



Araştırma Makalesi / Research Article

OECD Ülkelerindeki Organik Tarım Üretim Etkinliğinin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Çerçevesinde Değerlendirilmesi

Cem Menten¹, Nesrin Özal-Saraç², Bülent Çekiç³

Öz

Bu çalışmada, OECD ülkelerinde 2011-2020 yılları arasındaki her yıl için organik tarım etkinliğini ve bu dönemdeki etkinlikteki değişimleri incelemek ve bunları sürdürülebilir kalkınma kapsamında değerlendirerek küresel kalkınmaya sunabileceği potansiyel katkının vurgulanması amaçlanmaktadır. Organik tarımsal üretim performansını değerlendirebilmek adına literatürde en çok kullanılan etkinlik ölçüm yöntemlerinden biri olan Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılmıştır. Etkinlik analizleri sonucu ortalama etkinlik skorlarının oldukça düşük değerlere sahip olduğu ve değerlendirme altındaki ülkelerin büyük bir bölümünün etkisiz olduğu saptanmıştır. Katmanlı Veri Zarflama Analizi (KVZA) yaklaşımı ile OECD ülkeleri etkinlik düzeylerine göre katmanlara bölünerek gruplandırılmıştır. 2011-2020 döneminde ülkeler yıllara göre farklılık göstererek 7 ile 9 etkinlik düzeyinde kümelenmiştir. VZA'dan elde edilen etkinlik skorları ile dönemler arası etkinliği değerlendirebilmek amacıyla Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) Endeksi hesaplanmıştır. 2011-2012 periyodundan itibaren ortalama Malmquist TFV Endeksinde sürekli bir gerileme gözlemlenmiştir. Analizlerden elde edilen nihai değerler ile Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi değerleri karşılaştırılarak değerlendirmeler de bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Organik Tarım, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, Veri Zarflama Analizi, Katmanlı VZA, Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi.

Evaluation of Organic Agriculture Production Efficiency in OECD Countries within the Framework of Sustainable Development Goals

Abstract

In this study, we aim to analyze the efficiency of organic agriculture and the changes in efficiency in OECD countries for each year between 2011 and 2020 to emphasize its potential contribution to global development by evaluating it within the scope of sustainable development. Data Envelopment Analysis (DEA), one of the most widely used efficiency measurement methods in the literature, is used to evaluate the performance of organic agricultural production. Efficiency analysis reveals that most of the countries evaluated are inefficient and have relatively low-efficiency scores. Context-Dependent Data Envelopment Analysis (DEA) groups OECD countries into layers based on their efficiency measures. For the period 2011-2020, countries are clustered at 7 to 9 efficiency levels. Malmquist Total Factor Productivity (TFP) Index is calculated to evaluate the efficiency scores obtained from DEA and the inter-period efficiency. There has been a steady decline in the average Malmquist TFP Index since 2011-2012. The final values obtained from the analyses are compared with the Sustainable Development Goals Index values and evaluated.

Keywords: Organic Agriculture, Sustainable Development Goals, Data Envelopment Analysis, Context-Dependent DEA, Malmquist Total Factor Productivity Index.

¹ Arş. Gör., Hacettepe Üniversitesi, İşletme Bölümü, cementen@hacettepe.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-0259-3770>

² Uzman, TÜBİTAK-SAGE, Ankara, Türkiye, nesrinozal@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5841-0040>

³ Sorumlu Yazar (Corresponding Author), Dr. Öğr. Üyesi, Hacettepe Üniversitesi, İşletme Bölümü, bulentc@hacettepe.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-7134-4220>

GİRİŞ

Son yıllarda dünya nüfusunun hızla artmasına paralel bir şekilde tarım ürünlerine olan talep de artmıştır. Bu talebi karşılamak ve verimliliği arttırabilmek adına tarımsal üretimde kimyasal gübre ve pestisitler kullanılmaya başlanmıştır. Bu kimyasalların insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkileri üzerine tarımsal üretimde organik tarım uygulamalarına geçilmiştir. Organik tarım, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri çerçevesinde çevresel koruma, yenilenemeyen kaynakların korunması ve gıda kalitesinin iyileştirilmesi açısından fayda sağlama potansiyeline sahiptir. Tarımsal verimliliğinin sağlanması ve iyileştirilmesi, sürdürülebilir çevresel ve ekonomik kalkınmanın merkezinde yer almaktadır. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin ve ekolojik tarım uygulamalarının birbirlerini destekler nitelikte oldukları görülmektedir. Bu doğrultuda, ekolojik tarım üretiminin etkinliğini değerlendirebilmek büyük önem taşımaktadır. Literatürde, etkin bir ekolojik tarımsal üretimin yapılabilmesi, üretim performansının değerlendirilebilmesi ve sürdürülebilir tarım politikalarının geliştirilebilmesi adına başvurulan yaklaşımların başında VZA gelmektedir.

VZA, birden fazla girdi kullanarak birden fazla çıktı üreten karar birimlerinin göreceli etkinliklerini belirlemeye yönelik parametrik olmayan bir yaklaşımdır. Dolayısıyla, VZA'da girdi ve çıktılar arasında fonksiyonel bir ilişki varsayımına gerek duyulmamaktadır. Bir karar biriminin etkinliği, tüm karar birimlerinin etkin bir sınırın üzerinde veya altında yer alması gibi basit bir kısıtlama ile diğer tüm birimlere göre ölçülmektedir (Cooper vd., 2006). VZA'da, gözlemlenen birimler de dahil olmak üzere tüm girdi-çıkıtı karşılıklarını içeren bir üretim imkanları kümesi oluşturulmaktadır (Thanassoulis, 2001). VZA, etkinlik skorlarının hesaplanması yoluyla birbirlerine göre etkin performans gösteren birimleri belirlemekte ve diğer birimleri tanımlanan üretim imkanları kümesindeki etkin birimlere göre kıyaslamaktadır. Dolayısıyla, diğer birimlere göre etkin performans gösteren birimlerin etkinlik skorları "1" olarak elde edilmekte ve bu birimler etkin sınır üzerinde yer almaktadır. Etkinlik skoru 1'den küçük birimler ise girdi ve çıktı değişkenleri açısından diğer tüm birimlere göre etkinsiz olarak tanımlanmakta ve etkin sınırın dışında kalmaktadır.

VZA ile elde edilen etkinlik skorlarına göre etkin olmayan birimler için hedef değerler belirlenmektedir. Bu değerler belirlenirken, etkinlik sınırına olan uzaklık esas alındığından bu hedefler her zaman anlamlı olmayabilmektedir. VZA tabanlı alt uygulamalardan biri olan Katmanlı Veri Zarflama Analizi ile karar birimlerinin etkinlik skorlarına göre farklı düzeylerde gruplandırılabilir. Katmanlı VZA'da etkin karar birimlerinin iteratif bir şekilde veri setinden çıkarılarak farklı etkinlik düzeyleri oluşturulmaktadır. Bu tekniğe göre tüm birimler performans düzeyleri ölçüsünde farklı bir sınıra atanmakta ve etkin olmayan birimler için mümkün ve ulaşılabilir hedef değerler saptanabilmektedir. Aksi takdirde, etkinsiz birimler için belirlenen hedef değerler gerçeklikten uzaklaşmaktadır.

VZA belirli bir dönem için göreceli etkinliği ölçmektedir. Göreceli bir ölçüm olmasından ötürü değerlendirilen dönemin sınırına da göreceli uzaktadır. Buna göre, değerlendirme dönemi değiştiğinde, sınır da değişmektedir. Bu nedenle standart VZA, belirli bir dönemdeki etkinlik ölçümünün bir sonraki dönemin ölçümü ile karşılaştırılabilme imkanını barındırmamaktadır. Etkinlik ölçümlerinin yapıldığı tüm dönemler arasındaki etkinlik skorlarına ve etkinlik sınırlarına etki eden değişimleri karşılaştırabilmek ve değerlendirebilmek adına Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi kullanılmaktadır (Caves vd.,1982; Färe vd., 1994).

Bu çalışmada, 2011-2020 döneminde OECD ülkelerindeki organik tarım üretiminin etkinliği VZA ile ölçülmüş, Katmanlı VZA ile ülkeler etkinlik düzeylerine göre farklı katmanlarda gruplandırılarak değerlendirmelerde bulunmuş ve değerlendirilen dönemler arasındaki etkinlikteki değişimler de Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi ile incelenmiştir. Ek olarak, bu çalışmada ekolojik tarıma ilişkin etkinlik değerlendirmelerinin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri çerçevesinde irdelenerek küresel kalkınmaya sağlayabileceği potansiyel katkının önemini vurgulayabilmek hedeflenmektedir.

Çalışmanın bölümleri şu şekilde organize edilmiştir: Birinci bölümde, organik tarım etkinliğinin ölçümüne ilişkin yapılmış çalışmalar üzerine bir literatür taraması sunulmaktadır. İkinci bölümde, çalışmanın veri seti ve araştırma kapsamında uygulanan Veri Zarflama Analizi, Katmanlı Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi tanımlanmaktadır. Üçüncü bölümde, çalışmada uygulanan analiz bulguları sunulmaktadır. Dördüncü bölümde ise, analizlerden elde edilen sonuçlar tartışılmakta ve genel değerlendirmelerde bulunmaktadır.

1. ORGANİK TARIM ETKİNLİĞİ ÖLÇÜMÜNE İLİŞKİN LİTERATÜR

Organik tarım etkinliğinin ölçüldüğü geçmiş çalışmalar incelendiğinde dünyanın birçok farklı bölgesinde, çiftlik ve bölgesel düzeyler gibi farklı düzeylerde, birbirinden farklı tekniğin uygulandığı görülmüştür. 2000'li yıllardan günümüze yapılan organik tarım etkinliği çalışmalarında, Veri Zarflama Analizi'nin ve Stokastik Sınır Analizi'nin (SSA) etkinlik ölçümünde hâkim metodolojiler olduğu görülmüştür. Çalışmaların çoğunda söz konusu yaklaşımlar ayrı ayrı uygulanırken, tekniklerin birlikte uygulandığı çalışmalar da mevcuttur (Gamboa vd., 2020; Latruffe ve Nauges, 2013; Madau vd., 2017; Paudel ve Johnson, 2015).

Tablo 1'de dünyanın farklı bölgelerindeki organik tarım etkinliğinin ölçüldüğü geçmiş çalışmalar sunulmaktadır.

Tablo 1'de görüldüğü üzere, organik tarım etkinliğinin ölçümü farklı düzeylerde, alanlarda ve metodolojilerde uygulanmıştır. Çalışmaların büyük bir bölümünde organik tarım ürünlerinin etkinliğini ölçmeye odaklanılırken, bazılarında ise üreticilerin ve çiftliklerin etkinliğini ölçmeye odaklanılmıştır (Boateng, 2022; Nastis vd., 2019). Organik ve konvansiyonel çiftlikler için tarımsal etkinliklerin karşılaştırmalı değerlendirmelerinin yapıldığı çalışmalar da mevcuttur (Artukoğlu, 2010; Breustedt vd., 2011; Riar vd., 2020). Organik tarım etkinliği birçok çalışmada çiftlik düzeyinde ölçülmüş, bazı çalışmalarda ise bölge ve ülke düzeyinde analiz edilmiştir (Yadava ve Komaraiah, 2021).

Tablo 1: Organik Tarım Etkinliği Ölçümüne İlişkin Geçmiş Çalışmalar

Çalışma	Metodoloji	Bölge/Ülke	Etkinlik Ölçümü	Düzey
Artukoglu vd. (2010)	VZA	Türkiye	Konvansiyonel & Organik Zeytin Üretimi	Çiftlik
Breustedt vd. (2011)	VZA	Almanya	Konvansiyonel & Organik Mandracılık	Çiftlik
Latruffe ve Nauges (2013)	VZA & SSA	Fransa	Organik Tarım Yapan Çiftçiler	Çiftlik
Tiedemann ve Lohmann (2013)	SSA	Almanya	Konvansiyonel & Organik Çiftlikler	Çiftlik
Paudel ve Johnson (2015)	VZA & Tobit Regresyon	Nepal	Konvansiyonel & Organik Kahve Üreticileri	Çiftlik
Madau vd. (2017)	VZA & TFV	AB Ülkeleri	Organik Süt Üretimi	Ülke
Ho vd. (2018)	VZA	Vietnam	Organik Kahve Üretimi	Çiftlik
Nastis vd. (2019)	Bulanık VZA	Yunanistan	Organik Çiftlikler	Çiftlik
Skolrud (2019)	SSA	Kanada	Organik Süt Üretimi	Çiftlik
Gamboa vd. (2020)	VZA & LCA	Peru	Organik Kinoa Üreticileri	Çiftlik
Garcia-Cornejo vd. (2020)	VZA	İspanya	Organik Mandracılık	Çiftlik
Riar vd. (2020)	VZA	Hindistan	Konvansiyonel & Organik Pamuk Üretimi	Çiftlik
Yadava ve Komaraiah (2021)	VZA	Hindistan	Organik Üretim	Bölgesel
Boateng vd. (2022)	SSA	Gana	Konvansiyonel & Organik Sebze Üreticileri	Çiftlik

Artukoğlu vd. (2010) Türkiye'deki 62 adet organik ve 62 adet geleneksel zeytin üretim çiftliğinin teknik ve ekonomik etkinliğini VZA ile ölçmüştür. Yapılan etkinlik analizine göre, konvansiyonel zeytin çiftliklerindeki teknik etkinliğin organik olanlardan daha düşük olduğu görülmüştür. Breustedt vd. (2011), VZA kullanarak farklı süt piyasası ve organik tarım politikası senaryoları altında organik ve konvansiyonel süt çiftliklerinin rekabet gücünü değerlendirmeye çalışmıştır. Latruffe ve Nauges (2013), Fransız çiftliklerinden oluşan bir panel veri kullanarak, konvansiyonel tarımdan organik tarım uygulamalarına geçen üreticilerin teknik etkinliklerini hem VZA hem de parametrik teknikler kullanarak ölçmüştür. Tiedemann ve Lohmann (2013), 1999-2007 döneminde 37 adet Alman organik ve konvansiyonel çiftliğin teknik etkinliklerini SSA kullanarak ölçmüştür. Paudel ve Johnson (2015), Nepal'deki organik ve konvansiyonel tarım yapan 240 adet üreticinin teknik etkinliğini VZA kullanarak değerlendirmiştir. Madau vd. (2017), 22 adet AB ülkesindeki organik süt üretim çiftliklerinin 2004-2012 dönemindeki etkinliğini VZA ve Malmquist TFP Endeksi ile değerlendirmiştir. Ho vd. (2018), 2012-2015 döneminde Vietnam'da bulunan 726 adet kahve üretim çiftliğinin etkinliğini VZA uygulayarak ölçmüştür. Nastis vd. (2019), Yunanistan'daki 38 adet organik çiftlikten oluşan bir örnekleme bulanık ve

geleneksel VZA kullanılmıştır. Geleneksel VZA modeli ile karşılaştırıldığında, bulanık VZA modelinden elde edilen sonuçların sağlamlığın (robustness) belirlenmesine olanak tanıdığı kanısına varılmıştır. Skolrud (2019), konvansiyonel süt üreticilerinin organik üretim yöntemlerine geçme kararında teknolojinin rolünü araştırmıştır. Etkinlik ölçümlerinde SSA yaklaşımı kullanmıştır. Daha düşük teknik etkinliğe, daha yüksek ölçeğe göre getiriye ve kısıtlı girdileri kolayca ikame edebilme yeteneğine sahip geleneksel süt işletmelerinin organik üretime geçme olasılığının daha yüksek olduğu görülmüştür. Gamboa vd. (2020) ise Peru'daki And Dağları'nda kinoa üretimi yapan 367 adet üreticinin etkinlik değerlendirmesinde VZA ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi teknikleri kullanmıştır. Garcia-Cornejo vd. (2020), Kuzey İspanya'da bulunan 49 adet süt çiftliğinin teknik etkinliğini VZA modeli kullanarak tahmin etmiştir. Süt üretimi dışında daha karmaşık ürün üretiminin etkinlik seviyesi ile negatif ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Riar vd. (2020), Orta Hindistan'ın önemli bir pamuk üretim bölgesi olan Nimar vadisindeki konvansiyonel ve organik pamuk üretim etkinliğini VZA ile ölçmüştür. Nimar vadisindeki hem organik hem de konvansiyonel çiftlikler, pamuk verimi ve teknik etkinlikte benzer bir örüntü sergilemiştir. Yadava ve Komaraiah (2021), Hindistan'daki 21 eyaletin teknik etkinliği saf organik ürün üretimi üzerinden VZA kullanılarak değerlendirilmiştir. Boateng vd. (2022), Gana'daki toplam 200 adet organik ve konvansiyonel sebze üreticilerinin organik veya konvansiyonel sebze üretimine karar verme süreçlerini ve teknik etkinliklerini SSA ile tahmin etmiştir. Sonuç olarak, organik sebze tarımının, sebze üreticilerinin teknik etkinliği üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

2. VERİ SETİ VE METODOLOJİ

2.1. Veri Seti

Bu çalışmada 2011-2020 yılları arasında 32 adet OECD ülkesinin organik tarım verisi kullanılmıştır. 38 adet OECD'ye üye ülkenin altısında (Estonya, Güney Kore, İsrail, İzlanda, Kolombiya ve Kosta Rika) eksik veri mevcut olduğundan çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmanın verileri FIBL (Forschungsinstitut für biologischen Landbau) veri tabanından elde edilmiştir (FIBL, 2022).

32 adet OECD ülkesinin 2011-2020 yılları arasındaki her bir yıl için organik tarım etkinlikleri VZA ile hesaplanmıştır. VZA'yı takiben, karar birimlerinin daha ulaşılabilir ve makul hedefler belirleyebilmek adına etkinlik düzeylerine göre gruplandırıldıkları Katmanlı Veri Zarflama Analizi uygulanmıştır. Sonrasında, değerlendirilen dönemler boyunca etkinlikteki değişimleri gözlemleyebilmek üzere Malmquist Toplam Faktör Endeksi hesaplanmıştır. Söz konusu analizlerde kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2: Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Girdi Değişkenleri	Birim
Organik Tarım Arazisi	Hektar (ha)
Organik Ürün Üreticileri	Kişi
Çıktı Değişkenleri	Birim
Organik Ürün Satışları	Milyon €

2.2. Veri Zarflama Analizi

Veri Zarflama Analizi, ilk kez 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından ortaya konmuştur. VZA en geleneksel haliyle okullar, hastaneler, kamu hizmeti şirketleri veya satış mağazaları gibi homojen işletme birimlerinin göreceli etkinliklerini değerlendirebilmek adına kullanabilecek yöntemlerden biridir (Thanassoulis, 2001). VZA, birden çok girdi kullanarak birden çok çıktı üreten homojen karar birimlerinin (KB'ler) göreceli etkinliğini belirlemeyi amaçlayan, parametrik olmayan bir performans ölçüm tekniğidir. Bir karar birimin etkinliği en etkin karar birimleri tarafından oluşturulan etkinlik sınırına olan uzaklıklarının ölçülmesi ile hesaplanmaktadır (Seiford ve Thrall, 1990). VZA'nın temel modelleri girdi ve çıktı odaklı olmak üzere ölçeğe göre sabit getirili (*Constant Returns to Scale – CRS*) ve ölçeğe göre değişken getirili (*Variable Returns to Scale – VRS*) modelleri olarak değerlendirilmektedir (Cooper vd., 2006).

n adet Karar Verme Birimi'nden (KVB) oluşan bir küme $\{KVB_j; j = 1, 2, \dots, n\}$ varsayımı altında, birden fazla girdi x_{ij} , ($i = 1, 2, \dots, m$) kullanılarak, birden fazla çıktı y_{rj} , ($r = 1, 2, \dots, s$) üretilmektedir. Buna göre, bir karar verme birimi KVB_o 'nun etkinliği orijinal CCR oransal VZA modelinin lineer formu Model 1'de sunulmaktadır (Charnes vd., 1978).

$$\theta^* = \text{minimize } \theta \quad (1)$$

Kısıtlar Kümesi:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m;$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s;$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

2.3. Katmanlı (Context- Dependent) Veri Zarflama Analizi

Katmanlı VZA (KVZA), bir karar verme biriminin diğer karar verme birimlerine kıyasla göreceli çekişliliğini değerlendirmek için sunulmuştur (Morita vd., 2005; Seiford ve Zhu 2003). KVZA, orijinal VZA yaklaşımının önemli bir uzantısıdır. Orijinal VZA yaklaşımı her bir karar birimini bir dizi etkin karar birimine göre değerlendirmektedir. Fakat, hangi etkin birimin daha iyi bir seçenek olduğunu belirleyememektedir. Bunun nedeni, tüm etkin birimlerin %100 etkinlik skoruna sahip olmasıdır (Morita ve Zhu, 2007).

KVZA yaklaşımı, karar birimlerinin kümelenmesi ve çeşitli performans düzeylerinin elde edilmesiyle başlamaktadır. Bu amaçla, etkin olmayan birimlerden oluşturulan yeni bir ikinci seviye en iyi uygulama sınırı sağlamak adına en iyi uygulama sınırının kaldırıldığı bir algoritma geliştirilmiştir. Bu yeni ikinci sınır kaldırıldığında, üçüncü seviye bir en iyi uygulama sınırı oluşturulmakta ve hiçbir karar birimi kalmayana kadar bu prosedür devam etmektedir (Zhu, 2009). Her değerlendirme seviyesi, belirli bir performans seviyesindeki birimler tarafından oluşturulan etkin bir sınırı temsil etmektedir. Bu metodolojiyi kullanarak parametrik olmayan bir yaklaşımla karar birimlerini gruplar halinde kümelemek mümkündür (Morita vd., 2005).

m adet girdi kullanarak s adet çıktı üreten n adet karar verme birimi (KVB) olduğunu varsayımı altında, tüm KVB kümesi J^1 ve $J^{1'}$ 'deki etkin KVB kümesi de E^1 olarak tanımlanmaktadır. Sonrasında, J^l ve E^l setleri karşılıklı bir biçimde $J^{l+1} = J^l - E^l$ olarak

tanımlanmaktadır. E^l kümesi, aşağıdaki doğrusal programlama modelinde optimal değeri (ϕ_k^l) 1 olan KVB'ler olarak bulunabilmektedir (Morita ve Zhu, 2007):

$$\text{minimize}_{\lambda, \theta} \theta_k^l = \theta \quad (2)$$

Kısıtlar Kümesi:

$$\sum_{j \in J^l} \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{ik} \quad i = 1, \dots, m;$$

$$\sum_{j \in J^l} \lambda_j y_{rj} \geq y_{rk} \quad r = 1, \dots, s;$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j \in J^l.$$

Model (2) de x_{ij} ve y_{rj} , KVB_j'nin i'inci girdisi ve r'inci çıktısıdır. $l = 1$ olduğunda model orijinal girdi odaklı CCR modeli haline Dolayısıyla, E^1 kümesindeki karar birimleri birinci düzey etkin sınırı tanımlamaktadır. $l = 2$ olduğunda ise birinci etkinlik düzeyindeki birimlerin çıkarılmasından sonra ikinci düzey etkin sınırı elde edilmektedir. Bu şekilde, çeşitli düzeylerde etkin sınırlar tanımlanmaktadır.

2.4. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) Endeksi

Malmquist (1953) ilk olarak, bir firmanın iki farklı dönemdeki girdilerinin, bir dönemdeki girdinin diğer dönemdeki aynı çıktı düzeyini üretebilecek şekilde azaltılabileceği maksimum faktör açısından karşılaştırılmasını önermiştir. Bu fikir Malmquist girdi endeksinin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır (Cooper vd., 2004). Caves vd. (1982) Malmquist girdi endeksinin genişleterek Malmquist verimlilik endeksinin tanımlamıştır. Färe vd. (1994) VZA tabanlı Malmquist verimlilik ölçütleri geliştirmiştir.

VZA modelleri, belirli bir dönem için etkinlik ölçümü sağlamakta, dönemler arası etkinlik değişimini gözlemlemeye olanak tanımamaktadır. Malmquist Toplam Faktör Verimlilik (TFV) Endeksi yaklaşımı (Caves vd., 1982; Färe vd., 1992) dönemler arası verimlilikteki değişiklikleri gözlemlemek için geliştirilmiş ve yaygınlıkla kullanılmaktadır. Bir dönemden diğerine değişimi ölçmek adına her bir karar birimim için Malmquist TFV endeksi hesaplanmaktadır. Malmquist TFV Endeksi, Etkinlikteki Değişme (ED) ve Teknolojideki Değişme (TD) olmak üzere iki bileşenden oluşmakta ve t döneminden $t + 1$ dönemine kadar "etkinlikteki değişme" ve "teknolojideki değişme" terimlerinin çarpımı ile hesaplanmaktadır.

Her bir KVB_j'nin ($j = 1, 2, \dots, n$), her bir t döneminde ($t = 1, \dots, T$), $x_j^t = (x_1^t, \dots, x_m^t)$ girdi vektörünü kullanarak $y_j^t = (y_1^t, \dots, y_s^t)$ çıktı vektörünü ürettiği varsayımı altında, t 'den $t + 1$ 'e KVB_o'nun etkinliği değişebilmekte ve/veya sınır kayabilmektedir. Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi şu şekilde hesaplanmaktadır (Zhu, 2009):

$$M_o = \left[\frac{\theta_o^t(x_o^t, y_o^t)}{\theta_o^t(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})} \frac{\theta_o^{t+1}(x_o^t, y_o^t)}{\theta_o^{t+1}(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

M_o , t döneminden $t + 1$ dönemine kadar verimlilikteki değişmeyi ölçmektedir. $M_o > 1$ ise verimlilikte ilerlemeyi, $M_o < 1$ ise verimlilikte gerilemeyi ve $M_o = 1$ ise verimlilikte herhangi bir değişimin olmadığını ifade etmektedir. M_o 'nun aşağıdaki modifikasyonu, teknik etkinlikteki değişimin ve sınırdaki hareketin belirli bir KVB_o açısından ölçülmesini mümkün kılmaktadır.

$$M_o = \frac{\theta_o^t(x_o^t, y_o^t)}{\theta_o^{t+1}(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})} \left[\frac{\theta_o^{t+1}(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})}{\theta_o^t(x_o^t, y_o^t)} \frac{\theta_o^{t+1}(x_o^t, y_o^t)}{\theta_o^t(x_o^t, y_o^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Yukarıdaki eşitlikteki ilk terim, t ve $t + 1$ dönemleri arasındaki teknik etkinlikteki değişmeyi ölçerken; ikinci terim, t ve $t + 1$ dönemleri arasındaki etkin üretim sınırındaki değişimi ölçmektedir.

3. BULGULAR

Bu çalışmada ele alınan modeller, MS Excel'in bir uzantısı olan SolverStudio platformunda Python programlama dilinde kodlanarak çözülmüştür. Analizlere ilişkin bulgular, Intel Core i7-9750h 4,50 GHz işlemcili, 64 bit işletim sistemi ve 16 GB belleğe sahip bir bilgisayardan elde edilmiştir.

3.1. VZA Etkinlik Skorları

2011-2020 dönemi için hesaplanan çıktı odaklı CRS etkinlik skorları itibarıyla Japonya ve Amerika'nın her yıl için %100 etkinlik skoruna sahip olduğu, Lüksemburg'un da 2014 ve 2017 ve 2018 yılları hariç yine her yıl %100 etkinlik skoruna sahip olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, organik tarımda en etkin ülkelerin bu ülkeler olduğu, diğer ülkelerin hedef değerlerine ulaşabilmek adına bu ülkeleri referans almaları gerektiği söylenebilmektedir. Genel bir değerlendirme yapılacak olursa, 2011-2020 döneminde OECD ülkelerinin etkinlik sınırına uzak olduğu başka bir deyişle etkinsiz oldukları saptanmıştır. Tablo 3'te değerlendirilen yıllar boyunca ülkelerin ortalama etkinlik skorları, etkin ve etkin olmayan birim sayıları sunulmaktadır.

Tablo 3: 2011-2020 Yılları Arası OECD Ülkelerinin CRS Etkinlik Skorları

Yıllar	Ortalama Etkinlik Skoru	Etkin Birim Sayısı	Etkin Olmayan Birim Sayısı
2011	22.94%	3 (ABD, Japonya ve Lüksemburg)	29
2012	22.67%	3 (ABD, Japonya ve Lüksemburg)	29
2013	22.01%	3 (ABD, Japonya ve Lüksemburg)	29
2014	21.50%	2 (ABD ve Japonya)	30
2015	21.99%	3 (ABD, Japonya ve Lüksemburg)	29
2016	21.31%	3 (ABD, Japonya ve Lüksemburg)	29
2017	19.69%	2 (ABD ve Japonya)	30
2018	21.56%	2 (ABD ve Japonya)	30
2019	21.07%	3 (ABD, Japonya ve Lüksemburg)	29
2020	21.86%	3 (ABD, Japonya ve Lüksemburg)	29

Tablo 3 incelendiğinde, 10 yıllık dönemde OECD üye ülkelerinin organik tarımsal etkinliklerinin ortalama olarak %19 ila %23 arasında değiştiği, 2011 yılından itibaren ise genel bir düşüş eğilimi gösterdikleri görülmüştür. Bu 10 yıllık değerlendirme periyodunda en yüksek skora sahip beş ülke Japonya, Amerika Birleşik Devletleri, Lüksemburg, Hollanda ve İsviçre olurken; en düşük etkinlik skor ortalamasına sahip ülkeler ise Slovakya, Letonya, Şili, Türkiye ve Meksika olmuştur. Ayrıca, bu ülkelerin etkinlik skorlarının %1'den bile daha düşük olduğu görülmüştür.

3.2. Katmanlı VZA Bulguları

Bu çalışmadaki analizler kapsamında VZA etkinlik ölçümlerini takiben, etkinlik analizlerinin ikinci aşaması olarak 2011-2020 yılları için ölçeğe göre değişken getirili (VRS) Katmanlı VZA uygulanmıştır.

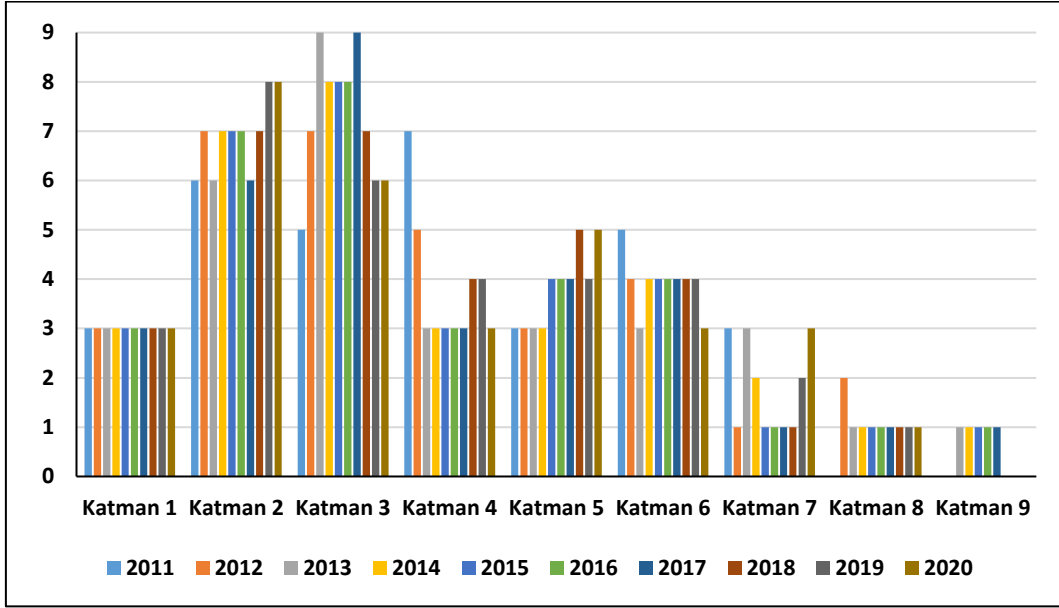
Tablo 4'te 2011-2020 döneminde her yıl için belirlenen toplam katman sayısı ve ülkelerin hangi etkinlik düzeyinde yer aldığı listelenmektedir.

Tablo 4'te görüldüğü üzere, 2011 yılında yedi, 2012, 2018, 2019 ve 2020 yıllarında sekiz ve 2013, 2014, 2015, 2016 ve 2017 yıllarında ise dokuz etkinlik düzeyi belirlenmiştir. VZA etkinlik skorları en yüksek olan ABD, Japonya ve Lüksemburg tüm yıllarda birinci katmanda yer almıştır. Benzer şekilde, ülkelerin etkinlik skorlarına paralel olarak farklı etkinlik düzeylerine göre belirlenen katmanlar içerisinde kümelendikleri görülmüştür. Dikkat çekici bir bulgu olarak, Meksika'nın 2018 ve 2020 yılları haricindeki tüm yıllarda en dış katmanlarda yer aldığı; 2018 ve 2020 yıllarında ise sekiz katman içerisinde beşincisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Şekil 1'de 2011-2020 döneminde katmanlarda yer alan ülke sayıları verilmektedir.

Tablo 4: 2011-2020 Döneminde Ülkelerin Kümelenedikleri Etkinlik Katmanları

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Almanya	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ABD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Avustralya	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2
Avusturya	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5
Belçika	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Birleşik Krallık	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2
Çekya	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Danimarka	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Finlandiya	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Fransa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Hollanda	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
İrlanda	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3
İspanya	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5
İsveç	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4
İsviçre	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
İtalya	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Japonya	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kanada	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2
Letonya	7	6	7	6	7	6	6	6	5	6
Litvanya	6	5	5	5	6	5	5	4	4	5
Lüksemburg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Macaristan	5	4	4	4	5	5	5	5	6	7
Meksika	7	8	9	9	9	9	9	5	7	5
Norveç	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2
Polonya	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6
Portekiz	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8
Slovakya	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3
Slovenya	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3
Şili	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4
Türkiye	7	8	8	8	8	8	8	8	8	7
Yeni Zelanda	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2
Yunanistan	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Toplam Katman Sayısı	7	8	9	9	9	9	9	8	8	8

Şekil 1: Yıllara göre Katmanlarda Yer Alan Ülke Sayısı



Şekil 1 incelendiğinde, 2011-2020 döneminde ülkelerin etkinlik düzeylerine göre en çok ikinci ve üçüncü katmanda yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Göreceli olarak dördüncü, beşinci ve altıncı katmanda da yoğunlaşmaların mevcut olduğu görülmekle birlikte, sekizinci ve dokuzuncu katmanların yer aldığı yılların hemen hemen hepsinde bu düzeylerde tek ülke olduğu tespit edilmiştir. Daha önceden de belirtildiği üzere, tüm yıllarda en az yedi katman mevcuttur.

3.3. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi Hesaplamaları

Malmquist TFV endeksinin dönemler arası etkilerini analiz edebilmek adına kümülatif değerler dikkate alınarak analizlerde 2011 yılı için “1.000” başlangıç değeri olarak kabul edilerek hesaplamalar yapılmıştır. Gözlem sonuçlarının her birinin önceki gözlem sonucuna bağlı olarak değişmesinden ötürü, ölçüt olarak ortalamaları hesaplarken geometrik ortalama kullanılmıştır. Tablo 5’te 2011-2020 dönemindeki etkinlikteki, teknolojiye ve Malmquist TFV endeksindeki değişimler verilmektedir.

Tablo 5 incelendiğinde, dönemler üzerinden bakılacak olursa sadece 2017-2018 döneminde etkinlikte ilerleme (%1.8) görülmüş, teknolojiye ise 2011-2012 döneminden itibaren sürekli bir gerileme gözlemlenmiş ve benzer şekilde Malmquist Endeksi değerlerinde sürekli olarak gerileme görülmüştür. Genel ortalamaya bakıldığında ise 2011-2020 döneminde etkinlikte %12.6’lık; teknolojiye %23.9’lük bir gerileme ve Malmquist TFV endeksinde %33.4’lük bir gerileme izlenmiştir.

Tablo 5: 2011-2020 OECD Ülkelerinin Etkinlik, Teknoloji ve Toplam Faktör Verimliliği Değişmelerinin Dönemsel Ortalamaları

Periyod	Etkinlikteki Değişme	Teknolojideki Değişme	Malmquist TFV Endeksi
2011-2012	0.939	0.939	0.882
2012-2013	0.854	0.909	0.776
2013-2014	0.812	0.854	0.693
2014-2015	0.811	0.814	0.660
2015-2016	0.760	0.802	0.609
2016-2017	0.871	0.629	0.548
2017-2018	1.018	0.618	0.630
2018-2019	0.959	0.611	0.586
2019-2020	0.964	0.591	0.570
Ortalama	0.874	0.761	0.666

Tablo 6 ile 2011-2020 döneminde her bir ülkenin ortalama etkinlikteki, teknolojideki ve Malmquist TFV endeksindeki değişmelerinin ortalamaları sunulmaktadır.

Tablo 6: 2011-2020 Döneminde OECD Ülkelerinin Etkinlik, Teknoloji ve Toplam Faktör Verimliliği Değişmelerinin Ortalamaları

OECD Ülkeleri	ED	TD	MTFV	OECD Ülkeleri	ED	TD	MTFV
Almanya	0.798	0.882	0.704	Japonya	1.000	0.833	0.833
ABD	1.000	0.608	0.608	Kanada	0.762	0.826	0.630
Avustralya	1.146	0.549	0.630	Letonya	1.499	0.446	0.669
Avusturya	0.985	0.732	0.721	Litvanya	1.306	0.507	0.662
Belçika	0.879	0.822	0.723	Lüksemburg	1.045	0.664	0.694
Birleşik Krallık	0.969	0.605	0.587	Macaristan	0.386	1.603	0.619
Çekya	0.937	0.634	0.594	Meksika	1.384	0.710	0.983
Danimarka	0.776	0.841	0.653	Norveç	1.971	0.358	0.706
Finlandiya	0.934	0.743	0.694	Polonya	1.347	0.535	0.721
Fransa	0.872	0.819	0.714	Portekiz	0.452	1.423	0.643
Hollanda	0.941	0.753	0.708	Slovakya	0.418	1.505	0.630
İrlanda	0.880	0.816	0.718	Slovenya	0.626	1.121	0.702
İspanya	0.909	0.739	0.672	Şili	0.710	1.020	0.723
İsveç	0.943	0.655	0.618	Türkiye	0.990	0.718	0.711
İsviçre	0.984	0.714	0.703	Yeni Zelanda	1.396	0.428	0.597
İtalya	0.828	0.861	0.713	Yunanistan	0.422	1.607	0.678

Tablo 6’da, ülkeler bazında faktör verimliliği hesaplamaları incelenmiştir. Etkinlikteki en yüksek ilerleme %97.1 ile Norveç’te iken, teknolojiye ise en yüksek ilerleme %60.7 ile Yunanistan’da görülmüştür. Malmquist TFV endeksinde ise hiçbir ülkede ilerleme görülmemiş, en düşük gerileme ise %1.7 ile Meksika’da görülmüştür.

En yüksek gerilemelere bakıldığında ise etkinlikte %61.4 ile Macaristan’da, teknolojiye de en büyük gerileme ise %64.2 ile etkinlikte en yüksek ilerlemeye sahip olan Norveç’te gözlenmiştir. Toplam faktör verimliliğinde ortalama en büyük gerileme ise %41.3 ile Birleşik Krallık’ta görülmüştür.

Tablo 7 ile bölgesel düzeyde 2011-2020 periyodunda Malmquist TFV endeksindeki değişmelerinin ortalamaları sunulmaktadır.

Tablo 7: 2011-2020 Döneminde Bölgesel Düzeyde Toplam Faktör Verimliliği Değişmelerinin Ortalamaları

Bölge	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Asya	1.000	0.965	0.809	0.731	0.707	0.648	0.569	0.646	0.559	0.555
Avrupa	1.000	0.899	0.787	0.700	0.666	0.613	0.553	0.623	0.577	0.562
Güney Amerika	1.000	0.830	0.765	0.705	0.593	0.519	0.522	0.515	0.541	0.489
Kuzey Amerika	1.000	0.779	0.709	0.675	0.665	0.637	0.544	0.763	0.715	0.715
Okyanusya	1.000	0.814	0.732	0.618	0.599	0.558	0.504	0.587	0.557	0.536
Tümü	1.000	0.882	0.776	0.693	0.660	0.609	0.548	0.630	0.586	0.570
Türkiye	1.000	0.678	0.658	0.651	0.649	0.641	0.539	0.816	0.784	0.793

Bölgesel açıdan Malmquist faktör verimliliklerinin incelendiği Tablo 7’ye göre, dönemler arasında genel bir düşüş gözlemlenmiş, sadece Kuzey Amerika bölgesinde 2018 döneminden sonra toplam faktör verimliliğinde diğer yıllara göre ilerleme görülmüştür. Türkiye açısından ayrı bir değerlendirme yapılacak olursa, genel ortalamalara göre 2016 yılına kadar diğer tüm bölgelerin ortalamasından düşük olduğu, 2016 ve sonrasında ise 2017 yılı dışında ortalamanın üzerinde skorlara sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca, 2011-2017 döneminde sürekli bir gerileme mevcutken, 2018 döneminde ilerleme, 2019’da gerileme ve 2020 döneminde faktör verimliliğinde bir ilerlemenin olduğu gözlenmiştir.

3.4. Katmanlı Veri Zarflama Analizi & Malmquist TFV Endeksi

2011-2020 yılları arasında en güncel verilere sahip olması nedeniyle 2020 yılına ilişkin Katmanlı VZA tekniğinin uygulanması ile belirlenmiş ülkelerin içinde bulunduğu katmanlara göre 2019-2020 dönemindeki etkinlikteki değişme, teknolojiye de değişme ve Malmquist TFV endeksi incelenmiştir. Tablo 8’de ülkelerin 2020 yılındaki etkinlik katmanlarına göre etkinlikteki, teknolojiye de ve Malmquist TFV’indeki değişmeler sunulmaktadır.

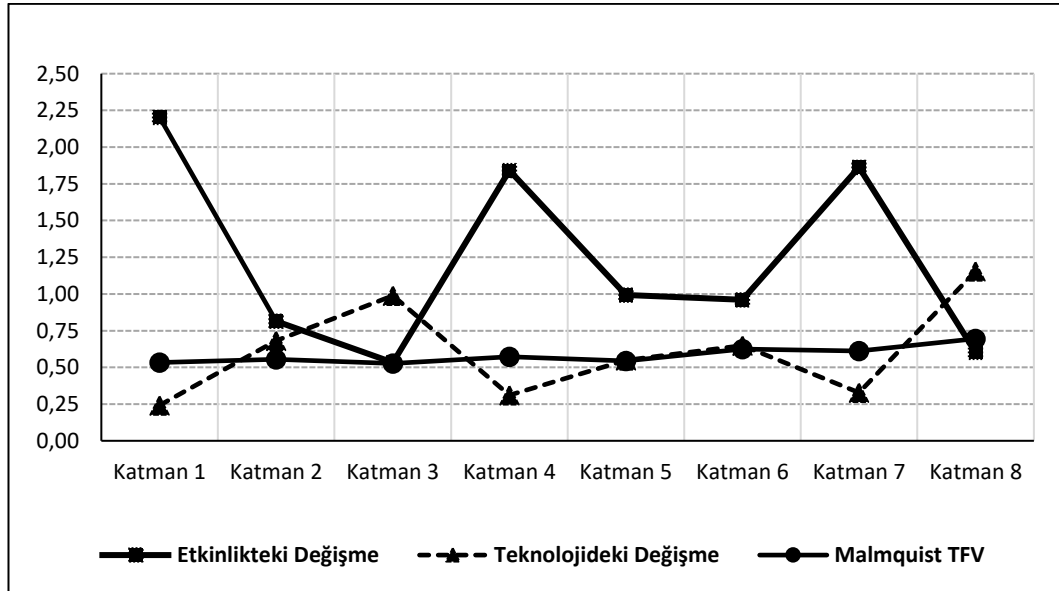
Tablo 8: 2020 Yılı için Belirlenen Etkinlik Katmanlarına göre Ülkelerin 2019-2020 Dönemindeki Etkinlikteki, Teknolojideki ve TFV'deki Değişmeleri

Ülkeler	2020 Katmanlı VZA Düzeyleri	2019-2020 Etkinlikteki Değişme	2019-2020 Teknolojideki Değişme	2019-2020 Malmquist TFV
ABD	Katman 1	1.390	0.445	0.618
Japonya	Katman 1	3.133	0.164	0.514
Lüksemburg	Katman 1	2.454	0.194	0.476
Almanya	Katman 2	1.344	0.341	0.458
Avustralya	Katman 2	0.889	0.647	0.575
Birleşik Krallık	Katman 2	1.706	0.285	0.486
Hollanda	Katman 2	0.331	1.887	0.626
İsviçre	Katman 2	1.000	0.952	0.952
Kanada	Katman 2	1.192	0.427	0.509
Norveç	Katman 2	0.217	2.351	0.510
Yeni Zelanda	Katman 2	1.107	0.414	0.458
Belçika	Katman 3	0.157	4.080	0.639
Danimarka	Katman 3	1.711	0.304	0.520
Fransa	Katman 3	0.790	0.681	0.538
İrlanda	Katman 3	0.145	3.317	0.480
Slovakya	Katman 3	0.841	0.602	0.506
Slovenya	Katman 3	0.889	0.552	0.491
İsveç	Katman 4	0.983	0.607	0.597
İtalya	Katman 4	4.166	0.122	0.507
Şili	Katman 4	1.524	0.405	0.618
Avusturya	Katman 5	0.622	0.736	0.458
Finlandiya	Katman 5	0.799	0.679	0.542
İspanya	Katman 5	0.766	0.715	0.547
Litvanya	Katman 5	0.833	0.680	0.567
Meksika	Katman 5	3.040	0.203	0.617
Çekya	Katman 6	0.819	0.611	0.500
Letonya	Katman 6	5.763	0.184	1.060
Polonya	Katman 6	0.188	2.438	0.458
Macaristan	Katman 7	3.160	0.197	0.622
Türkiye	Katman 7	2.042	0.382	0.781
Yunanistan	Katman 7	1.000	0.472	0.472
Portekiz	Katman 8	0.602	1.155	0.695

Tablo 8'e göre 2020 yılı itibariyle belirlenen sekiz adet katmanda yer alan ülkelerin etkinliklerinde ve teknolojilerinde hem ilerleme hem de gerileme gözlemlenirken; Malmquist toplam faktör verimliliklerinde altıncı katmanda yer alan Letonya haricinde tüm katmanlardaki ülkelerde gerileme gözlemlenmiştir. Altıncı katmanda yer alan Letonya %476.3 ile etkinlikteki, % 6 ile de toplam faktör verimliliğinde en büyük ilerlemeyi göstermiştir. Teknolojideki en büyük ilerleme ise %308 ile üçüncü katmanda bulunan Belçika'da görülmüştür. Sekiz farklı katmanda yer alan ülkelerdeki en büyük gerilemeler ise etkinlikte %85.5 ile üçüncü katmanda yer alan İrlanda'da, teknolojide %87.8 ile dördüncü katmandaki İtalya'da ve Malmquist toplam faktör verimliliğinde %54.2 ile ikinci katmanda bulunan Almanya'da gözlenmiştir.

Şekil 2 ile 2019-2020 döneminde katmanlara göre etkinlikteki, teknolojideki ve Malmquist toplam faktör verimliliğindeki değişmelerin ortalamaları sunulmaktadır.

Şekil 2: 2019-2020 Döneminde Katmanlara Göre Etkinlikteki Değişme, Teknolojideki Değişme ve Malmquist TFV Endeksi Ortalamaları



Şekil 2 incelendiğinde, etkinlikteki ilerlemenin en yüksek olduğu birinci katman aynı zamanda teknolojideki en büyük gerilemeyi göstermiştir. Katman 2 etkinlikteki, Katman 3 de toplam faktör verimliliğindeki gerilemenin en yüksek olduğu katmanlardır. Teknolojideki ve Malmquist toplam faktör verimliliğindeki en büyük ilerleme ise Katman 8'de görülmüştür.

3.5. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi ile Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi Karşılaştırması

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) 2015 yılında Birleşmiş Milletler tarafından yoksulluğu sona erdirmek, gezegeni korumak ve herkes için refah sağlamak amacıyla küresel bir eylem çağrısı olarak kabul edilmiştir. Sürdürülebilir Kalkınma Çözümleri Ağı (SDSN) ve Bertelsmann Stiftung Vakfı, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne ulaşma yolunda kaydedilen ilerlemeyi takip etmek amacıyla SKH Endeksi'ni geliştirmiştir. Bu endeksin amacı, bir ülkedeki yoksulluğun azaltılması, toplumsal cinsiyet eşitliği, eğitime erişim ve çevresel sürdürülebilirlik dâhil olmak üzere SKH'lerle ilgili bir dizi gösterge üzerindeki performansının kapsamlı bir değerlendirmesini sağlayabilmektir. SKH Endeksi, 17 adet sürdürülebilir kalkınma amacı ve 169

adet hedeften oluşan bir kümeye dayanmaktadır ve sürdürülebilir kalkınmanın tüm yönlerini kapsayan 100 gösterge içermektedir (United Nations, 2015).

SKH Endeksi ve Malmquist TFV Endeksi, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne yönelik ilerlemeyi ölçmek için kullanılacak iki farklı araçtır, ancak birbirleriyle doğrudan ilişkili değildir. Öte yandan, SKH Endeksi ve MTFV Endeksi birbirleriyle karşılaştırılarak, bir ülkenin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne ulaşması açısından ne kadar verimli olduğunu ölçmek için kullanılabilir. Ayrıca, bir ülkenin SKH Endeksi ve MTFV Endeksi skorlarının zaman içinde nasıl değiştiği izlenebilmekte ve bu değişikliklerin nedenleri analiz edilebilmektedir. Örneğin, bir ülkenin SKH Endeksi skoru yüksek iken, MTFV Endeksi skoru düşük olabilmektedir. Dolayısıyla, bu ülke için Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne ulaşmak için daha fazla kaynağa ihtiyaç duyabildiği ve verimliliğini azalttığı düşünülebilir. Bu nedenlerle, her iki endeks karşılaştırılarak bir ülkenin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne ulaşabilmesi adına ne kadar verimli olduğunu ölçmek ve kaynak kullanımının etkinliğini analiz etmek için kullanılabilir.

Bu bilgiler ışığında, çalışmadaki analizler kapsamında son olarak, ülkeler bazında faktör verimliliği ortalamaları ile Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri arasındaki ilişkiyi görebilmek, benzerlikleri ve farklılıkları ortaya koyabilmek adına bu iki endeks skorları karşılaştırılmakta ve Tablo 9 ile sunulmaktadır.

Tablo 9 incelendiğinde, en büyük farklılığın Toplam Faktör verimliliği skoru ortalamalarına göre sıralamada en üstte yer alan Meksika'da olduğu görülmektedir. Meksika'nın (69. Sıra) Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi skorunda ise OECD ülkeleri arasında en düşük sırada bulunan Türkiye'den (70. Sıra) sonra en son sırada yer aldığı görülmüştür. Benzer şekilde, Türkiye de OECD ülkeleri arasında 32. ve son sıradayken, faktör verimliliğinde ise 10. sırada yer almıştır.

Endeksler arasındaki benzerlikleri değerlendirmek gerekirse, her iki endeks için de ilk 10'da yer alan iki ülke tespit edilmiştir. Bunlardan ilki olan Avusturya, faktör verimliliğinde 5. sıradayken SDG endeksinde 7. sırada yer almaktadır. Benzer şekilde, Fransa'nın faktör verimliliğinde 8. sırada ve SDG endeksinde 4. sırada yer aldığı görülmektedir.

Tablo 9: OECD Ülkelerinin Malmquist TFV Endeksi ile Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi Karşılaştırması

	Malmquist TFV Endeksi Skoru	MTFV Endeksi Sıralaması	2020 SDG Endeksi Skoru	2020 SDG Endeksi Sıralaması
Meksika	0.983	1	70.44	69
Japonya	0.833	2	79.17	17
Şili	0.723	3	77.42	28
Belçika	0.723	4	79.96	11
Avusturya	0.721	5	80.70	7
Polonya	0.721	6	78.10	23
İrlanda	0.718	7	79.38	14
Fransa	0.714	8	81.13	4
İtalya	0.713	9	77.01	30
Türkiye	0.711	10	70.30	70
Hollanda	0.708	11	80.37	9
Norveç	0.706	12	80.76	6
Almanya	0.704	13	80.77	5
İsviçre	0.703	14	79.35	15
Slovenya	0.702	15	79.80	12
Lüksemburg	0.694	16	74.31	44
Finlandiya	0.694	17	83.77	3
Yunanistan	0.678	18	74.33	43
İspanya	0.672	19	78.11	22
Letonya	0.669	20	77.73	24
Litvanya	0.662	21	74.95	36
Danimarka	0.653	22	84.56	2
Portekiz	0.643	23	77.65	25
Avustralya	0.630	24	74.87	37
Kanada	0.630	25	78.19	21
Slovakya	0.630	26	77.51	27
Macaristan	0.619	27	77.34	29
İsveç	0.618	28	84.72	1
ABD	0.608	29	76.43	31
Yeni Zelanda	0.597	30	79.20	16
Çekya	0.594	31	80.58	8
Birleşik Krallık	0.587	32	79.79	13

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, 2011-2020 döneminde OECD ülkelerindeki organik tarım üretiminin etkinliği VZA ile ölçülmüş, Katmanlı VZA ile ülkeler etkinlik düzeylerine göre farklı katmanlarda gruplandırılarak değerlendirmelerde bulunulmuş ve değerlendirilen dönemler arasındaki etkinlikteki değişimler de Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi ile incelenmiştir. Ek olarak, bu çalışmada ekolojik tarıma ilişkin etkinlik değerlendirmelerinin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri çerçevesinde irdelenerek küresel kalkınmaya sağlayabileceği potansiyel katkının önemini vurgulayabilmek hedeflenmektedir.

VZA ile hesaplanan etkinlik skorlarına göre Amerika, Japonya ve Lüksemburg haricindeki OECD ülkelerinin organik tarım konusunda etkin bir üretime sahip olmadıkları görülmüştür. Benzer şekilde, VZA tabanlı Malmquist Verimlilik Endeksi hesaplamaları ile etkinlikte, teknolojiye ve toplam faktör verimliliğinde genel olarak gerileme olduğu saptanmıştır. Katmanlara göre etkinlikte, teknolojiye ve Malmquist toplam faktör verimliliğindeki değişimlerin ortalamaları sunulmuş, etkinlikteki ilerlemenin en yüksek olduğu birinci katman aynı zamanda teknolojiye en büyük gerilemeyi göstermiştir. Katman 2 etkinlikteki, Katman 3'te toplam faktör verimliliğindeki gerilemenin en yüksek olduğu katmanlardır. Teknolojiye ve Malmquist toplam faktör verimliliğindeki en büyük ilerleme ise Katman 8'de görülmüştür. Malmquist TFP Endeksi ile Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi karşılaştırıldığında ise, etkin üretim yapan ülkelerin beklenen aksine SKH Endeksinde gerilerde olduğu görülmüştür. SKH Endeksi ve etkinlik skor ortalamalarında da ülkeler bazında herhangi bir paralellik belirlenmemiştir. Her iki endeks için de ilk 10'da yer alan sadece iki ülke tespit edilmiştir.

Hem halihazırda oluşmuş olan çevresel zararları minimuma indirmek hem de geleceğe yönelik önlemler almak adına yapılan tarım çalışmalarından en bilineni ekolojik tarımdır. Bu çalışmada ekolojik tarım ile ilişkilendirilen sürdürülebilir kalkınma kavramı, ilk defa 1987 yılında Birleşmiş Milletler'in Ortak Geleceğimiz Raporunda gündeme gelmiştir. Sürdürülebilir Kalkınma kavramı, çevre ve sosyal gelişme ana başlıkları altında ele alınabileceği gibi, şu an sahip olunan kaynakları gelecek nesillerin de ihtiyaçlarını giderecek şekilde koruma düşüncesini de taşımaktadır. 2015 yılında Birleşmiş Milletler Genel Kurulunda belirlenen 17 maddelik Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne 2030 yılına kadar ulaşılması halinde dünya üzerindeki birçok probleme çözüm bulunacağı ön görülmektedir.

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri 2015 yılında belirlendiği için bu konuda atılan adımların göreceli olarak yeni olduğu söylenebilir. Uluslararası kuruluşların çatısı altında hazırlanan raporlar ve eylem planları dünya üzerindeki tüm ülkeleri sorumlu tarım uygulamaları konusunda harekete geçirmiştir. Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı çerçevesinde yer alan "tarladan çatala (farm-to-fork)" stratejisi ve Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkan "tarladan sofraya (farm-to-table)" toplumsal hareketi bunlara örnek gösterilebilir. Yasal düzenlemeler ve desteklerle aile çiftçiliği, küçük ve orta ölçekli çiftliklerde ekolojik tarım uygulamalarının kullanması teşvik edilmektedir. Ekolojik tarımı tercih edilen nedenlerden biri de sağlıklı, kaliteli ve güvenilir ürünlerin ticaretinin çiftçilerin kazancına olan olumlu katkısıdır. Zarar önleyici ve verimlilik artırıcı yöntemlerin kullanımına dair eğitimler ve teknolojik gelişmelerin yardımı ile ekolojik tarım, kırsal kalkınmayı da desteklemektedir. Bu kapsamda, organik/ekolojik tarım, permakültür, Fukuoka gibi doğal tarım uygulamaları ve Tarım 4.0 ile yeni bir döneme girilmesi ile akıllı tarım uygulamaları gibi teknolojik gelişmeler yaşandıkça ilerleyen yıllarda daha etkin ve verimli üretim yapılması beklentisi de oluşmaktadır.

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

- Artukoglu, M. M., Olgun, A., & Adanacioglu, H. (2010). The efficiency analysis of organic and conventional olive farms: Case of Turkey. *Agricultural Economics*, 56(2), 89. <https://doi.org/10.17221/620-AGRICECON>
- Breustedt, G., Latacz-Lohmann, U., & Tiedemann, T. (2011). Organic or conventional? Optimal dairy farming technology under the EU milk quota system and organic subsidies. *Food Policy*, 36(2), 223-229. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.11.019>
- Boateng, V. F., Donkoh, S. A., & Adzawla, W. (2022). Organic and conventional vegetable production in northern Ghana: farmers' decision making and technical efficiency. *Organic Agriculture*, 12(1), 47-61. <https://doi.org/10.1007/s13165-021-00379-7>
- 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. <https://doi.org/10.2307/1913388>
- 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)
- 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., L.M. Seiford and J. Zhu, (2004). Handbook of Data Envelopment Analysis, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Färe, R. et al. (1992), "Productivity changes in Swedish pharmacies 1980-1989: A non-parametric Malmquist approach, *Journal of Productivity Analysis*, 3(1-2), 85-101. <https://doi.org/10.1007/BF00158770>
- Färe, R., Grosskopf, S., & Lovell, C. K. (1994). Production frontiers. Cambridge University Press.
- Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Statistics (2022). Data on organic agriculture worldwide. 28 Ekim 2022 tarihinde <https://statistics.fibl.org/world.html> adresinden erişilmiştir.

- Gamboa, C., Bojacá, C. R., Schrevens, E., & Maertens, M. (2020). Sustainability of smallholder quinoa production in the Peruvian Andes. *Journal of Cleaner Production*, 264, 121657. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121657>
- Garcia-Cornejo, B., Perez-Mendez, J. A., Roibas, D., & Wall, A. (2020). Efficiency and sustainability in farm diversification initiatives in Northern Spain. *Sustainability*, 12(10), 3983. <https://doi.org/10.3390/su12103983>
- Ho, T. Q., Hoang, V. N., Wilson, C., & Nguyen, T. T. (2018). Eco-efficiency analysis of sustainability-certified coffee production in Vietnam. *Journal of Cleaner Production*, 183, 251-260. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.147>
- Latruffe, L., & Nauges, C. (2014). Technical efficiency and conversion to organic farming: the case of France. *European Review of Agricultural Economics*, 41(2), 227-253. <https://doi.org/10.1093/erae/jbt024>
- Madau, F. A., Furesi, R., & Pulina, P. (2017). Technical efficiency and total factor productivity changes in European dairy farm sectors. *Agricultural and Food Economics*, 5(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40100-017-0085-x>
- Malmquist, S. (1953). Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de estadística*, 4(2), 209-242. <https://doi.org/10.1007/BF03006863>
- Morita, H., Hirokawa, K., & Zhu, J. (2005). A slack-based measure of efficiency in context-dependent data envelopment analysis. *Omega*, 33(4), 357-362. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.06.001>
- Morita, H. and Zhu, J. (2007), Context-dependent data envelopment analysis and its use, Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis, Springer, New York, NY, pp. 241-259.
- Nastis, S. A., Bournaris, T., & Karpouzou, D. (2019). Fuzzy data envelopment analysis of organic farms. *Operational Research*, 19, 571-584. <https://doi.org/10.1007/s12351-017-0294-9>
- Poudel, K. L., Johnson, T. G., Yamamoto, N., Gautam, S., & Mishra, B. (2015). Comparing technical efficiency of organic and conventional coffee farms in rural hill region of Nepal using data envelopment analysis (DEA) approach. *Organic Agriculture*, 5(4), 263-275. <https://doi.org/10.1007/s13165-015-0102-x>
- Riar, A., Mandloi, L. S., Sendhil, R., Poswal, R. S., Messmer, M. M., & Bhullar, G. S. (2020). Technical efficiencies and yield variability are comparable across organic and conventional farms. *Sustainability*, 12(10), 4271. <https://doi.org/10.3390/su12104271>
- Seiford, L. M., & Thrall, R. M. (1990). Recent developments in DEA: the mathematical programming approach to frontier analysis. *Journal of Econometrics*, 46(1-2), 7- 38. <https://doi.org/10.3390/su12104271>
- Skolrud, T. (2019). Farm-level determinants of product conversion: Organic milk production. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, 67(3), 261-281. <https://doi.org/10.1111/cjag.12201>
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (2003). Context-dependent data envelopment analysis—Measuring attractiveness and progress. *Omega*, 31(5), 397-408. [https://doi.org/10.1016/S0305-0483\(03\)00080-X](https://doi.org/10.1016/S0305-0483(03)00080-X)

- Tiedemann, T., & Latacz-Lohmann, U. (2013). Production risk and technical efficiency in organic and conventional agriculture—the case of arable farms in Germany. *Journal of Agricultural Economics*, 64(1), 73-96. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2012.00364.x>
- Thanassoulis, E. (2001). Introduction to the theory and application of data envelopment analysis. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- United Nations (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations: New York, NY, USA.
- Yadava, A. K., & Komaraiah, J. B. (2021). Benchmarking the performance of organic farming in India. *Journal of Public Affairs*, 21(2), e2208. <https://doi.org/10.1002/pa.2208>
- Zhu, J. (2009). Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: Data envelopment analysis with spreadsheets (Vol. 2). New York: Springer.