



*Araştırma Makalesi / Research Article*

## Avrupa Birliği ve Türkiye’de Tarımsal Sürdürülebilirlik: Malmquist Endeksi Analizinden Çıkarımlar\*

Onur Yeni<sup>1</sup>, Özgür Teoman<sup>2</sup>

### Öz

Bu çalışmanın temel amacı, 2008-2019 dönemi için Türkiye tarım sektörünün sürdürülebilirliğinin AB üyesi ülkelerin tarım sektörleri ile karşılaştırmalı olarak incelenmesidir. Bu amaçla çalışmada Malmquist endeksi yönteminden yararlanılmaktadır. Söz konusu yöntem, çok girdili ve çok çıktılı bir üretim teknolojisinin modellenmesine olanak sağlamaktadır. Yapılan analizde altı adet girdi değişkeni (tarımsal arazi, emek, net sermaye stoku, tarım ilacı, kimyasal gübre, enerji) ve üç adet çıktı değişkeni (tarımsal katma değer, gıda güvenliği ve sera gazı salımı) kullanılmaktadır. Çalışmanın ana bulguları AB ülkeleri (ortalama) ve Türkiye’de 2008-2019 döneminde toplam faktör verimliliğinin (TFV) sırasıyla %1 ve %1.4 arttığını göstermektedir. Bu artış ise temel olarak teknolojik değişmeden kaynaklanmaktadır. Bu bulgular, ilgili dönemde tarımsal sürdürülebilirlik açısından Türkiye ile AB ülkeleri arasında bir yakınsamaya işaret etmektedir. Bununla birlikte, Avrupa çapında kuraklık yılı olarak belirtilen 2016 yılı dışarıda bırakıldığında Türkiye’de 2008-2011 dönemi ile 2013-2019 dönemi TFV ortalamaları karşılaştırıldığında Türkiye’nin anılan ikinci dönemde daha yüksek bir TFV artışı yaşadığı görülmektedir.

**Ahtar Kelimeler:** Tarımsal Sürdürülebilirlik, Sera Gazı Salımları, Türkiye, Avrupa Birliği, Malmquist Endeksi.

## Agricultural Sustainability in the European Union and Turkey: Implications from Malmquist Index Analysis

### Abstract

The main objective of this study is to comparatively analyze the sustainability of the Turkish agricultural sector with the agricultural sectors of the EU member countries for the period of 2008-2019. For this purpose, the Malmquist index method is used in the study. This method enables the modeling of a multi-input and multi-output production technology. We used six input variables (agricultural land, labor, net capital stock, agricultural pesticides, chemical fertilizers, and energy) and three output variables (agricultural value added, food security, and greenhouse gas emissions) in the analysis. Our main findings show that the total factor productivity (TFP) in the EU countries (on average) and in Turkey increased by 1% and 1.4%, respectively. This increase is mainly due to technological change. These findings indicate a convergence between Turkey and the EU countries in terms of agricultural sustainability. However, when the pan-European drought year 2016 is excluded, Turkey experienced a higher TFP increase in the 2013-2019 period compared to 2008-2011.

**Keywords:** Agricultural sustainability, Greenhouse gas emissions, Turkey, European Union, Malmquist index.

\* Bu çalışmanın daha erken bir sürümü 27-28 Ekim 2022 tarihlerinde Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi’nce düzenlenen AGROCONTURKEY 2022 İnsan Çağında Tarım: Zorluklar ve Fırsatlar Konferansı’nda sunulmuştur.

<sup>1</sup> Sorumlu Yazar (Corresponding Author), Doç. Dr., Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, [oyeni@hacettepe.edu.tr](mailto:oyeni@hacettepe.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-4369-1919>.

<sup>2</sup> Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, [ozgurt@hacettepe.edu.tr](mailto:ozgurt@hacettepe.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-2237-042X>

**Atıf/Cite as:** Yeni, O., Teoman, Ö.(2023). Avrupa Birliği ve Türkiye’de tarımsal sürdürülebilirlik: Malmquist endeksi analizinden çıkarımlar. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2024, 42 (1), 143-156.

## GİRİŞ

İnsanoğlunun tarımsal etkinlikleri, tıpkı diğer ekonomik etkinliklerinde olduğu gibi çeşitli çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Ne var ki, tarım ve çevre arasındaki etkileşimin diğer ekonomik sektörlerin çevreyle ilişkilerinde karşılaşılmayan en önemli özelliği, bu ikisinin birbiriyle doğrudan bağlantılı olmasıdır. Dolayısıyla, bu ilişki çerçevesinde her ikisi de duruma göre “etkileyen” ve “etkilenen” olabilmektedirler. Örneğin, küresel iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerinde ortaya çıkaracağı olumsuz etkiler veriyken, tarım sektörünün küresel sera gazı salımlarına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır.

Çevre ve tarım ilişkisinin tarihsel seyri göz önünde bulundurulduğunda, biyosferin canlılığını sürdürmesi için çok çeşitli çevresel hizmetleri yerine getiren ekosistemlerin korunması zorunluluğunun yanı sıra toplumların gıda güvenliğinin sağlanması gerekliliği, çevreye duyarlı tarım uygulamalarının dünya genelinde benimsenmesinin önemini ortaya çıkarmaktadır. Sürdürülebilir tarımın içeriğine ilişkin çok çeşitli yorumlar bulunmaktadır. Hansen (1996)'in Amerikan Tarım Bilimi Derneği'nden (American Society of Agronomy) aktardığı tanıma göre sürdürülebilir tarımın içeriğini uzun dönemde çevre kalitesini ve tarımın dayandığı kaynak tabanını geliştiren, insanların temel gıda ve lif gereksinimlerini karşılayan, iktisadi uygulanabilirliği olan, çiftçilerin ve bir bütün olarak toplumun yaşam kalitesini artıran uygulamalar oluşturmaktadır. Ikerd (1990, s. 18) ise “verimliliğini ve faydasını süresiz olarak sürdürme kapasitesine sahip” ve “kaynakları koruyan, çevresel olarak uyumlu, sosyal olarak destekleyici ve ticari olarak rekabetçi” tarım sistemlerini sürdürülebilir tarım kapsamına almaktadır.

Bu çalışmada 2008-2019 dönemi için Türkiye tarım sektörünün sürdürülebilirliği Avrupa Birliği (AB) üyesi ülkelerin tarım sektörleri ile karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Bu amaca ulaşabilmek için çalışmada Veri Zarflama Analizine (VZA) dayalı Malmquist Endeksi Yöntemi (MEY) kullanılmaktadır. Çalışmada yukarıda söz edilen tanımlardan esinlenilerek tarımsal sürdürülebilirliğin göstergesi olarak iktisadi boyut olarak değerlendirilen tarımsal katma değerın yanı sıra çevresel boyutu temsilen tarımdan kaynaklanan sera gazı salımı ve sosyal boyutu temsilen de gıda güvenliği<sup>1</sup> kullanılmaktadır. Kyrgiakos vd. (2023), VZA analizine dayalı tarımsal sürdürülebilirlik çalışmalarında sosyal boyutun yeterince temsil edilmediğini belirtmektedir. Oysa sosyal boyut, sürdürülebilirlik yazınında büyük önem atfedilen bir konudur (Yeni, 2014). Bununla birlikte, Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'nda da sürdürülebilirliğin sosyal boyutuna ilişkin önemli hedefler yer almaktadır. Bu açıdan çalışmanın ilgili yazındaki önemli bir boşluğu dolduracağı ifade edilebilir.

Çalışmanın takip eden bölümü güncel yazını sunmakta, ikinci bölümde ise yöntem, veri seti ve analizde kullanılan değişkenler tanıtılmaktadır. Üçüncü bölümde kullanılan modeller ve elde edilen bulgular sunulmakta; dördüncü bölüm ise çalışmayı sonlandırmaktadır.

## 1. İLGİLİ YAZIN

VZA'nın tarımsal performans ölçümünde kullanıldığı çalışmalar, çeşitli kapsamlarda gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar, bireysel çiftliklerin değerlendirilmesinden başlayarak bir ülke içindeki bölgelerin tarımsal faaliyetlerinin incelenmesine ve hatta ülkeler arası etkinlik analizlerine kadar uzanmaktadır (Dirik vd., 2023). VZA ve VZA'ya dayalı çeşitli yöntemler kullanılarak yapılan ekolojik etkinlik ve sürdürülebilirlik ölçümlerine ilişkin yazın da benzer özelliği taşımakta ve çok sayıda çalışmayı içinde barındırmaktadır.<sup>2</sup> Bu bölümde VZA'ya dayalı

olarak ülkeler arası tarımsal eko-etkinlik ya da sürdürülebilirlik ölçümüne odaklanan yakın dönemli çalışmalara yer verilmektedir.

Serrão (2008), Malmquist endeksine benzer biçimde oluşturduğu bir çevresel performans endeksi ve VZA'dan yararlanarak 1990-2004 dönemi için AB üyesi 15 ülkenin tarım sektörlerinin dinamik eko-etkinlik analizini yapmıştır. Çalışmada istenmeyen çıktılar yerine çevresel baskı yaratan faktörlere odaklanılmış olup çevresel performans değişimi, eko-etkinlik değişimi ve teknik değişim olmak üzere iki bileşene ayrılmıştır. Çalışmanın sonuçları ilgili dönemde çevresel performanstaki artışın teknik değişim sayesinde gerçekleştiğini göstermektedir.

Mollavelioğlu vd. (2010) ise yaptıkları araştırmada 1995-2005 dönemini temel alarak 16 AB üyesi ülke ve Türkiye'nin tarımsal sürdürülebilirliğini VZA'ya dayalı MEY kullanarak incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan VZA modelinin girdileri tarım arazisi, traktör sayısı, kimyasal gübre, tarım ilacı ve işgücü olarak belirlenmişken, çıktı değişkenleri ise tarımsal katma değer, gıda güvenliği ve sera gazı salımı olarak seçilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, anılan dönemde Türkiye ile AB arasındaki tarımsal sürdürülebilirlik farkının Türkiye aleyhine açıldığını göstermektedir. Ayrıca bu çalışmada da tarımsal sürdürülebilirliğin teknolojik ilerlemeler sayesinde arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bartolini vd. (2016) de yine VZA'ya dayalı MEY kullanarak yaptıkları araştırmada 1992-2011 yılları arasında 21 AB üyesi ülke için tarım sektörünün çevresel etkinliğini ölçmüş ve Serrão (2008) ile Mollavelioğlu vd. (2010)'ye benzer biçimde çevresel etkinlik artışının arkasındaki temel itici gücün teknolojik değişim olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Mıhçı ve Mollavelioğlu (2011), VZA yöntemini kullanarak yaptıkları çalışmada Türkiye'yi de içeren 23 OECD ülkesinin 1990, 1995, 2000 ve 2005 yılları için tarımsal sürdürülebilirliklerini değerlendirmiştir. Mollavelioğlu vd. (2010)'nin tarımsal sürdürülebilirlik çerçevesine benzer bir yaklaşıma sahip olan çalışmada girdi değişkenleri olarak arazi, işgücü, tarım makineleri ve kimyasal gübre kullanılırken tarımsal üretim değeri, gıda güvenliği ve sera gazı salımları çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımıyla çıktı yönelimli olarak çalıştırılan VZA modelinin sonuçlarına göre Belçika, Danimarka, Hollanda ve Slovakya söz konusu yıllarda tarımsal sürdürülebilirlik açısından en iyi performans gösteren ülkeler olarak belirlenmiştir. Japonya, Polonya ve Türkiye'nin ise incelenen ülkeler arasında tarımsal sürdürülebilirlik açısından geride olduğu, hatta Türkiye'nin bu dönemde sürekli gerilediği bulgusuna ulaşılmıştır.

Vlontzos vd. (2017), VZA kullanarak bir sentetik eko-etkin(siz)lik endeksi hesapladıkları çalışmada 1999-2012 dönemi için AB ülkelerinin tarım sektörlerinin sürdürülebilirliklerini değerlendirmiştir. Çalışmada, hesaplanan eko-etkin(siz)lik endeksiyle birlikte enerji kullanımı ile sera gazı salımlarını bağımsız değişken olarak kullanarak ilgili dönem için çevresel Kuznets eğrisi tahmini de gerçekleştirilmiştir. VZA modelinde kullanılan girdiler arazi, işgücü, kimyasallar ve gübreler, enerji ve sabit sermaye tüketimi olarak belirlenirken çıktı değişkenleri olarak tarımsal çıktı ve sera gazı salımları modelde yer almıştır. Çalışmanın bulguları, ilgili dönemde sırasıyla Malta, Hollanda, İtalya ve Fransa'nın tarım sektörlerinin en yüksek eko-etkinliğe sahip olduğunu; en düşük eko-etkinliğin ise Litvanya, Slovakya ve Finlandiya'da gözlemlendiğini göstermektedir. Bununla birlikte, AB tarım sektörünün ortalama eko-etkin(siz)lik puanı 0,11 olarak hesaplanmıştır. Başka bir deyişle, girdi düzeyi veriyken AB tarımının %11 daha fazla çıktı ve daha az sera gazı üretmesinin olanaklı olduğu çalışmada ifade edilmektedir (Vlontzos vd., 2017).

Rybczewska-Błazejowska ve Gierulski (2018), VZA ile yaşam döngüsü analizini birlikte kullandıkları çalışmada 28 AB üyesi ülkenin 2015 yılı eko-etkinlik değerlendirmesini yapmıştır. Yaşam döngüsü etki değerlendirmesinden elde edilen sonuçlara göre VZA modelinde girdi olarak kullanılacak değişkenler belirlenmiştir. Çalışmada hektar başına tarımsal gayri safi yurt içi hasıla ise çıktı değişkeni olarak seçilmiştir. Çalışmanın bulguları, Belçika, Bulgaristan, Estonya, Finlandiya, Yunanistan, Malta, Hollanda, Romanya, İsveç ve İtalya'nın 28 ülke arasında en yüksek eko-etkinliğe sahip olduğunu göstermektedir. Almanya, İrlanda, Polonya ve Slovenya'nın ise en düşük eko-etkinliğin gözlemlendiği ülkeler olduğu belirlenmiştir.

Pishgar-Komleh vd. (2021), 2008-2017 dönemi için AB-27 ülkelerinin tarım sektörlerinin dinamik eko-etkinliğini inceledikleri çalışmada pencere aylak tabanlı ölçüm VZA modeli (window slack based measurement data envelopment analysis) kullanmıştır. VZA modelinde girdi değişkenleri olarak işlenen tarım alanı, işgücü, girdi maliyetleri (specific costs), sabit maliyetler (overhead costs) ve yıpranma maliyetleri (depreciation costs) kullanılmıştır. Tarımsal sera gazı salımlarının istenmeyen çıktı değişkeni olarak yer aldığı modelde diğer çıktı değişkeni ise brüt bitkisel ve hayvansal üretim olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları Hollanda, Belçika, İtalya, Malta, İspanya, Lüksemburg, Yunanistan, Kıbrıs ve İrlanda'nın yüksek tarımsal eko-etkinliğe sahip olduğunu gösterirken en düşük eko-etkinlik Slovakya, Letonya ve Estonya'da gözlemlenmiştir.

Domagala (2021), 2019 yılı için AB üyesi 26 ülkenin tarım sektörlerinin ekonomik etkinliğinin yanı sıra enerji ve ekolojik etkinliğini de araştırmıştır. İlgili yazındaki genel eğilimden farklı bir yaklaşımla yürütülen çalışmada tarım arazisi, istihdam, kimyasal gübre ve enerji tüketiminin girdi değişkenleri, tarımsal üretim değerinin ise çıktı değişkeni olarak belirlendiği bir VZA modelin kullanılmıştır. VZA modelinden elde edilen sonuçlar (etkinlik düzeyleri) ile ülkeler için hesaplanan sera gazı salım etkinliği ile enerji verimliliği göstergelerinden yararlanılarak ülkeler gruplanmış ve İtalya, Yunanistan, Kıbrıs, Hollanda ve Portekiz'in 2019 yılında "eko-etkinlik liderleri" olduğu belirlenmiştir.

## 2. YÖNTEM VE VERİ

### 2.1. Yöntem

Çalışmada VZA'ya dayalı MEY kullanılmaktadır. VZA, parametrik olmayan bir yöntem olup, temelde doğrusal programlama kullanılarak ve uzaklık fonksiyonlarından yararlanılarak etkinlik ölçümü yapılmasına olanak tanıyan bir yöntemdir. Birden fazla çıktının modellenmesine izin veren VZA yöntemi ile üretim süreci sonunda elde edilen ürünlere ek olarak çevresel açıdan zararlı (istenmeyen) çıktılar da modellenmektedir (Streimikis ve Saraji, 2022).

VZA modelleri, ölçeğe göre sabit getiri (Charnes vd., 1978 - CCR) ve ölçeğe göre değişken getiri (VRS) modelleri (Banker vd., 1984 - BCC) olarak sınıflandırılabilir. CCR modelinde, belirli bir oranda artan girdi miktarının bir sonucu olarak çıktılarda aynı oranlı bir değişiklik olduğunu varsayarken, BCC modeli girdilerdeki bir artışın çıktılarda orantılı bir değişiklikle sonuçlanmadığını varsayar. Bu çalışma kapsamında incelenen 28 ülkenin tarım sektörlerinin birbirinden farklı büyüklüklere ve teknolojik niteliklere sahip olması nedeniyle yapılan modellemelerde ölçeğe göre değişken getiri varsayımı kullanılmaktadır.

VZA modelleri zaman içindeki dinamik etkinlik değişimlerini analiz edemediğinden MEY ile birlikte kullanılması durumunda dinamik değişimlerin yakalanması ve toplam faktör verimliliğinin (TFV) etkinlik değişimi ve teknolojik değişim biçiminde bileşenlerine ayrılması

olanaklı olmaktadır. Bununla birlikte, Kortelainen (2008) çevresel performansın ölçümünde VZA'ya dayalı Malmquist endeksi yaklaşımının kullanılabilirliğini göstermiştir.

Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi, iki gözlem noktası arasındaki TFV değişimini uzaklık fonksiyonlarından yararlanarak ölçmekte ve girdi yönelimli (input-oriented) ya da çıktı yönelimli (output-oriented) olarak hesaplanabilmektedir. Girdi yönelimli hesaplamada çıktı vektörü sabitken girdi vektörünü minimize eden bir üretim teknolojisi, çıktı yönelimli hesaplamada ise girdi vektörü sabitken çıktı vektörünü maksimize eden bir üretim teknolojisi varsayılmaktadır. Çalışmada tarımsal sürdürülebilirlik, Färe vd., (1994) tarafından formüle edilen biçimiyle aşağıda gösterilen çıktı yönelimli Malmquist endeksi ( $t$  ve  $t + 1$  dönemleri için) kullanılarak incelenmektedir:

$$M_0(x^t, x^{t+1}, y^t, y^{t+1}) = \left[ \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \cdot \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$$

Buna göre,  $M_0 > 1$  iken TFV artışından,  $M_0 < 1$  iken de TFV düşüşünden söz edilebilir. Bu endeksi etkinlik değişimi (ED) ve teknolojik değişim (TD) olarak bileşenlerine ayırmak olanaklıdır:

$$M_0(x^t, x^{t+1}, y^t, y^{t+1}) = \underbrace{\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)}}_{ED} \cdot \underbrace{\left[ \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}}_{TD}$$

## 2.2 Veri

Çalışmada 27 AB ülkesi (Hırvatistan dışında) ve Türkiye için 2008-2019 yıllarına ilişkin veriler kullanılmıştır. Kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri ile bu değişkenlere ilişkin verilerin edinildiği kaynaklar (FAOSTAT - Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü İstatistik Veritabanı; WDI - Dünya Bankası Dünya Kalkınma Göstergeleri Veri Bankası; EUROSTAT – Avrupa İstatistik Ofisi) Tablo 1’de sunulmaktadır.

**Tablo 1: Değişkenler ve Veri Kaynakları**

| Değişkenler  | Veri Kaynağı |
|--|--------------|
| <b>Girdi Değişkenleri</b>  |              |
| Tarımsal Arazi (hektar)  | FAOSTAT      |
| Tarımsal İstihdam (kişi)   | FAOSTAT      |
| Net Sermaye Stoku (ABD Doları; 2015 sabit fiyatlarıyla)                                    | FAOSTAT      |
| Kimyasal Gübre (ton; azot, fosfor ve potasyum toplam)                                      | FAOSTAT      |
| İlaç (ton; toplam)   | FAOSTAT      |
| Enerji (terajoule)   | FAOSTAT      |
| <b>Çıktı Değişkenleri</b>  |              |
| Tarımsal Katma Değer (ABD Doları, 2015 sabit fiyatlarıyla)                                 | WDI          |
| Gıda Güvenliği (0 ile 1 arasında değerler alır; yazarlar tarafından oluşturulmuş gösterge) | FAOSTAT      |
| Sera Gazı Salımları (ton; karbondioksit, metan ve nitroz oksit toplamı)                    | EUROSTAT     |

**Gıda güvenliği göstergesi:** Bu gösterge tarımsal sürdürülebilirliğin boyutlarından biri olarak ifade edilen gıda güvenliğini temsil etmek için yazarlar tarafından oluşturulmuştur. Gıda güvenliğinin dört boyutu (bulunabilirlik, erişilebilirlik, istikrar ve kullanılabilirlik) için çalışma kapsamındaki ülkelerin ilgili dönemde veri bulunabilirliği dikkate alınarak seçilen beş gösterge kullanılarak FAOSTAT verileri ile oluşturulmuş bileşik bir göstergedir. Kullanılan göstergeler aşağıda bulunmaktadır:

**Bulunabilirlik:** Diyette enerji arzı yeterliliği ortalaması (%)

**Erişilebilirlik:** Kişi başına GSYİH, SAGP (sabit 2017 uluslararası dolar)

**İstikrar:** Kişi başına gıda arz değişkenliği (kcal/kişi/gün)

**Kullanılabilirlik:** Temel içme suyu hizmetlerini kullanan nüfus oranı (%) ve temel temizlik hizmetlerini kullanan nüfus oranı (%) basit ortalaması

Bileşik gösterge oluşturulurken, ülkeler yukarıda belirtilen her bir boyut için ilgili yıllarda tüm ülkeler ortalamasının altında ise -1 puan, üstünde ise +1 puan alacak biçimde puanlanmıştır. Ardından bu puanlar toplanıp ülke puanları hesaplanmış ve bunlar da normalize edilerek 0 ile 1 aralığında değişen bir bileşik gösterge elde edilmiştir.

### 3. MODEL VE BULGULAR

#### 3.1. Malmquist Modeli 1

Model 1 çıktı olarak yalnızca tarımsal katma değer değişkenini içermektedir. Bu modelin çalıştırılması sonucunda incelenen ülkelerin ilgili dönem için tarımsal TFV değişimi tahmin edilmekte ve bu değişimin bileşenleri ayrıştırılmaktadır.

Şekil 1: Model 1'in Şematik Gösterimi



Tablo 2'den görülebileceği üzere 2008-2019 döneminde incelenen ülkeler için ortalama TFV değişimi %0.9 olarak gerçekleşmiştir. Bu değişim ise büyük ölçüde teknolojik gelişmeden kaynaklanmış görünmektedir. İlgili dönemde teknolojik değişim ortalama %0.7 iken etkinlik artışı %0.2'de kalmıştır.

**Tablo 2: Malmquist Endeksi Yıllık Ortalama Değerleri ve Bileşenleri (2008-2019)**

| Yıl             | Etkinlik Değişimi (ED) | Teknolojik Değişim (TD) | Malmquist Endeksi (ME) |
|-----------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| 2008            | 1,000                  | 1,000                   | 1,000                  |
| 2009            | 0,932                  | 1,120                   | 1,043                  |
| 2010            | 1,025                  | 0,937                   | 0,961                  |
| 2011            | 1,031                  | 0,976                   | 1,006                  |
| 2012            | 0,959                  | 1,020                   | 0,977                  |
| 2013            | 1,025                  | 0,978                   | 1,003                  |
| 2014            | 0,980                  | 1,099                   | 1,077                  |
| 2015            | 1,021                  | 0,979                   | 1,000                  |
| 2016            | 0,968                  | 1,017                   | 0,985                  |
| 2017            | 1,021                  | 0,987                   | 1,009                  |
| 2018            | 0,980                  | 1,026                   | 1,005                  |
| 2019            | 1,087                  | 0,951                   | 1,034                  |
| <b>Ortalama</b> | 1,002                  | 1,007                   | 1,009                  |

Kaynak: Yazarların hesaplamaları

Tablo 3’de ise bölgesel ortalamalar gösterilmektedir. 2008-2019 döneminde Doğu Avrupa’da tarımsal TFV’de gerileme, diğer bölgelerde ise TFV artışı gözlemlenmektedir. En yüksek TFV artışı ise Batı Avrupa’da ortaya çıkmıştır. TFV’deki değişimlerin her bölgede teknolojik değişim kaynaklı olduğu görülebilmektedir.

**Tablo 3: Bölgesel Ortalama ED, TD ve ME Değerleri**

| Bölge               | ED    | TD    | ME    |
|---------------------|-------|-------|-------|
| <b>Doğu Avrupa</b>  | 0,999 | 0,995 | 0,994 |
| <b>Batı Avrupa</b>  | 1,002 | 1,018 | 1,020 |
| <b>Kuzey Avrupa</b> | 1,006 | 1,010 | 1,016 |
| <b>Güney Avrupa</b> | 1,000 | 1,004 | 1,004 |
| <b>Genel</b>        | 1,002 | 1,007 | 1,009 |

Kaynak: Yazarların hesaplamaları

Tablo 4’te Türkiye ile AB ortalama değerleri karşılaştırılmaktadır. İlgili dönemde Türkiye’de tarımsal TFV artışı ortalama yıllık %1,5 olarak AB ortalamasının oldukça üstünde gerçekleşmiştir. TFV’nin bileşenlerine bakıldığında ise Türkiye’nin etkinlik düzeyinin sabit kaldığı, buna karşılık TFV artışının tamamen teknolojik değişimden kaynaklandığı söylenebilir. Tablo 3 ve Tablo 4 birlikte değerlendirildiğinde Türkiye’nin de içinde bulunduğu Güney Avrupa grubunun (%0,4 artış) TFV artışında AB ortalamasının altında, Batı (%2’lik artış) ve Kuzey Avrupa (%1,6’lık artış) gruplarının ise AB ortalamasının oldukça üstünde olduğu görülebilmektedir.

**Tablo 4: AB ve Türkiye için Ortalama ED, TD ve ME Değerleri**

| Ülke-Bölge    | ED    | TD    | ME    |
|---------------|-------|-------|-------|
| AB Ortalaması | 1,002 | 1,007 | 1,008 |
| Türkiye       | 1,000 | 1,015 | 1,015 |

Kaynak: Yazarların hesaplamaları

Çalışma kapsamında birikimli ED, TD ve ME değerleri de hesaplanmıştır (bkz. Tablo 5 ve Tablo 6). 2008-2019 döneminde ülkeler genelinde birikimli TFV artışı %10 olurken Batı Avrupa ve Kuzey Avrupa'da sırasıyla %23,8 ve %19,4'lük artışlar gerçekleşmiştir. Güney Avrupa'da ise %4,4 lük bir birikimli TFV artışı yaşanmışken Doğu Avrupa'da ise birikimli TFV %6,1 gerilemiş görülmektedir. Güney Avrupa'daki birikimli etkinlik değeri küçük bir gerileme göstermişken, Doğu Avrupa'da birikimli etkinlik değişimi -%1, birikimli teknolojik değişim ise -%5,3 olmuştur.

**Tablo 5: Birikimli Bölgesel ED, TD ve ME Değerleri**

| Bölge        | ED    |       | TD    |       | ME    |       |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              | 2008  | 2019  | 2008  | 2019  | 2008  | 2019  |
| Doğu Avrupa  | 1,000 | 0,990 | 1,000 | 0,947 | 1,000 | 0,939 |
| Batı Avrupa  | 1,000 | 1,018 | 1,000 | 1,217 | 1,000 | 1,238 |
| Kuzey Avrupa | 1,000 | 1,068 | 1,000 | 1,118 | 1,000 | 1,194 |
| Güney Avrupa | 1,000 | 0,997 | 1,000 | 1,047 | 1,000 | 1,044 |
| Tüm Ülkeler  | 1,000 | 1,020 | 1,000 | 1,078 | 1,000 | 1,100 |

Kaynak: Yazarların hesaplamaları

Türkiye ve AB ülkeleri birikimli değerler açısından karşılaştırıldığında ise Türkiye'nin analiz edilen dönemde %17,2'lik bir TFV artışına ulaştığı, buna karşılık AB ortalamasının %9,7'de kaldığı görülmektedir. Böylelikle, Türkiye'nin tarımsal TFV'de AB ülkelerine yakınsadığı söylenebilir.

**Tablo 6: AB ve Türkiye için Birikimli ED, TD ve ME Değerleri**

| Ülke-Bölge    | ED    |       | TD    |       | ME    |       |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|               | 2008  | 2019  | 2008  | 2019  | 2008  | 2019  |
| AB Ortalaması | 1,000 | 1,020 | 1,000 | 1,075 | 1,000 | 1,097 |
| Türkiye       | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,172 | 1,000 | 1,172 |
| Tüm Ülkeler   | 1,000 | 1,020 | 1,000 | 1,078 | 1,000 | 1,100 |

Kaynak: Yazarların hesaplamaları

### 3.2. Malmquist Modeli 2

Model 2'de çıktı olarak tarımsal katma değer yanı sıra gıda güvenliği ve sera gazı salımları da eklenmiştir. Böylece AB ve Türkiye'de tarımsal sürdürülebilirliğin anlamlı biçimde karşılaştırılması amaçlanmaktadır.



**Şekil 2: Model 2'nin Şematik Gösterimi**

Tablo 7’de Model 2’den elde edilen yıllık ortalama ME değerleri 2008-2019 döneminde incelenen ülkeler için ortalama TFV değişiminin Model 1’in sonuçlarında olduğu gibi %0,9 olduğunu göstermektedir. Bu değişim, tıpkı Model 1’de olduğu gibi büyük ölçüde teknolojik gelişmeden kaynaklanmıştır. Ancak, bu sefer çok küçük de olsa etkinlikte bir düşüş yaşanmış (-% 0,1), teknolojik değişimin etkisi ise artmıştır (% 1).

**Tablo 7: Malmquist Endeksi Yıllık Ortalama Değerleri ve Bileşenleri (2008-2019)**

| Yıl             | ED    | TD    | ME    |
|-----------------|-------|-------|-------|
| 2008            | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 2009            | 0,927 | 1,125 | 1,043 |
| 2010            | 1,009 | 0,945 | 0,953 |
| 2011            | 1,057 | 0,967 | 1,022 |
| 2012            | 0,949 | 1,027 | 0,975 |
| 2013            | 1,028 | 0,986 | 1,014 |
| 2014            | 0,984 | 1,090 | 1,072 |
| 2015            | 1,004 | 0,989 | 0,993 |
| 2016            | 0,962 | 1,017 | 0,978 |
| 2017            | 1,032 | 0,997 | 1,029 |
| 2018            | 0,965 | 1,032 | 0,996 |
| 2019            | 1,087 | 0,948 | 1,030 |
| <b>Ortalama</b> | 0,999 | 1,010 | 1,009 |

Kaynak: Yazarların hesaplamaları

Tablo 8 bölgesel ortalamaları konu edinmektedir. 2008-2019 döneminde Doğu Avrupa’da tarımsal TFV’de gerileme, diğer bölgelerde ise TFV artışı gözlemlenmektedir. En yüksek TFV artışı ise yine Batı Avrupa’da ortaya çıkmıştır. Model 1 sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, sürdürülebilirliğe ilişkin değişkenlerin eklenmesiyle Batı Avrupa’nın TFV değeri Model 1 sonuçlarına göre gerilerken Güney Avrupa’nın TFV değerinde küçük bir artış gerçekleşmiştir. Model 1’in sonuçlarından farklı olarak burada Kuzey Avrupa dışındaki bütün bölgelerde etkinlik değişiminin negatif olduğu görülmektedir. TFV’deki değişimlerin her bölgede

teknolojik değişim kaynaklı olduğu görülebilmekle birlikte teknolojik değişimin etkisi Kuzey Avrupa dışındaki bölgelerde artmıştır.

**Tablo 8: Bölgesel Ortalama ED, TD ve ME Değerleri**

| Bölge        | ED    | TD    | ME    |
|--------------|-------|-------|-------|
| Doğu Avrupa  | 0,994 | 1,000 | 0,994 |
| Batı Avrupa  | 0,996 | 1,023 | 1,019 |
| Kuzey Avrupa | 1,006 | 1,010 | 1,016 |
| Güney Avrupa | 0,998 | 1,008 | 1,006 |
| Genel        | 0,999 | 1,010 | 1,009 |

Kaynak: Yazarların hesaplamaları

Tablo 9’da Türkiye ile AB ortalama değerleri karşılaştırılmaktadır. İlgili dönemde Türkiye’de tarımsal TFV artışı ortalama yıllık %1,4 olarak AB ortalaması olan %0,9’un üstünde gerçekleşmiştir. Model 1 sonuçlarıyla karşılaştırıldığında sürdürülebilirlik göstergeleri eklendiğinde AB’deki ortalama tarımsal TFV değişiminin %0,9’a çıktığını, buna karşılık Türkiye’de ise değişimin %1,4’e düştüğünü göstermektedir. TFV’nin bileşenlerine bakıldığında ise Türkiye’nin etkinlik düzeyinin sabit kaldığı, buna karşılık TFV artışının tamamen teknolojik değişimden kaynaklandığı söylenebilir.

**Tablo 9: AB ve Türkiye için Ortalama ED, TD ve ME Değerleri**

| Ülke-Bölge    | ED    | TD    | ME    |
|---------------|-------|-------|-------|
| AB Ortalaması | 0,999 | 1,010 | 1,009 |
| Türkiye       | 1,000 | 1,014 | 1,014 |

Kaynak: Yazarların hesaplamaları

**Tablo 10: Birikimli Bölgesel ED, TD ve ME Değerleri**

| Bölge        | ED    |       | TD    |       | ME    |       |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              | 2008  | 2019  | 2008  | 2019  | 2008  | 2019  |
| Doğu Avrupa  | 1,000 | 0,938 | 1,000 | 0,996 | 1,000 | 0,934 |
| Batı Avrupa  | 1,000 | 0,963 | 1,000 | 1,281 | 1,000 | 1,232 |
| Kuzey Avrupa | 1,000 | 1,070 | 1,000 | 1,118 | 1,000 | 1,195 |
| Güney Avrupa | 1,000 | 0,979 | 1,000 | 1,088 | 1,000 | 1,065 |
| Tüm Ülkeler  | 1,000 | 0,991 | 1,000 | 1,114 | 1,000 | 1,104 |

Kaynak: Yazarların hesaplamaları

Tablo 10 ve Tablo 11’deki birikimli ED, TD ve ME değerleri incelendiğinde 2008-2019 döneminde ülkeler genelinde birikimli TFV artışı %10,4 olurken Batı Avrupa ve Kuzey Avrupa’da sırasıyla %23,2 ve %19,5’lik artışlar gerçekleşmiştir. Güney Avrupa’da ise %6,5’lik bir birikimli TFV artışı yaşanmış, Doğu Avrupa’da ise birikimli TFV %6,6 gerilemiştir. Kuzey Avrupa dışındaki bütün

bölgelerde birikimli etkinlik değerlerinde gerileme gerçekleşmiştir. Doğu Avrupa dışındaki bölgelerde ise teknolojik ilerleme olduğu söylenebilir.

**Tablo 11: AB ve Türkiye için Birikimli ED, TD ve ME Değerleri**

| Ülke-Bölge           | ED    |       | TD    |       | ME    |       |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                      | 2008  | 2019  | 2008  | 2019  | 2008  | 2019  |
| <b>AB Ortalaması</b> | 1,000 | 0,991 | 1,000 | 1,112 | 1,000 | 1,102 |
| <b>Türkiye</b>       | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,167 | 1,000 | 1,167 |
| <b>Tüm Ülkeler</b>   | 1,000 | 0,991 | 1,000 | 1,114 | 1,000 | 1,104 |

Kaynak: Yazarların hesaplamaları

Türkiye ve AB ülkeleri birikimli değerler açısından karşılaştırıldığında ise Türkiye'nin analiz edilen dönemde %16,7'lik bir TFV artışına ulaştığı gözlemlenmiştir. AB ortalamasının TFV artışı ise %10,2 olarak gerçekleşmiştir. Model 1 sonuçlarıyla karşılaştırıldığında Türkiye'nin TFV değişimi performansı sürdürülebilirlik göstergeleri devreye girdiğinde gerilerken, AB'de ise ortalama performansın arttığı söylenebilir.

#### 4. SONUÇ

Araştırma kapsamında incelenen ülkelerin geneli için ortalama yıllık değerler göz önüne alındığında ilgili dönemde tarımsal sürdürülebilirlik açısından bir değişiklik göze çarpmamaktadır. Her iki modelden elde edilen bulgular ilgili dönemde teknolojik değişimin TFV değişimindeki rolünün önemini göstermektedir.

Bölgesel ayrıntıya girdiğimizde ise sürdürülebilirlik göstergeleri analize katıldığında, Batı Avrupa'nın performansı düşmekte, Doğu Avrupa'da TFV düşüşü artmakta, Kuzey Avrupa'nın performansı ılımlı bir artış göstermekte, Güney Avrupa'nın performansının ise arttığı görülmektedir.

Türkiye, incelenen dönemde her iki model bulgularına göre hem ortalama hem de birikimli değerlerde AB ve Güney Avrupa ülkeleri ortalamalarından daha yüksek bir TFV artışı sergilemekteyse de sürdürülebilirlik değişkenleri analize katıldığında Türkiye'nin performansının gerilemekte olduğu görülmektedir.

İncelenen dönemde Türkiye'nin AB ülkelerine hem tarımsal TFV'de hem de tarımsal sürdürülebilirlik konusunda yakınsadığı söylenilebilse de bu sonuçlar yorumlanırken dikkat edilmesi gereken bazı noktalar bulunmaktadır. Türkiye'nin en önemli tarımsal sürdürülebilirlik sorunlarından biri olan sulamaya ilişkin verilerin çalışma kapsamındaki ülkelerin önemli bir kısmında eksik olması nedeniyle analize katılamaması bu sonuçlara Türkiye lehine etki etmiş olabilir. Bununla birlikte, 2011 sonrasında Türkiye'ye gelen sığınmacıların önemli bir kısmının tarım sektöründe istihdam edilmesine karşın bu durumun istatistiklere yansımaması sonucunda Türkiye'nin TFV değerlerinin gerçekte olduğundan daha yüksek tahmin edilmiş olabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda etkinlik/verimlilik yazınında sıklıkla kullanılan stokastik sınır analizi gibi parametrik yöntemler kullanılarak bu çalışmadakilere paralel bulguların elde edilmesi durumunda ulaşılan sonuçlarının sağlamlığının artırılması söz konusu olabilecektir. Böylelikle, burada tespit edilen TFV ve sürdürülebilirlik değişimlerini etkileyen faktörlerin

araştırılmasının özellikle Türkiye’de uygulanan tarım politikalarının sürdürülebilirlik eksenli dönüşümüne yol gösterici olabileceği düşünülmektedir.

## NOTLAR

---

<sup>1</sup> Çalışmada “food security” teriminin Türkçesi olarak Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından kullanılan “gıda güvenliği” teriminin kullanılması tercih edilmiştir.

<sup>2</sup> VZA kullanılarak tarım sektörü için yapılan sürdürülebilirlik ve eko-etkinlik çalışmaları hakkında daha kapsamlı tartışmalar için Streimikis ve Saraji (2022) ve Kyrgiakos vd. (2023) tarafından yapılan sistematik yazın taramaları incelenebilir.

---

## YAZAR BEYANI

### Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

### Yazar Katkıları

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkıda bulunmuştur.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

---

## KAYNAKÇA

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. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>

Bartolini, F., Coli, A., Magrini, A. & Pacini, B. (2016). Measuring environmental efficiency of agricultural sector: A comparison between EU countries [Bildiri sunumu]. *4th Annual Conference of the Italian Association of Environmental and Resource Economists (IAERE 2016)*, Bologna.

Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E., (1978), Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*. 2(6), 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

Dirik, C., Şahin, S., & Atıcı, K. B. (2023). Veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü ve parçalı elastiklik analizi: OECD ülkelerinin tarımsal performansları üzerine bir uygulama. *Verimlilik Dergisi*, 57(1), 1-22. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1117805>

- Domagała, J. (2021). Economic and environmental aspects of agriculture in the EU Countries. *Energies*, 14(22), 7826. <http://dx.doi.org/10.3390/en14227826>
- Avrupa İstatistik Ofisi (EUROSTAT) (2022). *NACE Rev. 2'ye göre Hava Salım Hesapları*. 8.08.2022 tarihinde [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env\\_ac\\_ainah\\_r2/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ac_ainah_r2/default/table?lang=en) adresinden alınmıştır
- Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü İstatistik Veritabanı (FAOSTAT) (2022). *Gıda ve Tarım Verileri*. 8.08.2022 tarihinde <https://www.fao.org/faostat/en/#data> adresinden alınmıştır.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *The American Economic Review*, 84(1), 66–83.
- Hansen, J. W. (1996). Is agricultural sustainability a useful concept? *Agricultural Systems*, 50(2), 117-143. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(95\)00011-S](https://doi.org/10.1016/0308-521X(95)00011-S)
- Ikerd, J. E. (1990). Agriculture's search for sustainability and profitability. *Journal of Soil and Water Conservation*, 45(1), 18-23.
- Kortelainen, M. (2008). Dynamic environmental performance analysis: A Malmquist index approach. *Ecological Economics*, 64(4), 701–715. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.08.001>
- Kyrgiakos, L., Klefodimos, G., Vlontzos, G., & Pardalos, P.M. (2023). A systematic literature review of data envelopment analysis implementation in agriculture under the prism of sustainability. *Operational Research*, 23(1). <https://doi.org/10.1007/s12351-023-00741-5>
- Mihci, H., & Mollavelioğlu, Ş. (2011). An assessment of sustainable agriculture in the OECD countries with special reference to Turkey. *New Medit*, 10(2), 4-17.
- Mollavelioğlu Ş., Mihci, H., Çağatay, S. & Ulucan, A. (2010). Assessment of sustainability of the European Union and Turkish Agricultural sectors. *New Medit*, 9(3), 13-21.
- Pishgar-Komleh, S.H., Čechura, L., & Kuzmenko, E. (2021). Investigating the dynamic eco-efficiency in agriculture sector of the European Union countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(35), 48942-48954. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13948-w>
- Rybczewska-Błażejowska, M., & Gierulski, W. (2018). Eco-Efficiency Evaluation of Agricultural Production in the EU-28. *Sustainability*, 10(12), 4544. <http://dx.doi.org/10.3390/su10124544>
- Serrão, A. (2008). Measuring eco-efficiency of agricultural activity in European countries: a Malmquist index approach [Bildiri sunumu]. *American Agricultural Economics Association Annual Meeting*, Orlando, Florida.
- Streimikis, J., & Saraji, M.K. (2022). Green productivity and undesirable outputs in agriculture: A systematic review of DEA approach and policy recommendations. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 35(1), 819-853. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.1942947>

- Vlontzos, G., Niavis, S., & Pardalos, P. (2017). Testing for environmental Kuznets Curve in the EU agricultural sector through an eco-(in)efficiency Index. *Energies*, 10(12), 1992. <http://dx.doi.org/10.3390/en10121992>
- Dünya Bankası Dünya Kalkınma Göstergeleri Veri Bankası (WDI Databank) (2022). *Tarım, ormancılık ve balıkçılık katma değer serileri*. 8.08.2022 tarihinde <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> adresinden alınmıştır.
- Yeni, O. (2014). Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma: Bir yazın araması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(3), 181-208.