkenler dikkate alınarak araştırılmıştır. Bu çalışmalarda genellikle temel ve uygulamalı araştırmaların etkileri üzerinde durulmuştur. Oysa Türkiye'de, Şekil 2 ve 3'te de görüleceği gibi hem özel sektörün hem kamunun en çok kaynak ayırdığı Ar-Ge türü, deneysel araştırmadır. Literatürde gelişmiş ülke örnekleri bulunan bu çalışmada literatürden farklı olarak hem kamu hem özel sektör finanslı üç Ar-Ge türünün katma değer üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışma, gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'nin Ar-Ge politikalarını kendi dinamiklerine özgü olarak değerlendirmesi için önemlidir.

### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Veri Seti

Çalışmada kullanılan verilerden Ar-Ge harcamaları, OECD'nin sınıflaması esas alınarak üç başlık altında toplanmıştır. Daha sonra bu harcamalarda, kamu ve özel sektör finansmanı ayırımına da gidilmiş ve altı farklı Ar-Ge harcaması elde edilmiştir. Veriler hakkındaki açıklamalar Tablo 1'de yer almaktadır. Oluşturulan veri seti, hangi Ar-Ge türünün daha fazla katma değer yarattığına ek olarak, kamu ve özel sektör ayırımı yapılarak hangi sektörün bu harcamalarda etkinliği sağladığını görmeye olanak sağlayacaktır.

Çalışmada kullanılan veri seti, 1994-2019 yıllarına ait yıllık verileri içermektedir. Bu verilerde eksik gözlem olması nedeniyle yaklaşık yirmi yıllık bir zaman periyodu sonuçlara yansıtılmıştır. Ayrıca çift sayım olmaması için TZE Ar-Ge personel sayısı toplam istihdam sayısından (L) çıkarılmıştır. Bu değişkenlere ilişkin özet istatistikler Ekler bölümünde yer alan Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 1. Veri seti kaynağı ve açıklaması**

Değişken	Açıklama	Kaynak	Birim
KD	Katma Değer	OECD	Ulusal Para Birimi
TAB	Özel Sektör Finanslı Temel Araştırma Harcamaları	OECD	Ulusal Para Birimi
TAG	Kamu Finanslı Temel Araştırma Harcamaları	OECD	Ulusal Para Birimi
UAB	Özel Sektör Finanslı Uygulamalı Araştırma Harcamaları	OECD	Ulusal Para Birimi
UAG	Kamu Finanslı Uygulamalı Araştırma Harcamaları	OECD	Ulusal Para Birimi
DAB	Özel Sektör Finanslı Geliştirme Araştırma Harcamaları	OECD	Ulusal Para Birimi
DAG	Kamu Finanslı Geliştirme Araştırma Harcamaları	OECD	Ulusal Para Birimi
TZE	Tam zaman eşdeğeri Ar-Ge personel sayısı	TÜİK	Sayı
K	Sermaye Stoku	IMF	Ulusal Para Birimi
L	Toplam istihdam sayısı	TÜİK	Sayı

### 3.2. Ampirik Model

Ampirik model, katma değer üzerine doğrudan ve dolaylı etkileri olabilecek değişkenlerle oluşturulmuştur. Eşitlik 1'de katma değer bağımlı değişken, kamu ve özel sektör finanslı üç farklı Ar-Ge türü, Ar-Ge personel sayısı, sermaye stoku ve istihdam sayısı bağımsız değişken olarak yer almıştır.

Ampirik model oluşturulurken literatürde de sık vurgulanan, Ar-Ge harcamalarının yapıldığı dönemden sonraki dönemlere etki edeceğinden hareketle modelde bağımsız değişkenlerde gecikmeli değerler kullanılmıştır. Temel ampirik model, Eşitlik 1'de gösterilmiştir:

$$\ln KD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln TAB_{t-2} + \beta_2 \ln TAG_{t-2} + \beta_3 \ln UAB_{t-2} + \beta_4 \ln UAG_{t-2} + \beta_5 \ln DAB_{t-2} + \beta_6 \ln DAG_{t-2} + \beta_7 \ln TZE_{t-1} + \beta_8 \ln K_{t-1} + \beta_9 \ln L_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Eşitlik 1'de bulunan bağımsız değişkenlere uygulanacak olan gecikme sayıları Ekler bölümünde yer alan Tablo 6 ve 7'deki gecikme seçim kriterleri tablosuna göre verilmiştir. Gecikme sayılarının seçimi yapılırken Akaike bilgi kriteri (AIC) kullanılmıştır. Gecikme sayıları dahili ve harici araç değişkenler için ayrı hesaplanmıştır.

### 3.3. Analiz Yöntemi

Çalışmada kullanılan analiz yöntemi, veri seti ve araştırma sorusu ile uyumlu olmalıdır. Araştırma sorusu ve veri seti ile uyumlu olmayan bir ekonometrik model, sapmalı sonuçlar vermektedir. Bu nedenle bu çalışmada, literatürde de benzer araştırma soruları için kullanılan İki Aşamalı En Küçük Kareler (2AEKK) yöntemi kullanılmıştır.

#### 3.3.1. İki Aşamalı En Küçük Kareler Yöntemi

Eşanlı denklem sistemlerinde bağımsız değişkenden bağımlı değişkene, bağımlı değişkenden bağımsız değişkene bir etki söz konusudur. Eşanlı denklem sistemlerinde de karşılıklı etkileşimde bulunan her bir değişken için bir denklem kurulur. Bu eşanlilik durumunu çözebilmenin bir yolu da araç değişken (AD) kullanımıdır.

EKK tahmin yönteminde değişkenler arası içsellik problemi düşük seviyede olsa dahi katsayı tahminlerini tutarsızlaştırır. Bunu gidermenin en iyi yolu da araç değişken kullanmaktır (Semadeni ve diğerleri, 2014). Araç değişkenlerin, ölçüm hataları ve rastgele bozulmalara karşı kullanılması ilk olarak Reiersøl (1941) tarafından önerilmiştir. Araç değişkenlerin kullanımı, ölçüm hataları olduğunda dahi tutarlı katsayı tahminleri üretir (Sargan, 1958). Bu bilgilere dayanarak tahminlenecek olan ampirik model, altı ayrı modele ayrılmıştır.

Bu çalışmada 2AEKK yöntemi uygulanmadan, araç değişkenlerin içselliği ve dayanıklılığına yönelik bir dizi test yapılmıştır. Bu test sonuçları, ekonometrik modeldeki hata terimlerinin eş ya da değişen varyanslı olmasına göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle, bu testler öncesinde değişen varyansın varlığını tespit etmek için Pagan ve Hall'ın önerdikleri araç değişkenlerin bulunduğu modeller için eş varyans testi uygulanmıştır (Pagan ve Hall, 1983). Testin sonuçlarına göre araç değişkenlerin güç sınavında kullanılan testler değişmektedir.

Bu çalışmada oluşturulan altı regresyon modelinin tamamında Pagan-Hall test istatistiğine göre değişen varyans tespit edilmiştir. Buna ek olarak değişkenler arası otokorelasyon tespiti için Breusch-Godfrey LM test uygulanmış ve değişkenler arası otokorelasyon bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Dikkat edilmesi gereken diğer bir durum ise değişkenlerin durağanlığı sorunudur. Çalışmada kullanılan zaman serisi kısa dönemli olduğundan Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (KPSS) birim kök testi kullanılmıştır. Bu test kısa dönemli zaman serileri için daha uygundur (Arltova ve Fedorova, 2016). KPSS test sonuçları Ekler bölümünde yer alan Tablo 4'te yer almaktadır. Tablo 4'e göre toplam istihdam (L) birinci farkta I (1), katma değer (KD) ise ikinci farkta I (2) düzeyinde durağandır. Bu nedenle bu değişkenler farkları alınarak durağanlaştırılmış ve analize bu şekliyle dahil edilmiştir. Diğer değişkenler sermaye (C) ve tam zaman eşdeğeri Ar-Ge personel sayısının (FTE) gecikmeli değerleri I (0) düzeyinde durağandır.

Ar-Ge türleri için KPSS birim kök testi, bu değişkenlerin eksik gözlem içermesi nedeniyle sonuç vermemiştir. Bu nedenle Ar-Ge türleri için Dickey-Fuller birim kök testi uygulanmıştır. Dickey-Fuller birim kök testi, eksik gözlemlili değişkenler için uygun bir birim kök testidir (Ryan ve Giles, 1998:12). Ar-Ge türlerine ait birim kök test sonuçları Ekler bölümünde yer alan Tablo 5'te verilmiştir. Tablo 5'e göre Ar-Ge türlerinin de gecikmeli değerleri I (0) düzeyinde durağandır.

### 3.3.2. Durbin-Wu-Hausman İçsellik Testi

Bu test, ampirik modelde içsel bir değişken olduğundan şüphe duyulan değişkenin içsel olup olmadığına karar vermeye yarayan bir testtir. Testin hipotezi ise aşağıdaki şekildedir.

$H_0$ : Değişkenin diğer değişkenlerle arasında içsellik bağlantısı yoktur, değişken dışsaldır.

Bu hipotezin reddedilmesi içsel değişkenin tahminlenen modelde etkisinin anlamlı olduğunu ve araç değişken kullanmanın gerekli olduğunu gösterir. Bu test, Durbin (1954), Wu (1973) ve Hausman (1978) tarafından önerilmiştir.

### 3.3.3. Eksik Tanımlama (Under- Identification): Anderson LM ve Kleibergen-Paap LM Test

Eksik tanımlanmış model, parametrelerin tahmininde verilerde eksik bilgi bulunan modeldir. Eksik tanımlama için yaygın olarak kullanılan istatistik Andersonkanonik korelasyonları Lagrange çarpanıdır (LM). Bu test, hata terimlerinde eş varyans (homoscedasticity) olduğunu varsayar. Fakat değişen varyans durumlarında geçerliliği yoktur. Bu nedenle bu çalışmada Pagan-Hall testi ile hata terimlerinde değişen varyans durumu tespit edildiğinden Kleibergen-Paap LM test sonuçları dikkate alınmıştır. Kleibergen-Paap LM test sonuçları, değişen varyans durumunda kullanılması önerilen bir eksik tanımlama testidir.

### 3.3.4. Zayıf Tanımlama (Weak- Identification): Cragg-Donald ve Kleibergen-Paap Wald Test

Birden fazla içsel değişken olması durumunda, araç değişkenlerin gücünü ölçen testise Cragg ve Donald testidir (Cragg ve Donald, 1993). Ardından Stock ve Yogo (2002:4)'de yaptıkları çalışmada Cragg ve Donald testinin kritik değerlerini tablo haline getirmiştir. Buna göre hesaplanan Cragg-Donald F istatistiği Stock-Yogo kritik değerinden büyükse araç değişkenlerin zayıf tanımlandığına yönelik boş hipotez reddedilir. Fakat bu test, değişen varyans (heteroscedasticity) olması durumunda geçerli değildir (Baum ve diğerleri, 2007).

Cragg-Donald Wald testinin değişen varyans durumunda etkin sonuçlar verememesi nedeniyle KleibergenandPaap,2006'da değişen varyansa dayanıklı bir test geliştirmiştir. Kleibergen-PaapWald test olarak adlandırılan bu test, değişen varyans durumunda da etkin bir tahmin sonucu vermektedir (Kleibergen ve Paap, 2006).

### 3.3.5. Aşırı Tanımlama (Over-identification): SarganveHansen J Testi:

Aşırı tanımlanmış modeller, eksik tanımlanmış modellerin aksine, parametrelerin tahmininde verilerde fazlasıyla bilgi bulunan modellerdir. Aşırı tanımlamayı belirlemek için geliştirilen testler Sargan ve Hansen J testleridir. Her iki testin boş hipotezinde, araç değişkenlerin hata terimleri ile ilişkili olmadığı yer alır. Test sonucunda p değeri 0.05 değerinin üstünde ise boş hipotez reddedilmez ve araç değişkenlerin hata terimleri ile ilişkili olmadığı sonucuna ulaşılır. Bu durum ise kullanılan araç değişkenin doğru olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak Sargan testi eş varyans durumunda, Hansen J testi ise değişen varyans durumunda tutarlı sonuçlar vermektedir (Ventura, 2018).

Çalışmada kullanılan her bir modelde hata terimlerinde değişen varyans tespit edildiğinden, eksik tanımlama için Kleibergen-Paap LM, zayıf tanımlama için Kleibergen-PaapWald, aşırı tanımla için de Hansen J testlerinin sonuçları esas alınmıştır.

Çalışmada, Stata 13 paket programında *ivreg2* kodları kullanılarak analiz yapılmıştır (Baum ve diğerleri, 2002). Bu kod (*ivreg2*), araç değişken kullanılan 2AEKK modellerinde değişen varyans ve otokorelasyon bulunduğu durumda dahi tutarlı sonuçlar üretmektedir.

## 4. BULGULAR

Araştırmada eşanlı denklem modeli kullanılmış ve ampirik model 2AEKK yöntemiyle tahmin edilmiştir. Bu tahmin yönteminden önce, bazı ön testlerle 2AEKK yönteminin hangi testler kullanılarak uygulanması gerektiği belirlenmiştir. Bunlardan ilki, Ekler bölümünde yer alan Tablo 3'te verilmiş olan korelasyon değerleridir. Yüksek korelasyon değerleri, değişkenlerin tek bir modelle tahminini zorlaştırmıştır. Bu nedenle altı farklı model oluşturulmuştur.

Modeller oluşturulurken 2AEKK içerisinde var olan tanımlama testleri ve içsel olabileceği düşünülen değişkenlere Durbin-Wu-Hausman testi uygulanmıştır. Bunun sonucunda altı farklı Ar-Ge türüne ait harcamaların içsel olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araç değişkenlerin seçimi yapılırken ise araç değişkenlerin tam tanımlanmış model özelliklerine uyması, kurulan modelin bağımlı değişkeni açıklama konusunda yeterli olduğunu göstermektedir. Araç değişkenler hata terimleriyle ilişkisiz ve içsel değişkenler ile ilişkili değişkenlerdir. Literatürde araştırmacılar çoğunlukla istatistiksel bir kanıt arzusuyla, üzerine çok düşünülmeden değişkenin gecikmeli değerini araç değişken olarak kullanmaktadır. Fakat Rossi, sadece gecikmeli değerlerin araç değişken olarak kullanılmasının iktisadi açıdan savunulabilir bir durum olmadığını belirtmiştir (Rossi, 2014). Bu durumda araç değişken seçimi bu tahmin yönteminde en zor kısmı oluşturmaktadır. Bu çalışmada araç değişkenler, içsel değişkenle potansiyel ilişkisi düşünülmüş olarak belirlenmiştir. Çalışmada tahminlenen altı eşitlik şu şekildedir (Eşitlik 2-7):

$$\ln KD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln D_{t-1} + \beta_2 \ln C_{t-1} + \beta_3 \ln TZE_{t-1} + (\beta_4 \ln TAB_{t-2} = \ln TAB_{t-3} \ln TAG_{t-2}) \quad (2)$$

$$\ln KD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln D_{t-1} + \beta_2 \ln C_{t-1} + \beta_3 \ln TZE_{t-1} + (\beta_3 \ln TAG_{t-2} = \ln TAG_{t-3} \ln TAB_{t-2}) \quad (3)$$

$$\ln KD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln D_{t-1} + \beta_2 \ln C_{t-1} + \beta_3 \ln TZE_{t-1} + (\beta_3 \ln UAB_{t-2} = \ln UAB_{t-3} \ln UAG_{t-2}) \quad (4)$$

$$\ln KD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln D_{t-1} + \beta_2 \ln C_{t-1} + \beta_3 \ln TZE_{t-1} + (\beta_3 \ln UAG_{t-2} = \ln UAG_{t-3} \ln UAB_{t-2}) \quad (5)$$

$$\ln KD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln D_{t-1} + \beta_2 \ln C_{t-1} + \beta_3 \ln TZE_{t-1} + (\beta_3 \ln DAB_{t-2} = \ln DAB_{t-3} \ln UAB_{t-2}) \quad (6)$$

$$\ln KD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln D_{t-1} + \beta_2 \ln C_{t-1} + \beta_3 \ln TZE_{t-1} + (\beta_3 \ln DAG_{t-2} = \beta_3 \ln DAG_{t-3} \ln UAG_{t-2}) \quad (7)$$

Tahminlenen beş denklemde, parantez içerisinde eşitliğin sağ tarafındaki değişkenler regresyona dahil edilmeyen araç değişkenlerdir. Harici araç değişkenler; araç değişkenin 1 gecikmeli değeri ve diğer Ar-Ge türleri arasından seçilmiştir (Tsang ve diğerleri, 2008: 430; Liao, 2018).

Seçilen araç değişkenlerden sonra yapılan tanımlama testleri, modellerin tam tanımlandığını göstermektedir. Bu sonuçlar, çalışmanın Ekler bölümünde yer alan Tablo 8-13'te yer almaktadır. Sonuçlara bakıldığında, regresyon modelinin varyansının sabit ya da değişen varyanslı olması, uygulanan testlerin geçerliliği için önemlidir. Çünkü, En Küçük Kareler (EKK) modelinde, sabit varyans temel varsayımlardan biridir. Dolayısıyla regresyon modelinin varyans özelliğinin bilinmesi yapılacak olan testlerin seçimi için bir ön koşuldur. Bunun için eşanlı denklem sistemlerinde kullanılan araç değişkenlerin bulunduğu regresyonların varyans özelliğini tespit etmeye yönelik Pagan-Halleş varyans testi uygulanmıştır.

Ek'te yer alan tablolardaki (Tablo 8-13) regresyon sonuçları incelendiğinde, özel sektör temel ve uygulamalı araştırma faaliyetlerinin diğer araştırma faaliyetlerine göre katma değer üzerine en yüksek etkiyi yaptığı görülmektedir. Buna ek olarak deneysel araştırmalar ile diğer araştırma türleri arasında bariz bir fark bulunmamakla birlikte bu araştırma türü de katma değer üzerine pozitif etki etmektedir. Sermaye stoku ve Ar-Ge personel sayısı, kamu finanslı Ar-Ge türleri ile birlikte pozitif ve anlamlı iken, istihdam sayısı sadece özel sektör uygulamalı araştırmalarıyla pozitif ve anlamlı bulunmuştur.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, üç farklı Ar-Ge uygulama türünün kamu ve özel sektör finansmanına göre sınıflanarak katma değer üretimi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, özel sektör finanslı temel ve uygulamalı araştırma faaliyetlerinin, kamu kesimi finanslı faaliyetlere göre daha yüksek katma değer yarattığını göstermektedir. Bu durum, özel sektör Ar-Ge faaliyetlerinin kamu kesimine göre daha etkin ve verimli olduğunu göstermektedir.

Ar-Ge'nin bir üretim faktörü gibi üretimin her aşamasında kullanılabilir olması, üretimde hedeflenen çıktı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Literatüre bakıldığında Ar-Ge'nin yüksek teknoloji ve katma değeri yüksek ürünler ortaya koyması, verimliliği artırıp değer yaratması, üretim sürecinden önce yapılan bilimsel çalışmalara dayanmaktadır. Bu bilimsel araştırmalar, bilinen adı ile temel araştırmalar, üretim süreçlerinden önce "ne, nasıl, ne şekilde yapılmalıdır?" sorularını sorarak problem için çözüm sunmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmalar, toplumda var olan ihtiyaçlara yönelik bir projeksiyon gibi düşünülebilir. Bu nedenle de üretici ticari bir ürün ortaya çıkarırken bu araştırmalardan beslenmelidir. Bu etkileşim, üreticinin doğru bir üretim kararı alması ve üretim sürecini doğru yönetmesi açısından önemlidir. Bilimsel araştırma temelli üretim süreçleri, ihtiyaca yönelik yüksek teknoloji, katma değeri yüksek ürünler ortaya koyarak makroekonomik göstergelere de olumlu etki edecektir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar da bunu doğrular niteliktedir.



Literatürde yer alan birçok ülke örneğinde görüldüğü gibi Türkiye'de de temel araştırmalar uygulamalı araştırmalarla birlikte katma değere en yüksek katkı yapan Ar-Ge türleridir. Dolayısıyla bu sonuçlar, iki Ar-Ge türüne de yatırım sürekliliği sağlanması gerektiğini göstermektedir. Çalışmadan elde edilen bulgular, Henard ve McFadyen'in çalışmasıyla paraleldir (Henard ve McFadyen, 2005). Diğer Ar-Ge türlerine göre daha az kaynak ayrılan ve genellikle emek yoğun bir süreç olan temel araştırmalara daha fazla kaynak ayrılması gerektiği, çalışmanın ana bulgularından biridir. Buna ek olarak temel araştırma çıktılarının uygulamalı araştırma zemininde ticari bir ürüne dönüşmesi için gerekli altyapı sağlanmalıdır. Çünkü çalışmadan elde edilen ampirik bulgular, temel araştırmalardan sonra uygulamalı araştırmaların en yüksek katma değer üreten Ar-Ge türü olduğunu göstermektedir. Çalışmanın sonuçları, temel araştırmalar ve uygulamalı araştırmalara yapılacak olan yatırımın, katma değeri yüksek ve yüksek teknoloji mal ve hizmet üretimine geçişi hızlandıracağını düşündürmektedir. Dolayısıyla bu çalışma Gersbach'ın çalışmasını da desteklemektedir. Temel araştırmalara yapılacak olan yatırımlar, uygulamalı araştırma zemini oluşturulursa sürdürülebilir büyüme sağlayacaktır (Gersbach ve diğerleri, 2018). Buna ek olarak Ar-Ge harcamalarından en yüksek payı almasına rağmen deneysel araştırmaların, diğer Ar-Ge türleri ile katma değer üretimine benzer etkide bulunması aslında bu harcamaların etkin olmadığını göstermektedir. Bu aynı zamanda deneysel araştırmaların verimlilik üzerine etkilerinin diğer araştırma türlerine göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Temel araştırmalar, "ne, nasıl, ne şekilde yapılmalı?" sorularını yanıtlarken özellikle üretim sürecinde fiziki ve beşeri sermaye verimliliğini artıran önemli bir role sahiptir. Katma değer üretimi ise üretim süreçlerinin verimli olması ile mümkündür. Dolayısıyla bilimsel araştırmalara ve bu araştırmaların pratiğe dökülmesine daha fazla kaynak ayrılarak önce üretimde verimlilik sağlanmalıdır. Bu faaliyetlerle verimliliğin sağlanmasıyla katma değerli üretim ve sürdürülebilir büyüme gibi makroekonomik göstergelerde iyileşmenin sağlanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada 1994-2019 yıllarına ait Türkiye verileri ile Ar-Ge türlerinin katma değer üretimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada, veri setindeki bazı değişkenlere ait eksik gözlemler dolayısıyla daha uzun dönemli bir tahminleme yapılamamıştır. Ar-Ge faaliyetlerinin etkileri uzun dönemde görüldüğünden, daha uzun dönemli veri setine sahip ülke örnekleri ile daha güçlü bulgular elde edilebilir.

## KAYNAKÇA

- Arltova, M. ve Fedorova, D. (2016). "Selection of Unit Root Test on the Basis of Length of the Time Series and Value of AR (1) Parameter", *Statistika-Statistics and Economy Journal*, 96(3), 47-64.
- Baum, C.F., Schaffer, M.E., ve Stillman, S. (2002). "IVREG2: Stata Module for Extended Instrumental Variables/2SLS and GMM Estimation", Boston College Department of Economics.
- Baum, C.F., Schaffer, M.E. ve venStillman, S. (2007). "Enhanced Routines for Instrumental Variables/Generalized Method of Moments Estimation and Testing", *The Stata Journal*, 7(4), 465-506.
- Cadil, J., Mirošnik, K., Petkovova, L. ve Mirvald, M. (2018). "Public Support of Private R&D—Effects on Economic Sustainability", *Sustainability*, 10(12), 4612.
- Cassiman, B., Perez-Castrillo, D. ve Veugelers, R. (2002). "Endogenizing Know-How Flows Through the Nature of R&D Investments", *International Journal of Industrial Organization*, 20(6), 775-799.
- Cragg, J.G. ve Donald, S.G. (1993). "Testing Identifiability and Specification in Instrumental Variable Models", *Econometric Theory*, 222-240.
- Czarnitzki, D. ve Thorwarth, S. (2012). "Productivity Effects of Basic Research in Low-Tech and High-Tech Industries", *Research Policy*, 41(9), 1555-1564.
- Durbin, J. (1954). "Errors in Variables", *Revue de l'institut International de Statistique*, 23-32.
- Ebel, R.L. (1973). "Some Limitations of Basic Research in Education", *The Phi Delta Kappan*, 49(2), 81-84.
- Gersbach, H., Sorger, G. ve Amon, C. (2018). "Hierarchical Growth: Basic and Applied Research", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 90, 434-459.
- Griliches, Z. (1985). "Productivity, R&D, and Basic Research at the Firm Level in the 1970s", National Bureau of Economic Research, (No. w1547).
- Griliches, Z. (1998). Introduction to "R&D and Productivity: The Econometric Evidence", *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*, University of Chicago Press, 1-14.
- Guellec, D. ve De La Potterie, B.V.P. (2002). R&D and Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries, *OECD Economic Studies*, 2001(2), 103-126.
- Hausman, J.A. (1978). "Specification Tests in Econometrics", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1251-1271.
- Henard, D.H. ve McFadyen, M.A. (2005). "The Complementary Roles of Applied and Basic Research: A Knowledge-Based Perspective", *Journal of Product Innovation Management*, 22(6), 503-514.
- Holý, V. ve Šafr, K. (2018). "Are Economically Advanced Countries More Efficient in Basic and Applied Research?", *Central European Journal of Operations Research*, 26(4), 933-950.
- Kleibergen, F. ve Paap, R. (2006). "Generalized Reduced Rank Tests Using the Singular Value Decomposition", *Journal of Econometrics*, 133(1), 97-126.
- Klevorick, A.K., Levin, R. C., Nelson, R.R. ve Winter, S.G. (1995). "On the Sources and Significance of Interindustry Differences in Technological Opportunities", *Research Policy*, 24(2), 185-205.
- Liao, X. (2018). "Public Appeal, Environmental Regulation and Green Investment: Evidence from China", *Energy Policy*, 119, 554-562.
- Lichtenberg, F.R. ve Siegel, D. (1991). "The Impact of R&D Investment on Productivity—New Evidence Using Linked R&D-Lrd Data", *Economic Inquiry*, 29(2), 203-229.
- Link, A.N. (1981). "Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing: Additional Evidence", *American Economic Review*, 71(5), 1111-1112.
- Luintel, K.B. ve Khan, M. (2011). Basic, applied and experimental knowledge and productivity: Further evidence. *Economics Letters*, 111(1), 71-74.
- Mansfield, E. (1980). "Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing", *The American Economic Review*, 70(5), 863-873.
- March, J.G. (1991). "Exploration and Exploitation in Organizational Learning", *Organization Science*, 2(1), 71-87.
- OECD (2002), "The Measurement of Scientific and Technological Activities Frascati Manual2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development", OECD Publications Service, Paris.
- Pagan, A.R. ve Hall, A.D. (1983). "Diagnostic Tests as Residual Analysis", *Econometric Reviews*, 2(2), 159-218.
- Reiersøl, O. (1941). "Confluence Analysis by Means of Lag Moments and Other Methods of Confluence Analysis", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1-24.
- Rosenberg, N. (1990). "Why do Firms do Basic Research (with Their Own Money)?", *Research Policy*, 19(2), 165-174.

- Rosenberg, N. ve Nelson, R.R. (1994). "American Universities and Technical Advance in Industry", *Research Policy*, 23(3), 323-348.
- Rossi, P.E. (2014). "Even the Rich Can Make Themselves Poor: A Critical Examination of IV Methods in Marketing Applications", *Marketing Science*, 33(5), 655-672.
- Ryan, K.F. ve Giles, D.E. (1998). "Testing for Unit Roots in Economic Time-series with Missing Observations", Department of Economics, University of Victoria, 1-40.
- Salter, A.J. ve Martin, B.R. (2001). "The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research: A Critical Review", *Research Policy*, 30(3), 509-532.
- Sargan, J.D. (1958). "The Estimation of Economic Relationships Using Instrumental Variables", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 393-415.
- Semadeni, M., Withers, M.C. ve TrevisCerto, S. (2014). "The Perils of Endogeneity and Instrumental Variables in Strategy Research: Understanding Through Simulations", *Strategic Management Journal*, 35(7), 1070-1079.
- Stock, J.H. ve Yogo, M. (2002). "Testing for Weak Instruments in Linear IV Regression", National Bureau of Economic Research, (No. t0284).
- Tsang, E.W.K., Yip, P.S.L. ve Toh, M.H. (2008). "The Impact of R&D on Value Added for Domestic and Foreign Firms in a Newly Industrial Economy", *International Business Review*, 17(4), 423-441.
- Ventura, M. (2018). "Testing the Validity of Instruments in an Exactly Identified Equation", *International Journal of Computational Economics and Econometrics*, 8(2), 159-169.
- Verma, R. (2012). "Can Total Factor Productivity Explain Value Added Growth in Services?", *Journal of Development Economics*, 99(1), 163-177.
- Wu, D.M. (1973). "Alternative Tests of Independence between Stochastic Regressors and Disturbances", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 733-750.

## EKLER

Tablo 2. Değişkenlere ait özet istatistikler

Değişken	Gözlem Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	En Küçük Değer	En Büyük Değer
KD	26	12,69765	1,806204	8,319025	14,92997
TAB	21	4,512149	2,739801	-1,465338	8,093001
TAG	20	4,222467	2,661052	-1,655482	7,170158
UAB	21	5,522036	2,303647	0,3471295	8,506438
UAG	20	4,802232	2,217207	-0,2903523	7,223478
DAB	21	6,717831	2,659957	0,5927742	9,620552
DAG	20	4,372609	2,540317	-1,305636	6,838243
C	25	18,45677	3,255957	13,90894	24,45952
L	25	16,86603	0,1496737	16,68077	17,15569
TZE	25	10,87372	0,7378687	9,73501	12,05594

Tablo 3. Değişkenler arası korelasyon tablosu.

	KD	TAB	TAG	UAB	UAG	DAB	DAG	C	L	FTE
KD	1,000									
TAB	0,985*	1,000								
TAG	0,985*	0,985*	1,000							
UAB	0,991*	0,991*	0,974*	1,000						
UAG	0,996*	0,985*	0,990*	0,985*	1,000					
DAB	0,994*	0,989*	0,993*	0,990*	0,993*	1,000				
DAG	0,996*	0,986*	0,988*	0,985*	0,996*	0,993*	1,000			
C	0,994*	0,978*	0,975*	0,984*	0,991*	0,987*	0,995*	1,000		
L	0,795*	0,867*	0,794*	0,855*	0,779*	0,819*	0,776*	0,774*	1,000	
TZE	0,922*	0,977*	0,955*	0,959*	0,943*	0,956*	0,942*	0,903*	0,934*	1,000

Not: \*, %5 anlam düzeyini temsil etmektedir.

Tablo 4. KPSS birim kök testi sonuçları

	KD	C	L	FTE
KPSS Düzey	0. Gecikme: 0,537 1. Gecikme: 0,301 2. Gecikme: 0,221	0. Gecikme: 0,338 1. Gecikme: 0,208 2. Gecikme: 0,169	0. Gecikme: 0,597 1. Gecikme: 0,315 2. Gecikme: 0,224	0. Gecikme: 0,217 1. Gecikme: 0,131 2. Gecikme: 0,101
KPSS 1. Fark	0. Gecikme: 0,515 1. Gecikme: 0,305 2. Gecikme: 0,227		0. Gecikme: 0,145 1. Gecikme: 0,112 2. Gecikme: 0,104	
KPSS 2. Fark	0. Gecikme: 0,0277 1. Gecikme: 0,0473 2. Gecikme: 0,0673			

KPSS Kritik Değerler: %10: 0,119; %5: 0,146; %2.5: 0,176; %1: 0,216

Tablo 5. Dickey Fuller birim kök testi sonuçları

Değişken	Düzye
TAB	0. Gecikme: -3,024; 1. Gecikme: -3,537***
TAG	0. Gecikme: -1,006; 1. Gecikme: -1,870; 2. Gecikme: -5,794*
UAB	0. Gecikme: -2,081; 1. Gecikme: -3,822***
UAG	0. Gecikme: -2,558; 1. Gecikme: -3,815**
DAB	0. Gecikme: -1,967; 1. Gecikme: -3,050; 2. Gecikme: -3,988**
DAG	0. Gecikme: -2,836; 1. Gecikme: -3,462***

Not: \*\*\*, \*\*, \*, sırasıyla %10, %5 ve %1 anlam düzeylerini temsil etmektedir (Dickey Fuller Kritik Değerler: %10: -3,240; %5: -3,600; %1: -4,380).

**Tablo 6. Emek, sermaye ve Ar-Ge personeli için gecikme seçimi**

Gecikme	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-6,7237		1		0,156	0,975	1,021	1,173
1	36,415	86,278*	1	0,000	0,003*	-2,856*	-2,798*	-2,608*
2	36,526	0,222	1	0,637	0,004	-2,775	-2,705	-2,478
3	36,569	0,085	1	0,771	0,004	-2,688	-2,606	-2,341

**Tablo 7. Ar-Ge türleri (TAB, TAG, UAB, UAG, DAB, DAG) gecikme seçimi**

Gecikme	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	24,303				1,0e-09	-3,6606	-3,85976	-3,47904
1	619,128	1189,7	36	0,000	2e-57*	-115,426	-116,82	-114,155
2	1977,92	95,89*	36	0,000	2e-07	-383,583*	-385,575*	-381,768*
3	1956,4	-43,028	36	0,000	1e-07	-379,281	-381,272	-377,465

**Tablo 8. Model 1 2SLS sonuçları**

Bağımlı Değişken: KD	Katsayı	Araç Değişkenler
TAB2	0,6703979 *** (0,0843414)	Araç Değişken: TAB2
C1	-0,0409212 (0,1057988)	Dahili Araç Değişkenler: C1, D.L1, FTE1
D.L1	-0,4870952 (2,809766)	
FTE1	-0,2732713 (0,832113)	
Sabit	14,0874*** (6,685747)	Harici Araç Değişkenler: TAB3, UAG2

Pagan-Hall Test: P-değeri: 0,5519

BreuschGodfrey: P- değeri: 0,5890

İçsellik Testi: Durbin-Wu-Hausman P- değeri:0,00172

Eksik Tanımlama Testi: Kleibergen-Paapr LM P- değeri: 0,0173

Zayıf Tanımlama Testi: Kleibergen-PaaprWald F istatistiği: 25,346

Stock-Yogo Kritik değeri: 10% maximal IV size:19,93

Aşırı Tanımlama Testi: Hansen J Testi P- değeri:0,6621

**Not:** \*\*\*, \*\*, \*, sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeylerini temsil etmektedir. Standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir.

**Tablo 9. Model 2 2SLS sonuçları**

Bağımlı Değişken: KD	Katsayı	Araç Değişkenler
TAG2	0,4702628 *** (0,0699256)	Araç Değişken: TAG2
C1	0,4026315 *** (0,1155969)	Dahili Araç Değişkenler:
D.L1	1,194919 (1,950569)	C1, D.L1, FTE1
FTE1	1,578815** (0,7792043)	
Sabit	20,94581*** (6,238722)	TAG3, DAB2

Pagan-Hall Test: P-değeri = 0,9205

BreuschGodfrey: P- değeri = 0,5558

İçsellik Testi: Durbin-Wu-Hausman P- değeri: 0,00370

Eksik Tanımlama Testi: Kleibergen-Paapr LM P- değeri = 0,0167

Zayıf Tanımlama Testi: Kleibergen-PaaprWald F istatistiği = 20,117

Stock-Yogo Kritik değeri: 10% maximal IV size: 19,93

Aşırı Tanımlama Testi: Hansen J Testi P- değeri: 0,8783

**Not:** \*\*\*, \*\*, \*, sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeylerini temsil etmektedir. Standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir.

**Tablo 10. Model 3 2SLS sonuçları**

<i>Bağımlı Değişken: KD</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Araç Değişkenler</i>
UAB2	0,6623308*** (0,0766675)	Araç Değişken: UAB2
C1	0,0122815 (0,0854924)	Dahili Araç Değişkenler: C1, D.L1, FTE1
D.L1	4,351422** (1,871331)	
FTE1	0,1766516 (0,5907444)	
Sabit	11,26101** (4,663604)	Harici Araç Değişkenler: UAB3, UAG2

Pagan-Hall Test: P-değeri: 0,5604

BreuschGodfrey: P- değeri: 0,6855

İçsellik Testi: Durbin-Wu-Hausman P- değeri:0,00167

Eksik Tanımlama Testi: Kleibergen-Paapr LM P- değeri: 0,0287

Zayıf Tanımlama Testi: Kleibergen-PaaprWald F istatistiği: 21,224

Stock-Yogo Kritik değeri: 10% maximal IV size: 19,93

Aşırı Tanımlama Testi: Hansen J Testi P- değeri: 0,3659

**Not:** \*\*\*, \*\*, \*; sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeylerini temsil etmektedir. Standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir.

**Tablo 11. Model 4 2SLS sonuçları**

<i>Bağımlı Değişken: KD</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Araç Değişkenler</i>
UAG2	0,5947384*** (0,0536841)	Araç Değişken: UAG2
C1	,3287109*** (0,0421566)	Dahili Araç Değişkenler: C1, D.L1, FTE1
D.L1	1,76353 (1,777367)	
FTE1	1,322007*** (0,3544806)	
Sabit	18,64725*** (2,916617)	Harici Araç Değişkenler: UAG3, UAB2

Pagan-Hall Test: P-değeri: 0,2771

BreuschGodfrey: P- değeri: 0,8150

İçsellik Testi: Durbin-Wu-Hausman P- değeri: 0,00679

Eksik Tanımlama Testi: Kleibergen-Paapr LM P- değeri: 0,0173

Zayıf Tanımlama Testi: Kleibergen-PaaprWald F istatistiği: 21,782

Stock-Yogo Kritik değeri: 10% maximal IV size:19,93

Aşırı Tanımlama Testi: Hansen J Testi P- değeri:0,1357

**Not:** \*\*\*, \*\*, \*; sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeylerini temsil etmektedir. Standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir.

**Tablo 12. Model 5 2SLS sonuçları**

<i>Bağımlı Değişken: KD</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Araç Değişkenler</i>
DAB2	0,4367222*** (0,0467795)	Araç Değişken: DAB2
C1	,1704008*** (0,0530056)	Dahili Araç Değişkenler: C1, D.L1, FTE1
D.L1	,4976267 (1,418094)	
FTE1	0,3765044 (0,3888955)	
Sabit	11,20638*** (3,136006)	Harici Araç Değişkenler: DAB3 UAB2

Pagan-Hall Test: P-değeri: 0,4661

BreuschGodfrey: P- değeri: 0,1091

İçsellik Testi: Durbin-Wu-Hausman P- değeri: 0,03220

Eksik Tanımlama Testi: Kleibergen-Paaprk LM P- değeri: 0,0192

Zayıf Tanımlama Testi: Kleibergen-PaaprkWald F istatistiği: 173,077

Stock-Yogo Kritik değeri: 10% maximal IV size: 19,93

Aşırı Tanımlama Testi: Hansen J Testi P- değeri: 0,1140

**Not:** \*\*\*, \*\*, \*, sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeylerini temsil etmektedir. Standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir.

**Tablo 13. Model 6 2SLS sonuçları**

<i>Bağımlı Değişken: KD</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Araç Değişkenler</i>
DAG2	0,4689362*** (0,0230212)	Araç Değişken: DAG2
C1	0,22919*** (0,0751189)	Dahili Araç Değişkenler:
D.L1	-2,061713 (1,612111)	C1, D.L1, FTE1
FTE1	-0,6781429 (0,4380303)	
Sabit	14,31224*** (3,321849)	Harici Araç Değişkenler: DAG3 UAG2

Pagan-Hall Test: P-değeri: 0,1615

BreuschGodfrey: P- değeri: 0,6812

İçsellik Testi: Durbin-Wu-Hausman P- değeri: 0,03286

Eksik Tanımlama Testi: Kleibergen-Paaprk LM P- değeri: 0,0171

Zayıf Tanımlama Testi: Kleibergen-PaaprkWald F istatistiği: 207,035

Stock-Yogo Kritik değeri: 10% maximal IV size: 19,93

Aşırı Tanımlama Testi: Hansen J Testi P- değeri: 0,3971

**Not:** \*\*\*, \*\*, \*, sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeylerini temsil etmektedir. Standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir.