

**TARIMSAL ETKİNLİK DÜZEYİNİN COĞRAFİK BÖLGELER İTİBARIYLA FARKLILAŞMASI: VERİ ZARFLAMA METAFRONTİER YAKLAŞIMI\***Alamettin BAYAV<sup>1</sup>, Orhan GÜNDÜZ<sup>2</sup>, Bahri KARLI<sup>3</sup>**ÖZET**

**Amaç:** Bu çalışmada, İBBS 3 sınıflaması itibarıyla illerin 2015-2019 yıllarına ait beş yıllık panel verisi kullanılarak Türkiye coğrafi bölgelerinin tarımsal etkinlikleri tahmin edilmiş ve karşılaştırılmıştır.

**Yöntem:** Bölgesel teknik etkinlikler ve metafrontier teknik etkinlikler veri zarflama analizi (VZA) ile hesaplanmış, buradan hareketle metateknoloji oranları belirlenmiştir.

**Bulgular:** Girdi odaklı ölçeğe göre değişen getiri varsayımı altında veri zarflama metafrontier yaklaşımı ile belirlenen etkinliklerin bölgesel olarak farklılaştığı belirlenmiştir. En yüksek teknik etkinlik %91,6 ile Akdeniz Bölgesi'nde, en düşük ise %73,0 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde belirlenmiştir. Metateknoloji oranı açısından değerlendirildiğinde Doğu Anadolu Bölgesi en yüksek orana (%77,9) sahip olmuştur. Doğu Anadolu Bölgesi'ni %73,3 ile Karadeniz, %72,9 ile Güneydoğu Anadolu, %64,0 ile Akdeniz, %51,5 ile Ege Bölgeleri takip etmiştir. En düşük metateknoloji oranı %46,7 ile İç Anadolu Bölgesi'nde tespit edilmiştir.

**Özgünlük:** Bu çalışmanın literatüre iki açıdan önemli katkı yapacağı düşünülmektedir. Birincisi coğrafi bölgeler düzeyinde tarımsal üretim değerinin değerlendirildiği ilk çalışma olması, ikincisi ise tarımsal teknolojik farklılığı dikkate alan ve daha pratik yorumlanmasını sağlayan metafrontier yöntemini kullanıyor olmasıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Teknik Etkinlik, Metateknoloji Oranı, Veri Zarflama Analizi, Türkiye.

**JEL Kodları:** O13, O33, Q10.

**VARIATION OF AGRICULTURAL EFFICIENCY LEVEL BY GEOGRAPHICAL REGIONS: DATA ENVELOPMENT METAFRONTIER APPROACH****ABSTRACT**

**Purpose:** In this study, the agricultural efficiency of the geographical regions of Turkey was estimated and compared by using five-year panel data of the provinces for the years 2015-2019 as of NUTS 3.

**Methodology:** Regional technical efficiency and metafrontier technical efficiency were calculated by data envelopment analysis (DEA), and metatechnology rates were determined.

**Findings:** The results showed that the highest technical efficiency was determined in The Mediterranean Region with 91.6%, and the lowest in the Southeast Anatolia region with 73.0%. In terms of metatechnology ratio, the Eastern Anatolia Region had the highest rate (77.9%). The Eastern Anatolia Region was followed by the Black Sea Region with 73.3%, the Southeastern Anatolia Region with 72.9% and Mediterranean Region with 64.0%. The lowest metatechnology ratio was found in the Central Anatolia Region with 46.7%.

**Originality:** It is thought that this study will contribute to the literature in two ways. The first contribution of this study to the literature is that it is the first study to evaluate the agricultural production value at the geographical region level. The second is that it uses the metafrontier method, which takes into account the agricultural technological difference and provides a more practical interpretation.

**Keywords:** Technical Efficiency, Metatechnology Ratio, Data Envelopment Analysis, Turkey.

**JEL Codes:** O13, O33, Q10.

\* Bu çalışma, 15-17 Eylül 2021 tarihlerinde çevrimiçi olarak düzenlenen XIV. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi'nde özet olarak sunulan "Tarımsal Etkinlik Düzeyinin Coğrafi Bölgeler İtibarıyla Farklılaşması: Veri Zarflama Metafrontier Analizi" başlıklı bildirin genişletilmiş ve yeniden düzenlenmiş halidir.

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Isparta, Türkiye, alamettinbayav@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-8093-2988 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

<sup>2</sup> Prof. Dr., Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Malatya, Türkiye, orhan.gunduz@ozal.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2357-0802.

<sup>3</sup> Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Isparta, Türkiye, bahrikarli@isparta.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9734-1781.

## 1. GİRİŞ

Tüm ülkelerde gıda arzının temel kaynağı tarımdır. Artan gıda talebinin karşılanamaması durumunda ekonominin büyüme oranının olumsuz etkileneceği açıktır. Hızlı nüfus artışı ve şehirleşme nedeniyle tüketici tercihindeki değişiklikler gibi faktörler birçok ülkede gıdaya olan talebi artırmaktadır. Bu durum işletme düzeyinde kaynak kullanımının geliştirilmesi ve buna paralel olarak da arz sisteminin geliştirilmesinin önemli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, tarım sektörünün gıda arzının artırılması ülkelerin ekonomik büyümesi açısından önemlidir. Ayrıca gelir ve buna bağlı talep artışının, mevcut arz imkânları ile karşılanıp karşılanamayacağı tartışmaları da sıklıkla dillendirilen bir konu haline gelmiştir.

Gayrisafi Yurtiçi Hasılaya 2019 yılında %6,42, istihdama %18,15'lik katkısıyla tarım Türkiye'de önemli bir sektördür (TÜİK, 2021). Türkiye'de tarım sektörü büyüme eğilimindedir. Bu büyümeyi sürekli hale getirmek için verimlilik ve etkinliği artırmaya yönelik politika geliştirme çabaları devam etmektedir.

Diğer sektörlerde olduğu gibi tarım sektöründe de iç ve dış pazardaki rekabetin artması kıt kaynakların etkin kullanımını ön plana çıkarmakta, dolayısıyla etkinliğin ve verimliliğin ölçülmesi büyük önem taşımaktadır. Özellikle tarımın gıda ile ilişkili olması performans kavramını daha da önemli kılmaktadır.

Tarımsal verimlilik, büyüme ve kaynak kullanımı, sürdürülebilir üretim ve kârlılığının temel unsuru olarak değerlendirilmektedir. Tarım işletmelerinde verimlilik ve sürdürülebilirliğin sağlanması üretim girdilerinin etkin kullanılmasıyla mümkündür. Gelişmiş ülkelerin yanı sıra Türkiye'de de üretim ve verimin artırılabilmesi için aşırı kaynak kullanımı söz konusu olmakta ve bu durum doğal kaynakların tahribatına ve çevreye önemli derecede olumsuz etki yapmaktadır. Bu zararlar kaynakların etkin kullanımı ile azaltılabilir (Gündüz ve diğerleri, 2011).

Kaynak kullanımında ve üretimde etkinlik konusu, çok sayıda bilimsel çalışmada ele alınmıştır. Özellikle Charnes ve diğerleri (1978) tarafından veri zarflama analizinin (VZA) geliştirilmesinden sonra etkinlik ve verimlilik çalışma sayıları hızla artmıştır. Başta sağlık, eğitim ve tarım sektörleri olmak üzere birçok alanda etkinlik ve verimlilik çalışmaları yapılmaktadır. Üretim kaynaklarının sınırlı olması bu kaynakların etkin kullanılmasını tüm ülke ekonomileri için gerekli kılmaktadır. Bu nedenle benzer girdileri kullanarak benzer çıktıları elde eden işletmelerin hangilerinin etkin çalıştığını bulmak önemlidir. Bu amaçla parametrik stokastik sınır analizi (SSA) ve parametrik olmayan veri zarflama analizi (VZA) yaygın olarak kullanılan performans ölçüm yöntemleridir.

Etkinlik ve verimlilik çalışmaları uzun zamandır ekonomistlerin ilgisini çekmektedir. Bu kapsamda çok sayıda VZA (Gül, 2005; Odeck, 2007; Bayramoğlu ve Gündoğmuş, 2008; Sevim ve Bali, 2008; Ceyhan ve Hazneci, 2010; Dağistan, 2010; Gündüz ve diğerleri, 2010, 2011; Poudel ve diğerleri, 2015; Murtaza ve Thapa, 2017; Candemir, 2020, Çekiç ve diğerleri, 2020; Uzumdumlu ve diğerleri, 2021) ve SSA'yı (Bozoğlu ve Ceyhan, 2007; Rahman, 2010; Guesmi ve diğerleri, 2012; Theriault ve Serra, 2013; Gündüz ve diğerleri, 2016; Hazneci ve Ceyhan, 2017; Abdallah ve Abdul-Rahman, 2017; Canan ve diğerleri, 2018; Siagian ve Soetjpto, 2020; Sari ve diğerleri, 2021) içeren çalışmalar yapılmıştır.

Farklı coğrafyalarda, ekolojilerde veya sınıflarda tarımsal faaliyet yürüten işletmelerin teknoloji kullanımına bağlı farklılıklar nedeniyle, aynı kategori içerisinde değerlendirilmesi, rekabete yönelik değerlendirmelerde yanlış yorumlamalara neden olacaktır. Bu nedenle ortak bir üretim sınırı altında hesaplanan etkinlikler, farklı üretim sınırları altında faaliyet gösterenlerle karşılaştırılmaz. Buradan hareketle O'Donnell ve diğerleri (2008) farklı bölge ve/veya ülkelerdeki işletmelerin farklı üretim fırsatlarıyla karşılaştığını, teknik olarak bu işletmelerin, farklı uygulanabilir girdi-çıktı kombinasyonlarından seçimler yaptığını bildirmiştir. Teknolojik set olarak adlandırılan bu kombinasyonların her bölge için farklı olabileceğini ve bu tür farklılıkların üretim sınırını ayırarak farklı gruptaki işletmelerin etkinliklerini belirleyen araştırmalara izin verebileceğini vurgulamıştır.

Türkiye'de tarımsal alanda bölgesel farklılıkları dikkate alan birkaç etkinlik çalışması yapılmıştır. Armağan ve diğerleri (2010)'nin yapmış olduğu çalışmada İBBS 1 düzeyinde 12 bölgeye ait 1994-2003 yıllarına ait on yıllık veri kullanılmıştır. Bitkisel üretim değeri çıktı olarak, traktör sayısı, tarımsal alan, tarımsal istihdam ve kullanılan gübre miktarı girdi olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada İBBS 1 düzeyinde incelenen 10 yıllık dönemde Batı Marmara, Ege, Akdeniz ve Doğu Karadeniz Bölgesi dışındaki bölgelerde teknik etkinlik ve toplam faktör verimliliğinde düşüş olduğu bildirilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde bu düşüşün Türkiye geneline yansıdığı vurgulanmıştır. Özden ve Armağan (2012) tarafından yapılan çalışmada İBBS 1 bölge düzeyinde 2000-2010 yıllarını kapsayan 11 yıllık veriler kullanılarak tarımsal etkinlikler hesaplanmıştır. SSA'nın kullanıldığı çalışmada Cobb Douglas üretim fonksiyonu kullanılmıştır. Kurulan modelde çıktı olarak tarımsal üretim değeri, girdi olarak ise tarımsal alan, hayvan sayısı, iş gücü sayısı ve traktör sayısı alınmıştır. Sonuçta yıllar bazında ve genel olarak hesaplanan teknik etkinliklerin yıllık ortalama %4 azaldığı tespit edilmiştir. Ege ve Akdeniz Bölgelerinde teknik etkinliğin en yüksek ve

ortalama teknik etkinliğin %50,7 olduğu bildirilmiştir. Erdoğan ve Samut (2013), 81 il düzeyinde (İBBS 3) VZA yöntemini kullanarak etkinlikleri belirlemiştir. Dört girdi ve bir çıktının ele alındığı çalışmada; girdi olarak birim alana düşen traktör sayısı, tarım yapılan alanın toplam tarımsal alana oranı, birim alana düşen tarımsal iş gücü ve birim alana düşen tarımsal enerji kullanımı, çıktı olarak birim alana tarımsal gelir miktarı dikkate alınmıştır. İki aşamalı olarak yapılan çalışmada ilk olarak teknik etkinlik hesaplanmış, ikinci aşamada bölgeler arası farklılığı belirlemek amacıyla varyans analizi uygulanmıştır. Ortalama teknik etkinliğin %75 bulunduğu çalışmada, Doğu Anadolu Bölgesi'nin diğer bölgelere göre daha yüksek teknik etkinlik skoruna sahip olduğu belirlenmiştir. Dudu ve diğerleri (2015) 2002-2004 yıllarında anket yoluyla elde ettikleri verilerle NUTS1 bölge düzeyinde SSA yardımıyla teknik etkinlikleri hesaplamıştır. Tarımsal verimlilikte batı bölgelerinin daha etkin olduğu ve etkinlik sıralamasının 2002 ve 2004 yıllarında değiştiği bildirilmiştir. Batı Marmara, Ege ve Doğu Marmara Bölgelerinin 2002 ve 2004 yıllarında ilk üç sırayı paylaştığı tespit edilmiştir. Yazarlar, sıralamada en çarpıcı sonucun 2002 yılında 6. sıradan 2004 yılında 11. sıraya düşen Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde yaşandığına vurgu yapmıştır.

Bölgeler arasındaki farklılıkları göz ardı etmek, bölge etkinlikleri hakkında yanlış tahminlere ve dolayısıyla yanıltıcı politika uygulamalarına yol açabilir. Son yıllarda bölgesel farklılıkları dikkate alarak yapılan çalışmaların sayısı artmıştır (Moreira ve Bravo-Ureta, 2010; Özden ve Di'os-Palomares, 2016; Owusu ve diğerleri, 2017; Belgin, 2019; Li ve diğerleri, 2019; Win ve diğerleri, 2021; Gündüz ve diğerleri, 2021).

Türkiye'de tarımsal işletmelerin etkinliklerinin belirlenmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Ancak bu çalışmaların büyük çoğunluğunda VZA ve SSA kullanılmıştır. Metafrontier fonksiyonu kullanılarak yapılan etkinlik analizlerinin sayıları oldukça sınırlıdır. Bu çalışma ile Türkiye'de ilk kez coğrafi bölge özellikleri dikkate alınarak etkinlikler belirlenmiştir. Böylelikle coğrafi bölgeler için belirlenen etkinlik sınırı ile teknoloji seviyesine olan uzaklığı da belirlenmiştir. Bu amaçla, Türkiye'ye ait 2015-2019 yıllarını kapsayan verilerle coğrafi bölgeler düzeyinde metafrontier metodolojisini kullanarak tarımsal üretim etkinliği hesaplanmıştır. Bu çalışmada coğrafi olarak, bölgesel varyasyonun tarımsal üretim üzerindeki etkisini daha iyi anlamak için, tarımsal üretim teknolojilerinin bölgeler arasında nasıl farklılaştığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde çalışmanın amacına ulaşmak için kullanılan veriler ve yöntemler ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Bulguların verildiği üçüncü bölümde 2015-2019 yıllarını kapsayan beş yıllık süreçte her il için teknik etkinlik, metafrontier teknik etkinlik ve metateknoloji oranları hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Son olarak dördüncü bölümde elde edilen araştırma bulguları özetlenmiş ve bu bulgular ışığında değerlendirmeler yapılarak, önerilerde bulunulmuştur.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak Türkiye'nin 81 iline ait 2015-2019 yıllarını kapsayan beş yıllık bitkisel ve hayvansal toplam üretim değeri, tarım alanları, kullanılan gübre miktarları, traktör sayıları ve hayvan sayısına karşılık gelen büyükbaş hayvan birimi (BBHB) verileri kullanılmıştır. Literatürde bu göstergelerin kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Örneğin Armağan ve diğerlerinin (2010) yaptığı çalışmada da toplam faktör verimliliğinin hesaplanmasında bitkisel üretim değeri, tarımsal alan ve traktör sayısı değişkeni kullanılmıştır. Benzer şekilde Özden ve Armağan (2012) da çalışmalarında tarımsal üretim değeri, tarımsal alan ve traktör sayısı göstergelerini kullanmıştır. Çalışmada kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) veri tabanından ve Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) kayıtlarından elde edilmiştir.

Değerlendirmeler Türkiye coğrafi bölgelerine göre yapılmıştır. Coğrafi bölgeler ve 81 ilin bu bölgelere dağılımı şöyledir: Akdeniz Bölgesi (8 il), Doğu Anadolu Bölgesi (14 il), Ege Bölgesi (8 il), Güneydoğu Anadolu Bölgesi (9 il), İç Anadolu Bölgesi (13 il), Karadeniz Bölgesi (18 il) ve Marmara Bölgesi (11 il) (Tablo 1).

**Tablo 1. İllerin coğrafi bölgelere göre dağılımı**

	<i>Doğu Anadolu Bölgesi</i>	<i>Ege Bölgesi</i>	<i>Güneydoğu Anadolu Bölgesi</i>	<i>İç Anadolu Bölgesi</i>	<i>Karadeniz Bölgesi</i>	<i>Marmara Bölgesi</i>
Akdeniz Bölgesi	Ağrı	Afyonkarahisar	Adıyaman	Aksaray	Amasya	Balıkesir
Adana	Ardahan	Aydın	Batman	Ankara	Artvin	Bilecik
Antalya	Bingöl	Denizli	Diyarbakır	Çankırı	Bartın	Bursa
Burdur	Bitlis	İzmir	Gaziantep	Eskişehir	Bayburt	Çanakkale
Hatay	Elâzığ	Kütahya	Kilis	Karaman	Bolu	Edirne
Isparta	Erzincan	Manisa	Mardin	Kayseri	Çorum	İstanbul
Kahramanmaraş	Erzurum	Muğla	Siirt	Kırıkkale	Düzce	Kırklareli
Mersin	Hakkâri	Uşak	Şanlıurfa	Kırşehir	Giresun	Kocaeli
Osmaniye	Iğdır		Şırnak	Konya	Gümüşhane	Sakarya
	Kars			Nevşehir	Karabük	Tekirdağ
	Malatya			Niğde	Kastamonu	Yalova
	Muş			Sivas	Ordu	
	Tunceli			Yozgat	Rize	
	Van				Samsun	
					Sinop	
					Tokat	
					Trabzon	
					Zonguldak	

## 2.2. Yöntem

Etkinlik ve verimlilik kavramı ilk olarak Debreu (1951) tarafından ele alınmış ve Farrell (1957) tarafından bir üretim sınırı kullanılarak genişletilmiştir. Etkinliğin ölçülmesindeki metodolojiyi ilk olarak Farrell (1957), etkinliği girdi-çıkıtı perspektifinden tanımladığı çalışmasında özetlemiştir. Farrell'e (1957) göre çıktığı odaklı yaklaşımda, bir işletmenin teknik etkinliği, mevcut girdi ve teknoloji seviyesinde üretebileceği maksimum çıktı kabiliyetidir. Alternatif olarak girdi odaklı yaklaşımda, bir işletmenin teknik etkinliği, mevcut girdi fiyatları ve çıktı miktarında bir değişiklik olmaksızın, kullanılan girdiyi en aza indirme yeteneği olarak tanımlanabilir. Etkinlik, karar verme birimlerinin gözlemlenen konumundan ulaşmak için bir ölçüt olarak kabul edilen üretim sınırına olan uzaklığına oranı olarak tanımlanmaktadır (Farrell, 1957; O'Donnell ve diğerleri, 2008). Teknik etkinlik kavramı, bir grup içindeki tüm karar verme birimlerinin karşılaştığı kısıtlamalar göz önüne alındığında, üreticinin kaynak israfından kaçınma yeteneğini yansıtır (Goyal ve diğerleri, 2018).

Aynı teknoloji kullanımı altında farklı bölgelerde faaliyet gösteren işletmelerin teknik etkinliği, üretim birimlerinin farklı girdi-çıkıtı kombinasyonları arasından seçim yapması nedeniyle, aynı üretim sınırı altında karşılaştırılması uygun değildir (O'Donnell ve diğerleri, 2008). Her bir grubun farklı teknolojiler altında faaliyet gösterdiği ve dolayısıyla üretim sınırlarının farklı olduğu şüphesi olduğunda, analizin amacı farklı grupların (örneğin bölgeler, ülkeler) verimliliğini karşılaştırmak olduğunda metafrontier yararlı bir kavramdır (Barnes ve Revoredo-Giha, 2011).

VZA, firmaların, üretim birimlerinin veya karar verme birimlerinin girdi ve çıktılarına ilişkin verileri kullanan bir doğrusal programlama metodolojisidir. Bu sınır yüzeyi, örnekteki her bir birim için bir dizi doğrusal programlama probleminin çözümüyle oluşturulur. Her birimin teknik yetersizlik derecesi gözlenen veri noktası ile sınır arasındaki mesafe ile ölçülür. Basit bir ifadeyle, VZA her birimin performansını tüm birimler için en iyi uygulamayla karşılaştırmaya çalışır. En iyi uygulama, çıktı yapısı ve ayrıca incelenen birimin girdi yapısı dikkate alındıktan sonra belirlenir. Daha sonra, birimin en iyi uygulamasına olan uzaklığına göre teknik etkinlik elde edilir. VZA, girdi odaklı veya çıktı odaklı olabilir. İki ölçü, ölçeğe göre sabit getiri söz konusu olduğunda aynı teknik etkinlik değerlerine sahipken, ölçeğe göre değişken getiri geçerli olduğunda teknik etkinlik değerleri değişmektedir.

Çalışmada ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında girdi odaklı VZA yöntemi kullanılmıştır. Zayıf yönlerinin olmasına rağmen, VZA'nın seçilmesinin en büyük nedeni çok sayıda girdi ve çıktının birlikte kullanılabilirliği ve doğrusal programlama yöntemini kullanarak anlamlı sonuçlar üretmesidir. Ayrıca ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında girdi odaklı VZA'nın kullanılması, tarımsal üretimde çıktıdan ziyade girdi üzerinde kontrol yeteneğinin daha fazla olması ve azalan verimler kanununun geçerli olmasından kaynaklanmıştır. Banker ve diğerleri (1984) tarafından önerilen ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında girdiye yönelik yaklaşım aşağıdaki gibi formüle edilebilir (Eşitlik 1-5):

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \quad (1)$$

s. t.

$$-y_i + Y\lambda \geq 0, \quad (2)$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0 \quad (3)$$

$$N1'\lambda = 1 \quad (4)$$

$$\lambda \geq 0, \quad (5)$$

Burada;  $Y$ ,  $N$  sayıda karar verme birimi (KVB) için çıktı matrisini;  $\theta$  0-1 aralığında bir değer alan girdi odaklı teknik etkinlik değerini;  $X$ ,  $N$  sayıda KVB için girdi matrisini;  $\lambda$ ,  $i$ . KVB'nin emsallerinin doğrusal kombinasyonunu tanımlayan ağırlıkların  $N \times 1$  vektörünü;  $y_i$ ,  $i$ . KVB'nin çıktısını ve  $x_i$ ,  $i$ . KVB'nin girdi miktarını gösterir. Her doğrusal programlama  $\lambda$  ve  $\theta$  vektörlerini üretir.  $\theta$  vektörü,  $i$ . birim için teknik etkinlik puanı hakkında bilgi sağlarken  $\lambda$  vektörü  $i$  biriminin eşleri hakkında bilgi sağlar.

VZA'da Cooper ve diğerleri (2006:106) temel kural olarak (the rule of thumb) KVB sayısının modelde kullanılan değişken sayısının üç katından fazla olması gerektiğini bildirmiş ve temel kuralı Eşitlik 6'daki gibi formüle etmiştir:

$$n \geq \max \{m, 3(m + s)\} \quad (6)$$

Eşitlik 6'da  $n$  KVB sayısını,  $m$  girdi sayısını,  $s$  ise çıktı sayısını ifade etmektedir. KVB sayısının az, kullanılan girdi ve çıktı sayısının fazla olması etkin KVB'nin sayısının artmasına neden olmakta ve literatürde ayırma gücü problemi olarak ifade edilen etkin KVB'nin sıralanması sorununu ortaya çıkarmaktadır (Desposit, 2002). Bu sorunun çözümü için süper etkinlik, çapraz etkinlik, çok kriterli veya çok amaçlı VZA modelleri gibi birçok yöntemin geliştirildiği bildirilmiştir (Ghasemi ve diğerleri, 2018). Bu çalışmada coğrafi bölgelerdeki iller KVB olarak ele alındığından, Karadeniz Bölgesi hariç diğer bölgelerde Eşitlik 6'ya göre temel kural şartı sağlanamamaktadır. Bu nedenle Andersen ve Petersen (1993) tarafından önerilen süper etkinlik yaklaşımı kullanılmıştır. Bölgelere ait etkinlik değerleri hesaplanan süper etkinlik skorları oranlanarak bulunmuştur.

Metafrontier için  $y$ ,  $M \times 1$  boyutunda negatif olmayan çıktıyı ve  $x$ ,  $N \times 1$  boyutunda negatif olmayan girdiyi ifade eden vektörleri göstermektedir. Bu durumda çıktıları üretmek için tüm girdileri dikkate alan metateknoloji seti Eşitlik 7'deki gibi tanımlanabilir (O'Donnel ve diğerleri, 2008):

$$T = \{(x, y) : x \geq 0; y \geq 0\} \quad (7)$$

Eşitlik 7'de  $x$  ve  $y$  metateknoloji seti ile ilişkili girdi ve çıktı setleridir. Örneğin, çıktı kümesi herhangi bir girdi vektörü  $x$  için Eşitlik 8'deki gibi tanımlanır:

$$P(x) = \{y : (x, y) \in T\} \quad (8)$$

Bu sınıra ait çıktı seti metafrontier olarak tanımlanmakta ve Färe ve Primont (1995) tarafından belirlenen standart düzenlilik özelliklerini karşılamaktadır. Böylelikle çıktıları ait meta uzaklık fonksiyonu Eşitlik 9'daki gibi olacaktır.

$$D(x, y) = \inf_{\theta} \{\theta > 0 : (y/\theta) \in P(x)\} \quad (9)$$

Eşitlik 9, bir girdi vektörü verilen bir KVB'nin çıktı vektörünü genişletebileceği maksimum değere ulaşacak ve  $D(x, y) = 1$  olduğunda etkin olarak ifade edilecektir. Kısmi sınırlar için, farklı teknolojilerde üretimde bulunan  $n$  adet grup olduğunu varsayalım ( $n = 1, 2, \dots, N$ ). Grup  $n$ 'de yer alan KVB'leri  $x$  girdisi ile  $y$  çıktısını üretmektedir. Bu durumda  $n$  grubunun teknolojisi, uzaklık fonksiyonu ve girdi çıktı setleri Eşitlik 10-12'deki gibi yazılabilir (O'Donnel ve diğerleri, 2008):

$$T^k = \{(x, y) : x \geq 0; y \geq 0\} \quad (10)$$

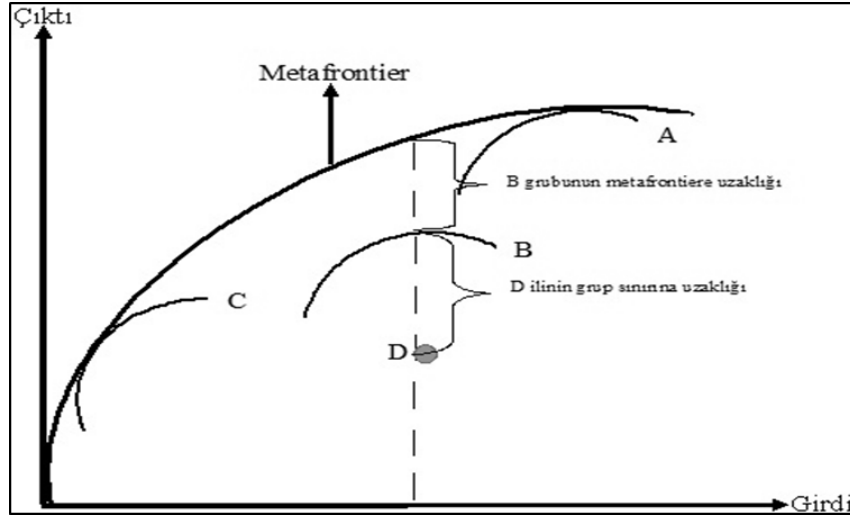
$$P^k(x) = \{y : (x, y) \in T^k\} \quad (11)$$

$$D^k(x, y) = \inf_{\theta} \{\theta > 0 : (y/\theta) \in P^k(x)\} \quad (12)$$

Metafrontier, son yıllarda hem yatay kesit hem de panel verilerin teknolojik varyasyonunu açıklayan bir yaklaşım haline gelmiştir. Spesifik olarak  $k$  grubundaki işletmeler için metateknoloji oranı Eşitlik 13'teki gibi tanımlanır:

$$\text{MTR}^k(x, y) = \frac{D(x, y)}{D^k(x, y)} = \frac{TE(x, y)}{TE^k(x, y)} \quad (13)$$

Burada  $y$  çıktıyı,  $x$  girdiyi,  $MTR^k$   $k$ . grubun metateknoloji oranını,  $TE^k$   $k$ . grubun teknik etkinliğini ve  $TE$  ise metafrontier teknik etkinliğini ifade etmektedir. Şekil 1, metafrontieri grafiksel olarak açıklamaktadır.



Şekil 1. Metafrontierin grafiksel gösterimi (O'Donnell ve diğerleri (2008)'nden uyarlanmıştır)

Çalışmada bölgelerin tarımsal etkinliği coğrafi bölge düzeyinde tahmin edilmiştir. Modelde bir çıktı ve dört girdi kullanılmıştır. Çıktı olarak bitkisel ve hayvansal üretim değerinin toplamından oluşan tarımsal üretim değeri (TL) kullanılmıştır. Ayrıca tarım alanı (ha), azot, fosfor ve potasyum gübrelerinin toplamından oluşan kullanılan gübre miktarı (ton), traktör sayısı (adet) ve hayvan sayısına karşılık gelen büyükbaş hayvan birimi (BBHB) girdi olarak kullanılmıştır. Tarımsal üretim değeri, 2015 yılı baz alınarak tarım ürünleri üretici fiyat endeksine göre deflate edilmiştir. BBHB değerlerinin hesaplanmasında 4342 sayılı Mera Kanunu'nda belirtilen katsayı değerleri esas alınmıştır. Karadeniz Bölgesi ve metateknoloji etkinliklerinin hesaplanmasında Coelli (1996) tarafından geliştirilen DEAP 2.1 bilgisayar programı kullanılmıştır. Diğer bölgelere ait süper etkinlik değerlerinin hesaplanmasında EMS (Efficiency Measurement System) programı kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR

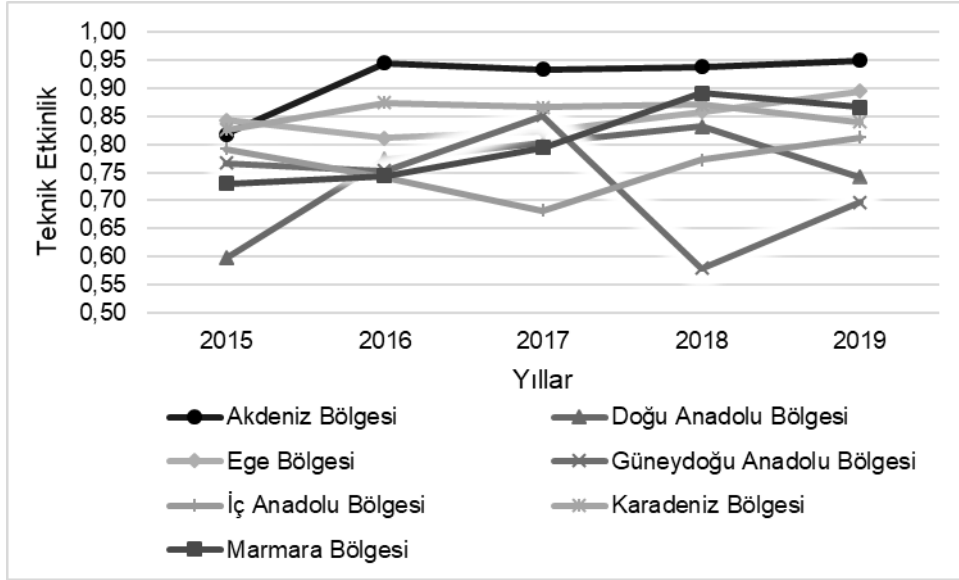
2015-2019 yıllarını kapsayan beş yıllık süreç için her yıl ve her il için teknik etkinlik ve metateknoloji oranları hesaplanmıştır. Modelde kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'de verilmiştir. Tarımsal üretim değeri bakımından Akdeniz Bölgesi lider konumundadır. Akdeniz Bölgesi'ni İç Anadolu ve Ege Bölgeleri takip etmektedir. En düşük tarımsal üretim değerine sahip bölge Doğu Anadolu Bölgesi'dir.

Tablo 2. Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler\*

Bölge	Tarımsal Üretim Değeri (Milyon TL)	Tarımsal Alan (1.000 ha)	Kullanılan Gübre Miktarı (1.000 ton)	Traktör Sayısı (1.000 adet)	BBHB (1.000 birim)
Akdeniz	28512,31 (1107,71)	2270,69 (45,63)	384,75 (49,86)	165,44 (4,90)	1116,64 (85,18)
Doğu Anadolu	9692,65 (287,99)	2435,29 (24,13)	84,38 (10,22)	83,33 (7,24)	2424,80 (157,31)
Ege	22236,50 (769,81)	2769,98 (15,27)	288,58 (22,89)	272,27 (11,85)	1783,61 (169,47)
Güneydoğu Anadolu	15849,08 (1257,00)	2983,54 (86,82)	446,79 (45,26)	68,41 (2,13)	1371,68 (210,20)
İç Anadolu	28058,24 (1702,00)	7874,64 (155,48)	642,36 (82,63)	277,96 (6,72)	2331,99 (262,80)
Karadeniz	19852,60 (2321,26)	2762,19 (34,02)	226,00 (19,28)	218,75 (4,05)	1265,29 (101,23)
Marmara	18167,62 (606,25)	2357,83 (23,19)	384,12 (56,78)	219,38 (2,87)	1286,80 (57,85)
Genel	20338,43 (6688,87)	3350,60 (2011,41)	351,00 (176,50)	186,51 (84,53)	1654,40 (536,19)
Toplam	142369,00	23454,16	2456,98	1305,54	11580,81

\*Parantez içindeki değerler, standart sapmaları göstermektedir. (Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021; TÜİK, 2021).

Yıllara göre bölgesel ortalama etkinlik skorlarının grafiksel gösterimi Şekil 2'de verilmiştir. Tüm bölgelerin teknik etkinlik değerleri %50'den büyüktür. Akdeniz Bölgesi yıllar ortalamasına göre en yüksek teknik etkinliğe sahip bölge olmuştur. Akdeniz Bölgesi teknik etkinliği 2015 yılından sonra artmış ve diğer yıllarda çok küçük farklarla birbirine yakın seyretmiştir. Karadeniz Bölgesi Akdeniz Bölgesi'ne benzer bir seyir göstermiştir. Marmara Bölgesi 2018 yılına kadar artış eğiliminde olmasına rağmen 2019 yılında küçük bir düşüş yaşamıştır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi teknik etkinliği 2017 yılına kadar artış eğilimi göstermiş, 2018 yılında keskin bir düşüş yaşanmış olmasına rağmen 2019 yılında yine yükselme eğilimi göstermiştir. 2018 yılında yaşanan bu düşüşün bölgede yaşanan kuraklıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. En düşük teknik etkinlik değeri 2018 yılında %58 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, en yüksek teknik etkinlik değeri ise 2019 yıllarında %95 ile Akdeniz Bölgesi'nde hesaplanmıştır.



Şekil 2. Bölgelerin yıllara göre ortalama teknik etkinlikleri

Bölgelere göre teknik etkinlik, metafrontier ve metateknoloji oran tahminleri Tablo 3'te özetlenmiştir. Sonuçlar bölgelerin kendi etkinlik sınırında yüksek teknik etkinliğe sahip olduğunu göstermektedir. Nitekim yıllar ortalaması dikkate alındığında en yüksek teknik etkinliğe %91,6'lık oranla Akdeniz Bölgesi'nin, en düşük teknik etkinliğe sahip bölgenin ise %73'lük oranla Güneydoğu Anadolu bölgesinin olduğu görülmektedir. Akdeniz Bölgesi'nde bulunan illerin etkinlik değerleri %82,8 ile %100 arasında, Güneydoğu Anadolu Bölgesi illerine ait teknik etkinlik skorları ise %61,2 ile %81,6 arasında değişmiştir. Bu sonuçlar dikkate alındığında ortalama olarak Akdeniz Bölgesi illerinin aynı çıktı seviyesini %8,4 daha az girdi kullanarak elde edebileceklerini söylemek mümkündür. Benzer şekilde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki iller de ortalama girdilerini %27 oranında azaltarak aynı çıktıyı elde edebilirler.

Hesaplanan metateknoloji oranları Doğu Anadolu Bölgesi hariç diğer bölgelerde bölgesel sınırlara göre düşük oranlarda seyretmiştir. Bölgesel sınıra göre en düşük ortalama ikinci teknik etkinlik skoruna (%74,9) sahip Doğu Anadolu Bölgesi metateknoloji oranı bakımından en yüksek değere sahip olmuştur. En düşük metateknoloji oranı İç Anadolu Bölgesi'nde hesaplanmıştır. Doğu Anadolu Bölgesi için hesaplanan metateknoloji oranı %77,9'dur. Bu oran, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki illerin Doğu Anadolu Bölgesi teknolojisi kullanılarak ortalama üretilebilecek maksimum çıktının, aynı girdilerle metafrontier tarafından temsil edilen teknolojiye göre üretilebilecekleri maksimum çıktının yaklaşık %77,9'u olduğu anlamına gelmektedir. Bölgesel sınırda %91,6'lık yüksek bir teknik etkinliğe sahip Akdeniz Bölgesi, %60,1'lik düşük bir metafrontier teknik etkinliğine sahiptir. Bunun nedeni Akdeniz Bölgesi'nin düşük bir metateknoloji oranına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim Akdeniz Bölgesi için hesaplanan metateknoloji oranı %64'tür. Bu oran Akdeniz Bölgesi teknolojisinde mümkün olan maksimum çıktının, metafrontier tarafından temsil edilen teknolojiye göre elde edilebilecek çıktının yalnızca %64'ü olduğunu gösterir.

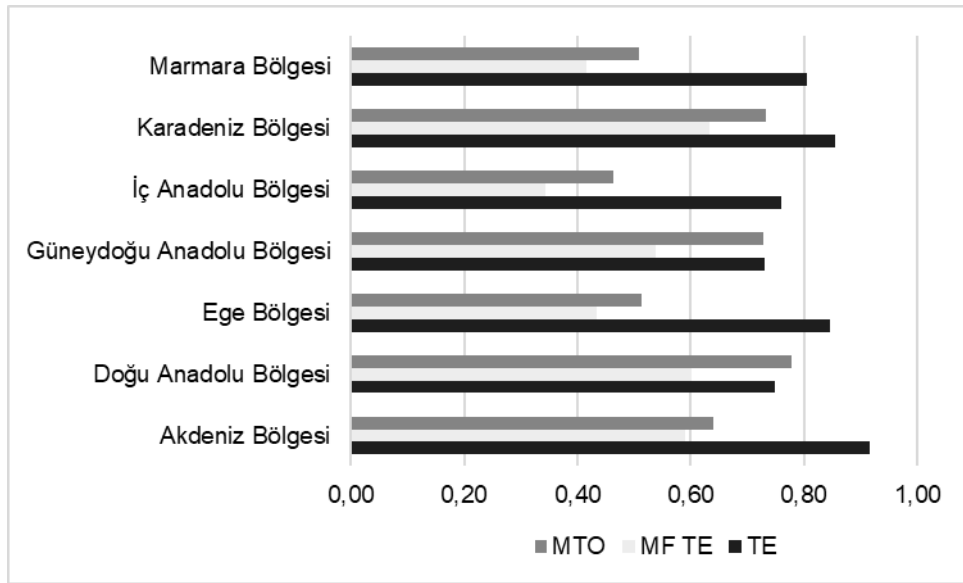
Tablo 2'de farklı bölgeler için hesaplanan metateknoloji oranları, İç Anadolu Bölgesi'nin Türkiye'nin diğer bölgelerinden daha kısıtlayıcı koşullar altında tarımsal üretim yaptığını göstermektedir. İç Anadolu Bölgesi'nin ortalama metateknoloji oranı %46,7'dir. Bu sonuç metafrontier teknolojisinde İç Anadolu Bölgesi'ndeki illerin ortalama olarak üretebilecekleri maksimum çıktının %46,7'sini üretebileceğini ortaya koymaktadır. Bu oran büyükten küçüğe doğru sırasıyla Doğu Anadolu Bölgesi, Karadeniz Bölgesi,

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Akdeniz Bölgesi, Ege Bölgesi ve Marmara Bölgesi için %77,9, %73,3, %72,9, %64,0, %51,5 ve %50,9'dur.

Metafrontier teknik etkinlik değerlerine bakıldığında bazı bölgelerde maksimum değerlerin %100 olduğu görülmektedir. Akdeniz, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Karadeniz ve Marmara Bölgeleri'nin maksimum değerleri %100'dür. Bu değer anlamı söz konusu bölgelerde bulunan en az bir ilin metafrontier üzerinde üretim yaptığıdır. Yani bu bölgelerin üretim sınırı metafrontier üretim sınırına teğettir.

Bir üretim sınırını tahmin etmek için bir grup işletmenin verilerini kullandıktan sonra, grup içindeki işletmelerin göreceli performansını ölçmek yaygın ve basittir. Bununla birlikte, çoğu zaman işletmelerin gruplar arasındaki performanslarının ölçülmesine büyük ilgi duyulmaktadır. Ne yazık ki, bu tür karşılaştırmalar sadece farklı işletme grupları için sınırların aynı olduğu sınırlayıcı özel durumda anlamlıdır. Genel bir kural olarak, bir sınıra göre ölçülen etkinlik seviyeleri başka bir sınıra göre ölçülen etkinlik seviyeleri ile karşılaştırılmaz (O'Donnell ve diğerleri, 2008). Bu şekilde farklı üretim sınırına sahip işletmelerin karşılaştırılması metafrontier fonksiyonunun kullanılması ile mümkündür. Bu açıdan değerlendirildiğinde metafrontier fonksiyonunun kullanımı karşılaştırmalarda önemli avantajlar sağlamaktadır.

Şekil 3'te bölgelere göre ortalama teknik etkinlik, metafrontier teknik etkinlik ve metateknoloji oranları grafiksel olarak verilmiştir. Grafik incelendiğinde bölgesel farklılıkların, metateknoloji oranları ve metafrontier teknik etkinlik değerlerinde daha belirgin olduğu görülmektedir. Doğu Anadolu Bölgesi hariç, bölgesel sınırlara göre yüksek seyreden teknik etkinlik değerleri metafrontier teknik etkinlikte ve metateknoloji oranlarında daha düşük değerler almıştır. Bu sonuçlar farklı teknolojiler altında üretim yapan KVB'lerin etkinliklerinin değerlendirilmesinde bölgesel sınırların kullanılmasının hatalı sonuçlara yol açacağını göstermektedir.



Şekil 3. Bölgelere göre teknik etkinlik, metafrontier teknik etkinlik ve metateknoloji oranları



**Tablo 3. Coğrafi bölgelerin teknik etkinlik, metafrontier ve metateknoloji oranları**

DMU	Teknik Etkinlik (TE)							Metafrontier Teknik Etkinlik (MF TE)							Metateknoloji Oranı (MTO)						
	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G
1	0,828	0,613	0,775	0,672	0,833	0,642	0,796	0,599	0,313	0,294	0,363	0,266	0,419	0,341	0,723	0,512	0,380	0,540	0,320	0,653	0,429
2	1,000	0,914	0,786	0,697	0,847	1,000	0,936	1,000	0,914	0,424	0,408	0,316	0,898	0,447	1,000	1,000	0,539	0,584	0,373	0,898	0,478
3	0,908	0,930	0,792	0,759	0,826	1,000	0,746	0,419	0,918	0,373	0,714	0,261	0,632	0,550	0,461	0,987	0,471	0,940	0,316	0,632	0,737
4	0,943	0,579	0,867	0,643	0,745	0,949	0,680	0,460	0,517	0,662	0,547	0,262	0,546	0,435	0,488	0,892	0,764	0,851	0,351	0,575	0,640
5	0,835	0,702	0,950	0,742	0,714	0,541	0,737	0,626	0,459	0,247	0,632	0,525	0,390	0,252	0,749	0,654	0,260	0,853	0,734	0,720	0,342
6	0,948	0,684	0,800	0,702	0,638	0,401	0,810	0,328	0,396	0,379	0,316	0,284	0,262	0,325	0,346	0,580	0,474	0,450	0,445	0,652	0,401
7	0,984	0,614	0,882	0,612	0,766	0,967	0,775	0,944	0,529	0,797	0,480	0,304	0,646	0,219	0,960	0,860	0,904	0,784	0,397	0,668	0,282
8	0,885	1,000	0,917	0,924	0,828	0,822	0,863	0,345	1,000	0,297	0,924	0,308	0,733	0,343	0,389	1,000	0,324	1,000	0,372	0,892	0,397
9		0,625		0,816	0,677	1,000	0,762		0,440		0,456	0,668	0,904	0,433		0,704		0,559	0,987	0,904	0,568
10		0,684			0,763	1,000	0,750		0,373			0,384	0,675	0,244		0,546			0,503	0,675	0,326
11		0,700			0,647	0,533	1,000		0,529			0,398	0,386	1,000		0,756			0,616	0,724	1,000
12		0,728			0,809	0,970			0,306			0,263	0,822			0,421			0,325	0,848	
13		0,981			0,785	1,000			0,981			0,226	1,000			1,000			0,288	1,000	
14		0,737				1,000			0,737				0,409			1,000				0,409	
15						0,854							0,601							0,704	
16						0,759							0,439							0,578	
17						1,000							1,000							1,000	
18						0,953							0,630							0,661	
Ortalama	0,916	0,749	0,846	0,730	0,760	0,855	0,805	0,590	0,601	0,434	0,538	0,343	0,633	0,417	0,640	0,779	0,515	0,729	0,467	0,733	0,509
Standart Sapma	0,064	0,145	0,067	0,095	0,072	0,196	0,094	0,259	0,255	0,194	0,192	0,126	0,225	0,218	0,255	0,210	0,219	0,198	0,204	0,159	0,214
Minimum	0,828	0,579	0,775	0,612	0,638	0,401	0,680	0,328	0,306	0,247	0,316	0,226	0,262	0,219	0,346	0,421	0,260	0,450	0,288	0,409	0,282
Maksimum	1,000	1,000	0,950	0,924	0,847	1,000	1,000	1,000	1,000	0,797	0,924	0,668	1,000	1,000	1,000	1,000	0,904	1,000	0,987	1,000	1,000

A: Akdeniz Bölgesi, B: Doğu Anadolu Bölgesi, C: Ege Bölgesi, D: Güneydoğu Anadolu Bölgesi, E: İç Anadolu Bölgesi, F: Karadeniz Bölgesi, G: Marmara Bölgesi

#### 4. SONUÇ

Tarımsal üretimde farklı bölgelerin teknoloji kullanımına bağlı olarak teknik etkinlik ve verimlilik farklılaşabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, 2015-2019 döneminde 81 ilden oluşan yedi coğrafi bölge arasındaki teknoloji kullanımına bağlı farklılıkları analiz etmektir. Bu amaçla Türkiye coğrafi bölgeler ayırımına göre bölgelerin etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Metafrontier yaklaşımının kullanıldığı bu çalışma literatüre iki önemli katkı yapmaktadır. Bunlardan ilki Türkiye tarımsal üretim değerinin coğrafi bölgeler düzeyinde değerlendiren ilk çalışmadır. İkincisi tarımsal teknolojik heterojenliği göz önüne alarak önyargılı değerlendirmeyi önleyen ve sonuçların daha pratik yorumlanmasını sağlayan metafrontier yöntemini kullanıyor olmasıdır.

Veri zarflama metafrontier yaklaşımıyla yapılan analizlerde bölgelerin etkinliklerinin farklılaştığı tespit edilmiştir. Sonuçlar bölgesel üretim heterojenliğinin olduğunu göstermektedir. Genel olarak, sonuçlar tüm bölgelerin üretimlerini bölgesel sınıra yakın gerçekleştirdiğini göstermektedir. Ancak bölgelerin bu tarımsal performansı yanıltıcıdır çünkü iller ülkenin genel sınırından ziyade kendi bölgesel sınırlarına daha yakındır. Örneğin Akdeniz Bölgesi bölgesel etkinlik sonuçlarına göre en yüksek teknik etkinliğe sahip olmasına rağmen, MTO sonuçlarına göre bu özelliğini koruyamamıştır. MTO sonuçlarına göre %77,9'luk orana sahip Doğu Anadolu Bölgesi metafrontiere en yakın bölge olmuştur. Tüm bölgelerde bölgesel sınıra göre yüksek olan teknik etkinlikler, metafrontier teknik etkinliklerde düşük bulunmuştur. Bunun nedeni metafrontier teknik etkinlik hesaplanmasında 81 ilin birlikte değerlendirilmesinden kaynaklanmaktadır. Bölgesel sınırdan ise sadece bölge sınırında bulunan iller değerlendirilmiştir.

Sonuçlara göre bölgeler arasında etkinlik farklılıkları vardır. MTO'nun farklı olması bu sonucu doğurmuştur. VZA ile metafrontier teknik etkinliğin farklı olması metafrontier fonksiyonunun kullanılmasını gerekli kılmıştır. Bu farklılığın nedenlerinin araştırılması gerekmektedir. Özellikle teknoloji ve kaynak israfını önlemek için yönetsel gelişmeler sağlanmalıdır. Bölgeler için oluşturulan kalkınma stratejileri bölgeler arası farklılığı giderecek nitelikte olmalıdır. Bunun için de bölgesel iş birliği ve iletişimin desteklenmesi gerekmektedir. Tarımsal yeni üretim teknolojilerinin coğrafi bölgeler arasında ve bölgeler içinde yaygınlaştırılması için tarımsal yayıma daha fazla önem verilmelidir. Ekolojik farklılıklar tarımsal teknolojinin yayılmasını sınırladığında, kırsal kalkınma gibi farklı politikalara yönelmek gerekmektedir.

Tarım sektöründe sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmek için devletin farklı bölgelerin gerçek koşullarına göre farklı politikalar yapması gerekmektedir. Etkinlik skorları ve metateknoloji oranları incelenerek önde giden bölgeleri takip etmek ve bunun nedenlerinin belirlenebilmesi için çaba harcanması gerekmektedir. Türkiye tarımında teknik etkinliği ve metateknoloji oranını etkileyen faktörlerin daha iyi anlaşılması için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Bu nedenle hem kamu hem de özel sektör için tarımsal teknoloji kazanımına yönelik yatırımların yapılması ve metateknoloji oranını artırmak için araştırma ve geliştirme çalışmalarının desteklenerek teknolojik yeniliklerin teşvik edilmesi önemsenmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma, farklı coğrafyalarda, ekolojilerde veya sınıflarda tarımsal faaliyet yürüten KVB'lerinin teknoloji kullanımına bağlı farklılıklar nedeniyle, aynı kategori içerisinde değerlendirilmesinin rekabete yönelik değerlendirmelerde yanlış yorumlamalara neden olacağını ve aynı üretim sınırında bulunmayan KVB'lerin karşılaştırmalarının metafrontier yaklaşımı ile karşılaştırmaları gerektiğini ortaya koymuştur. Ancak çalışmanın kısıtları da bulunmaktadır. Çalışmada en önemli kısıt tarımsal üretime etki eden tüm unsurların ele alınmamış olmasıdır. Modele diğer unsurların eklenmesi sonuçları değiştirebilecektir. Diğer önemli bir kısıt ise beş yıllık gibi kısa bir dönem verilerinin kullanılmış olmasıdır. Tarımsal üretimin çok büyük doğal risklerle karşı karşıya olduğu düşünüldüğünde beş yıllık verilerin kullanılmış olması yanlı sonuçlara neden olabileceği değerlendirilmelidir.

Yukarıda sayılan kısıtlar aslında yeni yapılacak çalışmalara da yol gösterici niteliktedir. Özellikle tarımsal üretime etki eden değişkenler modele eklenerek ve daha uzun zaman serisi kullanılarak çalışmalar yapılabilir. Ayrıca alt sektörler (meyve, sebze, tahıl gibi) ve ürünler bazında yapılacak çalışmalar, etkinlik ve verimlilik bakımından daha sağlıklı sonuçlara ulaşılmasını sağlar. Gelecekte yapılabilecek çalışmalara son tavsiye bölgesel farklılıkların belirlenmesinde stokastik metafrontier yaklaşımının da kullanılabilirliği.

## KAYNAKÇA

- Abdallah, A. ve Abdul-Rahaman, A. (2017). "Technical Efficiency of Maize Farmers in Ghana: A Stochastic Frontier Approach", *International of Innovation and Scientific Research*, 29(2), 110-118.
- Andersen, P. ve Petersen, N.C. (1993). "A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 39(10), 1261-1264.
- Armağan, G., Özden, A. ve Bekçioğlu, B. (2010). "Efficiency and Total Factor Productivity of Crop Production at NUTS1 Level in Turkey: Malmquist Index Approach", *Qual Quant*, 44, 573-581.
- 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.
- Barnes, A.P. ve Revoredo-Giha, C. (2011). "A Metafrontier Analysis of Technical Efficiency of Selected European Agricultures", *International Congress, Zurich-Switzerland*, 1-12.
- Bayramoğlu, Z. ve Gündoğmuş, E. (2008). "Cost Efficiency on Organic Farming: A Comparison Between Organic and Conventional Raisin-Producing Households in Turkey", *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6(1), 3-11.
- Belgin, Ö. (2019). "Analysing R&D Efficiency of Turkish Regions Using Data Envelopment Analysis", *Technology Analysis & Strategic Management*, 31(11), 1341-1352.
- Bozoğlu, M. ve Ceyhan, V. (2007). "Measuring the Technical Efficiency and Exploring the Inefficiency Determinants of Vegetable Farms in Samsun Province, Turkey", *Agricultural Systems*, 94(3), 649-656.
- Canan, S., Abaci, N., Ceyhan, V. ve Demiryürek, K. (2018). "Samsun İli Çarşamba İlçesinde Kivi Yetiştiren Tarım İşletmelerinin Üretim Etkinliği", *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31(3), 249-254.
- Candemir, S. (2020). "Ekmeklik Buğday Üretiminde Enerji Kullanımı ve Etkinlik Analizi: Kahramanmaraş İli Örneği", *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), 896-903.
- Ceyhan, V. ve Hazneci, K. (2010). "Economic Efficiency of Cattle-Fattening Farms in Amasya Province, Turkey", *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(1), 60-69.
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision-Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Coelli, T.J. (1996). "A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program", CEPA Working Papers No. 8/96, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. ve Tone, K. (2006). "Introduction Data Envelopment Analysis and Its Uses with DEA-Solver Software and References", Springer, USA.
- Çekiç, B., Menten, C. ve Atıcı, K.B. (2020). "Türkiye Tarım Sektöründe Ürünler Bazında Etkinlik Değerlendirmesi", *Verimlilik Dergisi*, 1, 117-141.
- Dağıstan, E. (2010). "Determination of Technical Efficiency in Wheat (*Triticum Aestivum* L.) Production of Turkey: A Case Study of Çukurova Region", *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2), 354-358.
- Debreu, G. (1951). "The Coefficient of Resource Utilization", *Econometrica*, 19(3), 273-292.
- Despotis, D.K. (2002). "Improving the Discriminating Power of DEA: Focus on Globally Efficient Units", *Journal of the Operational Research Society*, 53(3), 314-323.
- Dudu, H., Çakmak, E. ve Öcal, N. (2015). "Drivers of Farm Efficiency in Turkey: A Stochastic Frontier Analysis", *World Journal of Applied Economics*, 1(1), 45-63.
- Erdoğan, H. ve Samut, P.K. (2013). "Analysis of the Efficiency Determinants of Turkey's Agriculture Sector by Two-Stage Data Envelopment Analysis (DEA)", *Ege Akademik Bakış*, 13(1), 21-28.
- Färe, R. ve Primont, D. (1995). "Multi-Output Production and Duality: Theory and Applications", Kluwer, Boston.
- Farrell, M.J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", *Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290.
- Ghasemi, M.R., Ignatius, J. ve Rezaeic, B. (2018). "Improving Discriminating Power in Data Envelopment Models Based on Deviation Variables Framework", *European Journal of Operational Research*, 278(2), 442-447.
- Goyal, J., Singh, R., Kaur, H. ve Singh, K. (2018). "Intra-industry Efficiency Analysis of Indian Textile Industry: A Meta-frontier DEA Approach", *International Journal of Law and Management*, 60(6), 1448-1469.
- Guesmi, B., Terra, S., Kallas, Z. ve Gil Roig, J.M. (2012). "The Productive Efficiency of Organic Farming: The Case of Grape Sector in Catalonia", *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10(3), 552-566.
- Gül, M. (2005). "Technical Efficiency and Productivity of Apple Farming in Antalya Province of Turkey", *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(11), 1533-1540.
- Gündüz, O., Ceyhan, V., Esengün, K. ve Dağdeviren, M. (2010). "Kayısı Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerde Ekonomik Etkinlik: Darende İlçesi Örneği", *Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, Şanlıurfa*, 135-142.

- Gündüz, O., Ceyhan, V. ve Esengün, K. (2011). "Measuring the Technical and Economic Efficiencies of the Dry Apricot Farms in Turkey", *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(1), 319-324.
- Gündüz, O., Şili, Ş. ve Ceyhan, V. (2016). "Farm Level Technical Efficiency Analysis and Production Costs in Tomato Growth: A Case Study from Turkey", *Custos e @gronegocio on line*, 12(3), 26-38.
- Gündüz, O., Aslan, A., Ceyhan, V. ve Bayramoğlu, Z. (2021). "Measuring the Metafrontier Efficiencies and Technology Gaps of Dried Apricot Farms in Different Agro-Ecological Zones", *Custos e @gronegocio on line*, 17(1), 63-87.
- Hazneci, K. ve Ceyhan, V. (2017). "TR83 Bölgesinde Buğday Tohumluğu Üretiminde Teknik Etkinlik ve Etkinliği Belirleyen Faktörler", *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(2), 181-188.
- Li, Y., Chiu, Y. ve Lin, T. (2019). "The Operating Efficiency of Financial Holding and Nonfinancial Holding Banks-Epsilon-Based Measure Metafrontier Data Envelopment Analysis Model", *Managerial and Decision Economics*, 40(5), 488-499.
- Moreira, V.H. ve Bravo-Ureta B.E., (2010). "Technical Efficiency and Metatechnology Ratios for Dairy Farms in Three Southern Cone Countries: A Stochastic Meta-Frontier Model", *Journal of Productivity Analysis*, 33(1),33-45.
- Murtaza, G. ve Thapa, G.B. (2017). "Factors Affecting Technical Efficiency of Small-Scale Apple Farms in Balochistan Plateau, Pakistan", *Journal of Mountain Science*, 14(4), 782-794.
- Odeck, J. (2007). "Measuring Technical Efficiency and Productivity Growth: A Comparison of SFA and DEA on Norwegian Grain Data", *Applied Economics*, 39(20), 2617-2630.
- O'Donnell, C.J., Rao, D.S.P. ve Battese, G.E. (2008). "Metafrontier Frameworks for the Study of Firm-Level Efficiencies and Technology Ratios", *Empirical Economics*, 34(2), 231-255.
- Owusu, V., Donkor, E. ve Owusu-Sekyere, E. (2017). "Accounting for the Gender Technology Gap Amongst Smallholder Rice Farmers in Northern Ghana", *Journal of Agricultural Economics*, 69(2), 439-457.
- Özden, A. ve Armağan, G. (2012). "Türkiye Tarımında NUTS 1 Bölgeleri Açısından Etkinlik Karşılaştırması (2000-2010)", *10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, Konya, 764-771.
- Özden, A. ve Di'os-Palomares, R. (2016). "Is the Olive Oil an Efficient Sector? A Meta Frontier Analysis Considering the Ownership Structure", *New Medit*, 15(3), 2-9.
- Poudel, K.L., Yamamoto, N. ve Thomas, G.J. (2015). "Comparing Technical Efficiency of Organic and Conventional Coffee Farms in Nepal Using Data Envelopment Analysis (DEA) Approach", *Organic Agriculture*, 5, 263-275.
- Rahman, S. (2010). "Women's Labour Contribution to Productivity and Efficiency in Agriculture: Empirical Evidence from Bangladesh", *Journal of Agricultural Economics*, 61(2), 318-342.
- Sari, D.W., Hidayat, F.N. ve Abdul, I. (2021). "Efficiency of Land Use in Smallholder Palm Oil Plantations in Indonesia: A Stochastic Frontier Approach", *Forest and Society*, 5(1), 75-89.
- Sevim, C. ve Bali, Ö. (2008). "Avrupa Birliği Üyesi ve Aday Ülkelerin Tarımsal Etkinliklerinin Karşılaştırılması", *Verimlilik Dergisi*, 3, 21-39.
- Siagian, R.A. ve Soetjipito, W. (2020). "Cost Efficiency of Rice Farming in Indonesia: Stochastic Frontier Approach", *Agricultural Socio-Economics Journal*, 20(1), 7-14.
- Theriat, V. ve Serra, R. (2014). "Institutional Environment and Technical Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis of Cotton Producers in West Africa", *Journal of Agricultural Economics*, 65(2), 383-405.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2021). "Bitkisel Üretim", <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim>, Erişim Tarihi:05.05.2021).
- TÜİK (2021). "İstatistik Veri Portalı", <https://data.tuik.gov.tr>, (Erişim Tarihi:05.05.2021).
- Uzumdumlu, A.S., Tamşen, M. ve Bilgiç, A. (2021). "Comparison of Organic and Conventional Wheat in terms of Efficiency and Cost in Turkey: A Case Study of Erzurum Province", *Custos e @gronegocio on line*, 17(1), 217-238.
- Win, T., Sari, D.W. ve Haryanto, T. (2021). "Energy Efficiency of Indonesia's Sugar Industry Based on Economic Framework: Stochastic Metafrontier Analysis", *Jurnal Akuntansi*, 11(1), 53-66.