



## Türkiye’de Bölgesel İnovasyon Etkinliği: Bootstrap VZA Analizi

### Regional Innovation Efficiency in Turkey: Analysis of Bootstrap DEA

Özlem Topçuoğlu<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Dış Ticaret Bölümü, Erzurum/Türkiye, ozlemgunduz@atauni.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9821-5856 (Sorumlu Yazar/Corresponding Author)

#### MAKALE BİLGİSİ

#### ÖZ

##### Makale Türü

Araştırma Makalesi

##### Anahtar Kelimeler

İnovasyon  
Bölgesel Etkinlik  
Bootstrap VZA

**Geliş Tarihi:** 10 Şubat 2023

**Kabul Tarihi:** 22 Mart 2023

Sürdürülebilir ekonomik büyümenin en önemli unsurlarından birinin inovasyon olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda ülkeler mevcut rekabet şartlarında güçlerini artırabilmek için Ar-Ge yatırımlarına ayrılan kaynağı yükseltmeye başlamışlardır. Bölgesel gelişmişlik düzeyinde farklılıkların giderilmesi açısından bakıldığında da yine inovasyonun en önemli girdisi olan Ar-Ge yatırımları, hedefleri doğru belirlemek için dikkat edilmesi gereken bir noktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde teknolojik gelişim ve ticarileşme süreçlerinin başarıyla sonuçlanabilmesinde inovasyon performans ölçümleri büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Türkiye’de 2013-2020 dönemi için İstatistiksel Bölge Birimleri Sınıflaması (İBBS) Düzey 1’de yer alan 12 bölge kapsamında inovasyon etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla temel inovasyon girdi ve çıktıları kullanılarak Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Orijinal ve Bootstrap etkinlik analizi yapılmıştır. Ayrıca çalışmada, kullanılan girdi değişkenlerinin etkinlik üzerine etki dereceleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen inovasyon performans sonuçları bölgesel durumun ve farklılıkların ortaya konulması yönünde değerlendirilmiştir.

#### ARTICLE INFO

#### ABSTRACT

##### Article Type

Research Article

##### Keywords

Innovation  
Regional Efficiency  
Bootstrap DEA

**Received:** Feb, 10, 2023

**Accepted:** Mar, 22, 2023

It is known that one of the most important elements of sustainable economic growth is innovation. In this context, countries have started to increase the resources allocated to R&D investments in order to increase their power in the current competitive conditions. R&D investments, which are also the most important input of innovation, are a point to be considered in order to determine the targets correctly when it is considered in terms of eliminating the differences in the level of regional development. The measurement of innovation performances is of great importance in the successful conclusion of technological development and commercialization processes, especially in developing countries. In this study, it is aimed to determine the innovation efficiency within the scope of 12 regions in the Statistical Regional Units Classification (NUTS) Level 1 for the period 2013-2020 in Turkey. For this purpose, with Data Envelopment Analysis (DEA), Original and Bootstrap efficiency analysis were carried out using the inputs and outputs of the main innovation. In addition, the effect of the input variables used on the efficiency was tried to be determined in the study. The innovation performance results obtained were evaluated in terms of revealing the regional situation and differences.

#### Extended Abstract

**Aim:** Regional innovation performance is an important indicator in decision-making regarding the implementation of policies to support innovation. From this point of view, it can be said that the effectiveness of regional innovative policies is of great importance for the realization of sustainable long-term growth. In the study, it is aimed to determine the innovation efficiency within the scope of NUTS Level 1 regions of Turkey due to its importance in providing sustainable economic development, which is the main goal of the countries.

**Methods:** In the analysis phase of the study, firstly, in order to determine innovation efficiency on a regional basis, selected input and output variables (R&D personnel and R&D expenditures as

**Atıf/Cite as:** Topçuoğlu, Ö. (2023). Türkiye’de Bölgesel İnovasyon Etkinliği: Bootstrap VZA Analizi. *Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi*, 7(1), 118-131.



Bu makale, [Creative Commons Atıf \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) lisansının hüküm ve koşulları altında dağıtılan açık erişimli bir makaledir. / This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

input variables; number of patent applications and high-tech product exports as output variables) efficiency analysis was calculated in two ways as original and Bootstrap. Data Envelopment Analysis (DEA) was determined as the method in the efficiency calculation, which constitutes the first stage of the analysis. DEA is a model that allows efficiency calculations with more than one input and more than one output. In the second stage, alternative models were created to analyze the effect ratios of the input variables on the obtained scores. Thus, it was tried to explain which of the input variables had a higher importance for efficiency. After averaging the efficiency scores of the main model and alternative models, analysis was performed with the paired sample t-test to determine the differences in the efficiency values of the alternative models and the main model.

**Findings:** According to the CCR efficiency scores obtained, in 2013, only the Istanbul Region achieved the full efficiency level out of 12 regions. It is seen that all other regions had very low activity levels in the relevant period. Bootstrap analysis is more precise than the original activity analysis. As a result of the Bootstrap efficiency calculation, it was determined that no region could reach the full efficiency level in the 2013-2020 period, which is the review period. While the highest efficiency values were recorded in the Istanbul Region in the 2013, 2014 and 2019 periods, the highest efficiency values were recorded in the Southeastern Anatolia Region in all other periods. When the original and Bootstrap efficiency averages are examined, it is seen that the TR1 (Istanbul Region) Region has the highest average and the TRA (Northeast Anatolia) Region has the lowest average. The highest average efficiency value among the average values by years was in 2017 and the lowest efficiency value was realized in 2014.

It is possible to say that the region with the highest value in the BCC efficiency scores, which gives the efficiency scores according to the variable return, as in the CCR efficiency scores calculated by considering the fixed return to scale, is the Istanbul Region. Istanbul Region has become fully active 4 times in 8 terms. In addition, Eastern Black Sea Region in 2013, Southeastern Anatolia in 2016, Southeastern Anatolia and Aegean Regions in 2017 are in full effect. According to Bootstrap BCC activity scores, the Northeast Anatolia Region is at the highest activity level in the first 2 review periods and in 2019. In all other periods, Southeastern Anatolia Region has the highest efficiency score.

In the second stage of the analysis, an alternative model 1 was created using both output variables and R&D expenditures input variables, and an alternative model 2 using both output variables and the number of R&D personnel input variable. Bootstrap CCR efficiency scores were calculated again for the models created. According to the scores obtained, it is noteworthy that the effect of R&D personnel input on efficiency is much higher than the expenditures made for R&D. The results reveal the effect of R&D personnel input on the efficiency of West Marmara, Aegean, Central Anatolia, West Black Sea and East Black Sea regions. Likewise, it has been determined that it has a positive effect on the efficiency for the Eastern Marmara, Western Anatolia and Mediterranean regions.

Paired sample t-test results show that there is a statistically significant difference between the Main Model and Alternative Model 1. In Alternative Model 1, excluding R&D personnel, R&D expenditure input variable efficiencies took very small (mean: 0.237) values in almost all regions. This situation reveals that R&D personnel is a very important factor on innovation efficiency. The test results also show that there is a significant difference between the Main Model and the Alternative Model 2. Considering the Alternative Model 2 efficiency scores, which do not include the expenditures made for R&D, it is seen that a low efficiency situation is realized with an average of 0.348. This shows that R&D expenditures have a high impact on innovation efficiency, although not as much as R&D personnel data.

**Conclusion:** One of the most fundamental problems of our country, like all countries in the world, is the development of interregional disparities. These differences cause problems both politically and socio-economically as the process progresses. All these problems weaken the competitiveness of countries by creating obstacles in reaching their sustainable development goals. For this reason, countries must first minimize interregional development differences in order to achieve sustainable development. It is thought that the reason for the differences lies in the fact that the factors of production are not effectively distributed among the regions. Therefore, determining the regional performances that make up the country's performance as a whole is important in terms of eliminating the deficiencies. It is necessary to increase the resources for the regions where deficiencies are detected and to determine whether the transferred resources are used efficiently and to implement innovation-based policies for this.

Overall, each region can improve its performance by correcting weak links in the technology development and commercialization stages. In order to effectively solve regional inequality problems in the commercialization phase, it is necessary to attract innovators to low-productivity regions. Consequently, to reduce regional disparities, policymakers must foster both technological progress and commercialization by supporting the creation of regional R&D infrastructure and enabling value creation from entrepreneurs.

## 1. Giriş

Tarihsel süreç içinde ekonomik birimlerin temel hedefi iktisadi kalkınmayı gerçekleştirmede kaynak niteliği taşıyacak araçların elde edilmesi ve geliştirilmesi olmuştur. Geline noktada, bütün ülke ve organizasyonlar bu hedeflere ulaşmada temel itici güç haline gelen inovasyon kapsamındaki politikaların geliştirilmesine odaklanmışlardır. Söz konusu bu politikalar, bilimsel araştırmalardan elde edilen verilerin teknolojik üretim, ürün geliştirme ve ticarileştirmeye yönelik bir bütün olarak süreçlerin her adımını kapsamaktadır. Türkçe'de yenilik ifadesiyle karşılanmaya çalışılan inovasyon kavramı yeniliği de içene alan çok daha geniş bir kavramdır. Teknik bir ifade (Tutar vd., 2007: 196) olarak kabul gören inovasyon kavramının evrimsel gelişimi süreçte meydana gelen bütün değişimlere ayak uydurma çabalarıyla doğrudan ilişkilidir. İnovasyon fikir üreten, dönüştüren ve yayılımını sağlayan bütün aktörler tarafından uygulanan ardışık süreçlerden oluşmaktadır (Hansen ve Birkinshaw, 2007: 3). Buradan yola çıkarak inovasyonun, fikir oluşturma-dönüştürme ve dönüştürme-yayma şeklinde iki temel bağlantısı olduğu söylenebilmektedir. Oluşturulan fikrin yatırımlarla yeni teknolojilere dönüşmesi ve teknolojik çıktının piyasa değerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Yani inovasyon, teknolojik gelişme tamamlandığında değil, bir teknoloji pazarda ekonomik değere dönüştüğünde tamamlanmaktadır. Dolayısıyla, inovasyon teknolojik bilgi yaratan ve bunu ticari değere dönüştüren coğrafi olarak yerleşik bir süreç olarak tanımlanabilmektedir (Min vd., 2020: 2). Burada teknoloji geliştirme ve ticarileştirme faaliyetleri birbirine bağlı ve ardışık kabul edilmektedir.

Bölgesel inovasyon performansı, yeniliği desteklemeye yönelik politikaların uygulanmasına ilişkin karar vermede önemli bir göstergedir. Bu noktadan hareketle, sürdürülebilir uzun vadeli büyümenin gerçekleşmesi için bölgesel inovatif politikaların etkinliğinin çok ciddi öneme sahip olduğu söylenebilmektedir. Çalışmada ülkelerin temel hedefi olan sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı sağlamadaki önemi dolayısıyla Türkiye İBBS Düzey 1 bölgeleri kapsamında inovasyon etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmada bölgesel inovasyon etkinliğini belirlemeye yönelik ana modelde aralarında pozitif yönlü etkileşimlerin olduğu düşünülen (Firsova ve Chernyshova, 2020: 20), Ar-Ge personeli ve Ar-Ge harcamaları girdi değişkenler olarak; patent için başvuru sayıları ve yüksek teknolojili ürün ihracatı (bölgesel temsil değişken olarak bilgi ve iletişim ürünleri ihracatı) ise çıktı değişkenler olarak seçilmiştir. İnovasyon ölçümlerinde girdi faktörü olarak Ar-Ge personel sayısının analize

dahil edilmesi çok sık karşılaşılan yaklaşımlardan biridir (Broekel, Rogge ve Brenner, 2013: 6). İnovatif bilgi, yöntem, ürün ve sistemlerin tasarlanması ve/veya bu projelerin yönetimiyle ilgilenen uzman personel olarak değerlendirilen (World Bank, 2021) Ar-Ge personeli yönetim, eğitim, teknik ve bilimsel personel, kalite kontrol ve diğer alanlarda yer alarak tarımsal, tıbbi ve sınai çalışmalara ciddi oranda katkı sağlamaktadır (OECD, 2002: 20). Bu personel, teknolojik ve inovasyon temelli arayışlarda önemli bir rol oynamaktadır. Yerleşik şirketler, araştırma enstitüleri, üniversiteler gibi bütün kurum ve kuruluşların Ar-Ge'ye yaptığı toplam harcamalardan oluşan Ar-Ge harcamalarının, uzun ve ulaşılabilir zaman serisine sahip olması, en çok kullanılan inovasyon göstergesi olarak değerlendirilme sebebidir (Kleinknecht, Montfort ve Brouwer, 2002:110). Ayrıca yetersiz Ar-Ge harcamalarının inovasyon performansını olumsuz bir şekilde etkilediği belirtilmektedir (Usman ve Liu, 2015: 337). İnovasyon, sadece icatların geliştirilmesi olarak değil aynı zamanda bu icatların etkin bir şekilde ticarileştirilmesi süreçlerinin bir bütün olarak değerlendirilmesinden oluşmaktadır. Çalışmada patent için başvuru sayısının çıktı değişkeni olarak kullanılmasının yanında inovasyon kavramının gerçek boyutlarının temsili için ticarileştirilme değişkeni olarak yüksek teknolojiye sahip ürün ihracatı verileri kullanılmaktadır. İlgili verilere Türkiye'de bölgesel seviyede ulaşılmasında yaşanan güçlükten dolayı yüksek teknoloji ürün sınıflandırmasında yer alan bilgi ve iletişim teknolojileri, temsil değişkeni olarak kullanılmıştır.

Çalışmanın analiz aşamasında, ilk olarak inovasyon etkinliğini bölgesel bazda belirleyebilmek için seçilmiş girdi ve çıktı değişkenleriyle etkinlik analizi orijinal ve Bootstrap olarak iki şekilde hesaplanmıştır. Etkinlik hesaplamasının ikinci aşamasında girdi değişkenlerinden elde edilen skorlar üzerindeki etki oranlarının analizi amacıyla alternatif modeller oluşturulmuştur. Böylelikle girdi değişkenlerinden hangisinin etkinlik için daha yüksek bir öneme sahip olduğu duyarlılık analizi ile açıklanmaya çalışılmıştır. Ana model ve alternatif modellere ait etkinlik skorlarının ortalamaları alındıktan sonra alternatif modeller ile ana model etkinlik değerleri farklılıklarının belirlenmesi için Eşleştirilmiş Örneklem t Testi kullanılarak analiz yapılmıştır.

## 2. Literatür Taraması

Literatürde inovasyon performansının araştırıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Bölgesel inovasyon faaliyetlerinin incelendiği çalışmalara rastlamak da mümkündür. Çalışmalar genel olarak inovasyon performansının belirleyicilerine yönelik olarak çeşitli istatistiksel analizleri, çok kriterli karar verme yöntemlerini ve teorik incelemeleri içermektedir. Kullanılan bu yöntemler sonucunda elde edilen veriler ışığında ülkelerin/bölgelerin inovasyon performansı kıyaslamaları yapılmaktadır.

Lim (2006), Kore'de bulunan Busan bölgelerinin inovasyon faaliyetlerinin gelişimini Avrupa, Japonya ve ABD inovasyon faaliyetlerinin gelişimleriyle karşılaştırmıştır. Bölgesel kalkınmanın sağlanabilmesi için bölgesel inovasyon faaliyetlerine ağırlık verilmesi gerektiğini ve bu yolla ulusal düzeyde kalkınmanın sağlanabileceğini vurgulamıştır.

Zabala, Voigt, Gutiérrez-Gracia & Jiménez-Sáez (2007), yaptıkları çalışmada Avrupa İnovasyon Karnesi tarafından sağlanan verileri kullanarak 2002 ve 2003 dönemi için Veri Zarflama Analizi ile bölgesel inovasyon etkinliğini hesaplamışlardır. Çalışmanın sonuçları bir bölgenin teknoloji seviyesi ne kadar yüksekse, sistem koordinasyonu ihtiyacının da o kadar büyük olduğunu göstermektedir. Bunun olmadığı yerlerde, diğer benzer bölgelere kıyasla performans etkinliğinde bir kayıp olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Wu, Zhou ve Liang, (2010), 2001-2005 döneminde Çin 30 bölgesinin inovasyon etkinliğini inceledikleri çalışmada, inovasyon sürecini teknolojik ve ekonomik olarak iki farklı alt sürece ayırarak araştırmışlardır. Çok faktörlü bir inovasyon performans değerlendirme sistemi kurmak için VZA yöntemini kullanarak gelişmiş bir yaklaşım kullanmışlardır.

Nan ve Tian (2011), 30 Çin bölgesinin AHP-TOPSIS yöntemiyle yenilik sistemleri etkinliğinin incelendiği çalışmada, alt, orta ve yüksek seviye şeklinde bölgesel yenilik sistemleri performans gruplandırmaları yapılmıştır. Alt ve orta düzey grupları için stratejiler önerilmiştir.

Dökmen (2012), 1999-2008 dönemi için Türkiye’de Düzey 2 kapsamındaki 20 alt bölgenin yenilik açısından incelediği çalışmada, panel DOLS yöntemi kullanmıştır. Çalışmada, kamu yatırım ve yatırım teşvikleri ile devlet üniversiteleri ileri teknoloji yatırımlarını kapsayan kamu politikası araçlarının, bölgesel inovasyon gelişimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda yatırım teşvikleri ve devlet üniversitelerindeki ileri teknolojiye yönelik yatırımların Düzey 2 bölgeleri inovasyon hacmi üzerinde olumlu bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir.

Usman ve Liu (2015), 2014 Küresel İnovasyon Endeksini temel aldıkları çalışmalarında Güney Asya Bölgesel İşbirliğine (SAARC) üye olan ülkelerin inovasyon kapasite ve verimliliğini incelemişlerdir. Yapmış oldukları rapor incelemesi sonucunda, patent sayısının az oluşu, SAARC ülkelerinin mühendis ve bilim insanı sayısındaki eksikliği ve Ar-Ge’ye yetersiz kaynak aktarımı yapılmasının ülke grubunun inovasyon gelişimini olumsuz etkilediği vurgulanmıştır.

Çakın ve Özdemir (2015), inovasyon ve Ar-Ge göstergeleri ile Türkiye Düzey 1 bölgelerinin 2010-2012 periyodundaki inovasyon performansını incelediği çalışmada, DEMATEL tabanlı Analitik Ağ Süreci (DANP), regresyon analizi ve TOPSIS metodu kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, en yüksek performansın İstanbul Bölgesine en düşük performansın ise, Batı Karadeniz, Ortadoğu Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgelerine ait olduğu belirlenmiştir.

Hajek ve Henriques (2017), 2006 dönemi verilerine dayalı olarak İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflandırması bölgeleri düzeyinde (toplamda 271 bölge) bölgesel inovasyon performansı Yapay Sinir Ağları kullanılarak araştırılmıştır. Avrupa ülkelerini kapsayan çalışmada, ülkeler arasında bölgesel inovasyon performansında önemli farklılıklar olduğu, Almanya, Birleşik Krallık, İsveç gibi ülkelerin yüksek inovasyon yapısına sahip, Bulgaristan, Romanya, Polonya, Portekiz gibi Doğu ve Güney Avrupa bölgelerinin en kötü performansı gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada bölgedeki girdi özelliklerinin mevcut durumuna dayalı olarak belirli inovasyon stratejilerinin geliştirilmesi gerekliliği ön plana çıkarılmıştır.

Zemtsov ve Kotsemir (2019), çalışmada 1998-2012 dönemi verileri kullanılarak Rusya bölgeleri yeni teknolojiler geliştirebilme yeteneklerine göre karşılaştırılmıştır. Veri zarflama analizinin kullanıldığı çalışmada, bölgeler arasında önemli boyutta farklılıkların olduğu ve inceleme dönemi süresince az gelişmiş bölge yenilik sistemleri etkinliğinin sürekli artış yönünde değiştiği belirlenmiştir.

Firsova ve Chernyshova (2020), Rusya bölgesel yenilik sistemleri performansını 2006-2017 dönemi için hesaplamışlardır. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi ile verimlilik hesaplamalarının yapıldığı çalışmada, büyük işletmelerin hâkim olduğu bölgelerde inovasyon verimliliğinin, daha küçük kuruluş büyüklüğüne sahip bölgelere göre yüksek olduğu belirlenmiştir.

Literatür incelemesi yapılırken genel olarak farklı ülke gruplarına ve farklı dönemlere yönelik bölgesel inovasyon etkinliği kıyaslaması yapan çalışmalar seçilmiştir. Yapılan inceleme genel olarak değerlendirildiğinde, ülkelere veya ülke gruplarına ait bölgesel karşılaştırmaların tamamında bölgeler arası ciddi inovasyon farklılıklarının olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçlarında da genellikle inovasyon gelişmişliği düşük olan bölgelere yönelik olarak Ar-Ge çalışmalarına ağırlık verilmesi ve bu doğrultuda kaynak aktarımının güçlendirilmesi önerilmektedir.

### 3. Veri ve Yöntem

Çalışma, Türkiye Düzey 1 Bölgeleri kapsamında 2013-2020 dönemi bölgesel düzeyde geliştirilip ticarileştirilen inovatif ürün performanslarının ölçülmesini ve değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Çalışmanın analiz aşaması iki kısımdan oluşmaktadır. İlk olarak bölgelerin zaman

içindeki performans gelişimlerini değerlendirebilmek amacıyla Orijinal ve Bootstrap Etkinlik hesaplamaları yapılmıştır. İkinci kısımda ise girdi değişkenlerinin etkinlik skorları üzerindeki etkilerinin analizi için farklı modeller oluşturulmuştur. Bu sayede Ar-Ge personel ve Ar-Ge harcama girdilerinden, daha güçlü bir etkiye sahip olan değişken duyarlılık analiziyle açıklanmaya çalışılmıştır. Bunun için ana model ve alternatif modellere ait etkinlik hesaplamaları yapıldıktan sonra, alternatif modeller ile ana model etkinlik farklılıkları analizi için Eşleştirilmiş Örneklem t Testiyle hesaplamalar yapılmıştır. Çalışmada İBBS'ye göre belirlenmiş olan "Kuzeydoğu Anadolu, Ortadoğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu, İstanbul, Batı Marmara, Ege, Doğu Marmara, Batı Anadolu, Akdeniz, Orta Anadolu, Batı Karadeniz ve Doğu Karadeniz" Düzey 1 Bölgeleri ele alınmıştır.

Analizin ilk aşamasını oluşturan etkinlik hesaplamasında yöntem olarak Veri Zarflama Analizi (VZA) belirlenmiştir. VZA, birden fazla girdili ve birden fazla çıktılı etkinlik hesaplanmasına imkân tanıyan bir modeldir. Karar verme birimlerinin (KVB) etkinlik skorlarının hesaplanması temeli üzerine kurulmuş olan model, toplam çıktıların toplam girdilere oranlanmasıyla sonuç vermektedir:

$$\text{Max } e_k = \frac{\sum_{p=1}^s u_{rk} Y_{rk}}{\sum_{l=1}^m v_{lk} X_{lk}} \quad (1)$$

k KVB'yi,  $Y_{pk}$ ,  $p = 1, \dots, s$  çıktı faktörleri miktarını ve  $X_{lk}$ ,  $l = 1, \dots, m$  girdi faktörleri miktarını temsil etmektedir. k ile temsil edilen KVB'nin girdi-çıkıtı değişkenlerine yüklediği ağırlıklar ise,  $v_{lk}$  ve  $u_{rk}$  ile temsil edilmektedir (Ramanathan, 2003: 40).

VZA yöntemi 5 temel aşamadan oluşmaktadır (Kocakalay ve Işık, 2003: 169):

- KVB seçimi
- Girdi-çıkıtı değişkenlerinin belirlenmesi
- Verilerin sağlanması
- Görelî etkinlik değerlerinin ölçülmesi
- Sonuçların değerlendirilmesi

VZA birden fazla sayıda matematiksel programlama modeliyle yapılabilmektedir. En yaygın kullanılan modeller, CCR (Charnes, Cooper ve Rhodes, 1978) ve BCC (Banker, Charnes ve Cooper, 1984)'dir. Çalışmada her iki modele göre analiz yapılmıştır. Analiz aynı zamanda girdiye ve çıktıya odaklı olarak yapılmaktadır. Girdiye odaklı VZA modelleri, belirli bir çıktının bileşimini en etkin şekilde üretebilmek amacıyla, kullanılacak en uygun girdi bileşimini belirlemeye çalışır. Çıktıya odaklı VZA modelleri ise, belirli bir girdi bileşimi ile maksimum çıktı bileşimini elde etmeye çalışan modellerdir (Kocakalay ve Işık, 2003: 166). Çalışmada, girdi değişkenlerinde gerçekleştirecek olan değişimlerin, etkinlik üzerinde daha fazla etkisinin olacağı düşünüldüğü için girdiye odaklı model seçilmiştir.

Yapılan literatür araştırması sonucunda, VZA'nın ikinci aşaması olan değişkenler; girdi değişkenleri olarak, Ar-Ge harcamaları ve Ar-Ge personeli; çıktı değişkenleri olarak ise yüksek teknolojili ürün ihracatı (bölgesel temsil değişken olarak bilgi ve iletişim ürünleri ihracatı) ve patent için başvuru sayıları olarak belirlenmiştir. Analizde kullanılan girdi ve çıktıların sınırlı sayıda olmasının sebebini, VZA metodunun, KVB sayısının, girdi + çıktı sayısının üç katına eşit ya da büyük olması gerektiği (Cooper vd., 2001: 219) kısıtı oluşturmaktadır. Bu sebeple, analizde KVB olarak kullanılan 12 Düzey 1 istatistikî bölgesi için 2 girdi 2 çıktı değişkeni belirlenmiştir.

Eşitlik 1'de yer alan amaç fonksiyonu ( $\sum_{r=1}^s u_r y_r$ ) değerinin 1'e eşit olması etkin KVB, diğer durumlar ise etkin olmayan KVB'yi ifade etmektedir (Yun, vd., 2004: 89). Gözlemlerin veri üretim sürecine ait bilgilerinin yetersiz olması ve tahmin edicinin örneklem dağılımının asimptotik

yaklaşım ile elde edilmesinin zor ya da mümkün olmaması istatistiksel yeniden örnekleme yöntemi olan Bootstrap yönteminin kullanılmasına sebep olmaktadır. Efron (1979) tarafından önerilen Bootstrap yöntemi bu tür karmaşık problemlerin çözümünde kullanılmaktadır. Yöntemin temel düşüncesi, elde edilen yığın örneklemden belli sayıda tekrar eden örnekleme yapılarak tahmin edicinin suni bir örnekleme dağılımını oluşturmaktır. Mevcut veri setinden daha büyük veri setleri üretmek için yeniden örnekleme yapan Bootstrap yöntemi daha sonra Efron ve Tibshirani (1994) tarafından güven aralığı gibi bazı istatistiksel çıkarımlar için geliştirilmiştir. Örnek dağılımının normal olmadığı durumlarda varyans analizine göre üstünlük taşıyan yöntemin veri üretme süreci, her tekrarlamada örneklerin yeni setini üretmek için orijinal veri setinden yeniden örnekleme yapması şeklinde gerçekleşmektedir. Tahmin aşamasında Bootstrap örnekleri orijinal tahmin edicilere uygulanmaktadır. Böylece Bootstrap yöntemiyle elde edilen örneklemler, ana örnekleme ait istatistiksel özellikleri yansıtacaktır (Smeekes, 2009: 2).

Bootstrap yönteminin VZA'ya uygulanması ilk olarak Ferrier ve Hirschberg (1997) ile birlikte Simar ve Wilson (1998) tarafından gerçekleştirilmiştir. Sonrasında yöntemi Simar ve Wilson (1999, 2000a, 2000b) geliştirmişlerdir. Yöntem bazı gözlemlenemeyenlerden elde edilen parametrik olmayan etkinlik tahminlerinin özelliklerini kapsayabilmesi için verimlilik puanları arasındaki doğal bağımlılığı ortadan kaldırmak yoluyla veri oluşturma süreci sonunda yanlılığı düzeltilmiş VZA verimlilik puanları elde etmek şeklinde uygulanmaktadır.

Bootstrap VZA yöntemi, orijinal VZA yöntemdeki istatistiksel kısıtlar sebebi ile sıklıkla kullanılmaktadır. Orijinal veri B kere tekrar edilerek VZA skorları her tekrarda yeniden hesaplanır. Orijinal VZA tahmincisinden  $\theta$  VZA  $(x, y)$  yola çıkarak, Bootstrap sapma tahminleri Eşitlik 2'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$\widehat{BIAS}_B(\hat{\theta}_{VZA}(x, y)) = B^{-1} \sum_{b=1}^B \hat{\theta}_{VZA,b}^*(x, y) - \hat{\theta}_{VZA}(x, y) \quad (2)$$

Eşitlikte, B ile temsil edilen değer tekrar sayısını,  $\hat{\theta}_{VZA,b}^*(x, y)$  ise Bootstrap değerini ifade etmektedir. Sapması düzeltilen tahminci  $\theta(x, y)$ , Eşitlik 2'de verilen formülden hareketle aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$\hat{\theta}_{VZA}(x, y) = \hat{\theta}_{VZA}(x, y) - \widehat{BIAS}_B(\hat{\theta}_{VZA}(x, y)) = 2\hat{\theta}_{VZA}(x, y) - B^{-1} \sum_{b=1}^B \hat{\theta}_{VZA,b}^*(x, y) \quad (3)$$

Simar ve Wilson (2008)'e göre sapma düzeltme işleminin ilave bir hataya yol açabilmesi sebebiyle tahmin edilen Bootstrap değerlerine  $\hat{\theta}_{VZA,b}^*(x, y)$  ait örneklem varyansının, Eşitlik 4'teki gibi hesaplanması gerekmektedir.

$$\hat{\sigma}^2 = B^{-1} \sum_{b=1}^B [\hat{\theta}_{VZA,b}^*(x, y) - B^{-1} \sum_{b=1}^B \hat{\theta}_{VZA,b}^*(x, y)]^2 \quad (4)$$

Analizin ikinci aşamasında girdi değişkenlerinin etkinlik skorları üzerinde sahip oldukları etkinin derecesini belirlemeye yönelik olarak Eşleştirilmiş Örneklem t Testi yapılmıştır. Aynı örneklem üzerinde tekrarlanan çıktuların ortalamalarının karşılaştırılması esasına dayanan Eşleştirilmiş Örneklem t Testi, aynı örneklemin farklı zaman dilimlerindeki değerlerini karşılaştırmaktadır.

$$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad (5)$$

$$H_1 = \mu_1 - \mu_2 \neq 0 \quad (6)$$

Eşleştirilmiş t Testinde Eşitlik 5 ve Eşitlik 6'da verilen hipotezler için, ortalamalar arasında anlamlı bir farklılığın bulunup bulunmadığına dair bilgi Eşitlik 7'de verilen formülle hesaplanmaktadır (Büyüköztürk vd., 2018).

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{N(\sum D^2) - (\sum D)^2 / (N-1)}} \quad (7)$$

Denklemden, N gözlem sayısını ve D iki gözlem değeri arasındaki farkları temsil etmektedir.

#### 4. Bulgular

Tablo 1 Türkiye Düzey 1 Bölgeleri için 2013-2020 dönemine ait orijinal CCR etkinlik skorlarını göstermektedir.

**Tablo 1: Orijinal CCR Etkinlik Skorları**

Bölge Kodu	Bölge Adı	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TRA	Kuzeydoğu Anadolu	0.064	0.061	0.065	0.086	0.100	0.123	0.221	0.221
TRB	Ortadoğu Anadolu	0.137	0.108	0.125	0.098	0.121	0.136	0.180	0.200
TRC	Güneydoğu Anadolu	0.501	0.575	0.925	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.936	0.657	0.915
TR1	İstanbul	<b>1.000</b>	0.958	0.948	0.963	<b>1.000</b>	0.784	0.741	0.712
TR2	Batı Marmara	0.422	0.350	0.340	0.352	0.324	0.304	0.443	0.309
TR3	Ege	0.344	0.313	0.331	0.352	0.909	0.379	0.624	0.694
TR4	Doğu Marmara	0.449	0.426	0.530	0.537	0.515	0.453	0.527	0.407
TR5	Batı Anadolu	0.318	0.339	0.319	0.288	0.324	0.330	0.325	0.316
TR6	Akdeniz	0.306	0.237	0.221	0.266	0.292	0.344	0.368	0.415
TR7	Orta Anadolu	0.270	0.261	0.211	0.255	0.226	0.224	0.317	0.422
TR8	Batı Karadeniz	0.214	0.237	0.259	0.218	0.224	0.241	0.447	0.243
TR9	Doğu Karadeniz	0.242	0.275	0.185	0.220	0.324	0.193	0.202	0.176

Tablo 1'e göre ilk inceleme dönemi olan 2013 yılında, 12 bölge içerisinde sadece İstanbul Bölgesi tam etkinlik seviyesini yakalamıştır. İlgili dönemde diğer bütün bölgelerin oldukça düşük etkinlik seviyesine sahip olduğu görülmektedir. 2014, 2015, 2018, 2019 ve 2020 dönemlerinde çalışmaya konu olan hiçbir bölge tam etkinliği sağlayamamıştır. Ancak 2014 ve 2019 yıllarında İstanbul Bölgesi, 2015, 2018 ve 2020 yıllarında İstanbul ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri tam etkinlik seviyesine yaklaşmışlardır. 2016 yılında Güneydoğu Anadolu Bölgesi tam etkin olurken İstanbul Bölgesi tam etkinlik düzeyine oldukça yaklaşmış ve 2017 yılında ise yine İstanbul ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri tam etkin olmuş ve Ege Bölgesi tam etkinlik seviyesine yaklaşmıştır.



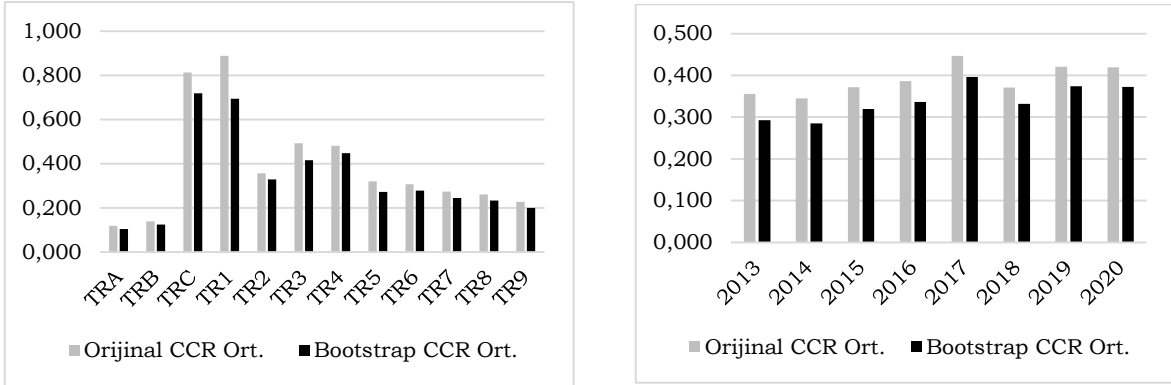
Tablo 2’de araştırma dönemine ait Bootstrap CCR etkinlik skorları raporlanmıştır.

**Tablo 2: Bootstrap CCR Etkinlik Skorları**

Bölge Kodu	Bölge Adı	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TRA	Kuzeydoğu Anadolu	0.045	0.045	0.051	0.076	0.09	0.112	0.205	0.206
TRB	Ortadoğu Anadolu	0.119	0.092	0.113	0.086	0.109	0.124	0.167	0.187
TRC	Güneydoğu Anadolu	0.430	0.488	<b>0.817</b>	<b>0.842</b>	<b>0.870</b>	<b>0.848</b>	0.608	<b>0.851</b>
TR1	İstanbul	<b>0.678</b>	<b>0.680</b>	0.711	0.790	0.834	0.659	<b>0.617</b>	0.590
TR2	Batı Marmara	0.376	0.318	0.315	0.326	0.301	0.286	0.415	0.291
TR3	Ege	0.305	0.267	0.293	0.321	0.848	0.335	0.453	0.508
TR4	Doğu Marmara	0.410	0.392	0.492	0.502	0.482	0.423	0.495	0.384
TR5	Batı Anadolu	0.260	0.271	0.265	0.247	0.276	0.28	0.294	0.285
TR6	Akdeniz	0.267	0.205	0.197	0.242	0.262	0.317	0.343	0.387
TR7	Orta Anadolu	0.228	0.222	0.182	0.224	0.203	0.206	0.294	0.395
TR8	Bati Karadeniz	0.185	0.205	0.228	0.190	0.198	0.219	0.415	0.226
TR9	Doğu Karadeniz	0.212	0.237	0.168	0.192	0.282	0.170	0.181	0.158

Bootstrap analizi orijinal etkinlik analizine nazaran daha hassas ölçüm yapmaktadır. Bootstrap etkinlik hesaplaması sonucunda inceleme dönemi olan 2013-2020 döneminde hiçbir bölgenin tam etkinlik seviyesine ulaşamadığı belirlenmiştir. 2013, 2014 ve 2019 dönemlerinde en yüksek etkinlik değerleri İstanbul Bölgesinde kaydedilirken, diğer dönemlerin tamamında en yüksek etkinlik değerleri Güneydoğu Anadolu Bölgesinde kaydedilmiştir.

**Şekil 1: Bölgelere ve Yıllara Göre Ortalama CCR Değerler**



Şekil 1 bölge ve yıllara göre orijinal ve Bootstrap CCR ortalamalarını göstermektedir. Orijinal ve Bootstrap etkinlik ortalamaları incelendiğinde, en yüksek ortalamaya TR1 (İstanbul Bölgesi) Bölgesinin, en düşük ortalamaya ise TRA (Kuzeydoğu Anadolu) Bölgesinin sahip olduğu görülmektedir. Yıllara göre ortalama değerlerden en yüksek ortalama etkinlik değerinin 2017 yılında en düşük etkinlik değerinin 2014 yılında gerçekleştiği görülmektedir.

Tablo 3’te yer alan bilgiler ışığında, ölçüğe göre sabit getiriye dikkate alarak hesaplanan CCR etkinlik skorlarında olduğu gibi değişken getiriye göre etkinlik skorlarını veren BCC etkinlik skorlarında da en yüksek değere sahip bölgenin İstanbul Bölgesi olduğunu söylemek mümkündür. İstanbul Bölgesi 8 dönem içinde 4 kere tam etkin duruma gelmiştir. Bunun yanında 2013 yılında Doğu Karadeniz, 2016 yılında Güneydoğu Anadolu, 2017 yılında Güneydoğu Anadolu ve Ege Bölgeleri tam etkin durumdadır.

Tablo 3: Orijinal BCC Etkinlik Skorları

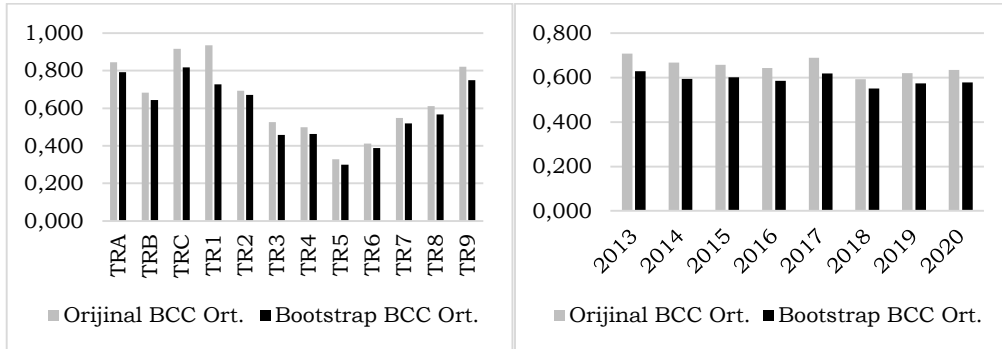
Bölge Kodu	Bölge Adı	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TRA	Kuzeydoğu Anadolu	0.997	0.915	0.856	0.779	0.794	0.759	0.829	0.831
TRB	Ortadoğu Anadolu	0.814	0.752	0.708	0.679	0.641	0.642	0.618	0.605
TRC	Güneydoğu Anadolu	0.873	0.832	0.954	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.962	0.786	0.917
TR1	İstanbul	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.981	0.964	<b>1.000</b>	0.785	0.754	<b>1.000</b>
TR2	Batı Marmara	0.850	0.771	0.738	0.752	0.653	0.602	0.625	0.555
TR3	Ege	0.351	0.333	0.332	0.356	<b>1.000</b>	0.380	0.700	0.760
TR4	Doğu Marmara	0.461	0.438	0.551	0.559	0.537	0.472	0.551	0.424
TR5	Batı Anadolu	0.327	0.350	0.331	0.294	0.332	0.339	0.334	0.325
TR6	Akdeniz	0.479	0.423	0.406	0.403	0.395	0.393	0.381	0.416
TR7	Orta Anadolu	0.642	0.596	0.551	0.572	0.532	0.466	0.491	0.535
TR8	Batı Karadeniz	0.698	0.642	0.662	0.589	0.570	0.571	0.632	0.518
TR9	Doğu Karadeniz	<b>1.000</b>	0.947	0.824	0.772	0.809	0.746	0.732	0.729

Bootstrap BCC etkinlik skorlarını gösteren Tablo 4'e göre, ilk 2 inceleme dönemi ve 2019 yılında Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi en yüksek etkinlik seviyesindedir. Diğer bütün dönemlerde ise Güneydoğu Anadolu Bölgesi en yüksek etkinlik skoruna sahiptir.

Tablo 4: Bootstrap BCC Etkinlik Skorları

Bölge Kodu	Bölge Adı	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TRA	Kuzeydoğu Anadolu	<b>0.905</b>	<b>0.826</b>	0.803	0.736	0.751	0.719	<b>0.796</b>	0.798
TRB	Ortadoğu Anadolu	0.752	0.701	0.666	0.631	0.604	0.609	0.595	0.585
TRC	Güneydoğu Anadolu	0.815	0.75	<b>0.833</b>	<b>0.824</b>	<b>0.863</b>	<b>0.873</b>	0.743	<b>0.839</b>
TR1	İstanbul	0.732	0.735	0.815	0.806	0.735	0.653	0.605	0.737
TR2	Batı Marmara	0.813	0.745	0.716	0.730	0.634	0.585	0.601	0.538
TR3	Ege	0.313	0.295	0.297	0.324	0.851	0.349	0.595	0.642
TR4	Doğu Marmara	0.421	0.409	0.512	0.517	0.495	0.441	0.51	0.399
TR5	Batı Anadolu	0.293	0.311	0.302	0.271	0.305	0.310	0.309	0.300
TR6	Akdeniz	0.449	0.402	0.389	0.384	0.371	0.369	0.354	0.383
TR7	Orta Anadolu	0.592	0.551	0.52	0.545	0.513	0.451	0.473	0.511
TR8	Batı Karadeniz	0.616	0.584	0.581	0.548	0.545	0.552	0.606	0.503
TR9	Doğu Karadeniz	0.845	0.819	0.784	0.702	0.747	0.705	0.699	0.695

Şekil 2: Bölgelere ve Yıllara Göre Ortalama BCC Değerleri



Şekil 2’de bölgelere göre orijinal ve Bootstrap etkinlik ortalamaları incelendiğinde, en yüksek ortalamaya TR1 (İstanbul Bölgesi) Bölgesinin, en düşük ortalamaya ise TR5 (Batı Anadolu) Bölgesinin sahip olduğu görülmektedir.

Analizin ikinci aşamasında, Tablo 5’te gösterildiği gibi her iki çıktı değişkeni ve Ar-Ge harcamaları girdi değişkeni kullanılarak alternatif A modeli ve her iki çıktı değişkeni ve Ar-Ge personel sayısı girdi değişkeni kullanılarak alternatif B modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan modeller için tekrar Bootstrap CCR etkinlik skorları hesaplanmıştır. İlgili skorlara ait ortalama değerler ve sıralamalar Tablo 6’da raporlanmıştır.

**Tablo 5: Alternatif Modeller**

Model	Ar-Ge Harcamaları	Ar-Ge Personeli	Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı	Patent İçin Başvuru Sayıları
Ana Model	✓	✓	✓	✓
Alternatif Model A	✓		✓	✓
Alternatif Model B		✓	✓	✓

**Tablo 6: Alternatif Modellere Ait Ortalama Bootstrap Etkinlik Skorları ve Sıralamaları**

Bölge Kodu	Bölge Adı	Ana Model		Alternatif Model A		Alternatif Model B	
		Skor	Sıralama	Skor	Sıralama	Skor	Sıralama
TRA	Kuzeydoğu Anadolu	0.104	12	0.082	12	0.105	12
TRB	Ortadoğu Anadolu	0.124	11	0.103	11	0.130	11
TRC	Güneydoğu Anadolu	0.719	1	0.613	1	0.755	1
TR1	İstanbul	0.695	2	0.462	2	0.727	2
TR2	Batı Marmara	0.328	5	0.218	4	0.337	5
TR3	Ege	0.416	4	0.268	3	0.429	4
TR4	Doğu Marmara	0.447	3	0.176	9	0.452	3
TR5	Batı Anadolu	0.272	7	0.115	10	0.278	7
TR6	Akdeniz	0.277	6	0.200	7	0.287	6
TR7	Orta Anadolu	0.244	8	0.205	6	0.252	8
TR8	Batı Karadeniz	0.233	9	0.208	5	0.227	9
TR9	Doğu Karadeniz	0.200	10	0.195	8	0.192	10

Oluşturulan alternatif modellerden elde edilen skorlar incelendiğinde, alternatif A modeline göre tam etkinlik seviyesine en yakın bölgenin 0.613 etkinlik skoruyla Güneydoğu Anadolu Bölgesi olduğu görülmektedir. Aynı modelde en düşük etkinlik seviyesine sahip bölge 0.082 etkinlik skoruyla Kuzeydoğu Anadolu Bölgesidir. Alternatif A modelinde Ar-Ge personel sayısına dair girdi modele dahil edilmemiştir. Ar-Ge personelinin dahil edilip Ar-Ge için yapılan harcamaların dahil edilmediği alternatif B modeline göre ise en yüksek etkinlik skoru (0.755) yine Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ne ait iken en düşük etkinlik skoru (0.105) Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi’ne aittir. Etkinlik skorları incelendiğinde, alternatif modellerin her ikisinin de Kuzeydoğu Anadolu, Ortadoğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve İstanbul bölgeleri inovasyon etkinliği açısından sıralamalarının hiç değişmediği görülmektedir.

Tablo 6, genel olarak değerlendirildiğinde, Ar-Ge personel girdisinin etkinlik üzerindeki etkisinin Ar-Ge için yapılan harcamalara göre çok daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Alternatif modeller kıyaslandığında, Ar-Ge personel girdisinin Batı Marmara, Ege, Orta Anadolu, Batı Karadeniz ve Doğu Karadeniz bölgelerinin etkinliği üzerinde negatif etkisi olduğu

görülmektedir. Bununla birlikte Ar-Ge personel girdisinin Doğu Marmara, Batı Anadolu ve Akdeniz bölgeleri için etkinlik üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 7: Eşleştirilmiş Örneklem t Testi Sonuçları**

Model	Ortalama	Standart Hata	Standart Sapma	P değeri
<b>Alternatif Model A - Ana Model</b>	0.101	0.025	0.087	0.002
<b>Alternatif Model B - Ana Model</b>	0.009	0.003	0.013	0.034

Eşleştirilmiş örneklem t testi sonuçları, Alternatif Model A ve Ana Model arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farklılığın bulunduğunu göstermektedir. Alternatif Model A'da Ar-Ge personeli dahil edilmeden Ar-Ge harcaması girdi değişkeni etkinlikleri neredeyse tüm bölgelerde oldukça küçük (ort.: 0.237) değerler almıştır. Bu durum, Ar-Ge personelinin inovasyon etkinliği üzerinde çok önemli bir etken olduğu anlamına gelmektedir. Test sonuçları, Alternatif Model B ve Ana Model arasında da istatistiki açıdan anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermektedir. Ar-Ge için yapılan harcamaların dahil edilmediği Alternatif Model B etkinlik skorları dikkate alındığında 0.348 ortalama ile düşük bir etkinlik durumunun gerçekleştiği görülmektedir. Bu durum Ar-Ge personel verileri kadar olmasa da Ar-Ge harcamalarının inovasyon etkinliği üzerinde değişime sebep olduğunu göstermektedir.

## 5. Tartışma ve Sonuç

Bütün dünya ülkeleri gibi Türkiye'nin de en temel problemlerinden birini bölgelerarası gelişmişlik farklılıkları oluşturmaktadır. Bu farklılıklar süreç ilerledikçe hem siyasi hem de sosyo-ekonomik açıdan sorunların yaşanmasına sebep olmaktadır. Bütün bu sorunlar ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmalarında engeller ortaya çıkararak rekabet güçlerini zayıflatmaktadır. Bu nedenle ülkelerin bölgelerarası gelişmişlik farklılıklarını en aza indirmesi sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden olan eşitsizliklerin azaltılması (10.Başlık) başlığı çerçevesinde de ön plana çıkmaktadır. Üretim faktörlerinin bölgelerarasında etkin bir şekilde dağıtılmaması eşitsizliklerin kaynağını oluşturmaktadır. Bundan dolayı bir bütün olarak ülke performansını oluşturan bölgesel performansların belirlenmesi, eksikliklerin giderilmesi açısından önem taşımaktadır. Eksiklik tespit edilen bölgelere yönelik kaynak artırımının sağlanması ve aktarılan kaynakların verimli bir şekilde kullanılıp kullanılmadığının belirlenip buna yönelik inovasyona dayalı politikaların uygulanması gerekmektedir.

Türkiye'de bölgesel inovasyon performanslarının belirlenip eksikliklerin giderilmesi yönünde politika yapıcılara akademik anlamda katkı sağlamayı amaçlayan bu çalışmada, Düzey 1 Bölgeleri kapsamında 2013-2020 dönemi bölgesel inovasyon performansları ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar, genel olarak bölgelerarası etkinlik farklılıklarının bulunduğunu ortaya koymaktadır. En yüksek etkinlik ortalaması TR1 (İstanbul Bölgesi) Bölgesinde, en düşük ortalama ise TRA (Kuzeydoğu Anadolu) Bölgesinde gerçekleşmiştir. Bölgesel uçurumu etkili bir şekilde kapatmak için, Ar-Ge personel ve harcama dağılım politikaları arasında uygun bir denge gerekmektedir. Yeterli Ar-Ge kaynaklarına sahip bir bölgeye daha fazla yatırım yapılmasının, verimlilik artışı üzerindeki etkisi küçük olacaktır. İnceleme dönemi dikkate alındı ise, en yüksek ortalama etkinliğin 2017 yılında en düşük etkinlik değerinin 2014 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Çalışmada etkinlik analizi sonrasında etkinlik hesaplamasında kullanılan girdi değişkenlerinden hangisinin diğerine göre daha güçlü etki taşıdığının tespiti için duyarlılık analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucunda, inovasyon etkinliği üzerinde Ar-Ge personeli sayısının Ar-Ge harcamalarından daha fazla etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak, her bölge, teknoloji geliştirme ve ticarileştirme aşamalarındaki zayıf halkaları düzelterek performansını artırabilir. Bölgesel eşitsizlik sorunlarını ticarileştirme aşamasında etkin

bir şekilde çözmek için, yeniliklere açık girişimcileri düşük verimli bölgelere çekmek gerekmektedir. Sonuç olarak, bölgesel eşitsizlikleri azaltmak için politika yapıcılar, bölgesel Ar-Ge altyapısının oluşturulmasını destekleyerek ve girişimcilerden değer yaratmayı etkinleştirerek hem teknolojik ilerlemeyi hem de ticarileştirmeyi geliştirmelidir.

**Destek ve Teşekkür Beyanı:** Bu araştırmanın hazırlanmasında herhangi bir dış destek alınmamıştır.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı:** Tek yazarlı bir çalışma olup yazarın katkı oranı %100'dür.

**Çatışma Beyanı:** Araştırmanın yazarı olarak herhangi bir çıkar çatışma beyanım bulunmamaktadır.

**Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı:** Bu araştırmanın her aşamasında "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi"nde belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Bu çalışmanın yazım sürecinde etik kurallarına uygun alıntı yapılmış ve kaynakça oluşturulmuştur. Çalışma intihal denetimine tabi tutulmuştur."

## Kaynakça

- Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Broekel, T., Rogge, N. and Brenner, T. (2013). The Innovation Efficiency of German Regions-A Shared-Input DEA Approach (No. 08.13). *Working Papers on Innovation and Space*.
- Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö. ve Köklü, N. (2018). *Sosyal Bilimler İçin İstatistik*. Ankara: Pegem Akademik Yayıncılık.
- Çakın, E. and Özdemir, A. (2015). Bölgesel Gelişmişlikte Ar-Ge ve İnovasyonun Rolü: DEMATEL Tabanlı Analitik Ağ Süreci (DANP) ve TOPSIS Yöntemleri ile Bölgelerarası Bir Analiz. *Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(1), 115-144.
- Charnes, A., Cooper, W. W. And Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Dökmen, G. (2012). Bölgesel Yenilik Sistemlerinde Devlet Rolü: Düzey 2 Bölgelerine İlişkin Ampirik Bir Analiz. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 19 (2), 143-163.
- Efron, B. (1992). *Bootstrap Methods: Another Look at The Jackknife* (pp. 569-593). New York: Springer.
- Efron, B. And Tibshirani, R. J. (1994). *An Introduction to the Bootstrap*. CRC Press.
- Ferrier, G. D. and Hirschberg, J. G. (1997). Bootstrapping Confidence Intervals for Linear Programming Efficiency Scores: With an Illustration Using Italian Banking Data. *Journal of Productivity Analysis*, 8, 19-33.
- Firsova, A. and Chernyshova, G. (2020). Efficiency Analysis of Regional Innovation Development Based on DEA Malmquist Index. *Information*, 11(6), 294.
- Hajek, P. and Henriques, R. (2017). Modelling Innovation Performance of European Regions Using Multi-Output Neural Networks. *Plos one*, 12(12), e0189746, Access address: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0185755>
- Hansen, M. T. and Birkinshaw, J. (2007). The Innovation Value Chain. *Harvard Business Review*, 85(6), 1-13.
- Kleinknecht, A., Van Montfort, K. and Brouwer, E. (2002). The Non-Trivial Choice Between Innovation Indicators. *Economics of Innovation and New Technology*, 11(2), 109-121.
- Kneip, A., Simar, L. and Wilson, P. W. (2008). Asymptotics and Consistent Bootstraps for DEA Estimators in Nonparametric Frontier Models. *Econometric Theory*, 24(6), 1663-1697.

- Kocakalay, Ş. ve Işık, A. (2003). Veri Zarflama Analizi ve Uygulamasına Yönelik Bir Araştırma. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.
- Lim, J. D. (2006). Regional Innovation System and Regional Development: Survey and a Korean Case. *Working Paper*, Access address: <http://en.agi.or.jp/workingpapers/WP2006-05.pdf>
- Min, S., Kim, J. and Sawng, Y. W. (2020). The Effect of Innovation Network Size and Public R&D Investment on Regional Innovation Efficiency. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 1-13.
- Nan, Y. and Tian, Y. (2011, December). *Performance Evaluation on Regional Innovation System Based on AHP-TOPSIS Methodology*. In Proceedings of 2011 International Conference on Computer Science and Network Technology (Vol. 2, pp. 1140-1143). IEEE.
- OECD (2002). Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development Frascati Manual, Access address: [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/frascati-manual-2002\\_9789264199040-en](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/frascati-manual-2002_9789264199040-en)
- Ramanathan, R. (2003). *An Introduction to Data Envelopment Analysis: A Tool for Performance Measurement*. New Delhi: Sage Publications.
- Simar, L. and Wilson, P. W. (1998). Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. *Management Science*, 44(1), 49-61.
- Simar, L. and Wilson, P. W. (1999). Of Course We Can Bootstrap DEA Scores! But Does It Mean Anything? Logic Trumps Wishful Thinking. *Journal of Productivity Analysis*, 11, 93-97.
- Simar, L. and Wilson, P. W. (2000a). A General Methodology for Bootstrapping in Non-Parametric Frontier Models. *Journal of Applied Statistics*, 27(6), 779-802.
- Simar, L. and Wilson, P. W. (2000b). Statistical Inference in Nonparametric Frontier Models: The State of the Art. *Journal of Productivity Analysis*, 13, 49-78.
- Smeeke, S. (2009). *Bootstrapping Nonstationary Time Series*. Universitaire Pers Maastricht.
- Tutar, F., Kocabay, M. Ve Halil, A. (2007). Firmaların Yenilik (İnovasyon) Yaratma Sürecinde Serbest. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 3, 195-203.
- Usman, K. and Liu, Z. (2015). Innovation Index Framework to Measure the Innovation Capacity and Efficiency of SAARC Countries. *European Journal of Social Sciences*, 46(3), 325-338.
- WorldBank (2021) Access address: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Wu, J., Zhou, Z. and Liang, L. (2010). Measuring The Performance of Chinese Regional Innovation Systems with Two-Stage DEA-Based Model. *Int. J. Sustainable Society*, 2(1), 85- 99.
- Yun, Y. B., Nakayama, H. and Arakawa, M. (2004). Multiple Criteria Decision Making with Generalized DEA and an Aspiration Level Method. *European Journal of Operational Research*, 158(3), 697-706.
- Zabala-Iturriagoitia, J. M., Voigt, P., Gutiérrez-Gracia, A. and Jiménez-Sáez, F. (2007). Regional Innovation Systems: How to Assess Performance. *Regional Studies*, 41(5), 661-672.
- Zemtsov, S. and Kotsemir, M. (2019). An Assessment of Regional Innovation System Efficiency in Russia: The Application of the DEA Approach. *Scientometrics*, 120(2), 375-404.