

TÜRKİYE'DE BÖLGESEL İNOVASYON ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: DÜZEY 2 BÖLGELERİNE YÖNELİK AMPİRİK BİR ANALİZ

İbrahim DAĞLI*

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de bölgesel seviyede inovasyon etkinliğinin tespiti ve etkin bölgelerin performans sıralamasının ortaya konulmasıdır. Yöntem olarak veri zarflama analizinin çıktı odaklı BCC ve Süper Etkinlik Modeli kullanılmıştır. Analiz için bölgesel inovasyon ölçümüne yönelik üç girdi (Ar-Ge Harcaması, Ar-Ge İnsan Kaynağı, Yüksek Öğrenim Kaynağı) ve üç çıktı (İleri Teknoloji İhracatı, Patent, Marka) değişkeninden yararlanılmıştır. Araştırmanın zaman boyutu olarak tüm değişkenlerin verilerine ulaşılabilen en güncel yıl olan 2019 yılı esas alınmıştır. Analiz sonucunda 26 adet bölgeden oluşan TR Düzey 2 bölgelerinden 10 tanesi bölgesel inovasyon açısından etkin bölgeler olarak tespit edilmiştir. Etkin olan bu bölgelerin süper etkinlik skorlarına göre performans sıralaması TR10, TRC1, TR72, TR83, TR41, TR22, TR33, TR63, TRC2 ve TRC3 bölgeleri olarak tespit edilmiştir. Etkin olmayan bölgelerin etkinliğe ulaşabilmesi için referans birimler ve hedef değerlere çalışma içeriğinde yer verilmiştir. Bu çalışma, Türkiye için 26 bölge üzerinde (TR Düzey 2) bölgesel seviyede bir inovasyon etkinliği tespiti ve kıyaslaması yapması açısından literatürdeki diğer çalışmalardan farklıdır. Çalışmanın zaman boyutu olarak seçilen 2019 yılı ise literatüre oldukça güncel bir katkı sağlaması açısından önemlidir. Bölgeler arasında inovasyon etkinliğinin tespit edilmesinin yanı sıra süper etkinlik skorları ile bölgeler arasında bir performans sıralaması yapılması çalışmanın bir diğer önemli katkısıdır.

Anahtar Kavramlar: Veri Zarflama Analizi, Bölgesel İnovasyon, İnovasyon Etkinliği, Süper Etkinlik.

Jel kodları: O32, O33, R13, R58

Atf Önerisi /Cited as (APA): Dağlı, İ. (2021). Türkiye'de bölgesel inovasyon etkinliğinin değerlendirilmesi: Düzey 2 bölgelerine yönelik ampirik bir analiz. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (61), 329-352. DOI: 10.18070/erciyesiibd.998090.

* Dr. Öğr. Üyesi, Kırıbsı Batı Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, i.dagli@cwu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-8199-821X>

Geliş/Received: 20.09.2021

Kabul/Accepted: 05.01.2022

THE ASSESSMENT OF REGIONAL INNOVATION EFFICIENCY IN TURKEY: AN EMPIRICAL ANALYSIS OF NUTS 2 REGIONS

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the innovation efficiency at the regional level in Turkey and to reveal the performance ranking of the efficient regions. Output-oriented BCC and Super Efficiency Model of data envelopment analysis were used as methods. For the analysis, three inputs (R&D Expenditure, R&D Human Resources, Higher Education Resource) and three outputs (High Technology Exports, Patent, Trademark) variables for regional innovation measurement were used. As the time dimension of the research, 2019, which is the most recent year in which the data of all variables can be accessed, was taken as basis. 10 of the 26 TR Nuts 2 regions have been identified as efficient regions in terms of regional innovation. The performance ranking of these efficient regions according to their super efficiency scores was determined as TR10, TRC1, TR72, TR83, TR41, TR22, TR33, TR63, TRC2 and TRC3 regions. Reference units and target values are included in the study, so that inefficient regions can reach efficiency. This study differs from other studies in the literature in that it detects and compares innovation efficiency at the regional level in 26 regions of Turkey (Nuts II). The year 2019, which was chosen as the time dimension of the study, is important in terms of providing a very up-to-date contribution to the literature. In addition to determining the innovation efficiency among regions, making a performance ranking among regions with super efficiency scores is another crucial contribution of the study.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Regional Innovation, Innovation Efficiency, Super Efficiency.

JEL Codes: O32, O33, R13, R58

GİRİŞ

1980’li yıllarda ortaya atılan içsel büyüme modelleri ile birlikte teknolojinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi ön plana çıkmaktadır. Bu modeller öncesinde dışsal bir etken olarak kabul edilen teknolojinin büyüme üzerindeki muazzam etkisi araştırmacıların odağını bu yöne kaydırmaya başlamıştır. Teknolojinin etkisiyle birlikte Ar-Ge ve inovasyon kavramlarına da sıkça değinilmeye başlanmıştır. Solow (1957), henüz teknik ilerleme olarak geçen inovasyonu “üretim fonksiyonundaki herhangi bir değişiklik” olarak tanımlamıştır (1957, s. 312). Dosi’ye (1988) göre inovasyon, “yeni ürünlerin, yeni üretim süreçlerinin ve yeni organizasyon yapılarının araştırılması ve keşfi, denenmesi, geliştirilmesi, taklit edilmesi ve benimsenmesidir” (1988, s. 222). Schumpeter de inovasyon için Solow’un kısa tanımına bağlı kalarak “üretim fonksiyonunda meydana gelen bir değişiklik” olarak inovasyondan bahsetmiştir (Schumpeter, 1939, s. 62).

Schumpeter (1934) ekonomik büyümede inovasyonun itici güç olduğuna vurgu yapmaktadır. Ancak Schumpeter, inovasyon haline gelmeyen bir icadın büyümeye katkı sağlamayacağına ve gerçek itici gücün inovasyon olduğuna dikkat çekmektedir (Schumpeter, 1943). İnovasyon ise yeni bilimsel ve teknik bilgilerin elde edilmesini gerektirmektedir (Freeman ve Soote, 1997). Literatürde inovasyonla ilgili tanımlar için Oslo Kılavuzu rehber olarak kabul edilmektedir. Oslo

Kılavuzu’nun değişen versiyonlarıyla birlikte inovasyonun tanımı da çeşitli değişikliklere uğramıştır. Son olarak dördüncü versiyonda yapılan inovasyon tanımı şu şekildedir (Organisation for Economic Co-operation and Development ve Statistical Office of the European Communities [OECD/Eurostat], 2019, s. 32):

“İnovasyon, birimin önceki ürün veya süreçlerinden önemli ölçüde farklı olan ve potansiyel kullanıcılara sunulan (ürün) veya birim tarafından kullanıma sunulan (süreç) yeni veya geliştirilmiş bir ürün veya süreçtir (veya bunların kombinasyonudur)”

Makro seviyede ülkelerin ekonomik büyümesine etki eden inovasyon, bölgeler arasında ekonomik büyüme ve kalkınmışlık derecelerini de yakından etkilemektedir. Türkiye için de büyüme hedeflerinin gerçekleştirilmesinde teknolojik yeterlilik, Ar-Ge ve yeniliğin rolü birçok politika metninde vurgulanmaktadır. Bu husus, On Birinci Kalkınma Planında da açıkça ortaya konulmuştur: “Ülkemizin teknolojik dönüşüme ayak uydurabilmesi için öncelikli sektör ve alanlarda nitelikli insan kaynağını zenginleştirilmesi, teknolojinin işletmelere yayılımını artırması, firmaların organizasyon ve yenilik kabiliyetlerini geliştirilmesi, araştırma-geliştirme (Ar-Ge) ve yeniliğin finansmanına yönelik etkin mekanizmaları devreye sokması On Birinci Kalkınma Planı döneminde rekabet gücü kazanması açısından öncelikli hususlar olarak öne çıkmaktadır” (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı [SBB], 2019). Planlı döneme geçiş sonrasında yayınlanan Beş Yıllık Kalkınma Planlarının tamamında Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payı, araştırmacı insan gücü, özel sektör Ar-Ge payı gibi birçok inovasyon göstergesine ilişkin verilerde bir takım somut hedeflere rastlanmaktadır. Örneğin, On Birinci Kalkınma Planında Ar-Ge harcamalarında özel sektörün payının ve Ar-Ge personeli içinde özel sektörde istihdam edilenlerin payının %67’ye yükseltilmesi hedeflenmiştir (SBB, 2019, s.80).

Bu çalışmanın çıkış noktası genellikle makro seviyede (ülkeler bazında) ele alınan (Ör. Ayçin ve Çakın, 2019) inovasyon performans veya etkinliğine bölgesel bir bakış açısıyla katkı sunmak olmuştur. Bu maksatla çalışmanın kapsamında İBBS’de (İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflandırması) Düzey 2 olarak kabul edilen 26 bölge esas alınmıştır. TR Düzey 2 seviyesinde inovasyon etkinliğinin tespit edilmesi için VZA (Veri zarflama Analizi) tekniğinin BCC modelinden faydalanılmış ve bölgesel inovasyon açısından görece olarak etkin olan ve etkin olmayan TR Düzey 2 bölgeleri belirlenmiştir.

VZA, farklı ölçü birimlerindeki çoklu girdi ve çoklu çıktıya sahip homojen karar verme birimleri (KVB) arasında görece etkinlik ölçümüne yarayan, doğrusal programlama tabanlı nonparametrik bir yöntemdir. Performans değerlendirme ve homojen KVB’ler arasında bir kıyaslama yapma maksadıyla VZA kullanımı ise literatürde oldukça yaygındır. Çalışmanın devamında Süper Etkinlik Modeli ile etkin olarak tespit edilen bölgelerin süper etkinlik skorları belirlenmiş ve bölgeler arasında bir performans sıralaması ortaya konulmuştur. VZA için bölgesel inovasyon ölçümüne yönelik üç girdi (Ar-Ge Harcaması, Ar-Ge İnsan Kaynağı, Yüksek

Öğrenim Kaynağı) ve üç çıktı (İleri Teknoloji İhracatı, Patent, Marka) değişkeninden yararlanılmıştır. Araştırmanın zaman boyutu olarak tüm değişkenlerin verilerine ulaşılabilen en güncel yıl olan 2019 yılı esas alınmıştır.

Bu çalışma, Türkiye’de 26 bölge üzerinde bölgesel seviyede bir inovasyon etkinliği tespiti ve kıyaslaması yapması açısından literatürdeki diğer çalışmalardan farklıdır. Uluslararası literatürde inovasyon etkinliğine dair birçok çalışma (Bai, 2013; Bai ve Li, 2011; Broekel, 2012; Hong, Feng, Wu ve Wang, 2016; Li, Li ve He, 2018; Wang, Fan, Zhao ve Wang, 2016) bulunmasına karşın Türkiye’de bölgesel Ar-Ge ve inovasyon etkinliğinin tespitine yönelik çalışmalar oldukça kısıtlıdır (Belgin, 2019). Bu anlamda çalışmanın Türkiye’de bölgesel düzeyde inovasyon etkinliğini ölçen bir çalışma olarak literatüre katkı sağlaması hedeflenmektedir. Kamu harcamaları ve teşvik politikaları ile bölgesel kalkınmada dengenin sağlanmasında bölgesel çalışmaların sağlayacağı veriler büyük bir öneme sahiptir. Bu kapsamda çalışma, 2019 yılı bölgesel inovasyon etkinliği tespitinde güncel bir katkı sağlaması açısından önemlidir. Bölgeler arasında inovasyon etkinliğinin tespit edilmesinin yanı sıra süper etkinlik skorları ile bölgeler arasında bir performans sıralaması yapılması çalışmanın bir diğer önemli katkısıdır.

Çalışmanın ilk bölümünde literatür taramasına yer verilmiştir. Daha sonra ikinci bölümde VZA tekniğine ilişkin teorik bilgilere ve literatür uygulamalarına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde analizde kullanılan veri seti ve değişkenler tanımlanmıştır. Dördüncü bölümde analizin uygulama aşamaları ve araştırma bulguları sunulmuştur. Çalışma sonuç ve değerlendirmelerle son bulmuştur.

I. LİTERATÜR TARAMASI

Uluslararası literatürde bölgesel Ar-Ge ve inovasyon etkinliğini ele alan birçok çalışma mevcuttur. Ancak araştırmanın birim boyutunda Türkiye’deki bölgeleri baz alan ve doğrudan bu bölgelerdeki bölgesel Ar-Ge veya inovasyon etkinliğini ele alan çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Belgin (2019) tarafından yapılan çalışma Türkiye Düzey 1 bölgesinde bölgesel Ar-Ge etkinliğini ele almaktadır. Bu çalışmada ise daha ayrıntılı birim boyutuyla, Türkiye’de Düzey 2 sınıflandırmasında yer alan 26 bölge üzerinde bölgesel düzeyde inovasyon etkinliği ölçümü yapılarak alandaki boşluğa katkıda bulunulması hedeflenmiştir.

Aktop (2021) ve İncekara, Demez ve Akyol (2014) tarafından yapılan çalışmalarda Türkiye’de Ar-Ge etkinliği ölçümü söz konusu olmasına rağmen bu çalışmalar makro düzeyde yapılmış çalışmalardır ve bölgesel etkinlik ölçümüne yönelik değildir. Belgin ve Avşar (2019) ve Dağlı (2021) tarafından yapılan çalışmalarda Türkiye’de bölgesel düzeyde Ar-Ge ve inovasyon performans ölçümü yapılmış ve çok kriterli karar verme yöntemleri ile bir sıralama ortaya konulmuştur. Ancak bu çalışmalar da doğrudan etkinlik ölçümüne yönelik çalışmalar değildir. Uluslararası literatürde mevcut ve doğrudan bölgesel inovasyon etkinliğini ele alan çalışmalardan bir kısmına aşağıda yer verilmiştir.

Ünlü (2021) tarafından yapılan ve Avrupa Birliğinde yer alan 200 bölgeyi kapsayan çalışmada, araştırma kapsamındaki bölgelerin inovasyon etkinliği açısından homojen bir görünüm göstermediği sonucuna ulaşılmıştır.

Fan, Lian ve Wang (2020) bölge içi ve bölgeler arası iş birliğinin bölgesel inovasyon etkinliğine etkilerini analiz etmiştir. Çin şehirlerinin inovasyon etkinliğini ölçmek için Veri Zarflama Analizi Modelinin kullanıldığı çalışmada bölge içi ve bölgelerarası iş birliğinin etkilerini ölçmek için Mekânsal Durbin Modeli kullanılmıştır. Analiz sonucunda hem bölge içi hem bölgeler arası inovasyon iş birliğinin inovasyon etkinliğini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Fu ve Jiang (2019) bölgesel inovasyonda üniversite-sanayi-devlet iş birliğini temsil eden üçlü sarmal modelinin inovasyon etkinliğindeki rolünü analiz etmiştir. Yapılan çalışma sonucunda Çin’in çeşitli inovasyon performanslarına sahip 31 bölgesinde üçlü sarmal modelinin inovasyon üzerindeki olumlu katkıları ortaya konulmuştur.

Zemtsov ve Kotsemir (2019) patenleme sonuçlarını inovasyon sisteminin insani ve finansal kaynaklarıyla karşılaştırarak Rusya’da bölgesel inovasyon etkinliğini değerlendiren bir çalışma yapmıştır. Araştırma sonucunda en büyük ve en eski üniversitelere sahip bölgelerin inovasyon etkinliğinde ön sıralarda olduğu görülmüştür.

Li ve diğerleri (2018) Çin’de doğrudan yabancı yatırım (DYY) girişinin bölgesel inovasyon etkinliğinde etkili olup olmadığını ve bu durumun bölgesel koşullara bağlı olup olmadığını araştırmıştır. Çalışma sonucunda, inovasyon etkinliğinde bölgeler arası ve bölge içi önemli farklılıklar olduğu ve bu farklılıkların öncelikle DYY girişleri ile açıklanabileceği ortaya konulmuştur.

Barra ve Zotti (2018) İtalya’da bölgesel inovasyon etkinliğini Stokastik Sınır Analizi yoluyla incelemiştir. Analiz sonuçları, üniversite ve özel sektör Ar-Ge yatırımlarının bölgesel inovasyon etkinliğini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Hong ve diğerleri (2016) hibe desteklerinin ileri teknoloji endüstrilerinde inovasyon etkinliğine etkilerini araştırmıştır. Stokastik Sınır Modeli kullanılarak yapılan analizde hibelerin inovasyon performansı üzerinde negatif etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çin’deki 17 yüksek teknoloji endüstrisinde yapılan bu araştırmada özel sektör Ar-Ge finansmanın ise inovasyon etkinliğinde olumlu ve önemli bir etkisi olduğu ortaya konulmuştur.

Wang ve diğerleri (2016) bölgesel inovasyonun çevresel zihinsel bileşenleri ile inovasyon etkinliği arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çin bölgesel yenilik sisteminin ulusal bilim ve teknoloji politikaları üzerindeki etkileri bu kapsamda tartışılmıştır.

Yi ve Fengyan (2015) Çin’e ait 31 şehirde yenilik performansının bölgeler arasında büyük farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Çalışmada kurumsal

teknoloji girdisi ve devlet yatırımlarının bölgesel inovasyon performansı üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bai (2013) Çin'in bölgesel inovasyon etkinliğini değerlendirdiği çalışmada girişimlerin, üniversitelerin, araştırma enstitülerinin, yerel yönetimlerin ve finansal kurumların inovasyon etkinliği üzerindeki etkileşimlerini incelemiştir. Çin'in 30 bölgesinde, Stokastik Sınır Analizi yöntemi ile inovasyon etkinliği tahmin edilmiş ve inovasyon etkinliğine etki eden faktörler analiz edilmiştir. Çalışma sonuçları Çin'deki inovasyon etkinliğinin düşük seviyede olduğunu ve bölgesel yenilik sisteminin iç yapısının mükemmel olmaktan uzak olduğunu göstermektedir.

Broekel (2012) Alman elektrik ve elektronik sanayisinde faaliyet gösteren 270 firma verisi ile bölgesel iş birliği yoğunluğu ve bölgesel inovasyon etkinliği arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Çalışma sonucunda ilişkinin ampirik olarak anlamlı olduğu ve ters U şekli gösterdiği ortaya konulmuştur. Bölgesel ve bölgeler arası iş birliğinin yoğun olduğu bölgelerin inovasyon açısından etkin bölgeler olduğu görülmüştür.

Chen ve Guan (2012) Çin'in bölgesel inovasyon etkinliğinin sistematik değerlendirmesini yapmıştır. Yazarlar, inovasyon sürecini teknolojik gelişme ve müteakip teknolojik ticarileştirme olmak üzere iki bağlantılı alt sürece ayırmıştır. Sonuç olarak, Çin'in bölgesel inovasyon sistemlerinin yalnızca beşte birinin teknolojik gelişmeden ticarileştirmeye kadar tüm süreç boyunca etkin olduğu görülmüştür.

Bai ve Li (2011) Çin'in 30 bölgesinde yerel yönetimin bölgesel inovasyon etkinliği üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda Çin'de bölgesel inovasyon etkinliğinin düşük olduğu ve yerel yönetimlerin bölgesel inovasyon etkinliği üzerinde olumsuz etki yaptığı ortaya konulmuştur. Bununla birlikte yerel yönetimlerle birlikte üniversiteler, araştırma enstitüleri, finansal kurumlar gibi diğer faktörlerin de inovasyon etkinliği üzerinde olumsuz etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Evangelista ve diğerleri (2002) İtalya'da bölgesel yenilikçi modellerin çeşitliliğini ve bölgesel düzeyde yenilik sistemlerinin varlığını araştırmıştır. İtalya'da kuzey ve güney arasında teknolojik açık belirgin olmakla birlikte geleneksel kuzey-güney ayrımının bölgesel düzeyde inovasyon süreçlerinin çeşitliliğini tasvir edemediği ortaya çıkmıştır.

Dzemydaite vd. (2016) 40 Avrupa bölgesinde, Han, Asmild ve Kunc (2016) Kore'nin bölgelerinde, Lafarga ve Balderrama (2015) Meksika'nın 32 bölgesinde, De Bruijn ve Legendijk (2005) Avrupa Birliğinde yer alan 206 bölgede, Zabala-Iturriagoitia vd. (2007) 187 bölgede, inovasyon etkinliğini ele almıştır.

Literatürde ele alınan çalışmaların büyük bir çoğunluğunda gerek bölgesel gerek bölgeler arası iş birliğinin yoğun olduğu bölgelerin inovasyon açısından etkin

bölgeler olduğu görülmüştür. Başka bir deyişle yapılan iş birliğinin bölgesel inovasyon performansına büyük bir katkı sağladığı görülmektedir. Özel sektör Ar-Ge katkısının ve üniversitelerin başarısının bölgesel inovasyon performanslarını önemli derecede ve olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Bununla birlikte yapılan çalışmaların tamamında bölgeler arasında inovasyon performanslarında önemli farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Yapılan bu çalışmada da Türkiye için 26 bölge (TR Düzey 2) üzerinden bu farklılık analiz edilmiş ve tespit edilen durum literatür kapsamında tartışılmıştır.

II. YÖNTEM

VZA, farklı ölçü birimlerindeki çoklu girdi ve çoklu çıktıya sahip homojen KVB’ler arasında görelî etkinlik ölçümüne yarayan, doğrusal programlama tabanlı nonparametrik bir yöntemdir. VZA, değerlendirilecek olan tüm KVB’lerin performans ölçümünde kullanılan gözlemleri değerlendirmek için kullanılan bir sınır belirlemek için gözlemleri zarflaması(sarması) nedeniyle bu adı almıştır (Cooper, Seiford ve Tone, 2006).

Performans değerlendirme ve homojen KVB’ler arasında bir kıyaslama yapma maksadıyla VZA kullanımı literatürde oldukça yaygındır. Eğitim kurumlarına, finans kuruluşlarına ve sağlık kuruluşlarına yönelik etkinlik analizlerine veya borsa şirketleri, hisse senetleri ve makro ekonomik göstergelere yönelik VZA ile performans ve etkinlik analizlerine literatürde sıkça rastlanmaktadır (Demirbaş ve Sezgin, 2010; Düzakın ve Bulgurcu, 2010; Gedik, 2011; Özden, 2009; Özer, Öztürk ve Kaya, 2010; Sarıca ve Or, 2007; Şengül, Eslamian ve Eren, 2013). VZA, performans göstergesinin yalnızca kârlılık olmadığı kâr amacı gütmeyen kuruluşlar ve kamu kuruluşlarında da kullanılan bir yöntemdir (Demirci, 2018).

VZA ile ilgili literatürde çeşitli tanımlamalar mevcuttur. Bu tanımlardan bazılarına göre VZA:

“Birden çok ve farklı ölçeklerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktıların karşılaştırma yapmayı zorlaştırdığı durumlarda, karar birimlerinin görelî performansını ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir.” (Demirci, 2018, s.29).

“Benzer girdiler kullanarak benzer çıktılar üreten karar birimlerinin etkinliklerini ölçmeye yarayan nonparametrik bir yöntemdir.” (İşbilen Yücel, 2017, s.1).

“Benzer yapıdaki karar verme birimlerinin görelî etkinliklerini ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı parametrik olmayan bir etkinlik ölçme yöntemidir.” (Savaş, 2018, s.201).

“Birden çok farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktılarının varlığı durumunda karar birimlerinin görelî etkinliklerini ölçebilen, parametrik olmayan, doğrusal programlama tabanlı bir yöntemdir.” (Özbek, 2021, s.347).

VZA, Edwardo Rhodes'in Şehir ve Kamu konusundaki doktora tezi ile birlikte başlamıştır (Demirci, 2018). Farrell (1957) tarafından yapılan çalışmadaki toplam faktör verimliliği yaklaşımı VZA'nın ilk çıkış noktası olmuştur (İşbilen Yücel, 2017). Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından 70 okul için yapılan ve yazarların baş harflerini taşıyan CCR modeli literatürdeki çoklu girdi ve çıktılarla VZA formülünü ortaya çıkarmıştır. CCR modelinde ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında etkinlik ölçümü yapılmaktadır.

KVB'lerin optimizasyonu için parametrik yöntemlerde regresyon doğrusu esas alınırken analitik bir yöntem olan VZA için Pareto etkinlik sınırına olan konum dikkate alınmaktadır (Demirci, 2018). Başka bir deyişle VZA, merkezi eğilim yerine referans olarak tespit edilen etkinlik değerine odaklanmaktadır. VZA'nın her bir KVB için ayrı ayrı göreceli etkinliği hesaplaması en önemli üstünlüğü olarak kabul edilmektedir (İşbilen Yücel, 2017). VZA'nın bir diğer önemi avantajı ise analizde, etkin olmayan KVB'lerin etkinlik sınırına yaklaşması için gerek duyulan referans kümesi ve hedef değerlerine yer verilmesidir. Bu şekilde etkin olmayan KVB'ler için etkinsizlik kaynakları ortaya konulmaktadır (İşbilen Yücel, 2017). VZA'nın bir diğer önemli avantajı KVB'ler arasında süper etkinlik skorlarını ve sıralamasını belirleyebilmesidir.

Verimlilik kavramı ile sıkça karıştırılan etkinlik, daha kapsamlı bir kavramdır ve işlerin doğru yapılmasına değil, doğru işlerin yapılmasına yöneliktir (Demirci, 2018). Etkinlik, "gözlenen değerlerin girdileri ve çıktıları ile optimal değerlerin girdileri ve çıktıları arasındaki karşılaştırma" olarak tanımlanmaktadır (Savaş, 2018, s. 201).

VZA, parametrik yöntemlere göre daha objektif ve tarafsız sonuçlar elde edilmesine imkân tanımaktadır (Demirci, 2018). Oran analizi ve diğer parametrik yöntemlerden farklı olarak VZA ile çok girdi ve çok çıktı değişkeni ile analiz yapılabilmektedir (Çelik ve Atan, 2020). Nonparametrik yöntemler, parametrik yöntemlere kıyasla önemli avantajlara sahiptir. Bu avantajlar (Demirci, 2018, s. 11):

- "Çok girdi ve çok çıktısı bulunan bir üretim sürecini bütün olarak değerlendirmesi,
- Üretim faktörlerinin ortak bir paydada buluşturulması çabası içinde başvuru sübjektif olabilecek ağırlık arayışlarına son vermesi,
- Farklı uzmanlıkları olan, fakat aynı ürünleri üreten veya servisleri sunan karar birimlerinin özelliklerini dikkate alabilmesi,
- Üretim ekonomisinin teorik çerçevesiyle uyum içinde olması,
- Etkinlik skorunu oluşturan etkinlik bileşenlerini belirleyebilmesi,
- Gerekğinde zaman boyutunu dikkate alabilmesi."

VZA'da farklı birimler içeren girdi ve çıktıların bir arada değerlendirilmesi mümkündür. Dolayısıyla analiz için seçilen değişkenlerin hepsinin aynı birimde

olması bir zorunluluk değildir (Demirci, 2018). Farklı birimlerdeki değişkenlerle yapılan VZA’da etkinlik skoru etkilenmemektedir. Ancak VZA’da tespit edilen etkinliğin güvenilir kabul edilebilmesi için analiz için seçilen girdi ve çıktı değişkenleri sayıları ile KVB sayıları birbiri ile uyumlu olmalıdır. VZA için KVB’lerin sayısının girdi ve çıktı değişkenlerinin sayısından en az bir fazla olması gerekmektedir. Hatta literatürde mevcut bazı kaynaklarda KVB sayısının girdi ve çıktı değişkenleri toplam sayısından en az 2-3 kat fazla olması gerektiği savunulmaktadır (Demirci, 2018). Analizde uygun sayıda girdi ve çıktı değişkeni ve KVB seçilememesi, analizin ayrıştırma kabiliyetini önemli oranda etkilemektedir (İşbilen Yücel, 2017).

Performans analizine yönelik yapılan birçok çalışmada etkin olan birimlerin kendi aralarında sıralanmak suretiyle aralarındaki derecelendirmelerin yapılabildiği de görülmektedir. Mevcut çalışmalarda görülen ve VZA tekniği kullanımının avantajından kaynaklanan bir diğer ortak husus, etkin olmayan KVB’ler için referans birimlerin ve hedef değerlerin belirlenebilmesidir. Böylece VZA tekniği, yalnızca etkin olan ve etkin olmayan birimleri ayırt etmekle kalmayıp, etkin olmayan birimler için de politika önerilerine ışık tutacak referanslar sunmaktadır. Literatürde yer alan bazı çalışmalarda VZA tekniğinin diğer çok kriterli karar verme yöntemleri veya Tobit gibi bazı regresyon modelleriyle bir arada kullanıldığı görülmektedir. Bu durum söz konusu çalışmalarda daha ayrıntılı ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır.

VZA modelleri zarflama şekillerine göre ölçeğe göre sabit getiri ve ölçeğe göre değişken getiri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Girdiler ve çıktılar aynı oranda artıyorsa ölçeğe göre sabit getiri, farklı bir oranda artıyorsa ölçeğe göre değişken getiri söz konusudur. VZA modelleri, etkin olmayan birimlerin etkinlik sınırına olan uzaklıklarına göre ise girdi odaklı ve çıktı odaklı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Özbek, 2021).

CCR modelinden sonra ortaya çıkan ve yine yazarlarının baş harflerinden adını alan BCC modeli (Banker, Charnes ve Cooper, 1984) ise ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında teknik etkinlik ölçümünü mümkün kılmıştır. Hem CCR hem BCC modeli ile girdiye ve çıktıya yönelik VZA yapılabilmektedir. Girdiye yönelik model, belirli bir çıktı için en uygun girdiyi elde etmeyi amaçlarken; çıktıya yönelik model, belirli bir girdi ile en iyi çıktıya odaklanmaktadır (Demirci, 2018: 49). Bununla birlikte Charnes, Cooper, Seiford ve Stutz (1982) çarpımsal model ve Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz (1985) toplamsal model ile VZA’da farklı modeller ortaya koymuşlardır.

BCC modelinde KVB’lerin etkin kabul edilebilmesi hem teknik etkinliğe hem de ölçek etkinliğine sahip olması gerekmektedir (Demirci, 2018). BCC modeli, CCR modeline nazaran daha ayrıntılı etkinlik ölçümüne olanak sağlamaktadır (İşbilen Yücel, 2017). BCC modelinde, CCR modelinden farklı olarak Eşitlik 1’de ifade edilen konvekslik kısıtı bulunmaktadır.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \forall_j \text{ için } \lambda_j \geq 0 \quad (1)$$

VZA, KVB'leri kendi aralarında kıyaslamak suretiyle göreceli olarak etkin olanlar ve etkin olmayanlar şeklinde ayırtmaktadır. Etkin olan KVB'ler için etkinlik skoru 1 ya da %100 şeklinde ifade edilmektedir. VZA her bir KVB'yi en iyi KVB ile kıyaslamaktadır (Özbek, 2021).

VZA uygulaması beş ana basamaktan oluşmaktadır (Özbek, 2021, s. 359-360):

- Karar birimlerinin belirlenmesi,
- Girdi ve çıktı kümesinin belirlenmesi,
- Verilerin elde edilmesi,
- Modelin kurulması ve etkinlik ölçümü,
- Etkinlik sonuçlarının değerlendirilmesi.

Bölgesel inovasyon sistemi kaynakların yalnızca niceliğinden değil aynı zamanda kalitesinden de etkilendiği için ölçüğe göre sabit bir getiri sağlamayan karmaşık bir bütündür (Wang vd., 2016). Bu çalışmada da ölçüğün etkisini ortadan kaldırabilen ölçüğe göre değişken getiri varsayımından ötürü BCC modeli tercih edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan çıktıya yönelik BCC modeli için zarflama formu Eşitlik (2-4)'de gösterilmiştir. Eşitlik formülasyonu içinde, u_r : k karar birimi tarafından r'nci çıktıya verilen ağırlığı, v_i : k karar birimi tarafından i'nci girdiye verilen ağırlığı, Y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r'nci çıktıyı, x_{ik} : k karar birimi tarafından kullanılan i'nci girdiyi, Y_{rj} : j'nci karar birimi tarafından üretilen r'nci çıktıyı ve ε : Yeterince küçük pozitif bir sayıyı (örneğin 0,00001) ifade etmektedir.

$$E_k = \text{Min} \left(\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \right) - \rho_0 \quad (2)$$

$$\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) = 1 \quad (3)$$

$$\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) - \left(\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \right) + \rho_0 \leq 0 \quad (4)$$

$$u_r \geq \varepsilon$$

Klasik BCC modelinde etkin olan tüm birimlerin etkinlik skoru 1 (%100) olarak belirlendiğinden bu birimler arasında bir sıralama yapmak mümkün değildir (Doğan, 2015). Andersen ve Petersen (1993) tarafından geliştirilen bir modifikasyonla ortaya çıkan süper etkinlik modeli ise, etkin olan KVB’lerin kendi aralarında etkinlik sınırına olan uzaklıklarına göre sıralanmasını sağlamıştır. Süper etkinlik modelinde etkin olan KVB’ler sırasıyla etkinlik sınırından çıkarılarak diğer KVB’ler aracılığıyla yeniden belirlenen etkin sınıra olan uzaklığı ölçülmektedir. (Özden, 2009).

Süper etkinlik modeli, değerlendirme altındaki KVB’nin referans setinden hariç tutulması dışında standart modele çok benzemektedir. Elde edilen süper etkinlik skoru, diğer KVB’ler tarafından belirlenen sınıra göre ilgili KVB’nin etkinlik sınırına uzaklığının belirlenmesi ile elde edilmektedir (Cheng, Qian ve Zervopoulos, 2011).

Etkin KVB’ler için çıktı odaklı süper etkinlik BCC modeli formülasyonu Eşitlik 5-7’de gösterilmiştir (Cheng vd., 2011, s. 4). Formülasyonda, X , m boyutlu girdi vektörünü, γ , s boyutlu çıktı vektörünü ve λ n tane karar biriminin ağırlıklarını ifade etmektedir.

$$\begin{aligned} & \max \varphi \\ & \text{s. t. } \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n \lambda_j X_{ij} \leq X_{ik}, i = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (5)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n \lambda_j \gamma_{rj} \geq \varphi \gamma_{rk}, r = 1, 2, \dots, s \quad (6)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (j \neq k) \end{aligned} \quad (7)$$

III. VERİ SETİ VE DEĞİŞKENLER

Bu çalışma, Türkiye’de yer alan ve İBBS esaslarına göre Düzey 2 olarak kabul edilen 26 bölgeyi kapsamaktadır. Avrupa Birliği kriterlerine uygun olarak yapılmış bu sınıflandırmadaki 26 bölge şu şekilde belirlenmiştir:

- TR10 (İstanbul)
- TR21 (Tekirdağ, Edirne, Kırklareli)
- TR22 (Balıkesir, Çanakkale)
- TR31 (İzmir)
- TR32 (Aydın, Denizli, Muğla)
- TR33 (Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak)
- TR41 (Bursa, Eskişehir, Bilecik)
- TR42 (Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova)
- TR51 (Ankara)
- TR52 (Konya, Karaman)
- TR61 (Antalya, Isparta, Burdur)
- TR62 (Adana, Mersin)
- TR63 (Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye)
- TR71 (Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir)
- TR72 (Kayseri, Sivas, Yozgat)
- TR81 (Zonguldak, Karabük, Bartın)
- TR82 (Kastamonu, Çankırı, Sinop)
- TR83 (Samsun, Tokat, Çorum, Amasya)
- TR90 (Trabzon, Ordu, Giresun, Rize, Artvin, Gümüşhane)
- TRA1 (Erzurum, Erzincan, Bayburt)
- TRA2 (Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan)
- TRB1 (Malatya, Elazığ, Bingöl, Tunceli)
- TRB2 (Van, Muş, Bitlis, Hakkari)
- TRC1 (Gaziantep, Adıyaman, Kilis)
- TRC2 (Şanlıurfa, Diyarbakır)

- TRC3 (Mardin, Batman, Şırnak, Siirt)

VZA’da kullanılan değişkenler girdi ve çıktı değişkenleri olarak iki gruba ayrılmıştır. Bu kapsamda üç veri girdi değişkeni üç veri çıktı değişkeni olarak analize dahil edilmiştir. Bu değişkenler şu şekilde belirlenmiştir:

- Ar-Ge Harcaması (Girdi)
- Ar-Ge İnsan Kaynağı (Girdi)
- Yüksek Öğrenim Kaynağı (Girdi)
- İleri Teknoloji İhracatı (Çıktı)
- Patent (Çıktı)
- Marka (Çıktı)

Bu değişkenlerden patent ve marka verileri Türk Patent ve Marka Kurumu istatistiklerinden, diğer değişkenler TÜİK veri kaynağından alınmıştır. İleri-teknoloji ihracatı değişkenine ait veriler, TÜİK veri tabanında yer alan ihracat verileri üzerinden yazar tarafından hesaplanarak analize dahil edilmiştir. İleri-teknoloji ihracatına ilişkin kalemler hesaplanırken Galindo- Rueda ve Verger (2016) tarafından önerilen ISIC Rev.4 sınıflandırılmasındaki ilgili kalemler dikkate alınmıştır. Değişkenlerinde seçiminde Tablo 1’de yer alan çalışmalardan yararlanılmıştır.

Tablo 1: Bölgesel İnovasyon Etkinliği Ölçümünde Kullanılan Değişkenler

Yazar/ Yazarlar	Girdi Değişkeni	Çıktı Değişkeni
Fu ve Jiang (2019)	-	Patent Yüksek teknoloji sübvansiyonları Yerel yönetimin teknoloji desteği İşletmelerin üniversitelere olan bağlılığı Bölgesel inkübatör sayısı
Li ve diğerleri (2018)	Ar-Ge yatırımları Ar-Ge çalışanları Yerli teknoloji satın almak için ortalama harcama	Patent Yüksek teknoloji katma değeri Teknoloji piyasasının ortalama işlem değeri
Barra ve Zottin (2018)	Ar-Ge çalışanları Ar-Ge harcamaları	Patent
Wang ve diğerleri (2016)	Ar-Ge personeli Ar-Ge harcamaları Onaylanmış patentler	Patent Faydalı model ve tasarım Yeni ürün çıktıları
Hong ve diğerleri (2016)	Ar-Ge çalışanları Ar-Ge harcamaları	Patent

Bai ve Li (2011)	Ar-Ge personeli Ar-Ge harcamaları	Patent Yüksek-teknoloji sanayiler
Bai (2013)	Yerel yönetim Ar-Ge desteği Ar-Ge finansman desteği Paydaş kuruluşların Ar-Ge katılımı Paydaş kuruluş arasındaki etkileşim Üniversite öğrencisi sayısı	
Chen ve Guan (2012)	Bilim-teknoloji harcaması Bilim-teknoloji personeli Doğrudan yabancı yatırım Teknoloji ithalatı Yerli teknoloji satın alma harcamaları Yurt içi teknik piyasalardaki sözleşmeye dayalı girişlerin değeri	Patent Marka Tasarım Yeni ürünler

Bölgesel nüfus etkilerinin sonuçlarda yanlılığa yol açabileceği göz önüne alınarak analizde kullanılan tüm veriler nüfus etkisinden arındırılmıştır. Nüfus verilerinde de TÜİK veri tabanından yararlanılmıştır. Analizde kullanılan tüm veriler (nüfus dahil) 2019 yılına ilişkindir. Kullanılan tüm verilerin mevcut olduğu en güncel yıl 2019 yılı olduğu için analizin zaman boyutu olarak 2019 tercih edilmiştir. Değişkenlere ilişkin özet istatistik bilgileri Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2: Özet İstatistik Bilgileri

	Min.	Maks.	Ort.	Std.Sap.
Ar-Ge Harcaması (TL)	29.406.402	2.576.423.971	382.723.404	501.964.842
Ar-Ge İnsan Kaynağı (Kişi sayısı)	605	10.144	2.934	1.933
Yüksek Öğrenim Kaynağı (Kişi sayısı)	76.003	214.187	126.141	31.445
İleri Teknoloji İhracatı (USD)	53.402	213.032.411	16.459.673	42.296.510
Patent (Başvuru Sayısı)	7	216	65	53
Marka (Başvuru Sayısı)	3	1.208	301	366

*Bu veriler nüfus etkisinden arındırılmıştır ve milyon kişi başına düşen rakamları göstermektedir.

IV. BULGULAR

Bu çalışmada, Banker, Charnes ve Cooper (1984) tarafından geliştirilen ve ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında etkinlik analizi yapmak için kullanılan çıktı odaklı Banker, Charnes ve Cooper (BCC) modeli uygulanmıştır. Yapılan VZA sonucunda (Tablo 3) 26 karar verme biriminden (26 TR Düzey 2 bölgesi) 10 bölgenin görece olarak etkin olduğu tespit edilmiştir. Etkin olarak tespit edilen

bölgeler Tablo 3’de koyu renkli satırlarla gösterilmiştir ve etkinlik skorları 1 (%100) olarak görülmektedir. Veriler nüfus etkisinden arındırılarak analiz yapılmıştır ve etkin olarak tespit edilen bölgelerin coğrafi olarak herhangi bir kümelenmesi görülmemektedir. Üç büyükşehirden İstanbul’u kapsayan TR10 bölgesi etkin olarak tespit edilirken Ankara’yı kapsayan TR51 ve İzmir’i kapsayan TR31 bölgelerinin etkin olmadığı görülmektedir.

Tablo 3: Çıktı Odaklı BCC Modeli Veri Zarflama Analizi Sonuçları

Karar Verme Birimleri	Skor	G1	G2	G3	Ç1	Ç2	Ç3
TR10 İstanbul	%100	1	0	0	1	0	0
TR21 (Tekirdağ, Edirne, Kırklareli)	%172	0,25	0	0,75	0	1	0
TR22 (Balıkesir, Çanakkale)	%100	0,03	0,97	0	0	1	0
TR31 (İzmir)	%172	0,21	0,79	0	0	1	0
TR32 (Aydın, Denizli, Muğla)	%152	0,67	0,33	0	0	0,9	0,1
TR33 (Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak)	%100	0,06	0,46	0,48	0	1	0
TR41 (Bursa, Eskişehir, Bilecik)	%100	0	1	0	0	0,54	0,46
TR42 (Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova)	%107	0	0	1	0	1	0
TR51 (Ankara)	%123	0	0,01	0,99	0	1	0
TR52 (Konya, Karaman)	%104	0,62	0	0,38	0	0,91	0,09
TR61 (Antalya, Isparta, Burdur)	%170	1	0	0	0	0,95	0,05
TR62 (Adana, Mersin)	%162	0,05	0,84	0,11	0	0,99	0,01
TR63 (Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye)	%100	0	1	0	0	0,98	0,02
TR71 (Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir)	%287	0,35	0	0,65	0	1	0
TR72 (Kayseri, Sivas, Yozgat)	%100	1	0	0	0	0	1
TR81 (Zonguldak, Karabük, Bartın)	%152	0,36	0	0,64	0	1	0
TR82 (Kastamonu, Çankırı, Sinop)	%246	1	0	0	0	0,91	0,09
TR83 (Samsun, Tokat, Çorum, Amasya)	%100	0,79	0	0,21	0	1	0
TR90 (Trabzon, Ordu, Giresun, Rize, Artvin, Gümüşhane)	%224	1	0	0	0	0,96	0,04
TRA1 (Erzurum, Erzincan, Bayburt)	%171	0,23	0	0,77	0	1	0
TRA2 (Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan)	%134	0,17	0	0,83	0	1	0
TRB1 (Malatya, Elazığ, Bingöl, Tunceli)	%294	0,37	0	0,63	0	1	0
TRB2 (Van, Muş, Bitlis, Hakkari)	%110	0,18	0	0,82	0	1	0
TRC1 (Gaziantep, Adıyaman, Kilis)	%100	0	0,24	0,76	0,09	0	0,91
TRC2 (Şanlıurfa, Diyarbakır)	%100	0	0,08	0,92	0,26	0,05	0,69
TRC3 (Mardin, Batman, Şırnak, Siirt)	%100	0,49	0,51	0	0,1	0,08	0,82

* Skoru %100 (1) olan koyu renkli satırlar etkin bölgeleri göstermektedir.

* G-Girdi, Ç- Çıktı kısaltması olarak kullanılmıştır.

Etkin olmayan bölgeler için EMS paket programı vasıtasıyla tespit edilen referans bölge ve referans oranları baz alınarak hedef değerler ve iyileştirme oranları yazar tarafından manuel olarak hesaplanmıştır. Etkin olmayan 16 bölgeye ilişkin hedef değerler ve iyileştirme oranları Tablo 4’de verilmiştir. Bu tabloda Ç1, Ç2 ve Ç3 sütunlarında görülen hedef değerler, ilgili çıktı için referans bölge ve referans oranına göre hesaplanan hedef değerleri göstermektedir. Ç1, Ç2 ve Ç3 sütunlarında görülen iyileştirme oranları ise ilgili çıktı için hedef değerlere göre hesaplanan ve her çıktı için ihtiyaç duyulan iyileştirme oranlarını ayrı ayrı göstermektedir. Bu kapsamda en yüksek iyileştirme oranlarına TR81, TRB1, TR71, TRB2, TRA1 ve TR32 bölgelerinde ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4: Etkin Olmayan 16 Bölge Hedef Değerleri ve İyileştirme Oranları

Bölge	Referans Bölge ve Referans Oranı	Hedef Değer			İyileştirme Oranı		
		Ç1	Ç2	Ç3	Ç1	Ç2	Ç3
TR21	TR10 (0,38), TR33 (0,53) TRC2 (0,09)	82,33	129,99	578,19	11,67	0,72	2,51
TR31	TR10 (0,63), TR22 (0,02) TR83 (0,35)	134,48	160,33	733,20	7,13	0,72	0,84
TR32	TR10 (0,03), TR72 (0,08) TR83 (0,69), TRC1 (0,20)	9,82	64,85	358,64	12,42	0,52	0,52
TR42	TR10 (0,64), TRC2 (0,36)	136,67	143,47	720,29	5,38	0,07	1,86
TR51	TR10 (1,00)	213,03	216,25	1106,95	1,67	0,24	1,13
TR52	TR10 (0,24), TR72 (0,05) TR83 (0,18), TRC1 (0,52)	57,68	86,79	761,73	3,96	0,03	0,03
TR61	TR10 (0,16), TR72 (0,04) TR83 (0,81)	34,98	90,28	305,31	0,89	0,72	0,75
TR62	TR10 (0,05), TR22 (0,57) TR33 (0,01), TR83 (0,05) TRC1 (0,18), TRC3 (0,15)	10,65	10,81	55,35	0,37	-0,70	-0,63
TR71	TR10 (0,13), TR83 (0,26) TRC1 (0,61)	34,98	67,80	659,76	30,54	1,87	35,59
TR81	TR10 (0,16), TR83 (0,55) TRC1 (0,29)	37,87	81,19	464,39	708,06	0,54	7,07
TR82	TR83 (0,59), TRC1 (0,27) TRC3 (0,13)	4,05	49,35	278,98	8,36	1,45	1,43
TR90	TR10 (0,00), TR72 (0,02) TR83 (0,97), TRC1 (0,01)	0,99	64,95	127,84	0,69	1,24	1,25
TRA1	TR10 (0,16), TR33 (0,76) TRC2 (0,09)	36,02	102,62	401,75	14,29	0,73	17,11
TRA2	TRC1 (0,06), TRC2 (0,63) TRC3 (0,31)	2,40	13,27	78,08	1,56	0,35	7,73
TRB1	TR10 (0,20), TR83 (0,80) TRC1 (0,00)	43,20	95,26	300,26	271,38	1,93	24,10
TRB2	TRC1 (0,05), TRC2 (0,68) TRC3 (0,27)	2,19	13,33	70,51	15,86	0,11	20,91

BCC klasik modelinde etkin olarak belirlenen tüm KVB’lerin etkinlik skorları 1 (%100) olarak belirlenmiştir. Analizin bu kısmında ise etkin olarak belirlenen bu bölgeler için Süper Etkinlik Modeli uygulanmıştır. Klasik BCC modeli ile bölgesel inovasyon etkinliği tespit edilen 26 bölgeden etkin olarak tespit edilen 10 bölge için süper etkinlik skorlaması yapılarak bölgelerin inovasyon etkinliği performanslarına göre sıralaması ortaya konulmuştur. Tablo 5’de yer alan süper etkinlik sıralamasına göre etkin olarak tespit edilen bölgelerin sıralaması; TR10, TRC1, TR72, TR83, TR41, TR22, TR33, TR63, TRC2 ve TRC3 olarak tespit edilmiştir. Süper etkinlik değerlerine bakıldığında %15 ile İstanbul’u kapsayan TR10 bölgesinin süper etkinlik skorunun diğer bölgelerden çok ileride olduğu görülmektedir.

Tablo 5: TR Düzey 2 Etkin Bölgeleri İçin Süper Etkinlik Sıralaması

Bölge	Süper Etkinlik Değeri	Sıralama	
TR10	İstanbul	%15,16	1
TRC1	(Gaziantep, Adıyaman, Kilis)	%43,92	2
TR72	(Kayseri, Sivas, Yozgat)	%72,01	3
TR83	(Samsun, Tokat, Çorum, Amasya)	%79,13	4
TR41	(Bursa, Eskişehir, Bilecik)	%94,19	5
TR22	(Balıkesir, Çanakkale)	%96,53	6
TR33	(Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak)	%97,47	7
TR63	(Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye)	%99,98	8
TRC2	(Şanlıurfa, Diyarbakır)	*	9
TRC3	(Mardin, Batman, Şırnak, Siirt)	*	9

* TRC2 ve TRC3 bölgeleri “uç değerler” olarak tespit edildiğinden bu bölgeler sıralamada son sıralara dahil edilmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Teknolojinin büyüme ve kalkınmadaki rolü özellikle 1980 sonrası içsel büyüme modelleri ile birlikte önem kazanmaktadır. Değişen ve gelişen teknoloji ile birlikte kalkınan ülkeler bilgi ekonomisinin önemini ortaya koymaktadır. Ar-Ge ve inovasyonun teknolojik gelişmişlik seviyesine doğrudan katkısı literatürde birçok kez ispatlanmıştır. İnovasyonun rolü genellikle makro seviyede ele alınmakta ve çalışmaların önemli bir kısmında ülkelerin inovasyon performanslarına değinilmektedir. Yapılan mikro seviyedeki çalışmalarda ise firmaların ve sektörel seviyelerdeki çalışmalarda belirli sektör veya sektörlerin inovasyon performansları ele alınmaktadır.

Bölgeler arasındaki kalkınmışlık farkının önemli bir sebebi de bölgeler arasındaki inovasyon performanslarındaki farklılıktır. Bölgesel inovasyon açısından gelişmeye yönelik bir politika planlaması yapılabilmesi için öncelikle bölgesel

düzeyde inovasyon etkinliklerinin tespit edilmesi şarttır. Bu çalışma da böyle bir amaçtan yola çıkarak Türkiye Düzey 2 bölgelerini içeren 26 adet bölgede inovasyon etkinliğini tespit etmektedir. Etkinlik analizi için literatürde yaygın olarak kullanılan ve farklı ölçü birimlerindeki çoklu girdi ve çoklu çıktıya sahip homojen karar verme birimleri arasında göreceli etkinlik ölçümüne yarayan veri zarflama analizi yöntemi tercih edilmiştir.

Çıktı odaklı BCC modeli ile yapılan veri zarflama analizi sonuçlarına göre 26 adet TR Düzey 2 bölgesinden 10 tanesi bölgesel inovasyon açısından etkin olarak tespit edilmiştir. Etkin olarak tespit edilen bölgeler şöyle tespit edilmiştir: TR10 (İstanbul), TR22 (Balıkesir, Çanakkale), TR33 (Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak), TR41 (Bursa, Eskişehir, Bilecik), TR63 (Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye), TR72 (Kayseri, Sivas, Yozgat), TR83 (Samsun, Tokat, Çorum, Amasya), TRC1 (Gaziantep, Adıyaman, Kilis), TRC2 (Şanlıurfa, Diyarbakır) ve TRC3 (Mardin, Batman, Şırnak, Siirt). Üç büyükşehirden İstanbul'u kapsayan TR10 bölgesi etkin olarak tespit edilirken Ankara'yı kapsayan TR51 ve İzmir'i kapsayan TR31 bölgelerinin etkin olmadığı görülmektedir.

Elde edilen bulgular literatürde yapılan birçok çalışma ile uyumludur ve inovasyon etkinliğinde bölgeler arasında önemli farklılıklar olduğu görülmektedir (Li vd., 2018; Zemtsov ve Kotsemir, 2019). Türkiye için 26 bölgeden yalnızca 10 bölgenin etkin olarak tespit edilmesi (%38) yine literatürde yer alan ve genel olarak bölgesel inovasyon etkinliğinin düşük olduğunu gösteren çalışmalarla uyumludur (Bai, 2013; Bai ve Li, 2011; Chen ve Guan, 2012).

Etkin olmadığı belirlenen 10 bölge için referans bölgeler ve referans oranları çalışmada sunulmuştur. Ayrıca bu bölgelerin etkinliğe ulaşabilmesi için referans değerlerden yola çıkarak hesaplanan hedef değerler ve referans oranlarına çalışmada yer verilmiştir. Tespit edilen referans bölgeler ve hedef değerleri etkin olmayan bölgelere yönelik uygulanacak politikalarda dikkate alınabilecek sayısal veriler olarak kullanılabilir.

Çalışmanın devamında Süper Etkin Modeli ile etkin bölgeler arasında bir performans sıralamasına da yer verilmiştir. Bu sıralamaya göre etkin olarak belirlenen 10 bölgenin performans sıralaması şöyle tespit edilmiştir: TR10, TRC1, TR72, TR83, TR41, TR22, TR33, TR63, TRC2 ve TRC3. Süper etkinlik değerlerine bakıldığında %15 ile İstanbul'u kapsayan TR10 bölgesinin süper etkinlik skorunun diğer bölgelerden çok ileride olduğu görülmektedir.

Türkiye'de 26 bölge düzeyinde inovasyon etkinliği ölçümüne yönelik literatürde bilinen bir çalışma yoktur. Bu çalışmanın alandaki bu boşluğa katkıda bulunması hedeflenmiştir. Kamu harcamaları ve teşvik politikaları ile bölgesel kalkınmada dengenin sağlanmasında ve verimliliğin artırılmasında bölgesel çalışmaların sağlayacağı veriler büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışma 2019 yılı için bölgesel inovasyon etkinliğinin tespitinde güncel bir durum tespiti ve performans sıralaması sunmaktadır.

2018 yılında Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Kurulu (BTYPK) olarak ismi değiştirilen Kurul, Türkiye’de uzun vadeli bilim ve teknoloji politikalarının tespitinde hükümete yardımcı olmaktadır. Planlı döneme geçiş sonrasında kurulan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), uluslararası ikili ve çok taraflı bilimsel ve teknolojik iş birliği faaliyetlerinde Türkiye’yi temsil etmekte ve bilimsel Ar-Ge faaliyetlerine ilişkin hususlarda BTYPK ile koordinasyon içinde çalışmaktadır. Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme Başkanlığı (KOSGEB), Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Teknoloji Transfer Ofisleri (TTO) gibi kurum ve kuruluşlar da Ar-Ge ve yenilik politikaların uygulanmasında diğer önemli paydaşlardır.

Ar-Ge politikaları gereği uygulanan destek programlarında belirli dönemlerde bazı sektörlerin öncelikli desteklendiği bilinmektedir. Ancak Türkiye için bölgesel düzeyde uygulanan ulusal Ar-Ge politikasından söz etmek oldukça güçtür. Bu çalışma kapsamında elde edilen ampirik bulgular ise Türkiye için 26 bölgeden yalnızca 10 bölgenin (%38) inovasyon açısından etkin olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, belirli bölgelerin Ar-Ge performanslarının yetersiz olduğuna ve bu bölgelere etkinlik kazandırılması için bölgesel düzeyde Ar-Ge ve yenilik politikaların uygulanması gerektiğine işaret etmektedir. Etkin olmayan bölgelerin tamamı kalkınmada öncelikli olarak belirlenen illeri kapsamamaktadır. Bu durum ise Ar-Ge teşvik politikalarında, illerin ekonomik kalkınmışlık seviyelerinin yerine Ar-Ge/İnovasyon etkinliklerinin dikkate alınması gerektiğine dair bir çıkarım olarak değerlendirilebilecektir. Ankara’yı kapsayan TR51 ve İzmir’i kapsayan TR31 bölgelerinin inovasyon açısından etkin olmaması bu husustaki en çarpıcı örneklerdir. Türkiye’nin üç büyük ilinden ikisini kapsayan bu bölgelerin ekonomileri diğer bölgelere nazaran oldukça başarılı olmasına rağmen ampirik bulgular bu bölgelerde Ar-Ge ve yenilik politikaların yetersiz düzeyde kaldığına işaret etmektedir.

Daha sonraki yıllarda yapılacak benzer çalışmalarda bölgesel inovasyon etkinliğinin ve performans sıralamasının bölge düzeyinde nasıl değiştiği bu çalışmadan yararlanmak suretiyle karşılaştırılabilecektir. Bu şekilde, yapılacak yeni tespitler ile bölgesel politikaların değerlendirilmesi ve gerektiği durumlarda revize edilmesi mümkün olabilecektir. Bununla birlikte Türkiye için farklı bölge düzeylerinde inovasyon etkinliğini ölçen çalışmaların inovasyon politikaları açısından faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca VZA yönteminin farklı modelleri ile yapılacak farklı analizler ve inovasyon etkinliğini ölçmeye yarayan farklı tekniklerle yeni çalışmalar yapılabilecektir.

KAYNAKÇA

- Aktop, V. S. (2021). Türkiye ve Avrupa Birliği üyesi ülkelerin göreceli araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) etkinliğinin analizi. *Itobiad: Journal of the Human & Social Science Researches*, 10(1), 231-246.
- Andersen, P. ve Petersen, N. C. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management science*, 39(10), 1261-1264.
- Ayçin, E. ve Çakın, E. (2019). Ülkelerin inovasyon performanslarının ölçümünde Entropi ve Mabac çok kriterli karar verme yöntemlerinin bütünlük olarak kullanılması. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 19(2), 326-351.
- Bai, J. (2013). On regional innovation efficiency: Evidence from panel data of China's different provinces. *Regional Studies*, 47(5), 773-788.
- Bai, J. ve Li, J. (2011). Regional innovation efficiency in China: The role of local government. *Innovation*, 13(2), 142-153.
- Banker, R. D., Charnes, A. ve Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.
- Barra, C. ve Zotti, R. (2018). The contribution of university, private and public sector resources to Italian regional innovation system (in) efficiency. *The Journal of Technology Transfer*, 43(2), 432-457.
- Belgin, O. (2019). Analysing R&D efficiency of Turkish regions using data envelopment analysis. *Technology Analysis & Strategic Management*, 31(11), 1341-1352.
- Belgin, Ö. ve Avşar, B. A. (2019). Türkiye’de bölgeler ve iller düzeyinde Ar-Ge ve yenilik performansının gri ilişkisel analiz yöntemi ile ölçülmesi. *Verimlilik Dergisi*, 2, 27-48.
- Broekel, T. (2012). Collaboration intensity and regional innovation efficiency in Germany- A conditional efficiency approach. *Industry and Innovation*, 19(2), 155-179.
- Charnes, A., Cooper, W. W. ve Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.

- Charnes, A., Cooper, W. W., Golany, B., Seiford, L. ve Stutz, J. (1985). Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. *Journal of econometrics*, 30(1-2), 91-107.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Seiford, L. ve Stutz, J. (1982). A multiplicative model for efficiency analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 16(5), 223-224.
- Chen, K. ve Guan, J. (2012). Measuring the efficiency of China's regional innovation systems: application of network data envelopment analysis (DEA). *Regional Studies*, 46(3), 355-377.
- Cheng, G., Qian, Z. ve Zervopoulos, P. (2011). Overcoming the infeasibility of super-efficiency DEA model: A model with generalized orientation. *Munich Personal Repec Archive*, 31991, 1-16.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. ve Tone, K. (2006). *Introduction to data envelopment analysis and its uses: with DEA-solver software and references*. Springer Science & Business Media.
- Çelik, E. ve Atan, M. (2020). *Veri zarflama analizi (VZA): Örnek uygulamalarla çok kriterli karar verme yöntemleri*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Dağlı İ. (2021). Türkiye düzey 3 bölgesinde inovasyon çıktı performanslarının değerlendirilmesi: Moora ve gri ilişkisel analiz yöntemleriyle karşılaştırmalı bir analiz. Kemal Vatansever (Ed.). *İktisadi ve İdari Bilimlerde Araştırma ve Değerlendirmeler içinde* (s. 203-218). Ankara: Gece Kitabevi.
- De Bruijn, P. ve Legendijk, A. (2005). Regional innovation systems in the Lisbon strategy. *European Planning Studies*, 13(8), 1153-1172.
- Demirbaş, M. ve Sezgin, H. F. (2010). Likidite krizi sürecinde Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği’ne üye ülkeler ve Türkiye’deki bankacılık sektörünün karşılaştırmalı etkinlik analizi: 2006-2010 dönemi, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(3), 135-158.
- Demirci, A. (2018), *Teori ve uygulamalarla veri zarflama analizi*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Doğan, N. Ö. (2015). VZA süper etkinlik modelleri ile etkinlik ölçümü: Kapadokya da faaliyet gösteren balon işletmeleri üzerine bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 29(1), 187-204.
- Dosi, G. (1988). *The nature of the innovative process: Technical change and economic theory*. New York: Pinter Publishers.
- Düzakın, E. ve Kıran Bulgurcu, B. (2010). Kalkınmada Öncelikli illerin ekonomik etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 14(1), 1-18.

- Dzemydaitė, G., Dzemyda, I. ve Galinienė, B. (2016). The efficiency of regional innovation systems in new member states of the European Union: a nonparametric DEA approach. *Economics and Business*, 28, 83-89.
- Evangelista, R., Iammarino, S., Mastrostefano, V. ve Silvani, A. (2002). Looking for regional systems of innovation: evidence from the Italian innovation survey. *Regional Studies*, 36(2), 173-186.
- Fan, F., Lian, H. ve Wang, S. (2020). Can regional collaborative innovation improve innovation efficiency? An empirical study of Chinese cities. *Growth and Change*, 51(1), 440-463.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 120(3), 253-281.
- Freeman, C. ve Soete, L. (1997). *Yenilik İktisadı* (Çev. Ergün Türkcan). Ankara: TÜBİTAK Yayınları.
- Fu, L. ve Jiang, X. (2019). Does the multiple-participant innovation improve regional innovation efficiency? A study of China's regional innovation systems. *Sustainability*, 11(4658), 1-16.
- Galindo-Rueda, F. ve Verger, F. (2016). OECD taxonomy of economic activities based on R&D intensity. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, No. 2016/04, OECD Publishing.
- Gedik, M. (2011). Vergi rekabeti etkinlik değerlendirmesi: OECD üyesi ülkeler için veri zarflama analizi uygulaması. *Maliye Dergisi*, 160, 329-350.
- Han, U., Asmild, M. ve Kunc, M. (2016). Regional R&D efficiency in Korea from static and dynamic perspectives. *Regional Studies*, 50(7), 1170-1184.
- Hong, J., Feng, B., Wu, Y. ve Wang, L. (2016). Do government grants promote innovation efficiency in China's high-tech industries?. *Technovation*, 57, 4-13.
- İncekara, A., Demez, S. ve Akyol, M. (2014). Ar-Ge harcamalarına yapılan teşviklerin etkinliği: Türkiye BRICS ülkeleri karşılaştırmalı analizi. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 1-30.
- İşbilen Yücel, L. (2017). *Veri Zarflama Analizi*, İstanbul: Der Yayınları.
- Lafarga, C. V. ve Baderrama, J. I. L. (2015). Efficiency of Mexico's regional innovation systems: an evaluation applying data envelopment analysis (DEA). *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 7(1), 36-44.
- Li, Z., Li, J. ve He, B. (2018). Does foreign direct investment enhance or inhibit regional innovation efficiency? Evidence from China. *Chinese Management Studies*. 12(1), 35-55.

- Organisation for Economic Co-operation and Development ve Statistical Office of the European Communities. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation*. OECD publishing. Paris/Eurostat, Luxembourg.
- Özbek, A. (2021). *Çok kriterli karar verme yöntemleri ve excel ile problem çözümü*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Özden, Ü. (2008). Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye’deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), 167-185.
- Özer, A., Öztürk, M. ve Kaya, A. (2010). İşletmelerde etkinlik ve performans ölçmede VZA, kümeleme ve TOPSİS analizlerinin kullanımı: İMKB işletmeleri üzerine bir uygulama, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 233-260.
- Sarıca, K. ve Or, I. (2007). Efficiency assessment of Turkish power plants using data envelopment analysis. *Energy*, 32(8), 1484-1499.
- Savaş, F. (2018). *Veri zarflama analizi, operasyonel, yönetsel ve stratejik problemlerin çözümünde çok kriterli karar verme yöntemleri*, Bursa: Dora Yayıncılık.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles: A theoretical, historical, and statistical analysis of the capitalist process*, New York, London: McGraw-Hill.
- Schumpeter, J. A. (1943). *Capitalism, socialism and democracy*. New York: Harper Collins.
- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3) 312-320.
- Şengül, Ü., Eslemian, S. ve Eren, M. (2013). Türkiye’de istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre düzey 2 bölgelerinin ekonomik etkinliklerinin DEA yöntemi ile belirlenmesi ve Tobit Model uygulaması. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 11(21), 75-99.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2019). On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023).
- Ünlü, F. (2021). Avrupa Birliği’nde bölgesel inovasyon politikalarının etkinliği: NUTS-I ve NUTS-II bölgeleri üzerine bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(1), 31-50.
- Wang, S., Fan, J., Zhao, D. ve Wang, S. (2016). Regional innovation environment and innovation efficiency: the Chinese case. *Technology Analysis & Strategic Management*, 28(4), 396-410.

- Yi, S., Fengyan, C. (2015). Regional Innovation Systems Based on Stochastic Frontier Analysis: A Study on Thirty-One Provinces in China. *Science, Technology & Society*, 20(2), 204–224.
- Zabala-Iturriagoitia, J. M., Voigt, P., Gutiérrez-Gracia, A. ve Jiménez-Sáez, F. (2007). Regional innovation systems: how to assess performance. *Regional Studies*, 41(5), 661-672.
- Zemtsov, S. ve Kotsemir, M. (2019). An assessment of regional innovation system efficiency in Russia: the application of the DEA approach. *Scientometrics*, 120(2), 375-404.