

TÜRKİYE TARIM SEKTÖRÜNDE ÜRÜNLER BAZINDA ETKİNLİK DEĞERLENDİRMESİ

Araştırma Makalesi

Cem MENTEN¹
Bülent ÇEKİÇ²
Kazım Barış ATICI³

MENTEN, C., ÇEKİÇ, B., ATICI, K. B., (2020), **Türkiye Tarım Sektöründe Ürünler Bazında Etkinlik Değerlendirmesi**, Verimlilik Dergisi, Yıl: 2020, Sayı: 1, T. C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Yayını.

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, 2010 - 2016 döneminde Türkiye tarım sektöründe üretimi yapılan 61 adet bitkisel ürünün Veri Zarflama Analizi (VZA) ve VZA Tabanlı Malmquist Toplam Faktör Verimlilik (MTFV) Endeksi kullanılarak etkinliklerinin ölçülmesi ve değerlendirme altındaki yıllar arasında etkinlik değişmelerinin gözlemlenmesidir. Yapılan analizlerde, her bir bitkisel ürün, karar birimi olarak değerlendirilmiştir. Etkinlik analizlerini takiben, dönemler arasındaki etkinlik değişimini değerlendirmek amacıyla Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi analizleri yapılmıştır. Böylelikle, 2010 - 2016 yılları arasındaki Türkiye düzeyinde ürün üretim süreç etkinliği değişimleri gözlemlenebilmiş ve değerlendirme altındaki dönemler arasında etkinlik skorlarını karşılaştırılabilme imkânı sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlar ile Türk tarım sektörü üzerine makro boyutta bir bakış açısı sağlanması amaçlanmıştır. Etkinlik analizlerinde, 2010 - 2016 yılları arasında Türk tarımında en yüksek sayıda etkin birime sebzeler kategorisinde ulaşılmıştır. Malmquist TFV Endeksindeki en büyük ilerleme % 40,2 ile çavdar biriminde, en büyük gerileme ise % 31,8 ile pırasa biriminde gözlenmiştir. Kategorik açıdan değerlendirildiğinde, Malmquist TFV Endeksinde en büyük ilerlemeyi meyveler, içecek ve baharat bitkileri sergilemiştir.

Anahtar Sözcükler: Tarımsal Etkinlik, Etkinlik Ölçümü, Veri Zarflama Analizi, Etkinlikteki Değişme, Malmquist Toplam Faktör Verimliliği.

¹ **Cem MENTEN**, Doktora Öğrencisi, Hacettepe Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü. ORCID: 0000-0003-0259-3770

² **Bülent ÇEKİÇ**, Dr. Öğr. Üyesi, Hacettepe Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü. ORCID: 0000-0001-7134-4220

³ **Kazım Barış ATICI**, Doç. Dr., Hacettepe Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü. ORCID: 0000-0003-0786-9641

* Makale Gönderim Tarihi: 02.01.2019 Kabul Tarihi: 24.04.2019

THE PRODUCT-BASED EFFICIENCY EVALUATION OF TURKISH AGRICULTURAL SECTOR

ABSTRACT

The main purpose of this study is to measure efficiency and to observe efficiency change of produced 61 crops in the Turkish agricultural sector in 2010 - 2016 period with using Data Envelopment Analysis (DEA) and DEA-based Malmquist Total Factor Productivity Index. Each crop was considered as a decision-making unit in both of analysis. Following the efficiency analysis, Malmquist Total Factor Productivity Index analysis was performed to evaluate the efficiency change between the periods. Thus, efficiency change of crop production process in Turkish agricultural sector between the years 2010 - 2016 could be observed and the opportunity to compare their efficiency scores has been achieved between the periods under evaluation. The aim is to provide a macro perspective on Turkish agriculture sector with the results obtained. In efficiency analysis, the highest number of efficient units in Turkish agriculture is found in the vegetables category during 2010 - 2016. The highest increase rate of Malmquist TFV index was observed in rye unit with 40.2% and the biggest decrease rate was observed in leek unit with 31,8 %. In terms of categories, the biggest progress on the Malmquist TFP index was indicated by fruits, beverages and spice crops.

Keywords: *Agricultural Efficiency, Efficiency Measurement, Data Envelopment Analysis, Efficiency Change, Malmquist Total Factor Productivity Index.*

1. GİRİŞ

Performans ölçümü, her geçen gün artan ve çok hızlı değişen günümüz rekabetçi iş ortamında önemli bir iyileştirme aracı olarak görülmektedir. Performans değerlendirmeleri, etkinliğin ölçülmesi ve yorumlanması ile yakından ilgilidir. Süreçlerin mevcut durumunu anlamak ve etkinliğin iyileştirilmesi konusunda hedefleri belirlemek adına en iyi ve en kötü performans gösteren birimlerin araştırılması büyük öneme sahiptir. Etkinlik ölçümü çalışmaları, tüm dünyada çok çeşitli sektör problemleri üzerinde uygulanmaktadır. Ekonominin temel faktörlerinden biri oluşu nedeniyle güncelliğini her dönemde koruyabilmiş olan tarım sektörü, etkinlik değerlendirmelerinde uygulama alanı olarak yaygınlıkla kullanılmaktadır.

Tarım sektörünün, ülkelerin ekonomik kalkınmalarına katkıda bulunma potansiyeli oldukça yüksektir. Kaynakların etkin bir şekilde tahsis edilebilmesi ve tarımsal verimlilikte artış sağlanabilmesi açısından tarımsal etkinliğin ölçülmesi ve yorumlanması büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, tarımsal performansın değerlendirilmesinde etkinlik ölçümü yaklaşımlarından yararlanılmaktadır. Genellikle bir üretim sınırının belirlenmesine dayanan etkinlik ölçümü yaklaşımlarında parametrik ve parametrik olmayan teknikler olmak üzere iki farklı metodoloji kullanılmaktadır. Tarımsal performansın değerlendirilmesi, etkin bir tarımsal üretimin sağlanabilmesi ve ileriye dönük tarım politikaları geliştirilebilmesi adına parametrik olmayan etkinlik değerlendirme yöntemlerinden Veri Zarflama Analizine çok sık başvurulmaktadır.

Farrell (1957) tarafından yapılan çalışmadaki teorik yaklaşıma dayandırılan, Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından da ilk kez ortaya atılan VZA, birden fazla girdinin kullanılması ile birden fazla çıktının üretilmesine olanak sağlanan karar birimlerinin göreceli etkinliğini belirlemeyi amaçlayan iyi yapılandırılmış doğrusal programlama temelli bir yaklaşımdır. VZA'da teknik karar birimlerinin göreceli etkinlik skorları, en iyi performans sergileyen birimlerin oluşturduğu etkinlik sınırına olan uzaklık ile hesaplanmaktadır. Böylelikle, etkin ve etkin olamayan birimler tespit edilmekte, etkin sınır üzerinde olmayan birimler için etkin olamama nedenlerinin kaynağı araştırılabilmekte ve bu birimlerin etkin sınıra ulaşabilmeleri için hedef değerler belirlenebilmektedir. VZA'nın parametrik olmayan bir teknik olduğundan dolayı etkinlik değerlendirmelerinde çıktılar ve girdiler arasında herhangi fonksiyonel bir ilişki kurulmasına ihtiyaç duyulmamaktadır.

Dikkate alınması gereken diğer bir konu da zamana göre etkinlikteki değişimin araştırılmasıdır. VZA ile yapılan etkinlik değerlendirmelerinde, sadece tek bir dönem için teknik etkinlik skorlarına ulaşabilmekte ve değeri-

dirilen dönemler arasında skorları karşılaştırma imkânı barındırmamaktadır. VZA uygulayarak etkinlik skorlarındaki değişmelerin, etkinlik sınırındaki kayma ve/veya etkinlikteki değişmelerin sonucu olup olmadığını bir dönem için değerlendirmek mümkün değildir. Etkinlik skorlarına etki eden değişimleri değerlendirme altındaki dönemler arasında karşılaştırabilmek adına VZA Tabanlı Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, Türk tarım sektöründe üretimi yapılan bitkisel ürünlerin VZA ile etkinlik skorları hesaplanmış ve VZA temelli Malmquist TFV Endeksi kullanılarak da değerlendirme altındaki dönemler arasında etkinlikteki değişme incelenmiştir. Araştırmada, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayınlanan Bitkisel Üretim Denge Tabloları temel alınarak 2010 - 2016 yılları arasında Türkiye düzeyinde üretimi yapılan bitkisel ürünler verisi kullanılmıştır. Yapılan analizler çerçevesinde, karar birimleri olarak Türkiye tarımında üretimi yapılan bitkisel ürünler seçilmiştir. Analizlerden elde edilen sonuçlara göre, Türkiye tarım sektöründe ürün üretim süreci etkinliği üzerinde makro boyutta bir bakış açısı sağlanması hedeflenmiştir.

Çalışmanın bölümleri şu şekilde düzenlenmiştir: İkinci bölümde, araştırma kapsamında kullanılan Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi hakkında genel bilgiler verilmektedir. Üçüncü bölümde, VZA ile tarımsal etkinliğin ölçümü konusunda yapılan geçmiş çalışmaların incelendiği literatür araştırması yer almaktadır. Dördüncü bölümde, karar birimlerinin ve değişkenlerin seçimi, veri setinin oluşturulması ve uygulanan analizlerin yer aldığı araştırma metodolojisi açıklanmaktadır. Beşinci bölümde, araştırma bulguları sunulmaktadır. Altıncı bölümde ise, araştırma kapsamında uygulanan analizlerin sonuçları tartışılmaktadır.

2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİK ENDEKSİ

2.1. Veri Zarflama Analizi

Veri Zarflama Analizi, benzer girdileri kullanarak benzer çıktıları üreten (benzer faaliyetler gösteren) karar birimlerinin etkinliklerini ölçmeye yarayan ve literatürde birçok sektör problemine yaygınlıkla uygulanmış bir performans ölçümü tekniğidir (Cooper vd., 2006).

VZA, bir veya daha fazla girdi ve çıktının değerlendirilmesine olanak sağlayan parametrik olmayan bir yaklaşımdır. Parametrik tekniklerdeki girdiler ve çıktılar arasında kurulan fonksiyonel ilişkilere VZA'da ihtiyaç duyulmaktadır. VZA'da değerlendirme altındaki karar birimlerinin göreceli etkinliği, en iyi performans sergileyen teknik karar birimlerinden oluşan bir etkinlik sınırına olan uzaklık olarak ölçülmektedir.

Veri Zarflama Analizinde birbirlerinin matematiksel olarak duali olan Zarflama modelleri ve Çarpan modelleri olmak üzere iki tipte modelleme yaklaşımı bulunmaktadır. Her iki yaklaşımda da teknik karar birimlerinin göreceli etkinliği ölçülerek etkinlik skorları hesaplanmaktadır. Elde edilen etkinlik skorları her iki modelde de aynı değere sahip iken, model sonuçları farklı ek bilgiler sunmaktadır. Temeli, Charnes vd. (1978) tarafından geliştirilen orijinal VZA Modeline dayanan ağırlıklandırılmış çıktı / girdi oranı üzerinden değerlendirilen Çarpan Tipteki Model, karar birimlerinin zayıf ve güçlü olduğu girdi ve çıktılar açısından bilgi sağlarken, Zarflama Modelinde ise etkin olmayan birimlerin etkin sınıra ulaşması için referans birimler ve hedef değerler belirlenmektedir.

VZA modelleri kurulurken, Doğrusal Programlama Yaklaşımı temel alınmaktadır. VZA'daki Doğrusal Programlama Modelinin amaç fonksiyonu girdi odaklı (minimizasyon) veya çıktı odaklı (maksimizasyon) olmak üzere iki farklı formda formüle edilebilmektedir. Çıktı Odaklı Yaklaşımda, karar birimlerinin çıktı değerleri etkinlik sınırını belirlemede iken, Girdi Odaklı Yaklaşımda ise etkin sınırı girdi değerleri belirlemektedir. Ayrıca, Çıktı Odaklı Modellerde etkin olmayan karar birimlerinin çıktı değerlerinin arttırılması, Girdi Odaklı Yaklaşımda ise girdi değerlerinin azaltılması hedeflenmektedir.

VZA modelleri, Ölçeğe Göre Getiri (*Returns-to-Scale, RTS*) yaklaşımları üzerinden farklılaşmaktadır. Bu yaklaşım, girdiler üzerindeki herhangi bir değişimin çıktılar üzerindeki etkisi olarak değerlendirilmektedir. Çıktılar ve girdiler arasındaki oransallığı (*proportionality*) temel alan orijinal yaklaşım olan Charnes Cooper Rhodes (CCR) Yaklaşımı, Ölçeğe Göre Sabit Getiri (*Constant Returns-to-Scale, CRS*) teknolojisini kabul etmektedir. Oransallığın geçerli olmadığı gerçek dünya problemlerini ele almak adına, Banker vd. (1984) tarafından Banker Charnes Cooper (BCC) Yaklaşımı türetilmiştir.

CCR Yaklaşımındaki Doğrusal Programlama Modeli üzerine konveksite kısıtı ($\Sigma \lambda = 1$) eklenmesi ile oluşturulan BCC Yaklaşımında, Ölçeğe Göre Değişken Getiri (*Variable Returns-to-Scale, VRS*) teknolojisi kabul edilmektedir (Ulucan ve Atıcı, 2010). BCC modelleri, "saf teknik etkinlik" için bir ölçüm sağlamakla birlikte, farklı ölçek büyüklüklerinde ölçeğe göre artan, azalan veya sabit getiri tanımlamalarına olanak sağlamaktadır (Charnes vd., 1994).

Gözlenen n adet karar biriminin etkinliğinin değerlendirilmesi varsayımı altında, m adet girdi kullanıldığı ve s adet çıktı üretildiği temel alınmaktadır. Girdi vektörü, $X^j \in R_+^m / \{0\}$ ve çıktı vektörü $Y^j \in R_+^s / \{0\}$ olmak üzere; değerlendirme altındaki gözlenen her bir karar birimi (KB) için, $J = \{1, \dots, n\}$ kümesi (X_j, Y_j) çifti ile temsil edilmektedir. Her bir birim (KB _{j} , $j \in J$), m adet girdi kullanarak s adet çıktı üretmektedir. Girdi ve çıktı matrisleri sırasıyla \bar{X} ve \bar{Y} olmak

üzere, X^i ve Y^j girdi ve çıktı vektörleridir. Hem VRS hem de CRS varsayımları altında girdi ve çıktı odaklı zarflama formundaki modellerin formülasyonu Çizelge 1’de verilmektedir (Cooper vd., 2006).

Çizelge 1. VZA Zarflama Modelleri

Girdi Odaklı-VRS	Çıktı Odaklı-VRS	Girdi Odaklı-CRS	Çıktı Odaklı-CRS
Minimize θ	Maksimize φ	Minimize θ	Maksimize φ
Kısıtlar:	Kısıtlar:	Kısıtlar:	Kısıtlar:
$\bar{X}\lambda \leq \theta X_0$	$\bar{X}\lambda \leq X_0$	$\bar{X}\lambda \leq \theta X_0$	$\bar{X}\lambda \leq X_0$
$\bar{Y}\lambda \geq Y_0$	$\bar{Y}\lambda \geq \varphi Y_0$	$\bar{Y}\lambda \geq Y_0$	$\bar{Y}\lambda \geq \varphi Y_0$
$e\lambda = 1$	$e\lambda = 1$	$\lambda \geq 0$	$\lambda \geq 0$
$\lambda \geq 0$	$\lambda \geq 0$	θ serbest değişken	φ serbest değişken
θ serbest değişken	φ serbest değişken		

Çizelge 1’de görüldüğü üzere, VRS Zarflama modelleri ile CRS Zarflama modelleri arasındaki tek fark, Girdi ve Çıktı Odaklı VRS modellerine dahil edilen konveksite kısıtı olan $e\lambda = 1$ ’dir. Girdi odaklı VRS ve CRS teknolojilerinde karar birimlerin girdi değerleri minimum θ ile azaltılırken; çıktı odaklı teknolojilerde çıktı değerleri, maksimum φ değerine kadar arttırılmaktadır. Etkin olan birimlerin optimum φ ve θ değerleri 1’dir.

Charnes vd. (1978) tarafından oluşturulan oransallığın temel alındığı orijinal CCR Modeli, doğrusal programlama yardımı ile çarpan formdaki VZA modellerine dönüştürülmüştür. Aynı şekilde, BCC modelleri de Zarflama modellerinin matematiksel duali olarak çarpan formda değerlendirilmektedir. CRS ve VRS teknolojileri altında Girdi ve Çıktı Odaklı Çarpan VZA modellerinin formülasyonu Çizelge 2’deki gibidir (Cooper vd., 2006).

Çizelge 2. Çarpan VZA Modelleri

Girdi Odaklı-VRS	Çıktı Odaklı-VRS	Girdi Odaklı-CRS	Çıktı Odaklı-CRS
Maksimize $\mu Y_0 + \mu_0$	Minimize $u X_0 + \mu_0$	Maksimize μY_0	Minimize $u X_0$
Kısıtlar:	Kısıtlar:	Kısıtlar:	Kısıtlar:
$u\bar{X} - \mu\bar{Y} + e\mu_0 \geq 0$	$u\bar{X} - \mu\bar{Y} + e\mu_0 \geq 0$	$u\bar{X} - \mu\bar{Y} \geq 0$	$u\bar{X} - \mu\bar{Y} \geq 0$
$uX_0 = 1$	$\mu Y_0 = 1$	$uX_0 = 1$	$\mu Y_0 = 1$
$u, \mu \geq 0$ μ_0 serbest değişken	$u, \mu \geq 0$ μ_0 serbest değişken	$u, \mu \geq 0$	$u, \mu \geq 0$

Çizelge 2’de verilen çarpan VZA modellerindeki girdi ve çıktı çarpanlarını (multiplier) temsil eden “ μ ve u ” vektörleri, Çizelge 1’de verilen Girdi ve Çıktı

Odaklı Zarflama modellerindeki ilk iki kısıta karşılık gelen dual değişkenlerdir. Ayrıca, çarpan formda VRS modellerindeki " μ_0 " serbest değişkeni, zarflama formundaki modellerindeki konveksite kısıtının ($e\lambda = 1$) dual değişkenidir.

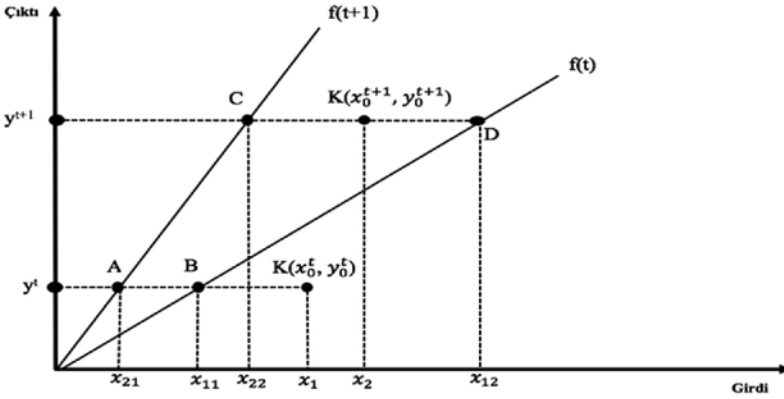
2.2. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi

VZA ile etkinlik ölçümü, belirli bir zaman periyodu için değerlendirilmektedir. Dolayısıyla, değerlendirme altındaki periyotlar arasında etkinlikteki değişmeyi gözlemlemek ve karşılaştırabilmek VZA ile pek mümkün değildir. Çünkü farklı etkinlik sınırlarına göreli olarak ölçülmektedir. Etkinlikteki değişmeyi zaman içerisinde değerlendirmek VZA Tabanlı Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) Endeksi ile mümkün kılınmaktadır.

Malmquist TFV Endeksi, ilk kez, Caves, Christensen ve Diewert (CDD) (1982) tarafından ortaya konulmuş ve bir firma girdisinin, girdiyi azaltacak maksimum faktör üzerinden iki farklı periyot arasında karşılaştırılmasının önerildiği Malmquist (1953) çalışması referans alınmıştır. VZA Tabanlı Malmquist TFV ise Fare vd. (1994) tarafından geliştirilmiştir.

VZA Tabanlı Malmquist TFV Endeksi, bir karar biriminin Toplam Faktör Verimliliğinin (TFV) büyümesini, yani verimliliğin ilerleyişini veya gerileyişini yansıttığı gibi, sınır teknolojisinin zaman içerisinde çok girdili ve çok çıktılı durumda ilerlemesini ya da gerilemesini temsil eden bir endekstir (Tone, 2004).

İki veri noktası arasındaki TFV değişimi, uzaklık fonksiyonları kullanılması ile iki farklı veri noktasının birden fazla girdi ve birden fazla çıktı varlığına olanak sağlandığı üretim teknolojisine olan uzaklıklarının oranı hesaplanarak ölçülmektedir. Malmquist TFV Endeksi temel olarak iki bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan ilki etkinlikteki değişme (*efficiency change*), ikincisi ise üretim teknolojisindeki yani üretim olanakları kümesinin (*production possibility set*) sınırı olan etkinlik sınırındaki değişim olarak ifade edilmektedir. Etkinlik sınırındaki değişim genel olarak teknolojideki değişme (*technological change*) veya etkinlik sınırı kayması (*frontier shift*) olarak adlandırılmaktadır (Tone, 2004). Malmquist TFV endeksi, "etkinlikteki değişme" ve "etkinlik sınırı kayması" terimlerinin çarpımı ile hesaplanmaktadır. Etkinlikteki değişme, değerlendirme altındaki bir karar biriminin iki periyot arasındaki etkinliğindeki azalış veya artışı ile ilgilidir. İki periyot arasındaki etkinlik sınırlarındaki değişme ise etkinlik sınırı kayması olarak tanımlanmaktadır. (t) ve (t+1) dönemlerinde, CRS teknolojisi altında tek girdili (x) ve tek çıktılı (y) üretim örneği Şekil 1'de verilmiştir (Cooper vd., 2011).



Şekil 1. CRS Teknolojisinde Tek Girdili ve Çıktılı Üretim Örneği

(t) ve (t+1) dönemlerinde, her bir girdi vektörü $x_j \in \mathbb{R}^m$ olmak üzere m adet girdi kullanan ve her bir çıktı vektörü $y_j \in \mathbb{R}^q$ olmak üzere q adet çıktı üreten n adet karar birimi için $J=\{1, \dots, n\}$ kümesi (x_j, y_j) çifti ile temsil edilmektedir.

Sınır teknolojisini t+1 ile $(x_0, y_0)^t$ karar birimi için etkinlik skoru (dönem t'deki gözlemin sınır teknolojisini t+1'e olan uzaklığı) şu şekilde formüle edilmiştir (Cooper vd., 2011):

$$\delta^{t+1}((x_0, y_0)^t)$$

Etkinlikteki değişme, bu gösterim kullanılarak şu şekilde ifade edilebilmektedir:

$$\text{Etkinlikteki Değişme} = \frac{\delta^{t+1}((x_0, y_0)^{t+1})}{\delta^t((x_0, y_0)^t)}$$

Buna göre, $(x_0, y_0)^t$ 'deki sınırdaki değişme ile $(x_0, y_0)^{t+1}$ 'deki sınırdaki değişimin geometrik ortalaması olarak ifade edilen "etkinlik sınırı kayması" şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$\text{Etkinlik Sınırı Kayması} = \left[\frac{\delta^t((x_0, y_0)^t)}{\delta^{t+1}((x_0, y_0)^t)} \times \frac{\delta^t((x_0, y_0)^{t+1})}{\delta^{t+1}((x_0, y_0)^{t+1})} \right]^{1/2}$$

Etkinlik sınırı kayması ile etkinlikteki değişimin çarpılması ile elde edilen Malmquist TFV Endeksi aşağıdaki gibi formüle edilmektedir:

$$\text{Malmquist TFV Endeksi} = \frac{\delta^{t+1}((x_0, y_0)^{t+1})}{\delta^t((x_0, y_0)^t)} \times \left[\frac{\delta^t((x_0, y_0)^t)}{\delta^{t+1}((x_0, y_0)^t)} \times \frac{\delta^t((x_0, y_0)^{t+1})}{\delta^{t+1}((x_0, y_0)^{t+1})} \right]^{1/2}$$



Etkinlikteki
Değişme



Etkinlik Sınırı
Kayması

Malmquist TFV Endeksinin 1'den büyük oluşu, t döneminden t+1 dönemine karar biriminin (x_{0t} , y_{0t}) Toplam Faktör Verimliliğinde ilerlemeyi; 1'e eşit oluşu herhangi bir değişimin olmadığını; 1'den küçük oluşu ise gerilemeyi ifade etmektedir.

3. TARIM SEKTÖRÜNDE VZA UYGULAMALARINA İLİŞKİN ÇALIŞMALAR

Literatürde, araştırmacılar tarafından tarımsal etkinliğin VZA ile ölçülmesi adına dünyadaki birçok farklı ülkede yürütülmüş tarımsal etkinlik çalışmaları bulunmaktadır. Bu çalışmalarda, VZA ile birlikte VZA tabanlı alt metodolojilerin de uygulanmasıyla tarımsal etkinlik belirlenmeye çalışılmıştır. VZA, çiftlikler ve bölgeler gibi farklı düzeylerde uygulanmış ve etkinlik ölçümleri; hayvancılık, bitkisel üretim, bahçe tarımı, mandıra ve balıkçılık gibi farklı alanlarda değerlendirilmiştir. Bunlara ek olarak, yapılan çalışmalarda tarımsal etkinliğin çevre, sürdürülebilirlik, sulama gibi konular üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Çizelge 3'te dünyanın farklı ülkelerinde uygulanan, tarımsal etkinliğin VZA ve VZA ile ilgili alt metodolojiler ile değerlendirildiği literatürdeki çeşitli çalışmalar verilmiştir.

Çizelge 3. Tarımsal Etkinlik Ölçümü İle İlgili Yapılmış Geçmiş Çalışmalar

Çalışma	Ülke	Model	Üretim	Düzyey
Haag vd. (1992)	ABD	Additive VZA	Bitkisel Üretim & Hayvancılık	Bölgesel
Millian ve Aldaz (1998)	İspanya	MTFV & VZA	Bitkisel Üretim & Hayvancılık	Bölgesel
Thiele ve Brodersen (1999)	Almanya	VZA	Bitkisel Üretim & Hayvancılık	Çiftlik
Thirtle vd. (2003)	Botsvana	MTFV & VZA	Bitkisel Üretim & Hayvancılık	Bölgesel
Asmild ve Hougaard (2006)	Danimarka	Sub-Vector VZA	Hayvancılık	Çiftlik
Tipi ve Rehber (2006)	Türkiye	MTFV&VZA	Bitkisel Üretim & Hayvancılık	Çiftlik
Balcombe vd. (2006)	Avustralya	Bootstrap VZA	Mandıra	Çiftlik
Andersen ve Bogetoft (2007)	Danimarka	VZA	Balıkçılık	Bölgesel
Guzmán ve Arcas (2008)	İspanya	VZA	Bitkisel Üretim	Tarım Kooperatifleri

Monchuk vd. (2010)	Çin	Bootstrap VZA	Bitkisel Üretim & Hayvancılık	Bölgesel
Mousavi-Avval vd. (2011)	İran	VZA	Bitkisel Üretim	Çiftlik
Kelly vd. (2012)	İrlanda	VZA	Mandıra	Çiftlik
Blancard ve Martin (2014)	Fransa	VZA	Bitkisel Üretim	Bölgesel
Mugera ve Ojeda (2014)	Afrika Ülkeleri	Bootstrap VZA	Toplam Tarımsal Üretim	Ülkeler & Bölgeler
Vlontzos vd. (2014)	AB Ülkeleri	VZA	Tarımsal Enerji Üretimi	Ülkeler
Atici ve Podinovski (2015)	Türkiye	Trade-Off VZA	Bitkisel Üretim	Bölgeler
Kočišová (2015)	AB Ülkeleri	VZA	Toplam Tarımsal Üretim	Ülkeler
Ohe (2017)	Japonya	VZA	Mandıra	Çiftlik
Rebolledo-Leiva vd. (2017)	Şili	VZA & LCA	Bitkisel Üretim	Meyve Bahçeleri

Çizelge 3 incelendiğinde, dünyanın farklı ülkelerinde yapılan tarımsal etkinlik araştırmalarının büyük bir çoğunluğunda VZA ile birlikte farklı metodolojilerin de kullanıldığı görülmüştür. Birden fazla metodolojinin uygulanması ile kullanılan teknikler arasında tamamlayıcılığın sağlanması amaçlanmıştır. VZA ile ilgili alt metodolojiler ve farklı VZA varyasyonları olarak bootstrap VZA Yaklaşımı (Balcombe vd., 2006; Monchuk vd., 2010; Mugera ve Ojeda, 2014), Malmquist TFV Endeksi (Millan ve Aldaz, 1998; Thirtle vd., 2003; Tipi ve Rehber, 2006), Sub-vector VZA Yaklaşımı (Asmild ve Hougaard, 2006), Additive VZA Yaklaşımı (Haag vd., 1992) ve Trade-Off Yaklaşımı (Atici ve Podinovski, 2015) uygulanmıştır.

Çizelge 3'te görüldüğü üzere, ilgili çalışmaların büyük bir bölümünde tarımsal etkinlik değerlendirme çiftlik ve bölgesel düzeyde yapılmıştır. Diğer yapılan çalışmalarda, ülkeler (Mugera ve Ojeda, 2014; Vlontzos vd., 2014; Kočišová, 2015), tarım kooperatifleri (Guzmán ve Arcas, 2008) ve meyve bahçeleri (Rebolledo-Leiva vd., 2017) olmak üzere farklı düzeylerde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3'e bakılarak, tarımsal etkinliğin değerlendirildiği çalışmalarda tarımsal üretim çeşitliliğinin farklılaştığı görülmektedir. Hayvancılık ve bitkisel üretim birlikte ya da ayrı ayrı ele alınarak en fazla odaklanılan tarımsal üretim çeşitleri olmuştur. Tarımsal üretim bağlamında farklılık gösteren faali-

yetler arasında balıkçılık (Andersen ve Bogetoft, 2007), toplam tarımsal üretim (Kočiřová, 2015; Muga ve Ojede, 2014) ve mandıra ürünleri (Balcombe vd., 2006; Kelly vd., 2012; Ohe, 2017) bulunmaktadır.

İncelenen tarımsal etkinlik çalışmalarında, geçmiş yıllarda çoğunlukla tarımsal üretim etkinliği ile ilgilenildiği, son yıllardaki araştırmalarda ise tarımsal üretim etkinliğinin yanı sıra çevre, sürdürülebilirlik ve karbon ayak izi gibi konuların da dikkate alındığı görülmüştür.

Bu çalışmada, tarımsal etkinliğin VZA uygulamaları ile ölçüldüğü geçmiş çalışmalardan farklı olarak, ilk kez ürünler açısından etkinlik değerlendirilmesi yapılmıştır.

4. YÖNTEM

Bu çalışmada, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) resmi web sitesinde yayımlanan ve kullanıcılara açık kaynak olarak sunulan Bitkisel Ürün Denge Tablolarına göre, 2010 - 2016 dönemleri arasında, Türkiye düzeyinde ve yıllık periyotta "tahıllar ve diğer bitkisel ürünler", "sebzeler" ve "meyveler, içecek ve baharat bitkileri" olmak üzere üç ana kategoride değerlendirilmiş 61 adet bitkisel ürün için ürün üretim süreç etkinliklerini belirlemek adına Veri Zarflama Analizi (VZA) ve VZA Tabanlı Malmquist TFV Endeksi Analizleri yapılmıştır. Çalışmada, Türkiye düzeyindeki bitkisel üretim açısından en güvenilir ve en kapsamlı verileri sağlamanı nedeniyle TÜİK tarafından sunulan Bitkisel Üretim Denge Tabloları temel alınmıştır.

4.1. Karar Birimleri ve Değişkenlerin Seçimi

VZA'nın uygulanabilirliği bakımından girdi-çıkı değişkenlerinin ve karar birimlerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmadaki analizler kapsamında, TÜİK'in hazırladığı Bitkisel Üretim Denge Tablolarından sağlanan Türkiye düzeyinde üretimi yapılan bitkisel ürünler karar birimleri olarak değerlendirilmiştir.

Türkiye düzeyinde üretimi yapılan 73 adet bitkisel ürün verisine ulaşılmış, hiç veri barındırmayan veya eksik veriye sahip ve değerlendirilen bitkisel ürün kategorisi çerçevesinde bir grup ürün toplamını belirten 12 adet ürün saptanmış ve araştırmanın veri setinden çıkarılmıştır. Karar birimi olarak değerlendirilmeyen ürünler ve değerlendirilmeme nedenleri Çizelge 4'te sunulmuştur.

Çizelge 4. Karar Birimi Olarak Seçilmeyen Ürünler

Birim	Seçilmeme Nedeni
Tahıl (Toplam)	Buğday (durum), buğday (diğer), mısır, arpa, çavdar, yulaf ve diğer tahıllar toplamıdır.
Buğday	Buğday (durum) ve buğday (diğer) toplamıdır.
Kuru Baklagil (Toplam)	Kuru fasulye, nohut, kırmızı mercimek, yeşil mercimek ve soya fasulyesi (kuru) toplamıdır.
Keten (Tohum)	Veri barındırmamaktadır.
Kenevir (Tohum)	Veri barındırmamaktadır.
Sebze (Toplam)	Lahana, marul, ıspanak, semizotu, biber, hıyar, patlıcan, domates, bamyaya, kabak, havuç, sarımsak, soğan (kuru), soğan (taze), pırasa, turp ve patates toplamıdır.
Şeker Pancarı	Ekilen alan ve üretim kayıpları verileri bulunmamaktadır.
Turunçgiller (Toplam)	Greyfurt, limon, portakal ve mandalina toplamıdır.
Ayva	Ekilen alan verisi bulunmamaktadır.
Diğer Meyveler	Eksik veri barındırmaktadır.
Sert Kabuklular (Toplam)	Badem, kestane, fındık, Antep fıstığı ve ceviz toplamıdır.
Şeker	Ekilen alan ve üretim kayıpları verileri bulunmamaktadır.

Karar birimi olarak seçilmeyen 12 adet birimin çıkarılmasıyla geriye kalan 61 adet bitkisel ürün araştırma kapsamında uygulanacak analizlerde kullanılmak üzere karar birimleri olarak seçilmiştir. Karar birimi olarak seçilen ürünler kategorisel olarak Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Karar Birimi Olarak Seçilen Ürünler

Kategoriler	Bitkisel Ürünler (Karar Birimleri)
Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler	Buğday (durum), buğday (diğer), mısır (dane), arpa, çavdar, yulaf, diğer tahıllar, kuru fasulye, nohut, kırmızı mercimek, yeşil mercimek, soya fasulyesi (kuru), pamuk tohumu, kolza, ayçiçeği, pirinç.
Sebzeler	Fasulye (taze), bezelye (taze), bakla (taze), lahana, marul, ıspanak, semizotu, karpuz, kavun, biber, hıyar, patlıcan, domates, bamyaya, kabak (sakız), havuç, sarımsak (kuru), soğan (taze), soğan (kuru), pırasa, turp, patates.
Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri	Üzüm, muz, incir, greyfurt, limon, portakal, mandalina, elma, armut, kayısı, kiraz, vişne, şeftali, erik, çilek, dut, badem, kestane, fındık, Antep fıstığı, ceviz, nar, çay.

Türkiye düzeyinde üretimi yapılan bitkisel ürünler, Bitkisel Denge Tablolarında 19 farklı değişken üzerinden değerlendirilmektedir. Bu 19 değişken açısından eksik veri barındıran, hiç veri barındırmayan ve diğer bir değişken verisi ile bağıntılı (körele) olduğu saptanan 13 adet değişken dikkate alınmamış, geriye kalan 6 değişken karar değişkenleri olarak seçilmiştir. Tutarlı, ölçülebilir ve karar birimlerinin hedefleriyle ilişkili olması açısından girdi ve çıktı değişkenleri büyük önem taşımaktadır. Analizlerde kullanılmak üzere seçilmiş girdi ve çıktı değişkenleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Girdi Değişkenleri	Çıktı değişkenleri
İthalat (Ton)	İhracat (Ton)
Üretim Kayıpları (Ton)	Kullanılabilir Üretim (Ton)
Kayıplar (Ton)	
Ekilen Alan (Dekar)	

4.2. Analizler

Araştırma kapsamında, girdi-çıktı değişkenleri ve karar birimlerinin belirlenmesi sürecinden sonra analiz kısmına geçilmiştir. Çalışmada, VZA ile Etkinlik Analizleri ve VZA Tabanlı Malmquist TFV Endeksi olmak üzere iki temel modelleme ile analizler gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, öncelikle, 2010 - 2016 döneminde Türkiye düzeyinde üretimi yapılan 61 adet bitkisel ürünün VZA ile etkinlik değerleri hesaplanmıştır. Etkinlik değerlendirmelerinde, hem girdi hem de çıktı odaklı olmak üzere Ölçeğe Göre Değişken Getiri (VRS) ve Ölçeğe Göre Sabit Getiri (CRS) teknikleri kullanılmıştır. Etkinlik, Zarflama ve Çarpan olmak üzere VZA'nın her iki formu da kullanılarak ölçülmüştür.

Etkinlik analizlerini takiben, değerlendirme altındaki dönemler (2010 - 2016) arasındaki etkinlikteki değişimleri incelemek adına Malmquist TFV Endeksi Analizleri yapılmıştır. Böylelikle, karar birimlerinin dönemler arasındaki etkinlik sınırı kayması, etkinliklerindeki ve Toplam Faktör Verimliliklerindeki değişimler gözlemlenmiştir. Ayrıca, analizlerde hem 61 adet bitkisel ürünün tümü hem de bitkisel ürün kategorileri için ayrı ayrı etkinlik sınırı kayması, etkinlikteki ve Toplam Faktör Verimliliklerindeki değişimler incelenmiştir. Değerlendirilen dönemler kapsamında, 2010 yılı için başlangıç değeri 1.00 kabul edilerek kümülatif olarak değerlendirilerek analiz gerçekleştirilmiştir. Tatje ve Lovell (1995) de, Malmquist TFV Endeksinin dönemler arasındaki TFV'deki değişiminin Ölçeğe Göre Değişken Getiri (VRS) varsayımı altında doğru bir şekilde ölçülemediğini, bu nedenle uzaklık fonksiyon-

larının Ölçeğe Göre Sabit Getiri (CRS) varsayımına göre hesaplanmasının daha doğru olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada uygulanan Malmquist TFV Endeksi Analizleri, Çıktı Odaklı Ölçeğe Göre Sabit Getiri (CRS) varsayımı altında yapılmıştır.

5. BULGULAR

Bu bölümde, TÜİK tarafından hazırlanan Bitkisel Ürün Denge Tabloları baz alınarak seçilen veri seti üzerine uygulanan VZA ile Etkinlik Analizi ve Malmquist TFV Endeksi Analizlerinin bulguları ele alınmıştır. Etkinlik Analizleri ile Türkiye tarımında yapılan bitkisel üretimin örneklem yıl bazında karar birimlerinin (bitkisel ürünler) her biri için göreceli etkinliklerini değerlendirmek, Malmquist TFV Endeksi Analizleri ile de değerlendirilen dönemler arasında etkinlik skorlarının karşılaştırılması ve ürün üretim süreç etkinliklerindeki değişimin gözlemlenmesi amaçlanmıştır.

5.1. Etkinlik Analizi Bulguları

Bitkisel Üretim Denge Tabloları temel alınarak 7 yıllık periyot (2010-2016) için oluşturulan Girdi Odaklı (GO) ve Çıktı Odaklı (ÇO) VRS ve CRS modelleri altında etkinlik skorları hesaplanmıştır. Etkinlik Analizleri kapsamında, VZA zarflama modellerinin yanı sıra çarpan formdaki VZA modellerinin de uygulanması ile sanal (*virtual*) ağırlıklar hem VRS hem de CRS varsayımları altında incelenmiş, karar birimlerinin en fazla hangi girdi ve çıktılar üzerinde yoğunlaştığı gözlemlenerek karar birimlerinin etkin olamamalarına neden olan girdi ve çıktılar belirlenmiştir. Çizelge 7 ile 2010 - 2016 döneminde, her yıl için girdi ve çıktı odaklı VRS ve CRS modelleri ile hesaplanan toplam ortalama etkinlik skorları, etkin ve etkin olmayan birim sayıları sunulmuştur.

Çizelge 7. Ortalama Etkinlik Skorları, Etkin ve Etkin Olmayan Birim Sayıları

Yıllar	Yöntem	Ortalama Etkinlik (Σ)	Etkin (Σ)	Etkin Olmayan (Σ)
2010	GO VRS	0,889	34	27
	GO CRS	0,828	25	36
	ÇO VRS	0,893	34	27
	ÇO CRS	0,828	25	36
2011	GO VRS	0,891	31	30
	GO CRS	0,843	26	35
	ÇO VRS	0,895	31	30
	ÇO CRS	0,843	26	35

2012	GO VRS	0,888	32	29
	GO CRS	0,832	26	35
	ÇO VRS	0,890	32	29
	ÇO CRS	0,832	26	35
2013	GO VRS	0,890	34	27
	GO CRS	0,815	25	36
	ÇO VRS	0,891	34	27
	ÇO CRS	0,815	25	36
2014	GO VRS	0,900	30	31
	GO CRS	0,832	21	40
	ÇO VRS	0,902	30	31
	ÇO CRS	0,832	21	40
2015	GO VRS	0,894	35	26
	GO CRS	0,820	24	37
	ÇO VRS	0,896	35	26
	ÇO CRS	0,820	24	37
2016	GO VRS	0,898	33	28
	GO CRS	0,837	24	37
	ÇO VRS	0,898	33	28
	ÇO CRS	0,837	24	37

Çizelge 7 incelendiğinde, girdi ve çıktı odaklı CRS Modeli için elde edilen en yüksek ortalama etkinlik skoruna 2011 yılında 0,843 değeri ile ulaşılmıştır. Girdi Odaklı VRS Modelinde en yüksek değerdeki etkinlik skoru 0,900 ile 2014 yılında iken, Çıktı Odaklı VRS Modelinde ise 0,902 ile yine 2014 yılındadır. Etkin birim sayısı incelenecek olursa, Girdi ve Çıktı Odaklı CRS için en yüksek sayıya 2011 ve 2012 yıllarında 26 birim ile Girdi ve Çıktı Odaklı VRS için ise en yüksek etkin birim sayısına 35 birim ile 2015 yılında ulaşılmıştır.

Önceki bölümlerde belirtildiği üzere, Bitkisel Üretim Denge Tablolarında bitkisel ürünler; "Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler", "Sebzeler" ve "Meyveler, içecek ve baharat bitkileri" olmak üzere üç kategoride değerlendirilmiştir. Yapılan Etkinlik Analizleri sonucu 2010 - 2016 döneminde tüm yıllarda CRS ve VRS varsayımları altında tam olarak etkin birim (bitkisel ürünler) sayısı kategorisel olarak Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. CRS ve VRS Varsayımları Altında 2010 - 2016 Yılları Arasında Tüm Yıllarda Etkin Olan Ürün Sayısı

Kategoriler	CRS	VRS
Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler	3	7
Sebzeler	7	10
Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri	6	8
Toplam	16	25

Çizelge 8'e göre, hem Girdi hem de Çıktı Odaklı CRS ve VRS modellerinde 7 yıllık periyotta tüm yıllarda etkin olarak değerlendirilen toplam birim sayısı Girdi ve Çıktı Odaklı VRS modellerinde 25 adet, Girdi ve Çıktı Odaklı CRS modellerinde ise 16 adettir. CRS Modelinde VRS Modeline göre daha az sayıda etkin birim oluşu, VRS teknolojisinde etkin sınırın veriyi daha iyi zarflamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, en yüksek sayıda etkin birime sebzeler kategorisinde, en az sayıda etkin birimin ise tahıllar ve diğer bitkisel ürünler kategorisinde olduğu görülmektedir. Bu değerler doğrultusunda, **2010-2016 döneminde Türk tarımında sebzeler kategorisinin etkinlik açısından ön plana çıktığı yorumu yapılabilir.**

Her bir girdi ve çıktı açısından optimal ağırlıkların elde edilip, bu ağırlıkların da girdi ve çıktı değerleri ile çarpılmasıyla sanal (*virtual*) ağırlıkların üretildiği Çarpan Tipteki VZA modellerinde, karar birimlerinin etkin ve etkinsiz olma nedenlerinin hangi girdiler ve çıktılardan kaynaklandığı söz konusu sanal ağırlıklar incelenerek belirlenmektedir. Bu doğrultuda, Etkinlik Analizi kapsamında 2010 - 2016 döneminde karar birimlerinin hangi girdi ve çıktı değişkenleri üzerinde yoğunlaştığı Çizelge 9'da verilmektedir.

Çizelge 9. 2010 - 2016 Yılları Arasında Sanal Ağırlıkların Yoğunlaştığı Girdi ve Çıktılar

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Çıktı Odaklı VRS	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1
Çıktı Odaklı CRS	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1
Girdi Odaklı VRS	G-3	G-3	G-3	G-3	G-3	G-3	G-3
Girdi Odaklı CRS	G-2	G-2	G-3	G-2	G-3	G-4	G-3
G-1: İthalat (Ton), G-2: Üretim Kayıpları (Ton), G-3: Kayıplar (Ton), G-4: Ekilen Alan (Dekar)							
Ç-1: Kullanılabilir Üretim (Ton), Ç-2: İhracat (Ton)							

Çizelge 9 incelendiğinde, Çıktı Odaklı CRS ve VRS modelleri için sanal ağırlıkların en az yoğunlaştığı çıktının ihracat olduğu, en fazla yoğunlaştığı çıktının ise kullanılabilir üretim olduğu görülmüştür. Benzer şekilde, girdi odaklı CRS ve VRS modelleri için sanal ağırlıklar en az ihracatta yoğunlaşmıştır. Sanal ağırlıkların Girdi Odaklı CRS ve VRS modellerinde en fazla yoğunlaştığı girdi değişkenleri incelendiğinde ise, Girdi Odaklı VRS Modeli için kayıplar, en fazla yoğunlaşan girdi değişkeni olurken, Girdi Odaklı CRS modellerinde sanal ağırlıkların yıllara göre farklı girdi değişkenleri üzerinde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Girdi Odaklı CRS modelleri için sanal ağırlıklar 2015 yılında ekilen alan, 2014 ve 2016 yıllarında kayıplar ve 2010, 2011 ve 2013 yıllarında ise üretim kayıpları üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda, özellikle çıktı odaklı yaklaşımlar açısından sanal ağırlıkların aynı çıktı değişkenlerinin üzerinde yoğunlaştığı gözlemlenmesi ile **Türk tarımında, değerlendirilen yıllar bazında, tarımsal etkinlik üzerindeki etkisi açısından en güçlü faktörün kullanılabilir üretim, en zayıf faktörün ise ihracat olduğu söylenebilir. Bu durum, girdi odaklı yaklaşımlar açısından ele alındığında ise ithalatın etkisizliğe neden olan en güçlü faktör olduğu yorumu yapılabilir.**

5.2. Malmquist TFV Endeksi Analizi Bulguları

Etkinlik Analizini takiben, 2010 - 2016 yılları arasında Türkiye düzeyinde üretimi yapılan 61 adet bitkisel ürünün Çıktı Odaklı Ölçeğe Göre Sabit Getiri (CRS) varsayımı altında elde edilen etkinlik skorları üzerinden, yıllara göre etkinlikteki değişmeyi gözlemleyebilmek adına Malmquist TFV Endeksi hesaplanmıştır. Literatürü takiben, etkinlikteki değişme, etkinlik sınırı kayması ve Malmquist TFV Endeksinin dönemler arası etkilerini analiz edebilmek adına kümülatif değerler dikkate alınmıştır. Analizde, gözlem sonuçları bir önceki dönemin gözlem sonucuna bağlı olarak değiştiğinden ölçüt olarak geometrik ortalama kullanılmıştır. Çizelge 10 ile tüm karar birimleri için Etkinlikteki Değişme (ED), Etkinlik Sınırı Kayması (ESK) ve Malmquist TFV Endeksi ortalama değerleri verilmektedir.

Çizelge 10. Tüm Karar Birimleri İçin Etkinlikteki Değişme, Etkinlik Sınırı Kayması ve Malmquist TFV Endeksi Ortalama Değerleri

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	Ortalama
ED	1,025	1,008	0,983	1,009	0,990	1,016	1,005
ESK	0,957	0,993	0,992	0,999	1,010	0,980	0,988
MTFV	0,981	1,001	0,975	1,008	1,000	0,995	0,993

Çizelge 10 incelendiğinde, 2010 - 2016 döneminde etkinlikteki değişimlerde, etkinlik sınırı ve Malmquist TFV Endeksi değerlerinde dalgalanmalar gözlenmiştir. Malmquist TFV Endeksinde en yüksek ilerleme % 0,8 ile 2013 - 2014 döneminde, en büyük gerileme ise % 2,5 ile 2012 - 2013 döneminde yaşanmıştır. Verimlilikte ilerleme gözlenen dönemlerde etkinlikte de bir ilerlemenin söz konusu olduğu çizelgeden izlenebilmektedir. Bu doğrultuda, **izlenen dönemlerde Türk tarım sektöründeki bitkisel ürünlerin verimlilik artışına, etkinlikteki artışın neden olduğu söylenebilir.** Çizelge 10'a göre, 7 yıllık periyotta ortalama olarak etkinlik sınırında % 1,2 ve Toplam Faktör Verimliliğinde ise % 0,7 oranında bir gerileme söz konusu iken, etkinlikte % 0,5 oranında bir ilerleme söz konusudur. Buna göre, **Türkiye'deki bitkisel üretim açısından verimlilikteki gerileme, etkinlik sınırındaki gerilemeden kaynaklanmaktadır.**

Çizelge 11'de izlenen dönemler arası (2010 - 2016) ürün bazında kümülatif olarak değerlendirilen ortalama etkinlikteki değişim, etkinlik sınırı kayması ve Malmquist TFV Endeksi değerleri sunulmaktadır.

Çizelge 11. Ürünler Bazında Ortalama Etkinlikteki Değişim, Etkinlik Sınırı Kayması ve Malmquist TFV Endeksi Değerleri

Tüm Ürünler	Etkinlikteki Değişim	Etkinlik Sınırı Kayması	Malmquist TFV Endeksi
Buğday (Durum)	1,083	0,939	1,017
Buğday (Diğer)	1,056	0,946	1,000
Mısır (Dane)	1,039	0,940	0,977
Arpa	0,715	1,423	1,017
Çavdar	1,000	1,402	1,402
Yulaf	1,000	0,956	0,956
Diğer Tahıllar	0,987	1,016	1,003
Kuru Fasulye	1,033	0,971	1,003
Nohut	1,002	1,067	1,070
Kırmızı Mercimek	0,979	1,039	1,017
Yeşil Mercimek	0,941	1,085	1,021
Soya Fasulyesi (Kuru)	1,000	0,973	0,972
Pamuk Tohumu (Çiğit)	1,228	0,830	1,019
Kolza	1,057	0,943	0,997
Ayçiçeği	1,000	0,907	0,907
Pirinç	0,992	1,006	0,998
Lahana	1,096	0,898	0,984
Marul	0,843	1,150	0,969
Ispanak	0,879	1,102	0,969
Semizotu	1,000	0,999	0,999
Karpuz	0,967	1,029	0,995
Kavun	0,963	1,006	0,970
Biber	1,036	0,991	1,026
Hıyar	1,000	0,832	0,832

Türkiye Tarım Sektöründe Ürünler Bazında Etkinlik Değerlendirmesi

Patlıcan	1,000	0,989	0,989
Domates	1,000	0,955	0,955
Bamya	1,000	1,098	1,098
Kabak (Sakız)	1,101	0,754	0,831
Havuç	1,000	0,975	0,975
Sarımsak (Kuru)	0,999	1,001	1,000
Soğan (Taze)	1,114	0,762	0,849
Soğan (Kuru)	1,165	0,701	0,816
Pırasa	0,996	0,684	0,682
Turp	1,000	0,806	0,806
Patates	0,995	0,999	0,994
Fasulye (Taze)	1,155	0,897	1,036
Bezelye (Taze)	1,139	0,863	0,984
Bakla (Taze)	0,914	1,062	0,970
Üzüm	0,967	1,074	1,039
Muz	0,914	1,065	0,973
İncir	1,000	1,028	1,028
Greyfurt	1,000	0,850	0,850
Limon	1,000	1,325	1,325
Portakal	0,992	0,996	0,988
Mandalina	1,000	1,018	1,018
Elma	1,090	0,911	0,993
Armut	1,279	0,802	1,026
Kayısı	0,950	1,452	1,379
Kiraz	0,926	1,223	1,133
Vişne	0,981	1,026	1,007
Şeftali	1,325	0,794	1,051
Erik	1,180	0,955	1,127
Çilek	0,869	1,170	1,016
Dut	0,896	1,098	0,984
Badem	1,017	0,990	1,007
Kestane	1,029	1,022	1,052
Fındık	1,000	1,027	1,027
Antep Fıstığı	0,781	1,303	1,017
Ceviz	0,954	1,044	0,996
Nar	1,000	0,899	0,899
Çay	0,989	0,940	0,930

Çizelge 11'deki değerlere göre, izlenen dönemlerde ürünler bazında etkinlikte ortalama en büyük ilerleme % 32,5 ile şeftali biriminde, en büyük gerileme ise % 28,5 ile arpa biriminde olmuştur. Etkinlik sınırındaki ortalama en yüksek ilerleme oranı % 45,2 ile kayısı biriminde, en büyük gerileme oranı ise % 31,6 ile pırasa biriminde gözlemlenmiştir. Aynı şekilde, ortalama en büyük verimlilik artışı % 40,2 ile çavdar biriminde iken, ortalama en büyük düşüş % 31,8 ile pırasa biriminde görülmüştür.

Bitkisel Ürün Denge Tablolarında bitkisel ürünler; tahıllar ve diğer bitkisel ürünler, sebzeler ve meyveler, içecek ve baharat bitkileri olmak üzere üç ana kategoride değerlendirilmiştir. İzlenen dönemler arası her üç kategori için Etkinlikteki Değişme, Etkinlik Sınırı Kayması ve Malmquist TFV Endeksi değerleri Çizelge 12'de verilmiştir.

Çizelge 12. Üç Kategori İçin Etkinlikteki Değişme, Etkinlik Sınırı Kayması ve MTFV Değerleri

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	Ortalama
Tahıllar							
ED	1,105	0,961	0,939	0,975	1,012	1,028	1,002
ESK	0,941	1,031	1,066	1,054	1,007	1,009	1,017
MTFV	1,040	0,991	1,001	1,028	1,018	1,038	1,019
Sebzeler							
ED	1,010	1,009	1,013	1,030	1,015	1,002	1,013
ESK	0,874	0,959	0,933	0,904	0,980	0,904	0,925
MTFV	0,883	0,968	0,945	0,930	0,995	0,907	0,937
Meyveler							
ED	0,986	1,040	0,985	1,015	0,953	1,020	1,000
ESK	1,056	1,001	1,001	1,058	1,042	1,037	1,032
MTFV	1,042	1,041	0,986	1,074	0,993	1,057	1,032

Çizelge 12'ye göre, tahıllar ve diğer bitkisel ürünler kategorisindeki ortalama en büyük ilerleme, etkinlikte % 10,5 oranında 2010 - 2011 döneminde, etkinlik sınırında % 6,6 ile 2012 - 2013 döneminde ve faktör verimliliğinde % 4 ile 2010 - 2011 döneminde gözlenmiştir. Ortalama en büyük gerileme ise etkinlikte % 6,1 ile 2013 - 2014 döneminde, etkinlik sınırında % 5,9 ile 2010 - 2011 döneminde ve faktör verimliliğinde % 0,9 ile 2011 - 2012 döneminde yaşanmıştır. Bu bilgiler ışığında, **2010 - 2016 döneminde Türk tarımındaki tahıl üretimi açısından etkinlikte, etkinlik sınırında ve Toplam Faktör Verimliliğinde ilerleme gözlemlenmiştir. Buna göre, Türkiye'de tahıl üretiminin etkin bir şekilde yapıldığı söylenebilir.** Sebzeler kategorisi

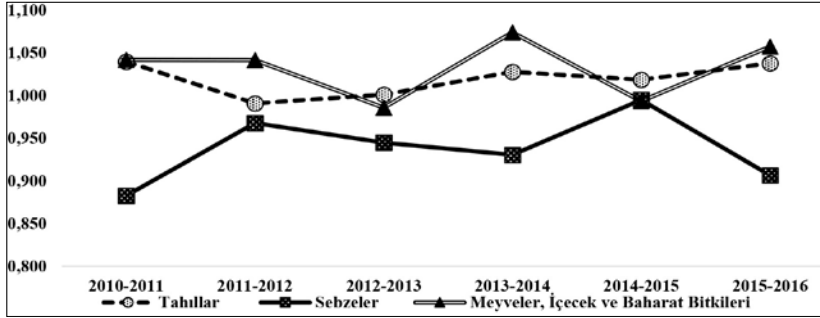
için, 2010 - 2016 döneminde ortalama olarak etkinlik sınırında ve toplam faktör verimliliğinde gerileme, etkinlikte ilerleme söz konusudur. İzlenen dönemde, **Türkiye sebze tarımındaki Toplam Faktör Verimliliğindeki gerilemenin etkinlik sınırındaki gerilemeden kaynaklandığı tespit edilmiştir.** Meyveler, içecek ve baharat bitkileri kategorisindeki en büyük ortalama ilerleme, etkinlik için % 4 ile 2011 - 2012 döneminde, etkinlik sınırı için % 5,8 ile 2013 - 2014 döneminde ve Malmquist TFV Endeksi için % 7,4 ile 2013 - 2014 döneminde gözlenmiştir. Ortalama en büyük gerileme, etkinlikte % 4,7 ile 2014 - 2015 döneminde ve faktör verimliliğinde % 1,4 ile 2012 - 2013 döneminde görülmüştür. İzlenen yıllar boyunca etkinlik sınırında gerileme gözlenmemiştir. Etkinlik sınırında ve Malmquist TFV Endeksinde ortalama % 3,2'lik bir ilerleme belirlenmiştir. Bu doğrultuda, **Türkiye'deki meyve üretiminde ortalama verimlilikteki ilerlemenin etkinlik sınırındaki ilerlemeden kaynaklandığı görülmüştür.**

Çizelge 13 ile tahıllar ve diğer bitkisel ürünler, sebzeler ve meyveler, içecek ve baharat bitkileri olmak üzere üç ana kategorinin izlenen dönemler boyunca Malmquist TFV Endeksi geometrik ortalamaları verilmektedir. Şekil 2 ile de üç ana kategori için ortalama MTFV grafiği sunulmaktadır.

Çizelge 13. Üç Ana Kategori İçin Kümülatif Malmquist TFV Endeksi Ortalamaları

Kategoriler	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Tahıllar	1,040	0,991	1,001	1,028	1,018	1,038
Sebzeler	0,883	0,968	0,945	0,930	0,995	0,907
Meyveler	1,042	1,041	0,986	1,074	0,993	1,057

Çizelge 13 incelendiğinde, tahıllar ve diğer bitkisel ürünler kategorisi 2010 - 2016 yılları arasında 2011 - 2012 dönemi haricinde diğer tüm dönemlerde faktör verimliliği ortalamalarında ilerleme gözlemlenmiş ve en büyük ilerleme ise % 4 ile 2010 - 2011 döneminde yaşanmıştır. İzlenen dönemlerde sebzeler kategorisinde ilerleme gözlenmemiş, en büyük gerileme ise % 1,7 ile 2010 - 2011 döneminde gözlenmiştir. Meyveler, içecek ve baharat bitkileri kategorisi için faktör verimliliğindeki en büyük ilerleme % 7,4 ile 2013 - 2014 döneminde görülmüştür.



Şekil 2. Üç Ana Kategori İçin Malmquist TFV Endeksi Grafiği

6. SONUÇ

Bu çalışmada, 2010 - 2016 döneminde Türkiye tarımında ürünler bazında ürün Üretim Süreç Etkinliği ölçülmüştür. Araştırma kapsamında, iki adet temel modelleme kullanılmıştır. Araştırma kapsamında, öncelikle VZA ile Etkinlik Analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlerde, girdi ve çıktı odaklı olmak üzere Ölçeğe Göre Sabit Getiri (CRS) ve Ölçeğe Göre Değişken Getiri (VRS) yaklaşımları altında 61 adet bitkisel ürünün (karar birimleri) etkinlik skorları belirlenmiştir. Girdi ve Çıktı Odaklı CRS modelleri için ise en yüksek değerdeki etkinlik skoruna 0,843 ile 2011 yılında ulaşılmıştır. Girdi Odaklı VRS Modelinde en yüksek değerdeki etkinlik skoru 0,900 ile 2014 yılında iken, Çıktı Odaklı VRS Modelinde en yüksek etkinlik skoru 0,902 değeri ile 2014 yılındadır. Ayrıca, ürünler kategorik olarak değerlendirildiğinde, 2010 -2016 yılları arasında Türk tarımında en yüksek sayıda etkin birime sahip olması açısından sebzeler kategorisi ön plana çıkmıştır. Etkinlik analizleri kapsamında, sanal (*virtual*) ağırlıkların hangi girdi ve çıktılar üzerinde yoğunlaştığı incelenmiştir. Çıktı Odaklı CRS ve VRS modellerinin her ikisi için de sanal ağırlıkların en fazla yoğunlaştığı çıktı değişkeni kullanılabilir üretim iken, sanal ağırlıklar en az ihracatta yoğunlaşmıştır. Girdi Odaklı VRS modellerinde tüm yıllar için sanal ağırlıkların en fazla ve en az yoğunlaştığı girdi değişkenleri sırasıyla kayıplar ve ithalattır. Girdi Odaklı CRS modellerinde tüm yıllar için sanal ağırlıklar en az ithalatta yoğunlaşmakta iken, sanal ağırlıkların en fazla yoğunlaştığı girdi değişkeni genellikle üretim kayıpları olmuştur.

Etkinlik analizlerini takiben, çalışma kapsamında değerlendirilen dönemler arasında etkinliğe etki eden değişimleri karşılaştırabilmek adına Malmquist TFV Endeksi analizleri gerçekleştirilmiştir. İzlenen dönemler (2010-2016) boyunca karar birimlerinin ortalama etkinlikteki değişimleri, etkinlik sınırındaki kaymalar ve Toplam Faktör Verimlilikleri dalgalanmalar göstermiştir. Malmquist TFV Endeksinde 2011 - 2012 ve 2013 - 2014 dönemlerinde ilerleme gözlemlenmiştir. En büyük ortalama % 0,8 ile 2013 - 2014 döneminde,

en büyük ortalama gerileme ise % 2,5 ile 2012 - 2013 döneminde yaşanmıştır. Malmquist TFV Endeksindeki ürünler bazında en büyük ilerleme % 40,2 ile çavdar biriminde iken, en büyük gerileme % 31,8 ile pırasa biriminde olmuştur. Toplam Faktör Verimliliğinde ilerleme gözlenen dönemlerde etkinlikte de ilerleme olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla, izlenen dönemlerde Türk tarım sektöründe incelenen bitkisel ürünlerin verimliliğindeki artışın, etkinlikteki artıştan kaynaklandığı yorumu yapılabilmektedir. Faktör verimliliğindeki en büyük ilerleme, meyveler, içecek ve baharat bitkileri kategorisinde ön plana çıkmıştır. Bunlara ek olarak, izlenen dönemler boyunca tahıllar ve diğer bitkisel ürünler kategorisi ortalama olarak verimlilikte ilerleme, sebzeler kategorisinde ise gerileme gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada Türkiye tarımında üretimi yapılan bitkisel ürünler bazında makro boyutta bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Uygulanan analizler kapsamında, söz konusu bitkisel ürünler karar birimleri olarak değerlendirilmiş, 2010 - 2016 yılları arasında her bir yıl için etkinlik skorları belirlenmiş ve etkinliğin izlenen dönemler arasındaki değişimini incelemek adına analizler yapılmıştır. Yapılan analizler ile Türkiye tarımındaki bitkisel üretimin ürün üretim süreç etkinliği hakkında kapsamlı bir bilgiye ulaşılmıştır.

KAYNAKÇA

- ANDERSEN, J. L., BOGETOFT, P., (2007), **Gains from Quota Trade: Theoretical Models and an Application to the Danish Fishery**, *European Review of Agricultural Economics*, 34 (1), 105-127.
- ASMILD, M., HOUGAARD, J. L., (2006), **Economic Versus Environmental Improvement Potentials of Danish Pig Farms**, *Agricultural economics*, 35 (2), 171-181.
- ATICI, K. B., PODINOVSKI, V. V., (2015), **Using Data Envelopment Analysis for the Assessment of Technical Efficiency of Units with Different Specialisations: An Application to Agriculture**, *Omega*, 54, 72-83.
- BALCOMBE, K., FRASER, I., KIM, J. H., (2006), **Estimating Technical Efficiency of Australian Dairy Farms Using Alternative Frontier Methodologies**, *Applied Economics*, 38 (19), 2221-2236.
- BANKER, R. D., CHARNES, A., COOPER, W. W., (1984), **Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis**, *Management science*, 30 (9), 1078-1092.
- BLANCARD, S., MARTIN, E., (2014), **Energy Efficiency Measurement in Agriculture with Imprecise Energy Content Information**, *Energy Policy*, 66, 198-208.
- CAVES, D. W., CHRISTENSEN, L. R., DIEWERT, W. E., (1982), **The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity**, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1393-1414.
- CHARNES, A., COOPER, W. W., LEWIN, A. Y., SEIFORD, L. M., (1994), **Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications**, Boston, MA.: Kluwer Academic Publishers.
- CHARNES, A., COOPER, W. W., RHODES, E. (1978), **Measuring the Efficiency of Decision Making Units**, *European journal of operational research*, 2 (6), 429-444.
- COOPER, W. W., SEIFORD, L. M., TONE, K., (2006), **Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses: With DEA-Solver Software and References**, *Springer Science & Business Media*.
- COOPER, W. W., SEIFORD, L. M., ZHU, J., (2011), **Handbook on data envelopment analysis**, Springer Science & Business Media.
- FARE, R., GROSSKOPF, S., NORRIS, M., ZHANG, Z., (1994), **Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries**, *American economic review*, 84 (1), 66-83.
- FARRELL, M. J., (1957), **The Measurement of Productive Efficiency**, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*, 120 (3), 253-290.
- GRIFELL-TATJÉ, E., LOVELL, C. K., (1995), **A Note on the Malmquist Productivity Index**, *Economics letters*, 47 (2), 169-175.
- GUZMÁN, I., ARCAS, N., (2008), **The Usefulness of Accounting Information in the Measurement of Technical Efficiency in Agricultural Cooperatives**, *Annals of Public and Cooperative Economics*, 79 (1), 107-131.

- HAAG, S., JASKA, P., SEMPLE, J., (1992), **Assessing the Relative Efficiency of Agricultural Production Units in the Blackland Prairie, Texas**, *Applied Economics*, 24 (5), 559-565.
- KELLY, E., SHALLOO, L., GEARY, U., KINSELLA, A., WALLACE, M., (2012), **Application of Data Envelopment Analysis to Measure Technical Efficiency on a Sample of Irish Dairy Farms**, *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 63-77.
- KOČIŠOVÁ, K., (2015), **Application of the DEA on the Measurement of Efficiency in the EU Countries**, *Agric. Econ.–Czech*, 61 (2), 51-62.
- MALMQUIST, S., (1953), **Index Numbers and Indifference Surfaces**, *Trabajos de estadística*, 4 (2), 209-242.
- MILLAN, J. A., ALDAZ, N., (1998), **Agricultural Productivity of the Spanish Regions: A Non-Parametric Malmquist Analysis**, *Applied Economics*, 30 (7), 875-884.
- MONCHUK, D. C., CHEN, Z., BONAPARTE, Y., (2010), **Explaining Production Inefficiency in China's Agriculture Using Data Envelopment Analysis and Semi-Parametric Bootstrapping**, *China Economic Review*, 21 (2), 346-354.
- MOUSAVI AVVAL, S. H., RAFIEE, S., JAFARI, A., MOHAMMADI, A., (2011), **Improving Energy Productivity of Sunflower Production Using Data Envelopment Analysis (DEA) Approach**, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91 (10), 1885-1892.
- MUGERA, A., OJEDE, A., (2014), **Technical Efficiency in African Agriculture: Is It Catching up or Lagging Behind?**, *Journal of International Development*, 26 (6), 779-795.
- OHE, Y., (2017), **Assessing Managerial Efficiency of Educational Tourism in Agriculture: Case of Dairy Farms in Japan**, *Sustainability*, 9 (11), 1931.
- REBOLLEDO-LEIVA, R., ANGULO-MEZA, L., IRIARTE, A., GONZÁLEZ-ARAYA, M. C., (2017), **Joint Carbon Footprint Assessment and Data Envelopment Analysis for the Reduction of Greenhouse Gas Emissions in Agriculture Production**, *Science of the Total Environment*, 593, 36-46.
- THIELE, H., BRODERSEN, C. M., (1999), **Differences in Farm Efficiency in Market and Transition Economies: Empirical Evidence from West and East Germany**, *European Review of Agricultural Economics*, 26 (3), 331-347.
- THIRTLE, C., PIESSE, J., LUSIGI, A., SUHARIYANTO, K., (2003), **Multi-Factor Agricultural Productivity, Efficiency and Convergence in Botswana, 1981–1996**, *Journal of Development Economics*, 71 (2), 605-624.
- TIPI, T., REHBER, E., (2006), **Measuring Technical Efficiency and Total Factor Productivity in Agriculture: The Case of the South Marmara Region of Turkey**, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 49 (2), 137-145.
- TONE, K., (2004), **Malmquist Productivity Index**, In *Handbook on data envelopment analysis* (pp. 203-227): Springer.
- ULUCAN, A., ATICI, K. B., (2010), **Enerji ve Çevre Konularında Parametrik Olmayan Etkinlik Analizi ve Türkiye Elektrik Sanayii Uygulaması**, *HÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28 (1), 173-203.