



*Araştırma Makalesi / Research Article*

**BİTKİSEL TARIM ETKİNLİĞİNİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE  
ÖLÇÜMÜ: TÜRKİYE’DE İL DÜZEYİNDE BİR ÇALIŞMA \***

**MEASUREMENT OF HERBAL AGRICULTURAL EFFICIENCY WITH DATA  
ENVELOPMENT ANALYSIS: A CASE STUDY AT PROVINCIAL LEVEL IN TURKEY**

**Betül IŞIK AYDIN<sup>1</sup>**

**Oğuz BORAT<sup>2</sup>**

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author*  
[betulisik@yandex.com](mailto:betulisik@yandex.com)

*Geliş Tarihi / Received*  
28.05.2020

*Kabul Tarihi / Accepted*  
06.08.2020

**Öz**

Veri Zarflama Analizi; etkinlik, verimlilik veya performans terimlerinin hızla önem kazandığı her alanda aklı gelen ilk yöntemlerden biridir. Bu makalede, tarım sektöründe Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılarak 2019 yılına ait etkinlik ölçümü yapılmıştır. Çalışmada Türkiye’de bitkisel üretim hasılası yüksek olan 20 il ele alınmıştır. Girdi olarak ‘İşlenen Tarım Alanı’, ‘Tarımsal Mekanizasyon’, ‘Tarımsal Sulamada Kullanılan Enerji’ ve ‘Gübre Tüketimi’ verileri kullanılmıştır. Çıktı olarak ise ‘Sebze Meyve Üretim’ ve ‘Tahıl ve Diğer Bitkisel Üretim’ verileri kullanılmıştır. Sonuçta göre; CCR Model çözümünde 11 tane il ‘etkin’, 9 tane il ‘etkinsiz’, BCC Model çözümünde ise 10 tane il ‘etkin’, 10 tane il ise ‘etkinsiz’ bulunmuştur. Çalışmanın sonuç bölümünde illerin etkinlikleri karşılaştırılarak yorumlanmış ve performans iyileştirmeleri yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bitkisel tarım, etkinlik, performans, veri zarflama analizi.

**Abstract**

Data Envelopment Analysis; is one of methods that come to mind first in every field where the terms efficiency, productivity or performance gain importance. In this paper, relative efficiency is measured by using Data Envelopment Analysis (DAE) for the year of 2019 in the field of herbal agriculture. In this study, Turkey’s 20 different cities were selected according to their agricultural revenues. The data of ‘Processed Agricultural Area’, ‘Agricultural Mechanization’, ‘Energy Used in Agricultural Irrigation’ and ‘Fertilizer Consumption’ were used as input while Vegetable Fruit Production and ‘Grain and Other Crop Production’ were used as output. According to the results; in the CCR Model solution, 11 provinces were “effective”, 9 provinces were “ineffective”, whereas in the BCC Model solution, 10 provinces were “effective” and 10 provinces were found “ineffective”. In the conclusion part of the study, the efficiencies of the provinces were compared, interpreted, then accordingly performance improvements were made.

**Keywords:** Data envelopment analysis, efficiency, herbal agricultural, performance.

\*Bu yayın Betül IŞIK AYDIN isimli öğrencinin İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Programındaki Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

<sup>1</sup>İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Küçükyalı, İstanbul, Türkiye.  
[betulisik@yandex.com](mailto:betulisik@yandex.com), [Orcid.org/0000-0002-7903-5788](https://orcid.org/0000-0002-7903-5788).

<sup>2</sup>İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Küçükyalı, İstanbul, Türkiye.  
[oborat@ticaret.edu.tr](mailto:oborat@ticaret.edu.tr), [Orcid.org/0000-0002-2242-6024](https://orcid.org/0000-0002-2242-6024).

## 1. GİRİŞ

Tarım sektörü ülkelerin gelişmişlik düzeyine bakılmaksızın her toplum ve ülke için önemlidir. Tarım, toplumun besin ve hammadde ihtiyacını karşılamak maksadıyla, bitkisel ve hayvansal varlıkların, biyolojik olarak üretim yeteneklerini planlı ve yönlendirilmiş bir biçimde uygulamaktır (Gürler, 2008). Ülkelerin ve toplumların gelişiminde kilit role sahip olan tarım sektörünün önemi, küreselleşen ekonomik sistem, rekabetin yoğunlaştığı ortamlar ve hızla değişen pazar şartları gibi sebepler nedeniyle giderek artmaktadır.

Türkiye, tarih boyunca çeşitli uygarlıklara ev sahipliği yapmış bir coğrafya üzerinde bulunmaktadır. Bu uygarlıklarda tarımsal faaliyetler, iklimin bölgelere göre çeşitlilik göstermesi ve Anadolu’nun eski bir dünya ticaret merkezlerinden birisi olması sebebiyle, birçok farklı alan ve türde yoğun bir şekilde gerçekleşmiştir (Doğan vd., 2015).

Türkiye’de son yetmiş yıllık sürede, ülke nüfusunda yaklaşık 6 kat artış meydana gelmiştir. 1920’li yıllarda ortalama dört kişiden yalnızca biri kent yaşamı sürdürürken, başka bir ifade ile kentleşme oranı %25 iken, 2010 yılına gelindiği zaman ortalama dört kişiden yalnızca bir kişi kırsal kesimde yaşamını sürdürmektedir, başka bir deyişle kentleşme oranı %75 olarak tespit edilmiştir (Demir ve Çubuk, 2010). Sanayileşme ve kentleşme sonucu ortaya çıkan bu durumlar sebebiyle, tarım sektöründe etkinliğin önemi artmıştır.

Günümüzde işletmelerin ihtiyaç duyduğu kaynakların giderek azalması sebebiyle, eldeki kaynakların etkin kullanılmasının önemi artmıştır. Bu kaynakların hangi derecede etkin kullanılabildiğinin ölçülmesi ve bu etkinliğin artırılabilmesi; benzer sektörde faaliyet gösteren, birbirine yakın üretim girdileriyle, benzer ürünler sunan işletmelerin mukayesesi ile yapılmaktadır. Birden çok girdi ve çıktının mevcut olduğu ve bunların farklı ölçü birimlerine sahip olduğu durumlar için görece olarak etkinlik ölçen Veri Zarflama Analizi diğer yöntemlere nazaran daha fazla tercih edilmektedir (Öztürk, 2009).

Veri zarflama analizi, çok sayıda girdi ve çıktının mukayese edilmesinin güç olduğu durumlarda, üretilen mal veya hizmet açısından birbirine benzer karar birimlerinin görece etkinliklerini ölçmek maksadıyla geliştirilmiş bir doğrusal programlama yöntemidir. Bu konuda gerçekleştirilen ilk araştırma, kâr amacı güzetmeyen kurumların karşılaştırılmalı etkinliklerini ölçebilmek maksadıyla Charnes ve arkadaşları (1978) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu metod, daha sonradan kâr amaçlı mal ve hizmet üreten işletmeler arası görece etkinliğin ölçümünde de uygulanmaya başlanmıştır (Banker, 1992).

Bu çalışmada Türkiye’ye ait tarımsal üretimi en yüksek olan ilk 20 ilin tarımsal etkinlikleri ölçülmüş ve birbirleri arasında mukayese edilmiştir. Çalışmanın örneklemini Türkiye’de yer alan 20 il oluşturmaktadır. Çalışmanın amacı Türkiye’nin bitkisel tarım üretimi yüksek illerinin etkinliklerinin ölçülmesi ve etkin olmayan iller için çeşitli iyileştirmeler sunulmasıdır.

Doğrusal programlama tabanlı, etkinliklerin ölçümünde uygulanan bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi (VZA) ile ilgili literatürde birçok çalışma mevcuttur. İşçi (2013), veri zarflama analizi yöntemini uygulayarak, Türkiye’de faaliyet gösteren 25 gıda firmasının görece etkinliklerini ölçmüştür. Çalışma neticesinde, CCR modeline göre 10 firma etkin olarak, BCC modeline göre ise 12 firma etkin olarak tespit edilirken, etkin olmayan firmalar için referans kümeleri bulunmuş ve etkin olmaları için hedefler belirlenmiştir. Baysal vd. (2005), Türkiye’deki 50 devlet üniversitesinin 2014 yılına ait görece etkinliklerini VZA ile ölçmüş ve performanslarını baz alarak 2015 yılı için bütçe tahsislerini sunmuştur. Şahin (2019), Dumlupınar Üniversitesine bağlı 14 meslek yüksekokulunun performansını VZA ile ölçmüştür. Çalışma neticesinde 5 meslek yüksekokulu etkin olarak belirlenmiştir. Şenol vd. (2019), VZA ile OECD ülkelerinin sağlık

göstergelerini kıyaslamıştır. Kıyaslama sonunda verimlilik oranları CCR girdi yönelimli tekniğe göre %85, BCC girdi yönelimli tekniğe göre ise %92 olarak tespit edilmiştir. Kocakalay ve Işık (2003), VZA'nın temel esasları ve uygulama aşamalarını açıklamışlardır. Peyrache vd. (2020), VZA yapılırken en önemli adımlardan birisi olan girdi ve çıktı değişkenlerin seçilmesini incelemiştir. Kedzo ve Lukac (2020), seçili Avrupa ülkelerinde faaliyet gösteren küçük ölçekli gıda ve içecek üreticilerinin finansal etkinliklerini VZA yardımıyla ölçmüşlerdir. Çalışma neticesinde incelenen firmaların yaklaşık %23'ü verimli olarak belirlenmiştir. Top vd. (2020), 36 Afrika ülkesinin sağlık sistemlerinin verimliliklerini ölçmüş ve bu ülkelerinin verimliliklerini birbirleri arasında kıyaslamıştır. Analiz neticesinde 21 (%58.33) ülkenin sağlık sistemi verimli olarak tespit edilmiştir. Mahmoudi vd. (2019), termal elektrik santrallerin performanslarını, karbondioksit salınımı açısından VZA ile ölçmüşlerdir. Khezrimotlagh vd. (2019), VZA'nde çok yüksek sayıda verilerin işlenmesi ile alakalı önerilerde bulunmuşlardır. Yıldırım ve Ayvaz (2019), 15 farklı ülkenin lojistik performanslarını VZA ile ölçmüşlerdir. Bu çalışmalarında etkin ve etkin olmayan ülkeleri belirlemişler, etkin olmayan ülkeler için muhtemel iyileştirme çalışmaları sunmuşlardır.

## 2. METODOLOJİ

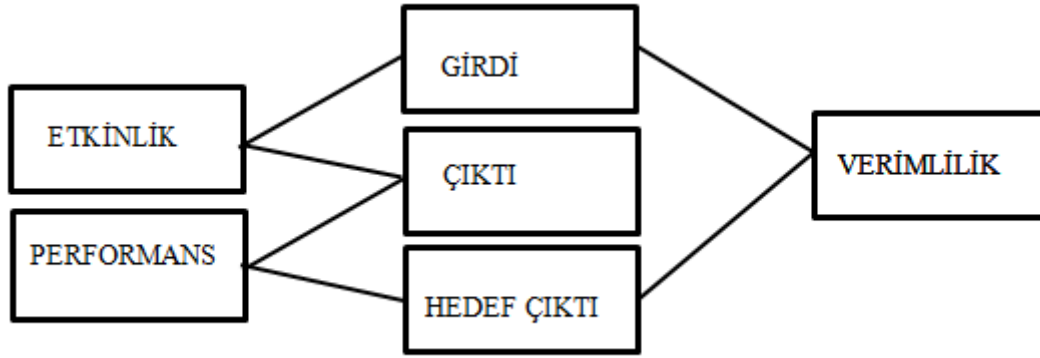
### 2.1. Verimlilik, Etkinlik ve Performans Kavramları

Verimlilik (productivity), üretim aşamasında kullanılan muhtelif faktörler ile (girdi olarak isimlendirilir) bütün bu üretim aşamalarının sonunda elde edilen nihai ürünler (çıkıtı olarak isimlendirilir) arasında bulunan ilişkiyi ortaya koyar. Bunun yanında israfın en az yapıldığını fakat kaynakların en iyi şekilde kullanıldığını ifade eder (Yükçü ve Atağan, 2009). Verimlilik kavramı teknik olarak, “Verimlilik =  $\frac{\text{çıkıtı}}{\text{girdi}}$ ” şeklinde formüle edilir ve “üretilen her türlü mal veya hizmet bileşeninin bu mal veya hizmetleri üretirken kullanılan girdi bileşenine oranı” olarak tanımlanır (Prokopenko, 2005).

Etkinlik (efficiency), bir işletmenin üretim ve hizmet faktörleri için kendisinin önceden ortaya koyduğu amaçlara ulaşıp ulaşılmadığını ve bunların derecesini gösterir. Yani etkinlikte verimlilikten farklı olarak bir amaca ulaşma hedefi vardır ve bu hedefe ne kadar ulaşılabildiği önemlidir (Yükçü ve Atağan, 2009).

Etkinlik kavramı teknik olarak, “Etkinlik =  $\frac{\text{gerçekleşen çıkıtı}}{\text{planlanan çıkıtı}}$ ” şeklindedir. Etkinlik değerinin 1 olması optimal durumdur. Etkinlik değeri 1'in üstünde ise hedef üstü performans, etkinlik değeri 1'in altında ise hedefin altında performansla sahip olduğunu göstermektedir (Özbek, 2007).

Performans kelimesi sözlükte “*uygulama, bir görevi tam olarak yerine getirme veya bu görevi başarı ile sonuçlandırabilme gücü*” olarak (Merriam-Webster online, 2020), keza TDK çevrimiçi Güncel Türkçe Sözlük (2020) “performans=başarım, herhangi bir olayı veya durumu başarma isteği ve gücü” olarak tanımlanmaktadır. Etkinlik, performans, girdi, çıkıtı, hedef çıkıtı ve verimlilik ilişkileri Büyükkılıç (2004) tarafından Şekil 1'deki gibi gösterilmiştir.



Şekil 1. Etkinlik, Performans ve Verimlilik İlişkileri (Büyükkılıç, 2004)

Etkinliklerin ölçüm yöntemleri incelendiğinde ise en çok kullanılan üç yöntem şu şekilde açıklanmıştır (Bozdağ vd., 2001).

1. Oran analizi,
2. Parametrel yöntemler,
3. Parametresiz yöntemler.

Bu yöntemlerin özellikleri Tablo 1’de verilmiştir (Karasoy, 2000). Bu tabloda görüldüğü gibi, çalışma için seçilen VZA Modeli; çözüm tekniği matematiksel programlamaya dayanan, çok girdi ve çok çıktı içeren, kullanılan girdi ve çıktılara yönelik detaylı ve dikkatli bir veri temin etme şekline sahip, uygulaması kolay fakat yine diğer ölçüm yöntemlerinden daha detaylı olan ve diğer ölçüm yöntemlerine göre daha geniş bir performans ölçümüne uyan Parametresiz bir yöntemdir.

Tablo 1. Performans Ölçüm Yöntemlerinin Özellikleri (Karasoy, 2000)

ÖZELLİKLER	YÖNTEMLER		
	ORAN ANALİZİ	PARAMETRELİ YÖNTEMLER	PARAMETRESİZ YÖNTEMLER
ÇÖZÜM TEKNİĞİ	Oranlar	Regresyon	Matematik Programlama
İÇERİK	Tek Girdi/Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi/Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi/Çok Çıktı (Çok Boyutlu)
VERİ TEMİN ETME	Basit	Basit (Ölçülecek Birim Analitik Forma Uygun Olmalı)	Detaylı (Kullanılacak Girdi Ve Çıktıya Bağlı)
UYGULAMA	Kolay	Kolay	Kolay (Detaylı)
PERFORMANS ÖLÇÜMÜNE UYGUNLUK	Kısıtlı	Kısıtlı	Geniş

## 2.2. Veri Zarflama Analizi

VZA, doğrusal programlama tabanlı, parametresiz ve çok sayıda girdi ile çok sayıda çıktı bileşenlerine sahip olan karar verme birimlerinin göreceli etkinlik ölçümünü yapan matematiksel bir metottür. VZA ilk kez Charnes, Cooper, Rhodes tarafından 1978 yılında kâr amacı gütmeyen şirketlerin teknik etkinliklerini ölçmek için kullanılmıştır (Banker, 1992). Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalara bakıldığında VZA’nın birçok sektörün verimlilik çalışmalarına ışık tutmuş olduğu görülmekle beraber en çok eğitim, sağlık ve bankacılık gibi kurumlarda kullanılmıştır.

Veri Zarflama Analizinin özellikleri (Özden, 2008):

- Çok sayıda girdi ve çıktı kullanılabilir,
- Girdiler ve çıktılar arasında bir formülasyon kurmaya gerek olmaz,
- Girdi ve çıktı bileşenlerinde farklı ölçü birimleri kullanılabilir (kg, TL vb.),
- Etkinlikler en iyi uç değerlere göre hesaplandığı için uç değerlerden etkilenirler,
- Parametresiz bir metot olduğundan dolayı sonuçlarının istatistiksel test edilmesi zor olur,
- Malmquist toplam faktör verimlilik indeksi ile kullanılarak zaman içinde etkinlik değişimi görülebilir,
- Etkinliğin daha iyi ve kolay ölçülmesi için girdi ve çıktı bileşenlerinin sayısının mümkün olduğunca az olması yanında az sayıda girdiye nazaran daha çok sayıda çıktı tercih edilir.

VZA'nin uygulanması çeşitli adımlardan oluşur. Bu adımların aşamaları ve nasıl uygulanabileceği Tablo 2'de açıklanmıştır (Baysal vd., 2005).

Tablo 2. VZA Aşamaları ve Uygulaması (Baysal vd., 2005).

ADIM	AŞAMA	UYGULAMA
1	Homojen bir gözlem kümesine sahip olmak	Sağlık sektöründe yapılan bir çalışmada sadece devlet hastanelerinden küme oluşturulmak.
2	Girdi ve çıktıyı oluşturan bileşenleri belirlemek	Üniversitede yapılan bir çalışmada lisans, yüksek lisans, doktora öğrencilerini çıktı, personel giderleri, yatırım giderleri gibi kalemleri gider olarak belirlemek.
3	Girdi bileşeninin minimize edilmesi veya çıktı bileşeninin maksimize edilmesi gibi en uygun modeli belirlemek	Girdilerin azaltılmasına gidilemediği durumda çıktının maksimizasyonuna karar vermek.
4	Modelin sabit getiri mi (girdi bileşeninde yapılan bir birim değişimin çıktı bileşenini de aynı oranda etkileme durumu) yoksa değişken getiri mi (girdi bileşeninde yapılan bir birim değişimin çıktı bileşenini daha az veya daha fazla etkileme durumu) sağladığı belirlemek	Üniversitede yapılan bir çalışmada üniversitelerin özerk olduklarından dolayı ölçeğe göre değişken getiriye sahip model olarak belirlemek.
5	Modelin kurulması ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesidir	

VZA diğer metotlara kıyasla, kullananlara avantajlar sağladığından ve daha iyi neticeler verdiği için kullanım alanı ve sıklığı giderek artmıştır. Bu durum VZA metodunun modellerinin çeşitlenmesine neden olmuştur. VZA modeli çeşitleri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. VZA Modelleri

VZA MODELİ YÖNTEMLERİ		
CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Yöntemi	BCC (Banker-Chaenes-Cooper) Yöntemi	Toplamsal Yöntem
Girdi Odaklı CCR Yöntem Çıktı Odaklı CCR Yöntem	Girdi Odaklı BCC Yöntem Çıktı Odaklı BCC Yöntem	

### 2.2.1. CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) modeli

Bu model Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında kullanılan ve ismini bu kişilerin baş harflerinden alan ilk ve esas VZA modelidir. Bu model ölçeğe göre sabit getiri düşüncesi ile karar birimlerinin toplam etkinlik değerlerini bulmaktadır (Behdioğlu ve Özcan, 2009). Yani CCR yöntemi ölçeğe göre sabit getiri düşüncesine dayanmaktadır. Kullanılan en yaygın ve en bilindik bu model girdi odaklı ve çıktı odaklı olmak üzere iki çeşit uygulamaktadır.

#### 2.2.1.1. Girdi odaklı CCR modeli

Girdi odaklı CCR modelinde, girdi bileşenlerinin minimize edilmesi fakat aynı zamanda bu değişimin elde var olan çıktı bileşenlerinin aynı şekilde karşılanmaya devam edilmesi amaçlanmaktadır (Kıran, 2008). Girdi odaklı CCR Modelin formüle hali aşağıdaki gibidir (Ulucan, 2000).

##### Amaç Fonksiyonu

$$E_k = maks \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}$$

##### Kısıtlar

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$E_k$  = k karar verme birimi etkinlik değeri,

$n$  = Karar birim sayısı,

$s$  = Çıktı bileşen sayısı,

$m$  = Girdi bileşen sayısı,

$u_r$  = k. Karar birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık,

$v_i$  = k. Karar birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık,

$x_{ij}$  = j. Karar birimi tarafından kullanılan girdi miktarı,

$y_{rj}$  = j. Karar birimi tarafından üretilen çıktı miktarı,

$x_{ik}$  = k. Karar birimi tarafından kullanılan i. girdi miktarı,

$y_{rk}$  = k. Karar birimi tarafından kullanılan r. çıktı miktarını ifade eder.

#### 2.2.1.2. Çıktı odaklı CCR modeli

Çıktı odaklı CCR modelinde ise çıktı bileşenlerinin maksimize edilmesi fakat aynı zamanda bu değişimin girdi bileşenlerinde daha fazlasına ihtiyaç duyulmasına neden olmaması amaçlanmaktadır (Kıran, 2008). Çıktı odaklı CCR Modelin formüle hali aşağıdaki gibidir (Ulucan, 2000).

Amaç Fonksiyonu

$$\min \sum_{i=1}^m v_i x_{ik}$$

Kısıtlar

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$$

**2.2.2. BCC (Banker-Charnes-Cooper) modeli**

Bu model Banker, Charnes ve Cooper tarafından 1984 yılında kullanılan ve ismini bu kişilerin baş harflerinden alan bir VZA modelidir. Bu model CCR modelinden farklı olarak ölçeğe göre değişken getiri düşüncesini de katarak karar birimlerinin toplam etkinlik değerlerini bulmaktadır (Behdioğlu ve Özcan, 2009).

BCC modelinin CCR modeline göre en önemli özelliği, ölçeğe göre değişken getiri düşüncesini temel alarak her bir karar birimi için ulaşılabilecek doğrusal program sonucu elde edilen  $\lambda$  (etkin olmayan bir karar noktasının etkin olabilmesi için lazım olan bilgiyi sağlayan girdi ve çıktı bileşimi) değerlerin toplamının 1 olmasıdır (Yaralıoğlu, 2006).

**2.2.2.1. Girdi odaklı BCC modeli**

Girdi odaklı BCC modelinde, girdi bileşenlerinin oransal minimize edilmesi sonuçta maksimum etkinliği amaçlamaktadır (Behdioğlu ve Özcan, 2009). Girdi odaklı BCC Modelin formüle hali aşağıdaki gibidir (Ulucan, 2000).

Amaç Fonksiyonu

$$\max \left( \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - u_k \right)$$

Kısıtlar

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$E_k$  = k karar verme birimi etkinlik değeri,

$n$  = Karar birim sayısı,

$s$  = Çıktı bileşen sayısı,

$m$  = Girdi bileşen sayısı,

$u_r$  = k. Karar birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık,

$v_i$  = k. Karar birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık,

$x_{ij}$  = j. Karar birimi tarafından kullanılan girdi miktarı,

$y_{rj}$  = j. Karar birimi tarafından üretilen çıktı miktarı,

$x_{ik}$  = k. Karar birimi tarafından kullanılan i. girdi miktarı,

$y_{rk}$  = k. Karar birimi tarafından kullanılan r. çıktı miktarını ifade eder.

### 2.2.2.2. Çıktı odaklı BCC modeli

Çıktı odaklı BCC modelinde, çıktı bileşenlerinin oransal maksimize edilmesine rağmen sonuçta da maksimum etkinliği amaçlamaktadır (Behdioğlu ve Özcan, 2009). Çıktı odaklı BCC Modelin formüle hali aşağıdaki gibidir (Ulucan, 2000).

#### Amaç Fonksiyonu

$$\min \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - v_k$$

#### Kısıtlar

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m x_{ij} v_i - v_k$$

CCR Modelin ve BCC modelin genel kullanım formülasyonları yukarıda açıklandığı şekildedir. Fakat hedef girdi ve çıktılarının değerlerinin bulunmasında kolaylık sağlaması açısından CRR ve BCC Modellerin dual gösterimi de önemlidir (Kocakalay ve Işık, 2003). Aşağıda Tablo 4’de modellerin amaç fonksiyonlarının dual gösterimi ve etkinlik değerinin alacağı değer açıklamaları verilmiştir (Norman ve Stoker, 1991; Seiford ve Zhu, 1999; Kıran, 2008).

Tablo 4. CRR ve BCC Dual Modelleri Gösterimi ve Açıklaması

<b>CRR DUAL MODELİ AÇIKLAMASI</b>	
<b>Girdi Odaklı CCR Modeli</b>	<b>Çıktı Odaklı CCR Modeli</b>
<u>Min</u> $\theta^*$	<u>Max</u> $\theta^*$
$\theta^*$ = Etkinlik değeri ise;	$\theta^*$ = Etkinlik değeri ise;
$\theta^* = 1$ ise karar verme birimi etkin	$\theta^* = 1$ ise karar verme birimi etkin
$\theta^* < 1$ ise karar verme birimi etkin değildir.	$\theta^* > 1$ karar verme birimi etkin değildir.
<b>BCC DUAL MODELİ AÇIKLAMASI</b>	
<b>Girdi Odaklı BCC Modeli</b>	<b>Çıktı Odaklı BCC Modeli</b>
<u>Min</u> $\theta^*$	<u>Max</u> $\theta^*$
$\theta^*$ = Etkinlik değeri ise;	$\theta^*$ = Etkinlik değeri ise;
$\theta^* = 1$ ise karar verme birimi etkin	$\theta^* = 1$ ise karar verme birimi etkin
$\theta^* < 1$ ise karar verme birimi etkin değildir.	$\theta^* > 1$ ise karar birimi etkin değildir.

Karar verme birimlerinin (KVB) görel etkinliği Dual modelde bulunan ‘ $\theta$ ’ simgesi ile gösterilmektedir (Kocakalay ve Işık, 2003).

### 2.2.3. Toplamsal model

Bu model Chaenes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz tarafından 1985 yılında kullanılan ayrıca ismini CCR ve BCC modellerinin girdi ve çıktı birleşenlerini beraber değerlendirmesi bakımından toplamsal olarak alan bir VZA modelidir (Cook ve Seiford, 2008).



### 3. BULGULAR

VZA'nın en doğru şekilde uygulanabilmesi ve güvenilir sonuçların elde edilebilmesi için uygulamaya hazırlık süreci oldukça önemlidir. Bu hazırlık sürecinin çeşitli aşamaları bulunmaktadır. Bu aşamalar Metodoloji bölümünde 'Veri Zarflama Analizi' başlığı altında detaylı gösterilmiştir. Aşamalar sırası ile aşağıda verilen şekilde uygulanmıştır (Yavuz, 2001).

**Uygulama İçin Karar Birimlerinin Seçimi:** VZA'nın ilk aşaması birbirleri ile göreceli etkinlikleri ölçülecek karar verme birimlerinin seçimidir (Yolalan, 1993). KVB seçiminde girdi ve çıktı sayılarının ne oldukları da önem arz eder. Şöyle ki 'm' girdi sayısı, 'n' çıktı sayısı ise KVB sayısının en az 'm+n+1' olması istenir (Motroi, 2018). Bir başka şekilde ise, KVB sayısı en az tüm değişkenlerin sayısının toplamının iki katı olarak seçilmelidir (Boussofiene, 1991).

Çalışmada karar birimleri olarak, Türkiye'de bulunan 81 il içerisinde 20 il seçilmiştir. Bu iller, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından hazırlanan 2019 yılı için 'bitkisel üretim değeri (bin TL)' verileri alınarak sıralamada en yüksek olan 20 il şeklinde belirlenmiştir. Bunun nedeni verilerin homojenliğe daha yakın olmasının istenmesidir. Seçilen iller sırası ile şekildedir: Antalya, Konya, Mersin, Adana, Şanlıurfa, İzmir, Bursa, Manisa, Ankara, Aydın, Samsun, Denizli, Çanakkale, Muğla, Diyarbakır, Niğde, Ordu, Balıkesir ve Karaman.

**Uygulama Girdi ve Çıktılarının Belirlenmesi:** KVB'nin gerçekleştirdiği değerleri bulabilmek ve sonrasında yorumlayabilmek için girdi ve çıktıların doğru bir şekilde belirlenmesi son derece önemlidir. Girdi ve çıktılar araştırılan konu çerçevesinin içinden ve konu ile ilişkilendirilebilir şekilde seçilmelidir (Öztürk, 2009). Tablo 5'de çalışmada kullanılan girdi ve çıktı verileri gösterilmiştir.

Tablo 5. Girdi ve Çıktı Verileri (TÜİK)

İLLER	GİRDİLER				ÇIKTILAR	
	İŞLENEN TARIM ALANI (HEKTAR)	TARIMSAL MEKANİZASYON (ADET)	TARIMSAL SULAMA KULLANILAN ENERJİ (MWH)	GÜBRE TÜKETİMİ (TON)	SEBZE MEYVE ÜRETİM (TON)	TAHİL VE DİĞER BİTKİSEL ÜRETİM (TON)
Antalya	281.993	139676	177316	121986	3.917.418	1.133.785
Konya	1.820.271	287058	1301531	503277,4	10.231	15.641.522
Mersin	186.071	90109	180388	87812,3	1.637.065	580.273
Adana	398.128	95455	138606	353807,7	1.046.556	2.550.927
Şanlıurfa	912.439	74120	1911646	477130,7	15.134	3.533.190
İzmir	174.819	170273	398288	143418,5	163.594	4.488.633
Bursa	206.824	163204	82159	92280,5	12.541	2.385.819
Hatay	128.817	63780	205913	119345,9	52.499	785.700
Manisa	275.691	227038	313876	138289,8	52.701	1.751.602
Ankara	1.123.000	135179	157408	206254,9	4.989	3.189.228
Aydın	136.230	119929	72741	103027,1	62.670	3.309.190
Samsun	254.450	114708	35867	131360	29.550	1.995.946
Denizli	267.730	102673	72940	97335,9	34.941	2.448.196
Çanakkale	234.566	95200	36148	70907,7	8.518	2.802.597
Muğla	105.641	97632	42294	45124,7	694.137	1.462.898
Diyarbakır	531.641	42130	433438	256566,7	6.454	1.911.728
Niğde	243.091	63001	163216	109786,5	0	1.864.151
Ordu	24.856	7587	223	61934,7	2.194	46.095
Balıkesir	292.589	123692	41329	121705,6	9.208	3.484.518
Karaman	293.229	55903	223849	69770,1	347	2.009.196

Çalışmada tarımsal etkinliği ölçmek için 4 tanesi girdi değişkeni ve 2 tanesi ise çıktı değişkeni olmak üzere 6 adet farklı değişken kullanılmıştır. Girdi değişkenleri; ‘İşlenen Tarım Alanı (Dekar)’, ‘Tarımsal Mekanizasyon (Adet)’, ‘Tarımsal Sulamada Kullanılan Enerji (MWH)’ ve ‘İl Gübre Tüketimi (Ton)’ olarak belirlenmiştir. Çıktı değişkenleri ise; ‘Sebze Meyve Üretimi (Ton)’ ve ‘Tahıl ve Diğer Bitkisel Üretim (Ton)’ olarak belirlenmiştir.

**Güvenilir Veriler Toplanması:** Girdi ve çıktı değişkenleri belirlendikten sonra verilerin toplanması aşamasına geçilir. Veri toplama aşaması için mutlaka güvenilir kaynaklara başvurulmalıdır. Güvenilir olmayan veriler kendi veri setlerini olumsuz etkilerken diğer yandan uygulamada görelî etkinlik ölçümü yapıldığı için diğer veri setlerinin doğruluğunu da riske ederler (Yavuz, 2001).

Bu çalışmada yer alan veriler (il gübre tüketimi hariç), Türkiye İstatistik Kurumu’ndan, ‘iller bazında gübre tüketim’ girdi verisi ise Tarım ve Orman Bakanlığından alınmıştır.

**Kullanılacak VZA Yöntemi veya Yöntemlerinin Belirlenerek Modelin Kurulması:** Bu çalışmada Veri Zarflama Analizi modelleri kullanılmıştır. Klasik Veri Zarflama Analizinin iki modeli, toplam etkinliği ölçen CCR ve BCC modeli, iki yönelimli (Girdi Odaklı ve Çıktı Odaklı) olarak çözülmüştür. Modelin çözüm aşamasında doğrusal programlama paket programlarından ‘GAMS Paket programı’ kullanılmıştır.

Aşağıda çalışmada yapılan CCR Model Girdiye Yönelik bir doğrusal programlama örneği verilmektedir. Bu model her bir karar birimi için, girdi veya çıktıya yönelik değişkenler olmak üzere farklı şekillerde modellenmiştir.

CRR Girdiye Yönelik Model yazım örneği;

Girdi değişkenleri;

$$\text{Girdi1.}(281993*v_1)+(1820271*v_2)+(186071*v_3)+(398128*v_4)+(912439*v_5)+(174.819*v_6)+(206824*v_7)+(128817*v_8)+(275691*v_9)+(1123000*v_{10})+(136230*v_{11})+(254450*v_{12})+(267730*v_{13})+(234566*v_{14})+(105641*v_{15})+(531.641*v_{16})+(243091*v_{17})+(24856*v_{18})+(292.589*v_{19})+(293229*v_{20})=I=\mathbf{\Theta}^*$$

$$\text{Girdi2.}(139676*v_1)+(287058*v_2)+(90109*v_3)+(95455*v_4)+(74120*v_5)+(170273*v_6)+(163204*v_7)+(63780*v_8)+(227038*v_9)+(135179*v_{10})+(119929*v_{11})+(114708*v_{12})+(102673*v_{13})+(95200*v_{14})+(97632*v_{15})+(42130*v_{16})+(63001*v_{17})+(7587*v_{18})+(123692*v_{19})+(55903*v_{20})=I=\mathbf{\Theta}^*$$

$$\text{Girdi3.}(177316*v_1)+(1301531*v_2)+(180388*v_3)+(138606*v_4)+(1911646*v_5)+(398288*v_6)+(82159*v_7)+(205913*v_8)+(313876*v_9)+(157408*v_{10})+(72741*v_{11})+(35867*v_{12})+(72940*v_{13})+(36148*v_{14})+(42294*v_{15})+(433438*v_{16})+(163216*v_{17})+(223*v_{18})+(41329*v_{19})+(223849*v_{20})=I=\mathbf{\Theta}^*$$

$$\text{Girdi4.}(121986*v_1)+(503277.4*v_2)+(87812.3*v_3)+(353807.7*v_4)+(477130.7*v_5)+(143418.5*v_6)+(92280.5*v_7)+(119345.9*v_8)+(138289.8*v_9)+(206254.9*v_{10})+(103027.1*v_{11})+(131360*v_{12})+(97335.9*v_{13})+(70907.7*v_{14})+(45124.7*v_{15})+(256566.7*v_{16})+(109786.5*v_{17})+(61934.7*v_{18})+(121705.6*v_{19})+(69770.1*v_{20})=I=\mathbf{\Theta}^*$$

Çıktı değişkenleri;

$$\text{Çıktı1.}(3917418*v1)+(10231*v2)+(1637065*v3)+(1046556*v4)+(15134*v5)+(163594*v6)+(12541*v7)+(52499*v8)+(52701*v9)+(4989*v10)+(62670*v11)+(29550*v12)+(34941*v13)+(8518*v14)+(694137*v15)+(6454*v16)+(*v17)+(2194*v18)+(9208*v19)+(347*v20)=g=$$

$$\text{Çıktı2.}(1133785*v1)+(15641522*v2)+(580273*v3)+(2550927*v4)+(3533190*v5)+(4488633*v6)+(2385819*v7)+(785700*v8)+(1751602*v9)+(3189228*v10)+(3309190*v11)+(1995946*v12)+(2448196*v13)+(2802597*v14)+(1462898*v15)+(1911728*v16)+(1864151*v17)+(46095*v18)+(3484518*v19)+(2009196*v20) =g=$$

Birinci karar verme birimi ve birinci girdi kullanılarak oluşturulan model örneği:

Amaç fonksiyonu:  $\min \theta$

$$(\underline{281993}*kvb1)+(1820271*kvb2)+(186071*kvb3)+(398128*kvb4)+(912439*kvb5)+(174.819*kvb6)+(206824*kvb7)+(128817*kvb8)+(275691*kvb9)+(1123000*kvb10)+(136230*kvb11)+(254450*kvb12)+(267730*kvb13)+(234566*kvb14)+(105641*kvb15)+(531.641*kvb16)+(243091*kvb17)+(24856*kvb18)+(292.589*kvb19)+(293229*kvb20)=l=Theta*\underline{281993}$$

**Etkinliğin Ölçümü:** Yukarıdaki modelin çözümünden her karar verme birimi için bir etkinlik değeri elde edilir. Bu değer 0 ile 1 arasındadır. Etkinlik değeri 1 bulunan karar birimleri için etkin, 1 değerinin altında olan karar birimleri için etkinsiz denilmiştir (Yavuz, 2001). Tablo 6’da CCR ve BCC model etkinlik ölçümü sonuçları verilmiştir.

Tablo 6. Etkinlik Ölçümü Tablosu

KVB	CCR MODELİ		BCC MODELİ	
	GİRDİ ODAKLI	ÇIKTI ODAKLI	GİRDİ ODAKLI	ÇIKTI ODAKLI
<b>Antalya</b>	1	1	1	1
<b>Konya</b>	1	1	1	1
<b>Mersin</b>	0.679	1.472	0.903	1,252
<b>Adana</b>	1	1	1	1
<b>Şanlıurfa</b>	0.880	1.136	0.95	1.058
<b>İzmir</b>	1	1	1	1
<b>Bursa</b>	0.727	1.375	0.747	1.353
<b>Hatay</b>	0.401	2.496	0.544	2.333
<b>Manisa</b>	0.367	2.723	0.415	2.553
<b>Ankara</b>	0.690	1.448	0.696	1.418
<b>Aydın</b>	1	1	1	1
<b>Samsun</b>	0.681	1.468	0.688	1.463
<b>Denizli</b>	0.774	1.293	0.795	1.292
<b>Çanakkale</b>	1	1	1	1
<b>Muğla</b>	1	1	1	1
<b>Diyarbakır</b>	0.837	1.195	0.976	1.030
<b>Niğde</b>	0.715	1.398	0.830	1.282
<b>Ordu</b>	1	1	1	1
<b>Balıkesir</b>	1	1	1	1
<b>Karaman</b>	0.857	1.167	1	1

**Uygulama Sonucu:** Bütün modellerin sonuçları değerlendirilerek etkin olan ve etkinsiz olan iller belirlenir. Tablo 6’da verilen değerleri yorumlaması şu şekildedir.

Girdi yönelimli CCR-Model çözümü yapıldığında elde edilen sonuçlar;

Seçilen 20 ilden; 11 tanesinin tarımsal performans sonucu etkinlik skoru  $\theta^*$  olmak üzere  $\theta^* < 1$  olduğu için etkinsiz çıkmıştır. Bu iller sırası ile Mersin, Şanlıurfa, Bursa, Hatay, Manisa, Ankara, Samsun, Denizli, Diyarbakır, Niğde ve Karaman’dır.

Diğer 9 tane il ise tarımsal performans etkinlik sonucu etkinlik skoru  $\theta^*$  olmak üzere  $\theta^* = 1$  sonucuna göre etkin çıkmıştır. Bu iller sırası ile Antalya, Konya, Adana, İzmir, Aydın, Çanakkale, Muğla, Ordu ve Balıkesir’dir.

Çıktı Yönelimli CCR-Model çözümü yapıldığında elde edilen sonuçlar;

Gözlem altındaki 20 ilden 11 tanesinin etkinlik skoru  $\theta^*$  olmak üzere  $\theta^* > 1$  olduğu için etkinsiz çıkmıştır. Diğer 9 tane ilin  $\theta^* = 1$  sonucuyla etkin çıkmıştır.

Etkinsiz olan illere bakıldığında en yüksek skorlara göre sırasıyla; Manisa 2,723, Hatay 2,496, Mersin 1,472, Samsun 1,468, Ankara 1,448, Niğde 1,398, Bursa 1,375, Denizli 1,293, Diyarbakır 1,195, Karaman 1,167 ve Şanlıurfa 1,139 şeklindedir. Çıktı yönlü CCR modeline göre en etkinsiz il en yüksek çıktı oranı puanıyla Manisa’dır.

Girdi yönelimli BCC Modeli incelendiğinde; etkinsiz bulunan illerin değerleri ise sırasıyla; Manisa 0,415, Hatay 0,544, Samsun 0,688, Ankara 0,696, Bursa 0,747, Denizli 0,795, Niğde 0,830, Mersin 0,903, Şanlıurfa 0,95 ve Diyarbakır 0,976 şeklindedir. Uygulamada en etkinsiz il 0,425 değeri ile Manisa olduğu görülmüştür.

Çıktı yönelimli BCC Modeli incelendiğinde; etkinsiz bulunan illerin değerleri ise sırasıyla; Manisa 2,553, Hatay 2,333, Samsun 1,463, Ankara 1,418, Bursa 1,353, Denizli 1,292, Niğde 1,282, Mersin 1,252, Şanlıurfa 1,058 ve Diyarbakır 1,030 şeklindedir. Uygulamada en etkinsiz il 2,553 değeri ile Manisa olduğu görülmüştür.

**Referans kümeleri belirlenmesi:** BBC ve CCR modeli çözümlerine göre etkinsiz olan illerin etkinliğe ulaşabilmeleri için referans kümeleri ve bu referans kümelerinin ağırlık değerleri bulunmuştur. Bu referans kümeleri performans iyileştirme çalışmaları için kullanılmıştır.

Potansiyel iyileştirme yüzdesi şu formülle hesaplanmaktadır:

$$\text{Potansiyel İyileştirme Yüzdesi} = \frac{\text{Hedef Değer} - \text{Gerçekleşen Değer}}{\text{Gerçekleşen Değer}} \times 100$$

Tablo 7’de referans kümeleri ve yoğunluk oranları gösterilmiştir.

Tablo 7. Etkinsiz Şehirler İçin Referans Setleri ve Yoğunluk Değerleri

CCR GİRDİYE YÖNELİK	REFERANS KÜMELERİ	YOĞUNLUK ORANLARI
Mersin	K1, K2, K11	(0,418) (0,004) (0,015)
Şanlıurfa	K1, K2	(0,003) (0,226)
Bursa	K11, K14	(0,350) (0,438)
Hatay	K1, K2, K11	(0,011) (0,014) (0,166)
Manisa	K11, K14, K15	(0,317) (0,228) (0,045)
Ankara	K2, K14	(0,061) (0,795)
Samsun	K15	0,034
Denizli	K1, K2, K11, K14	(0,006) (0,020) (0,065) (0,683)
Diyarbakır	K1, K2	(0,001) (0,122)
Niğde	K2, K11, K14	(0,080) (0,163) (0,027)
Karaman	K2, K14	(0,083) (0,252)

### 3.1. Performans İyileştirme Çalışması

Çalışma uygulamasında etkinsiz çıkan illeri etkinliğe ulaşabilmeleri için belirlenen referans kümeleri ve yoğunluk oranlarından faydalanarak performans iyileştirme çalışması yapılmıştır. Çalışma sonuçları aşağıda Tablo 8, Tablo 9, Tablo 10, Tablo 11, Tablo 12 ve Tablo 13’de gösterilmiştir.

Tablo 8. Etkinsiz İllerin İşlenen Tarım Alanı Girdisinde Azaltılması Gereken PI Yüzdeleri

ŞEHİRLER	İŞLENEN TARIM ALANI (HEKTAR)			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Mersin	186.071	127.197,61	-58873,39	-31,64
Şanlıurfa	912.439	412227,225	-500211,8	-54,82
Bursa	206.824	150420,408	-56403,59	-27,27
Hatay	128.817	51199,897	-77617,1	-60,25
Manisa	275.691	101419,803	-174271,2	-63,21
Ankara	1.123.000	297516,501	-825483,5	-73,51
Samsun	254.450	173167,756	-81282,24	-31,94
Denizli	267.730	207160,906	-60569,09	-22,62
Diyarbakır	531.641	222355,055	-309285,9	-58,18
Niğde	243.091	51098,212	-191992,8	-78,98
Karaman	293.229	210193,125	-83035,88	-28,32

Tablo 9. Etkinsiz İllerin Tarımsal Mekanizasyon Girdisinde Azaltması Gereken PI Yüzdeleri

ŞEHİRLER	TARIMSAL MEKANİZASYON (ADET)			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Mersin	90.109	61.331,74	-28.777,27	-31,94
Şanlıurfa	74.120	65.294,14	-8.825,86	-11,91
Bursa	163.204	83.672,75	-79.531,25	-48,73
Hatay	63.780	25.463,46	-38.316,54	-60,08
Manisa	227.038	64.116,53	-162.921,47	-71,76
Ankara	135.179	93.194,54	-41.984,46	-31,06
Samsun	114.708	74.128,54	-40.579,46	-35,38
Denizli	102.673	79.396,20	-23.276,80	-22,67
Diyarbakır	42130	35.160,75	-6.969,25	-16,54
Niğde	63.001	33.292,91	-29.708,09	-47,15
Karaman	55.903	47.816,21	-8.086,79	-14,47

Tablo 10. Etkinsiz İllerin Tarımsal Sulamada Kullanılan Enerji Girdisinde Azaltması Gereken PI Yüzdeleri

ŞEHİRLER	TARIMSAL SULAMADA KULLANILAN ENERJİ (MWH)			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Mersin	180.388	80415,33	-99972,67	-55,42
Şanlıurfa	1.911.646	294678	-1616968	-84,59
Bursa	82.159	41292,17	-40866,83	-49,74
Hatay	205.913	32246,92	-173666,1	-84,34
Manisa	313.876	33203,87	-280672,1	-89,42
Ankara	157.408	108131,1	-49276,9	-31,31
Samsun	35.867	24401,39	-11465,62	-31,97
Denizli	72.940	56511,77	-16428,24	-22,52
Diyarbakır	433.438	158964,1	-274473,9	-63,32
Niğde	163.216	27018,06	-136197,9	-83,45
Karaman	223.849	117136,4	-106712,6	-47,67

Tablo 11. Etkinsiz İllerin Gübre Tüketimi Girdisinde Azaltması Gereken PI Yüzdeleri

ŞEHİRLER	GÜBRE TÜKETİMİ (TON)			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Mersin	87.812,3	54548,6641	-33263,64	-37,88
Şanlıurfa	477.130,7	114106,65	-363024,1	-76,08
Bursa	92.280,5	67117,0576	-25163,44	-27,27
Hatay	119.345,9	25490,2282	-93855,67	-78,64
Manisa	138.289,8	50857,16	-87432,64	-63,22
Ankara	206.254,9	87071,54	-119183,4	-57,78
Samsun	131.360,0	87601,4869	-43758,51	-33,31
Denizli	97.335,9	65924,1846	-31411,72	-32,27
Diyarbakır	256.566,7	61521,8288	-195044,9	-76,02
Niğde	109.786,5	28466,81	-81319,69	-74,07
Karaman	69.770,1	59640,76	-10129,34	-14,52

Tablo 12. Etkinsiz İllerin Sebze Meyve Üretim Çıktısı PI Yüzdeleri

ŞEHİRLER	SEBZE MEYVE ÜRETİM (TON)			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Mersin	1.637.065	1638461,7	1396,7	0,09
Şanlıurfa	15.134	14064,5	-1069,5	-7,07
Bursa	12.541	25665,384	13124,384	104,65
Hatay	52.499	53638,052	1139,052	2,17
Manisa	52.701	53044,7	343,7	0,65
Ankara	4.989	7395,9	2406,9	48,24
Samsun	29.550	29362,3	-187,7	-0,64
Denizli	34.941	33600,5	-1340,5	-3,84
Diyarbakır	6.454	5165,6	-1288,4	-19,96
Niğde	0	11263,7	11263,7	0,00
Karaman	347	2995,71	2648,71	763,32

Tablo 13. Etkinsiz İllerin Tahıl ve Diğer Bitkisel üretim çıktısı PI Yüzdeleri

ŞEHİRLER	TAHIL VE DİĞER BİTKİSEL ÜRETİM (TON)			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Mersin	580.273	586126,1	5853,07	1,01
Şanlıurfa	3.533.190	3538385	5195	0,15
Bursa	2.385.819	2385754	-65,014	0,00
Hatay	785.700	780778,5	-4921,52	-0,63
Manisa	1.751.602	1753836	2234	0,13
Ankara	3.189.228	3182197	-7031	-0,22
Samsun	1.995.946	1994036	-1910	-0,10
Denizli	2.448.196	2448904	708	0,03
Diyarbakır	1.911.728	1909399	-2328,531	-0,12
Niğde	1.864.151	1866390	2239	0,12
Karaman	2.009.196	2004501	-4695	-0,23

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çıktı yönelimli ve girdi yönelimli VZA, ayrı noktalara odaklanmaktadır. Girdi yönelimli modeller; en az girdiyle maksimum çıktı üretmeye, çıktı yönelimli modeller ise aynı girdi miktarıyla maksimum çıktı üretmeye odaklanmaktadır (Yıldırım, 2019). CCR modeline göre etkin çıkan iller, Antalya, Konya, Adana, İzmir, Aydın, Çanakkale, Muğla, Ordu ve Balıkesir olmak üzere dokuz tanedir. BCC modeline göre etkin çıkan iller ise CCR modelde etkinsiz çıkan Karaman ilinin de etkinliğe ulaşması ile 10 il olmuştur. Sonuçlar incelendiğinde BCC Modeli ile yapılan girdi ve çıktı yönelimli uygulamaların ikisinde de etkinsiz bulunan iller sıralamasının aynı olduğu görülmüştür. CCR Model ve BCC Modelleri değerleri bakımından büyük farklar görülmemiştir. Sadece yönelim değişikliklerine göre sonuçlarda farklılıklar meydana gelmiştir.

Sonuçta odaklanılması gereken durum etkinsiz olma durumu ve bu durumun düzeltilmesi çalışması olduğundan etkinsiz çıkan iller için performans iyileştirme çalışması yapılmıştır. Performans iyileştirme çalışması CCR girdi modelinde etkinsiz bulunan 11 ilde yapılmıştır. Bu iller Mersin, Şanlıurfa, Bursa, Hatay, Manisa, Ankara, Samsun, Denizli, Diyarbakır, Niğde ve Karaman'dır.

Girdiye yönelik PI çalışmasında incelendiğinde ikinci ve üçüncü girdide en yüksek değerlere sahip olması nedeniyle en verimsiz il Manisa çıkmıştır.

Çıktılara yönelik PI çalışması incelendiğinde artış beklenen iller; ilk çıktı olan ‘Sebze ve Meyve Üretimi’nde sırasıyla %760 ve %100 değerleri ile Karaman ve Bursa illeridir. Karaman ilinde beklenen yüksek artışın sebebi bu ilin tarımda önceliği sebze ve meyve üretimine değil tahıl ürünlerinin üretimine vermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu teorimizi, ikinci çıktı olan ‘Tahıl ve Diğer Bitkisel Üretim’de Karaman ilinde bir artış beklenmemesi durumu desteklemektedir.

Artışın yanı sıra etkinsiz bazı illerin çıktıları azaltmaları gerekmektedir. Çıktılardaki azaltmanın muhtemel sebebi girdi faktörlerindeki yetersizliklerdir.

Tarımsal etkinlik ölçümünde tarımsal işgücünün de oldukça önemli olduğu bilinmektedir. İllere yönelik tarımsal işgücü verisine ulaşamadığı için bu çalışmaya konulamamıştır fakat bu verilere ulaşılarak yapılacak bir etkinlik çalışmasının daha doğru bir etkinlik sonucuna ulaştıracağı düşünülmektedir.

### **Yazarların Katkısı**

Yazarların makaleye katkıları eşit orandadır.

### **Teşekkür**

Yazarlar çalışmada kullanılan verilerin temini için Türkiye İstatistik Kurumuna ve Tarım ve Orman Bakanlığına; veri toplama, kaynak yardımı, analiz ve yorumlama konusunda katkı sağlayan Ziraat Mühendisi Sayın Yahya IŞIK’a teşekkürlerini sunar.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### **Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı**

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

## **KAYNAKÇA**

**Banker, R.D.**, (1992), “Estimation of Returns To Scale Using Data Envelopment Analysis, European Journal of Operational Research”, 62, 74-84.

**Baysal, M.E., Alçılar, B., Çerçioğlu, H., Toklu, B.**, (2006), “Türkiye’deki Devlet Üniversitelerinin Performanslarının Değerlendirilmesi ve Görelî Etkinliklerinin Belirlenmesi”, Verimlilik Dergisi, 2.

**Behdioğlu, S., Özcan, G.**, (2009), “Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14(3), 301-326.

**Bousofiane, A., Dyson, R., Rhodes, E.**, (1991), “Applied Data Envelopment Analysis”, European Journal of Operational Research, 2(6), 1-15.

**Bozdağ, N., Altan Ş., Atan M.**, (2001), “Toplam Etkinlik Ölçümü: Türkiye’deki Özel ve Kamu Bankaları İçin Bir Uygulama”, 03.04.2009, <http://idari.cu.edu.tr/sempozyum/bil54.htm>.



**Büyükkılıç, D.**, (2004), “Kâr Amacı Gütmeyen Örgütlerde Verimlilik”, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 680, 34.

**Cook, W.D., Seiford, L. M.**, (2008), “Data Envelopment Analysis (DEA) - Thirty Years On”, European Journal of Operational Research, 192(1), 1-17.

**Demir, K., Çabuk, S.**, (2010), “Türkiye’de Metropolitan Kentlerin Nüfus Gelişimi”, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 28(1), 193-215.

**Doğan, Z., Arslan, S., Berkman, A.N.**, (2015), “Türkiye’de Tarım Sektörünün İktisadi Gelişimi ve Sorunları: Tarihsel Bir Bakış”, Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 8(1), 29-41.

**Gürler, A.Z.**, (2008), Tarım Ekonomisi, Ankara, Nobel Yayın ve Dağıtım.

**İşçi, Ö.**, (2013), “Veri Zarflama Analizi ile Türkiye’de Gıda İmalatı Yapan Firmaların Etkinliklerinin Ölçülmesi”, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 36, 157-173.

**Meriam-Webster Online**, (2020), Dictionary: Performance, 02.04.2020, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/performance>.

**Karasoy, H.**, (2000), “Veri Zarflama Analizi”, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

**Kedzo, G.M., Lukac, Z.**, (2020), “The Financial Efficiency of Small Food and Drink Producers Across Selected European Union Countries Using Data Envelopment Analysis”, European Journal of Operational Research.

**Khezrimotlagh, D., Zhu, J., Cook, W.D., Toloo M.**, (2019), “Data Envelopment Analysis and Big Data”, European Journal of Operational Research, 274, 1047-1054.

**Kıran, B.**, (2008), “Kalkınmada Öncelikli İllerin Ekonomik Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Değerlendirilmesi”, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.

**Kocakalay, Ş., Işık, A.**, (2003), “Veri Zarflama Analizi”, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5, 163-171.

**Mahmoudi, R., Emrouznejad, A., Khosroshahi, H., Khashei, M., Rajabi, P.**, (2019), “Performance Evaluation of Thermal Power Plants Considering CO2 Emission: A Multistage PCA, Clustering, Game Theory and Data Envelopment Analysis”, Journal of Cleaner Production, 223, 641-650.

**Motroi, A.**, (2018), “İmalat İşletmelerinde Veri Zarflama Analizi ile Verimlilik Ölçümü”, Bankacılık ve Finansal Araştırmalar Dergisi, 5, 1.

**Norman, M., Stoker, B.**, (1991), Data Envelopment Analysis, John Wiley&Sons, 262.

**Özbek, S.**, (2007), “Sigorta Şirketlerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile İncelenmesi”, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

**Özden, Ü.H.**, (2008), “Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye’deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi”, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 37(2), 167-185.

**Öztürk, Y.E.**, (2009), “Veri Zarflama Analizi ve Hastane Etkinliğinin Ölçülmesinde Kullanımı”, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler MYO Dergisi, 12(1-2), 97-118.

**Peyrache, A., Rose, C., Sicilia G.**, (2020), “Variable Selection in Data Envelopment Analysis”, European Journal of Operational Research, 282, 644-659.

**Şahin, H.**, (2019), “Dumlupınar Üniversitesi Meslek Yüksekokullarının Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Karşılaştırılması”, Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi, 1(1), 49-63.

**Şenol, O., Kişi, M., Eroymak, S.**, (2019), “OECD Ülkelerinin Sağlık Göstergelerini Veri Zarflama Analiz Yöntemiyle Karşılaştırılması”, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 35, 277-293.

**TDK**, (2020), Güncel Türkçe Sözlük: Performance=Başarım, 02.04.2020,  
<https://sozluk.gov.tr/?kelime=performans>,  
<https://sozluk.gov.tr/?kelime=ba%C5%9Far%C4%B1m>.

**Tetko, V.I., Gasteiger, J., Todeschini, R., Mauri A., Livingstone, D., Ertl, P., Palyulin, V.A., Radchenko, E.V., Zefirov, N.S., Makarenko, A.S., Tanchuk, V.Y., Prokopenko, V.V.**, (2005), “Virtual Computational Chemistry Laboratory – Design and Description”, Journal of Computer-Aided Molecular Design, 19, 453-463.

**Top, M., Konca, M., Sapaz, B.**, (2020), “Technical Efficiency of Healthcare Systems in African Countries: An Application Based on Data Envelopment Analysis”, Health Policy and Technology, 9, 62-68.

**Turhan, Ş., Vural, H., Erdal, B.**, (2013), “Bursa Tarımının Sosyo-Ekonomik Yapısının Analizi”, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1), 27-38.

**Ulucan, A.**, (2000), “Şirket Performansı Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Genel ve Sektörel Bazda Değerlendirmeler”, Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(1), 405-418.

**Yaralıoğlu, K.**, (2006), Ders Notları: Veri Zarflama Analizi.

**Yavuz, İ.**, (2001), “Sağlık Sektöründe Etkinlik Ölçümü”, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 654, 113.

**Yıldırım, M., Ayvaz B.**, (2019), “Ülkelerin Lojistik Performanslarının Veri Zarflama Analizi ile Ölçümü”, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 18(35), 57-73.

**Yolalan, R.**, (1993), “İşletmeler Arası Görelilik Etkinlik Ölçümü”, MPM Yayınları, 483, Ankara.

**Yükçü, S., Atağan, G.**, (2009), “Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık”, Atatürk Üniversitesi İBBF Dergisi, 23, 4.