



**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
İKTİSADİ VE İDARİ BİLİMLER FAKÜLTESİ DERGİSİ**

Hacettepe University  
Journal of Economics and Administrative Sciences

**Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 41, Tarım Özel Sayısı, 2023**

**Hacettepe University Journal of Economics and Administrative Sciences, Vol 41, Agriculture Special Issue, 2023**

**ISSN 1301-8752 | e-ISSN1309-6338**

**Derginin Sahibi/Publisher:** M. Umut TOSUN, Dekan / Dean  
H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi adına /  
on behalf of H.U. Faculty of Economics and Administrative Sciences

**Yayın Kurulu Başkanı/Chief Editor:** A. Yasemin YALTA  
**Misafir Editör/Guest Editor:** Özgür TEOMAN  
**Misafir Editör Yardımcısı/Deputy Guest Editor:** Kazım Barış ATICI  
**Yayın Kurulu Başkan Yardımcısı/Deputy Editor:** Selin METİN CAMGÖZ

**Sorumlu Yazı İşleri Müdürü/Editorial Manager:** Şerife GÜRAN

**Yayın Kurulu/Editorial Board:**

Selin Metin CAMGÖZ	Hacettepe Üniversitesi (İşletme), TR
Tarkan ÇAVUŞOĞLU	Hacettepe Üniversitesi (Maliye), TR
Andre DORSMAN	VU Üniversitesi (İşletme), NL
Mine Pinar GÖZEN ERCAN	Hacettepe Üniversitesi (Uluslararası İlişkiler), TR
Matthias FINGER	Ecole Poly. Federal de Lausanne (İşletme), CH
Sıdıka KAYA	Hacettepe Üniversitesi (Sağlık Yönetimi), TR
Murat KAYALAR	Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi (Sağlık Yönetimi), TR
Uğur SADIOĞLU	Hacettepe Üniversitesi (Kamu Yönetimi), TR
Ramazan SARI	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (İşletme), TR
Arzu ŞENER	Hacettepe Üniversitesi (Aile ve Tüketici Bilimleri), TR
Tarık TUNCAY	Hacettepe Üniversitesi (Sosyal Hizmet), TR
Wim WESTERMAN	Groningen Üniversitesi (İşletme), NL

**Yabancı Dil Editörü / Foreign Language Editor:**  
Sıla CAN DEMİR Hacettepe Üniversitesi, TR

*H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* yılda dört defa online yayımlanan uluslararası, akademik hakemli bir dergidir.

Dergide yayımlanmak üzere gönderilen yazılar <https://dergipark.org.tr/tr/pub/huniibf> adresinden yüklenmelidir. Diğer konularla ilgili yazışmalar aşağıdaki adrese yapılmalıdır:

Adres/Address:  
Şerife GÜRAN  
Hacettepe Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü 06800, Beytepe, ANKARA  
e-posta/e-mail: iibf\_dergisi@hacettepe.edu.tr

Dergiye gönderilecek makaleler, Dergi web-sitesinde (<http://dergipark.org.tr/huniibf>) yer alan "Yazar Rehberi"ndeki kurallara uygun olmalıdır.

*H.U. Journal of Economics and Administrative Sciences* is a peer-reviewed online international, academic journal, published quarterly. Articles sent must conform to the requirements indicated on the Guide for Authors in the web-site (<http://dergipark.gov.tr/huniibf>).

**Yayının Türü/Product Type:** Uluslararası akademik internet üzerinden yayımlanan hakemli Dergi, yılda 4 sayı/  
International academic online refereed journal, four issues per year.

**Basım Tarihi/Date of Issue:** Temmuz 2023 / July 2023

**Dizin/Indexing:** TR Dizin (Ulakbim), EconLit, ASOS

**Yayının Yönetim Yeri/Editorial Office Contact Information:** Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,  
Beytepe-ANKARA, Tel: (0312) 297 68 30/ Hacettepe University Faculty of Economics and Administrative  
Sciences, Beytepe-ANKARA, Phone: +90 312 297 68 30

## Danışma Kurulu/Advisory Board

Aybala DEMİRCİ AKSOY	Gazi Üniversitesi, TR
Victor ASAL	State University of New York, US
Erhan ASLANOĞLU	Piri Reis Üniversitesi, TR
Doğan Yaşar AYHAN	Başkent Üniversitesi, TR
Kamil Ufuk BİLGİN	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, TR
Nurettin BİLİCİ	Çankaya Üniversitesi, TR
Geert BOUCKAERT	KU Leuven, BE
Dimitrios BUHALIS	University of Bournemouth, UK
Charles E. BUTTERWORTH	University of Maryland, US
Mitat ÇELİKPALA	Kadir Has Üniversitesi, TR
Wolfgang DIETRICH	University of Innsbruck, AT
Alan DOIG	Northumbria University, UK
Aylin ÖZMAN	TED Üniversitesi, TR
Korkut ERTÜRK	University of Utah, US
Halit GÖNENÇ	University of Groningen, NL
Michael S. GUTTER	University of Florida, US
Nguyen Thai Yen HUONG	Diplomatic Academy of Vietnam, VN
Peter M. JACKSON	Leicester Üniversitesi, UK
Aykut KİBRİTÇİOĞLU	Ankara Üniversitesi, TR
Ayşegül MENGİ	Ankara Üniversitesi, TR
Toshihiro MINOHARA	University of KOBE, JP
Ahmet Fazıl ÖZSOYLU	Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, TR
Erol TAYMAZ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi, TR
Süleyman TÜRKEK	Toros Üniversitesi, TR
Horst UNBEHAUN	Georg Simon Ohm TH, DE
Simon WIGLEY	Bilkent Üniversitesi, TR
Erinç YELDAN	Bilkent Üniversitesi, TR
A. Nuri YURDUSEV	Orta Doğu Teknik Üniversitesi, TR
Mary Ellen ZUCKERMAN	State University of New York, US

## HAKEMLER/REFEREES

Anıl Akçağlayan	Ankara Üniversitesi
Emre Aksoy	Kırıkkale Üniversitesi
Shihomi Aksoy	Hacettepe Üniversitesi
Hüseyin Alper Güzel	Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Bahar Araz	Başkent Üniversitesi
Pınar Başgöze	Hacettepe Üniversitesi
Ali Berker	İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi
Reşat Ceylan	Pamukkale Üniversitesi
Selim Çağatay	Akdeniz Üniversitesi
Mehmet Arif Eren	Ömer Halis Demir Üniversitesi
Mehmet Gürsan Şenalp	Atılım Üniversitesi
Hakan Hacet	Selçuk Üniversitesi
Müslüme Narin	Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Tolga Omay	Atılım Üniversitesi
Fahriye Öztürk	Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Erdem Seçilmiş	Hacettepe Üniversitesi
Mehmet Soysal	Hacettepe Üniversitesi
Celal Taşdoğan	Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Niray Tuncel	Hacettepe Üniversitesi
Ayşe Yıldız	Hacı Bayram Veli Üniversitesi

Hacettepe Üniversitesi İİBF Dergisinin Cilt 41, Tarım Özel Sayısı 2023'de yayınlanan makalelerini değerlendiren hakemlerimize teşekkürlerimizi sunarız.

We gratefully acknowledge the referees who kindly helped us to review the articles published in Volume 41, Agriculture Special Issue 2023 of the Hacettepe University Journal of Economics and Administrative Sciences.

## İÇİNDEKİLER/CONTENTS

### Araştırma Makalesi/ Research Article

- Seven Ağır** Türkiye’de Tarım ve Enerjinin Kesişimi, TarımFV: Güncel  
**Pınar Derin-Güre** Yazın Işığında Bir Ön Değerlendirme ..... 1  
**Bilge Şentürk** *The Intersection of Agriculture and Energy in Türkiye,  
AgriPV: A Preliminary Evaluation*

### Araştırma Makalesi/ Research Article

- Murat Çetin** Do Governments and International Organizations Support Green Washing?  
**Deniz Çelik** Acting As A Global Partner in The Global Climate Crisis ..... 23  
**Seyran Duman** *Hükümetler ve Uluslararası Kuruluşlar Yeşil Yıkamaya Destek mi Çıkıyor?  
Küresel İklim Krizinde Küresel Hareket Etmek*

### Araştırma Makalesi/ Research Article

- Nazife Merve Hamzaoğlu** The Impact of Unionization in the Agricultural Sector:  
Farmer Perceptions and Behavior ..... 51  
*Tarım Sektöründe Sendikalaşmanın Etkisi: Çiftçi Algıları ve Davranışı*

### Araştırma Makalesi/ Research Article

- Taylan Kıymaz** Gıda Güvenliği için Tahıl Üretimine Etkin Desteklenmesine Yönelik Öneriler ..... 61  
*Policy Recommendations to Achieve Food Security Through  
Effective Support of Cereal Production*

### Araştırma Makalesi/ Research Article

- Cem Menten** OECD Ülkelerindeki Organik Tarım Üretim Etkinliğinin  
**Nesrin Özal-Saraç** Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Çerçevesinde Değerlendirilmesi ..... 77  
**Bülent Çekiç** *Evaluation of Organic Agriculture Production Efficiency in OECD  
Countries within the Framework of Sustainable Development Goals*

### Araştırma Makalesi/ Research Article

- Dilek Kutluay Şahin** Economic Value of the Use of Chemicals in Agriculture:  
**Levent Şahin** The Case of European Countries ..... 98  
*Tarımda Kimyasal Kullanımının Ekonomik Değeri: Avrupa Ülkeleri Örneği*

### Araştırma Makalesi/ Research Article

- Ayşe Nil Tosun** Şarap Sektörünü Etkileyen Bazı Seçili Ekonomik ve Sosyal Faktörlerin  
**Ayfer Ezgi Yılmaz** Analizi: Bir Bulanık Kümeleme Analizi ..... 111  
*An Analysis of Some Selected Economic and Social Factors Affecting  
Wine Sector: A Fuzzy Clustering Analysis*

### Araştırma Makalesi/ Research Article

- Yunus Yıldırım** Recent Advances in Planning Farm Operations Through  
**Aydın Ulucan** Optimization Models ..... 124  
**Kazım Barış Atıcı** *Optimizasyon Modelleri Yoluyla Çiftlik Operasyonlarının  
Planlanmasındaki Son Gelişmeler*

- Yazar Rehberi/Guide for Authors** ..... 145

## Tarım Özel Sayısı Editör Takdimi

Türkiye’de tarım sektörünün gerek GSYİH gerekse toplam istihdam içerisindeki payının azalma eğilimi sürmesine karşın, artmaya devam eden nüfusun gıda güvencesinin ve güvenliğinin sağlanması, gıda sanayi başta olmak üzere sanayilere uygun fiyat ve yüksek kalitede girdi temin edilmesi ve kırsalda yaşayan toplumsal kesimin yaşam standardının yükseltilmesi gibi amaçlar göz önüne alındığında tarım sektörü Türkiye için stratejik öneme sahip sektör olma özelliğini korumaktadır. Söz konusu stratejik önemine karşın son yıllarda tarımsal üretim ve verim düzeyi üzerinde doğrudan etkili olan çevresel tahribatlar, yaşanan göçler ve savaşlar ile uluslararası tarımsal girdi ve ürün piyasalarında meydana gelen küresel düzeydeki olumsuz gelişmeler Türkiye tarımında daha önceki dönemlerde gözlenmekle birlikte süreklilik arz etmeyen “üretimde sürdürülebilirlik” gibi çok önemli bir sorunu gündeme getirmiştir. Nitekim son yıllarda birçok tarımsal üründe yaşanan üretim dalgalanmaları tarımsal ürünün tarladan sofraya intikali sürecindeki piyasa zincirindeki aksaklıklardan kaynaklanan etkiyle birleşince Türkiye’de gıda ürünleri başta olmak üzere tarımsal ürünleri girdi olarak kullanan birçok ürünün fiyatında yüksek düzeyli artışlar meydana gelmiştir. Bu durum maaş ve ücret karşılığı çalışanlar başta olmak üzere ülke nüfusunun önemli bir bölümü için refah düzeyi bakımından aşınmaları beraberinde getirmiştir. Söz konusu gelişme dinamiği göz önüne alındığında Türkiye’de “tarım sorunu” nu iktisadi, toplumsal ve siyasi boyutlarıyla geniş kapsamlı bir biçimde ele alıp tartışmak bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu nedenle alt yapısını 27-28 Ekim 2022 tarihlerinde Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi tarafından düzenlenen “İnsan Çağında Tarım-Zorluklar ve Fırsatlar” başlıklı kongrenin oluşturduğu Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinin özel sayı çağrısı Türkiye’de tarım sorununa yönelik sosyal bilimlerin farklı disiplinlerine ait makalelere yönelik yapılmış ve bu sayede özel sayının çok yönlü bir katkı sunması hedeflenmiştir. Özel sayı için başvuran makaleler arasından hakem değerlendirme sürecini başarıyla tamamlayan sekiz makale yayınlanmak üzere kabul edilmiştir. Makaleler tarımda kimyasal girdi kullanımının ekonomik değeri, küresel iklim krizinin çevresel etkileri, tarımda sendikalaşma, şarap sektöründe bulanık kümelenme analizi, tarımda enerji kullanımı, çiftlik operasyonlarında optimizasyon modelleri, organik tarımda üretim etkinliği, gıda güvenliği için tahıl üretiminde etkin destekleme olmak üzere Türkiye tarımı için güncel ve özgün konu başlıklarını içermektedir.

Tarım özel sayısının çıkarılması fikrini ortaya atan ve bizlere editörlük yapma olanağını tanıyan Hacettepe Üniversitesi İİBF Dekanı Prof. Dr. Mustafa Umut Tosun’a, makale değerlendirme süreçlerinde bizlerle büyük bir uyum içerisinde çalışarak destek veren dergi editörü Prof. Dr. Yasemin Yalta, editor yardımcısı Prof. Dr. Selin Metin Camgöz, Öğr. Gör. Şerife Güran ve Araştırma Görevlisi Sıla Can Demir’e ayrı ayrı teşekkür ediyor, dergideki tüm makalelerin okuyanlara ileri düzeyde katkı sunmasını ümit ediyoruz.

Prof. Dr. Özgür Teoman

Prof. Dr. Kazım Barış Atıcı

Ankara, 31/07/2023



Araştırma Makalesi / Research Article

## Türkiye’de Tarım ve Enerjinin Kesişimi, TarımFV: Güncel Yazın Işığında Bir Ön Değerlendirme

Seven Ağır<sup>1</sup>, Pınar Derin-Güre<sup>2</sup>, Bilge Şentürk<sup>3</sup>

Öz

İklim değişikliği ve nüfus artışı baskısıyla yükselen gıda güvenliği tehlikesi ekilebilir arazilere olan ihtiyacı artırmakta; aynı zamanda yenilenebilir enerji yatırımlarının hızlanması arazi kullanımı üzerinden enerji üretimi ile tarımsal üretim arasında çatışma olasılığı yaratmaktadır. Son yıllarda güneş enerjisi alanında yenilikçi bir çözüm olarak geliştirilen tarım-fotovoltaik (agri-photovoltaic) sistemler ise aynı arazi üzerinde ikili kullanımı mümkün kılmakta, tarımsal arazi üzerinde yükseltilmiş paneller sayesinde enerji üretimi ve tarımsal faaliyetler eş zamanlı olarak sürdürülebilmektedir. Türkiye’de hem iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkileri ile ortaya çıkması muhtemel üretim ve gelir risklerini hafifletme potansiyeli açısından, hem de tarımsal üretimin sulama gibi ana ihtiyaçların karşılanmasında yüksek düzeyde dışa bağımlı enerji ihtiyacını ikame etme potansiyeli açısından TarımFV’nin etkilerinin değerlendirilmesi önemlidir. Bu çalışma Türkiye’de bu alanda yapılmış ilk çalışmalardan biri olarak literatürün sistematik bir analizi ile TarımFV sistemlerinin ortaya çıkardığı olası fırsat ve zorlukları tartışmakta ve literatür taraması bulguları ışığında Türkiye’deki tarım sektörünün durumu özelinde (özellikle bir tarım girdisi olan enerji ihtiyacının artışı ve iklim değişikliğinin tarım üzerinde yarattığı zorlayıcı etkiler göz önüne alınarak) TarımFV potansiyelini değerlendirmektedir. Ayrıca tarım ve enerji alanındaki aktörlerin henüz pratikte kullanmadıkları TarımFV’ye ilişkin görüşlerine dair bir ön inceleme sunmak amacıyla Türkiye’de TarımFV kapsamında yapılan ilk saha çalışmasının sonuçlarına da yer verilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Tarıma Entegre GES (TarımFV Güneş Enerji Santrali), Su Enerji Gıda Bağlantısı, Tarımsal Üretim, Güneş Enerjisi, İklim Değişikliği, Yenilenebilir Enerji.

## The Intersection of Agriculture and Energy in Türkiye, AgriPV: A Preliminary Evaluation

Abstract

The food security threat, posed by climate change and population growth, increases the need for arable land. At the same time, the expansion of renewable energy in line with the Green Transition creates a tradeoff and conflict over land use between renewable energy generation and food production. Agro-photovoltaic (AgroPV) systems, which have been developed as an innovative solution to the problem of land use conflict, enable dual land use as energy production and agricultural activities can be carried out on the same land due to the PV panels designed and positioned to enable production the farming land. It is crucial to evaluate the effects of AgroPV technology adoption in Türkiye, both in terms of its potential to mitigate the possible production and income risks that may arise given the impact of climate change on agricultural production and its potential to replace the high level of foreign-dependent energy needs in meeting the primary needs of the agricultural output, such as irrigation. This study, as one of the first studies in this field in Türkiye, discusses the potential opportunities and challenges posed by Agri-PV systems with a systematic analysis of the secondary literature as well as an assessment of the peculiar characteristics of agriculture in Turkey (especially the dependence for external energy use as an agricultural input and pressures of climate change). In addition, in order to shed light on the perspectives of the main actors in agriculture, the results of the first fieldwork on Agri-PV in Türkiye will be presented.

**Keywords:** Agrivoltaic (AgroPV) Systems, Water Energy Food Nexus, Agricultural Production, Solar Energy, Climate Change, Renewable Energy.

<sup>1</sup> Doç. Dr., Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, [sevenag@metu.edu.tr](mailto:sevenag@metu.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-8106-1504>

<sup>2</sup> Doç. Dr., ODTÜ, İktisat Bölümü; [pderin@metu.edu.tr](mailto:pderin@metu.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0001-6128-5116>

<sup>3</sup> Sorumlu Yazar (Corresponding Author), Arş. Gör. Dr; Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, [bilges@metu.edu.tr](mailto:bilges@metu.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-7380-7628>

**Atıf/Cite as:** Ağır, S., Derin-Güre, P., Şentürk, B., (2023) Türkiye’de tarım ve enerjinin kesişimi, tarımFV: güncel yazın ışığında bir ön değerlendirme. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 41 (Tarım Özel Sayısı), 1-22.

## GİRİŞ

İklim değişikliği ve gıda güvenliği sorunları küresel çapta yenilenebilir enerji ve tarım sektörlerinde önemli dönüŐümleri de beraberinde getirmektedir. Bu dönüŐümler içinde her iki sektörü de ilgilendiren bir gelişme, yenilenebilir enerji yatırımlarının artması ile birlikte gıda üretimini de doğrudan ilgilendiren arazi kullanımı değişimleridir. Artan enerji talebi ve fosil yakıtlara bağlı enerji üretiminin azaltılması amacıyla benimsenen politikalar yenilenebilir enerji yatırımlarını arttırmakta ve daha fazla arazinin enerji üretimi amacıyla kullanımına neden olmaktadır. Özellikle güneş enerjisi yenilenebilir enerji yatırımları içinde en hızlı büyüyen yatırım sahası olması sebebiyle arazi kullanımını önemli şekilde etkilemektedir (Adeh vd., 2018).

Diğer yandan iklim değişikliği ve nüfus artışı baskısıyla yükselen gıda güvenliği tehlikesi, ekilebilir arazilere olan ihtiyacı arttırmaktadır. Bu yüzden fotovoltaik (FV) panellerin potansiyel olarak tarımsal üretim yapılabilecek araziler üzerine yerleŐtirilmesi, enerji üretimi ile tarımsal üretim arasında çatışma olasılığını ortaya çıkarmaktadır. Fakat 1982 yılında ilk defa Goetzberger ve Zastrow tarafından tasarlanan ve son yıllarda farklı ülkelerde uygulama alanı bulan tarıma entegre yenilikçi fotovoltaik sistemler (Tarıma entegre güneş enerji santrali veya TarımFV) aynı arazi üzerinde ikili kullanımı mümkün kılmakta; tarımsal arazi üzerinde yükseltilmiş paneller sayesinde hem enerji üretimi hem de panellerin altında tarımsal faaliyetler eş zamanlı olarak sürdürülebilmektedir (Şekil 1)<sup>1</sup>.

Şekil 1: TarımFV Tasarım Örneği



Kaynak: ODTÜ-GÜNAM (2022), Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi Tarıma Entegre GES Örnek Çizimi, Ankara.

TarımFV üzerine yapılan akademik çalışmalar son yıllarda hızla artmış olsa da bu çalışmaların büyük kısmı halihazırda arazi kullanımı üzerinde yenilenebilir enerji üretimi baskısının yüksek olduğu gelişmiş ülkeleri ele almaktadır. Bu sebeple TarımFV yazını ağırlıklı olarak bu sistemlerin arazinin ikili kullanımı vasıtasıyla gıda-enerji üretimi ödünleŐimleri ile maliyet baskısının rahatlatılmasına odaklanmaktadır. Öte yandan son dönemde yapılan çalışmalar TarımFV sistemlerinin özellikle iklim değişikliği ile birlikte ortaya çıkan yeni riskler karşısında üretimi koruyucu ve üreticinin gelirini destekleyici işlevlerine de dikkat çekmektedir. Bu anlamda iklim açısından daha kırılgan coğrafyalarda yer alan gelişmekte olan ülkeler için TarımFV potansiyelini değerlendirme çabaları önem kazanmaktadır.



İklim değişikliğinden en çok etkilenecek ölkelerden biri olan Türkiye’de (Dünya Bankası, 2022) henüz bir TarımFV mevzuatı bulunmamakla birlikte 2021 yılında bu sistemlerin uygulamalarına dönük pilot çalışmalar başlamıştır.<sup>2</sup> Türkiye’de hem iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerinde yaratacağı etki ile ortaya çıkması muhtemel üretim ve gelir risklerini hafifletme potansiyeli açısından, hem de tarımsal üretimin sulama gibi ana ihtiyaçlarının karşılanmasında yüksek düzeyde dışa bağımlı enerji ihtiyacını ikame etme potansiyeli açısından TarımFV’nin etkilerinin değerlendirilmesi önemlidir. Bu çalışma Türkiye’de bu alanda yapılmış ilk çalışmalardan biri olarak önce bu sistemlerin ortaya çıkışı ve işleyişine dair genel bir görünüm sunacak; daha sonra mevcut literatürün sistematik bir analizi ile TarımFV sistemlerinin ortaya koyduğu olası fırsat ve zorlukları tartışacaktır. İkinci bölümde ise literatür taramasının bulguları ışığında Türkiye’deki tarım sektörünün durumu özelinde (özellikle bir tarım girdisi olarak enerji ihtiyacının ve iklim değişikliğinin tarım üzerinde yarattığı zorlayıcı etkiler ele alınarak) TarımFV potansiyeli değerlendirilecektir. Üçüncü bölümde ise Türkiye’de güneş enerjisi özelinde yapılmış saha çalışmasının öncül sonuçlarına yer verilecektir. Bu değerlendirmenin Türkiye’de Tarım FV üzerine ileride yapılacak sosyal bilimler perspektifli nicel ve nitel çalışmalar için yol gösterici olacağını umuyoruz.

## 1. DÜNYADA TARIM YAZINI

İlk TarımFV uygulaması 2004 yılında Japonya’da desteklenmiş; ilerleyen yıllarda Fransa, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, Çin, Güney Kore ve diğer bazı ölkelerde TarımFV uygulamaları teşvik edilmeye başlanmıştır (Schindele vd., 2020). Örneğin ABD, güneş enerjisi alanına aktarmayı planladığı 130 milyon dolar yatırımın 7 milyon dolarını TarımFV için ayırmıştır (DOE-USA, United States Department of Energy, 2020). Şimdiye kadar bu alanda yapılmış çalışmaların büyük çoğunluğu belli bir bölge ve üründe, TarımFV sistemlerinin etkinliği ve üretkenliği ölçümleri üzerinde durmuştur. TarımFV üzerine yapılmış bu simülasyon çalışmalarının ve pilot uygulamaların çoğunda sabit paneller analiz edilmiş olup güneş ışınlarına göre hareketli paneller de son dönemde tasarımlara dahil edilmiş ve analizlere başlanmıştır (Amaducci vd., 2018; Wang ve Sun, 2018). Ayrıca dikey, çift yüzeyli ve özellikle seralar üzerinde yarı saydam paneller için yapılan çalışmalar da bulunmaktadır (Mamun vd., 2022).

Çalışmalar TarımFV tasarımlarının, sürdürülen tarımsal aktiviteye (ekili/dikili arazi, hayvancılık vb.) bağılı olarak farklılıklar göstereceğini ortaya koymaktadır (Tablo 1). Genel olarak bu sistemlerden elde edilen elektrik, depolama sistemlerinin mevcudiyeti durumunda depolanabilmekte; depolanamaması durumunda da çiftlik tüketimi için kullanılabilen veya şebeke bağlantısı kurularak çevredeki abonelere (konutlara ve sanayiye) enerji sağlayabilmektedir. Ayrıca mahsuplaşma usulü ile çiftçi, ürettiği elektriğin fazlasını şebekeye satabilmekte; ihtiyaç duyduğunda da şebekeden elektrik satın alabilmektedir. Elbette bu tür avantajlardan faydalanma potansiyeli, ölkelerin özellikle enerji ve tarım alanlarındaki yasal düzenlemelerine bağılı olarak değişebilmektedir.

**Tablo 1: TarımFV Türleri ve Tarımsal Faaliyet Alanları**

TarımFV Türü	Tarımsal Faaliyet Türü
Zemine yerleştirilen FV	Otlatma, arıcılık, bahçecilik
Dikey FV	Otlatma, bahçecilik
Sabit gölgelendirme (yükseltilmiş paneller)	Tarla bitkileri, bağcılık, fidancılık, besicilik, otlatma
Hareketli gölgelendirme (yükseltilmiş paneller)	Bağcılık, fidancılık, bahçecilik, çiçekçilik
Sera FV	Fidancılık, bahçecilik, çiçekçilik
Çatı üstü FV	Besicilik, balık çiftliği, depolama, tarımsal alet ve makine
Yüzen FV tesisi	Balık çiftliği
Diğer TarımFV çözümleri	Sulama rampaları, makine/teçhizat

**Kaynak:** SolarPower Europe (2020), Solar Power Summit 2020: Agricultural photovoltaics: Solar at the service of sustainable rural development, 30 Temmuz 2022 tarihinde [www.solarsummit.org](http://www.solarsummit.org) adresinden alınmıştır.

Böyle bir sistemden umulan başlıca fayda, nüfus yoğunluğunun yüksek ve tarım alanlarının kıt olduğu bölgelerde aynı arazi üzerinde hem gıda hem de enerji üretimi yapılarak arazi verimliliğinin arttırılmasıdır. Yapılan çalışmalar, uygun koşullarda (gölgeye toleranslı bitki seçimi, güneş ışınım miktarı, enerji fiyatları, panel sisteminin maliyeti gibi değişkenlerin uygun olduğu durumlarda) arazi verimliliğinin (Land Equivalent Ratio) yükseldiğini göstermektedir (Dupraz vd., 2011; Valle vd., 2017). Dinesh ve Pearce, 2016 konvensiyonel çiftlik gelirine göre TarımFV sistemiyle sağlanacak çiftlik gelirinin yaklaşık %30 daha fazla; Amaducci vd. (2018) iki kat daha fazla olduğunu saptamıştır.

Literatürde ayrıca TarımFV'nin, maliyet ve gelir yaklaşımlarına ek olarak ekolojik, agronomik, sosyo-ekonomik, iklim değişikliği, gıda güvenliği ve kırsal kalkınma gibi perspektiflerden de değerlendirilerek farklı fayda alanlarına dikkat çekilmektedir (Tablo 2). Weselek'in ekolojik bir yaklaşım altında "*sinerjik yan etkiler*" olarak adlandırdığı bu alanlardan biri "su verimliliği"dir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde fazla güneşlenme ve su kaybı, tarımsal üretimin başlıca sorunlarıdır. İklim değişikliği göz önünde bulundurulduğunda ise bu bölgelerde ihtiyaç duyulan sulama ve toprağın su kaybını önlemeye yönelik gölgeleme ihtiyacının artacağı tahmin edilmektedir (Hannah vd., 2013). Tarımsal arazi üzerine kurulan güneş panelleri ise aşırı güneşlenmeyi ve buna bağlı olarak toprağın su kaybını düşürerek sulama ihtiyacını azaltabilmektedir (Amaducci vd., 2018). Ancak toprak neminde artış, zararlı kontrolünün zorlaşmasına ve daha fazla pestisit kullanılmasına da yol açabilir (Trommsdorff, 2016). Genel olarak hem sulamada sağlanan verimlilik hem de aşırı yağmur ve rüzgâra karşı koruma sağlama potansiyeli ile birlikte TarımFV erozyon riskini de düşürebilecektir (Mamun vd., 2022; Turan, 2021). Konvensiyonel güneş enerji santralleri ile karşılaştırıldığında TarımFV, panellerin alt kısmında bitkisel üretimin gerçekteşmesine imkân sağlayarak bir yandan gıda üretimi ile enerji üretimi arasındaki ödünleşimi ortadan kaldırmakta (ya da azaltmakta) iken bir yandan da özellikle biyoçeşitlilik ve diğer ekosistem hizmetleri kapsamında olası olumlu çevresel dışsallıklar üzerine yapılacak araştırmalara ihtiyaç duyulduğu vurgulanmaktadır (EU, 2022).

Tarımsal faaliyetlerin yoğun biçimde fosil yakıtlara dayalı olması (traktör kullanımı, sulama, gübre, hayvancılık, taşıma, dağıtım vb.) küresel karbon emisyonu üretiminde tarım sektörünü %24'lük pay ile ikinci sıraya koymaktadır (IPCC, 2019). Tarımsal arazilere kurulan

güneş enerjisi panelleri tarımsal üretimin gerektirdiği enerji tüketiminin yenilenebilir kaynaklardan karşılanması sağlayarak tarım sektörünün karbon emisyonunu azaltma ve iklim değişikliği ile mücadele etmesinde de avantaj sağlayabilir (EU, 2022). Buna ek olarak bazı çalışmalar, TarımFV sistemlerinin iklim değişikliğinden kaynaklanan aşırı hava şartlarına (yağış, aşırı rüzgâr, don, dolu riskleri) karşı koruma sağlayabileceğine dikkat çekmekte (BayWa-re, 2022), böylece mahsul kaybının önlenebileceği ve ayrıca doluya karşı sigorta maliyetlerinin düşebileceği öne sürülmektedir (Trommsdorff, 2016). Yerel koşullara bağlı olarak bu beklentilerin ne ölçüde gerçekleşeceğine dair daha fazla deneysel çalışmaya ihtiyaç vardır.

Kaynak etkinliği ve sinerjik yan etkiler gibi olası iktisadi ve çevresel faydaların yanı sıra TarımFV'nin birtakım ödünleşmelere yol açması da muhtemel görülmektedir. Tablo 3'ten görülebileceği üzere TarımFV alanında yaşanabilecek olası ödünleşme alanlarından biri, panellerin yaratacağı gölgelenmeden kaynaklı olarak bazı tarımsal ürünlerde kısmi bir verim kaybının (miktar ve kalite olmak üzere) oluşabilmesidir. Genel olarak tahıllar güneşlenmeye fazla ihtiyaç duyduğu için mahsul miktarında düşüş gözlenebilmektedir. Ancak Tablo 2'de görüleceği üzere özellikle kurak dönemlerde TarımFV sistemlerinin, örneğin buğday verimini arttırdığı saptanmıştır (Trommsdorff vd., 2021). Diğer çalışmalara bakıldığında bazı meyve ve sebzelerde farklı coğrafi bölgelere göre verim düşüşü saptanmışken, bazılarında ise verim artışı görülebilmektedir. Williockx vd. (2020), TarımFV sistemlerinde uygun panel kullanımı (örneğin yarı saydam paneller) ve panellerin arazi üzerinde kaplayacağı alanı tarımsal üretimi en az etkileyecek biçimde tasarlayan mevzuatların oluşturulması sayesinde gıda güvenliğini tehdit edebilecek kayıpların önüne geçilebileceğini vurgulamıştır. Kısaca tarımsal üretimin öncelendiği fakat çiftçilerin enerji ihtiyaçlarının ve refah düzeylerinin de gözetildiği bir düzenleme ile TarımFV'nin tüm açılardan fayda sağlaması beklenmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, panel sistemlerinin halen geliştirilme aşamasında olduğu ve birçok farklı bölgede ve farklı tarımsal ürünlerle denenmesi sonucunda elde edilecek veriler ışığında geliştirilecek uygun sistemin, yine uygun politika ve mevzuatlarla beraber etkin bir şekilde uygulanabileceğidir. Bu nedenle TarımFV alanında yapılacak araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin desteklenmesine büyük ihtiyaç vardır.

**Tablo 2: TarımFV'nin Farklı Coğrafi Bölgelere Göre Ürün Miktarı Üzerindeki Etkisi**

Ürün Çeşidi	Ürün miktarında artış yaşanan bölgeler	Ürün miktarında değişimin olmadığı bölgeler	Ürün miktarında azalış yaşanan bölgeler
Domates	Kuzey Tuscon, AZ, ABD <sup>1</sup> *Agadir, Fas <sup>5</sup>	Davis, CA, ABD <sup>2</sup> *Almeria, İspanya <sup>3</sup> *Almeria, İspanya <sup>4</sup> *Agadir, Fas <sup>6</sup>	*Sardunya, İtalya <sup>7</sup>
Marul	*Almeria, İspanya <sup>3</sup>	Montpellier, France <sup>8</sup> *Sardunya, İtalya <sup>7</sup> *Güney Batı Yunanistan <sup>11</sup>	
Biber	Kuzey Tuscon, AZ, ABD <sup>1***</sup> *Selanik, Yunanistan <sup>9</sup>	Kuzey Tuscon, AZ, ABD <sup>1****</sup> *Sardunya, İtalya <sup>7</sup> *Güney Batı Yunanistan <sup>11</sup>	Davis, CA, ABD <sup>2</sup>
Salatalık		*Sardunya, İtalya <sup>7</sup> *Mora Yarımadası, Yunanistan <sup>12</sup>	Montpellier, Fransa <sup>8</sup>
Kereviz	**Baden-Württemberg, Almanya <sup>10</sup>		Baden-Württemberg, Almanya <sup>10</sup>
İspanak			Davis, CA, ABD <sup>2</sup>
Patates	**Baden-Württemberg, Almanya <sup>10</sup>		Baden-Württemberg, Almanya <sup>10</sup>
Kışlık Buğday	**Baden-Württemberg, Almanya <sup>10</sup>		Baden-Württemberg, Almanya <sup>10</sup>
Yonca			Baden-Württemberg, Almanya <sup>10</sup>
Çilek	*Kunming, Çin <sup>13</sup>		

**Kaynak:** Literatürdeki çalışmaların bulgularına göre derlenmiştir.

<sup>1</sup>Barron-Gafford vd. (2019), <sup>2</sup>Hudelson ve Lieth (2021), <sup>3</sup>Urena-Sanchez vd. (2012), <sup>4</sup>Perez-Alonso vd. (2012), <sup>5</sup>Ezzaeri vd. (2018), <sup>6</sup>Ezzaeri vd. (2020), <sup>7</sup>Cossu vd. (2014, 2020), <sup>8</sup>Marrou vd. (2013a, 2013b), <sup>9</sup>Zisis et al (2019), <sup>10</sup>Trommsdorff vd. (2021), <sup>11</sup>Kavga et al (2019), <sup>12</sup>Trypanagnostopoulos vd. (2017), <sup>13</sup>Tang et al (2020).

\* Sera sistemlerinde yapılan deneysel sonuçları ifade etmektedir. \*\* Ürün miktarındaki artış, kurak yıllarda gerçekleşmiştir. \*\*\*Acı biber (chiltepin pepper). \*\*\*\*Meksika biberi (jalapeño)

Kırsal kalkınma perspektifinden ise TarımFV'nin faydaları olarak çiftçi gelirlerinin çeşitlenmesi ile artışına (Dinesh ve Pearce, 2016) ve elektrik üretimine bağlı olarak kırsal bölgelerin ya da çiftçilerin enerji bağımlılıklarının azaltılmasına (Hernandez vd., 2019) dikkat çekilmiştir. Kırsal kesimin enerjiye erişiminin kolaylaşması sulamayı verimli hale getirebilecek ve bu yolla tarımsal üretimi arttırarak kırsal kalkınmaya katkı sunabilecektir (Weselek vd., 2021). Çiftçi gelirinde çeşitlenme ve artış ise üretilen elektriğin -mevcut yasal düzenlemelere ve altyapı olanaklarına bağlı olarak- şebekeye satışı ile mümkün olabilmektedir. Ayrıca TarımFV'nin özellikle yeni iş olanakları yaratabilme (panel kurulumu ve bakımına yönelik) potansiyeli üzerinden kırsal kesimde sosyo-ekonomik anlamda önemli bir katkı sağlayabileceği de öne sürülebilir.

**Tablo 3: TarımFV Sistemlerinin Ortaya Çıkaracağı Fırsat ve Zorluklar**

Etki Alanı	Fırsatlar	Zorluklar	Kaynak
<b>İklim Değişikliği</b>	Temiz enerji üretimi ile karbon emisyonunun azaltılması		EU (2022), Munoz-Garcia vd. (2022)
	Aşırı hava olaylarından koruması (fazl güneşlenme, sıcak hava dalgası, dolu, don, aşırı rüzgâr vb.)		Barron-Gafford vd. (2019), BayWa-re (2022), Williockx vd. (2020)
<b>Ekoloji/Çevre</b>	Suyun korunması (sulama verimliliğinin artması)		Amaducci vd. (2018), Elamri vd. (2018), Hannah vd. (2013), Ott vd. (2020)
	Erozyonun önlenmesi		Al Mamun vd. (2022), Hernandez vd. (2019), Turan (2021)
<b>Agronomi</b>	Gölgelemeden faydalanan bitkilerin mahsul miktarında ve kalitesinde artış	Gölgelemeden zarar gören bitkilerin mahsul miktarında ve kalitesinde azalış	Barran-Gafford vd. (2019), Trommsdorf vd. (2021)
	Mikroklimatik etkiler ile toprak nemi, sıcaklık vb. koşulların iyileşmesi	Mikroklimatik etkiler altında zararlı kontrolünün zorlaşması ve pestisit kullanımının artması	Trommsdorff (2016)
		Bitkinin olgunlaşma zamanının gecikme olasılığı	Ağır vd. (2023)
<b>Sosyo-Ekonomi</b>	Arazi verimliliğinin artması (uygun verim ve mâli koşullarda)		Dupraz vd (2011), Elamri vd. (2018), Valle vd. (2017), Trommsdorff (2016)
	Tarımsal üretim maliyetlerinin (enerji, sulama, dolu sigortası vb.) düşmesi	Panel kurulum ve bakım maliyetleri	Trommsdorff (2016)
	Çiftçi gelirinde artış (mahsul artışı ve/veya elektrik satışına bağlı olarak)		Amaducci vd. (2018), Dinesh ve Pearce (2016), Trommsdorff (2016)
	Hasat zamanının gecikmesinden kaynaklanan piyasa boşluğunda “geç hasat” gelirinde artış	Hasat zamanının gecikmesinden kaynaklanan “erken hasat (erken ürün)” gelirinde azalma	Ağır vd. (2023)
	Yeni iş olanakları		Ağır vd. (2023)
<b>Gıda Güvenliği</b>	Gölgelemeden faydalanan bitkilerin mahsul miktarında artış	Gölgelemeden zarar gören bitkilerin mahsul miktarında azalış	Barran-Gafford vd. (2019), Trommsdorf vd. (2021)
	Tarımsal üretimde sürdürülebilirlik	Tarımsal üretimden vazgeçme (enerji satışını tercih etme)	Williockx vd. (2019)
	Üretilen elektrik ile kurulacak depolar sayesinde ürün kaybında azalma		Ağır vd. (2023)
<b>Kırsal Kalkınma</b>	Enerjiye erişimin kolaylaşması/sağlanması		Hernandez vd. (2019), Irie vd. (2019)
	Pazarlama olanaklarında artış (depolamada, gelir kaynaklarında artış gibi nedenlerle)		Ağır vd. (2023)

**Kaynak:** Literatürdeki çalışmalara göre yazarlar tarafından derlenmiştir.

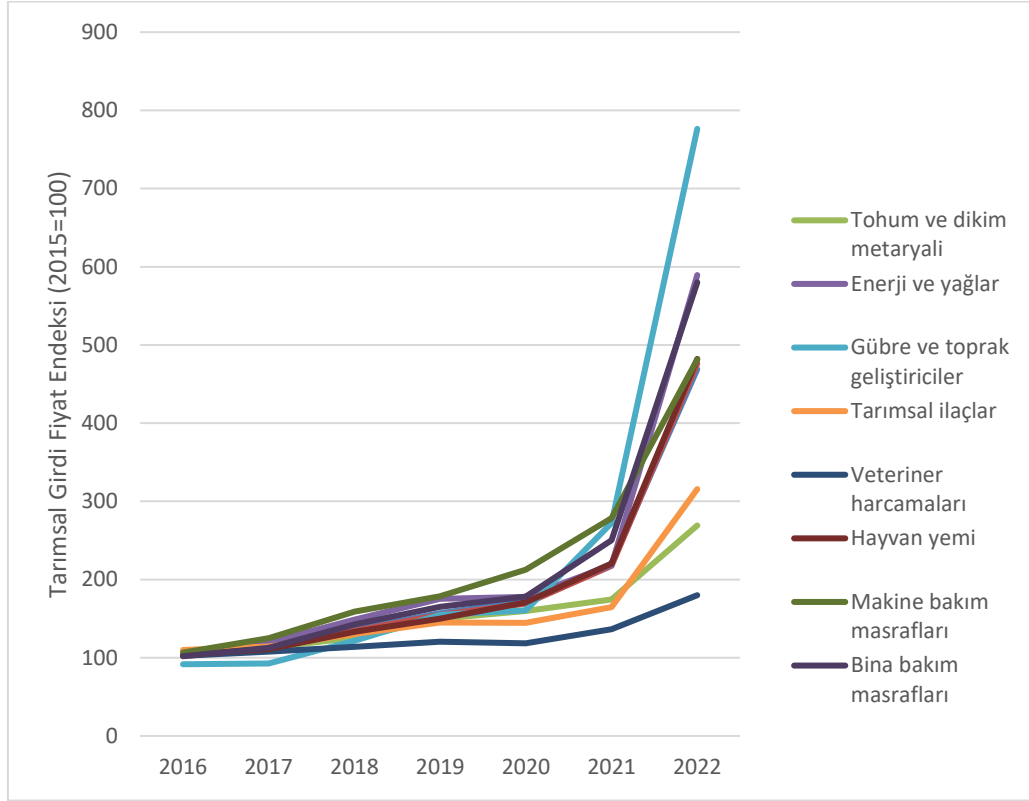
Yine, gelişmiş ülkelerdeki görece küçük toprak sahipliği / işletmeciliği sebebiyle tek tip endüstriyel tarım yerine farklı ürünlerin ekiminin daha yaygın olması tarımsal üretimin devamlılığını biyoçeşitlilik ve buna bağlı olarak gıda güvenliği açısından da daha önemli kılmaktadır. İklim değişikliğine bağlı riskler göz önünde bulundurulduğunda ise kurak ve Akdeniz İklimi gibi yarı kurak koşulların hâkim olduğu bölgelerde tarımsal üretimin daha da kırılgan hale geldiği söylenebilir. Bu nedenle hem iklim değişikliğine bağlı risklerin hem de ekonomik risklerin yüksek olduğu gelişmekte olan ülkelerde küçük ve orta ölçekli çiftçilerin kendine yeterliliklerine odaklanan daha yenilikçi tarım politikalarının geliştirilmesi oldukça önemlidir. Bu anlamda henüz ülkemizde mevzuatı oluşturulmamış olsa da araştırma ve geliştirme faaliyetleri başlatılan TarımFV'nin Türkiye tarım sektörünün yapısal özellikleri göz önüne alınarak taşıdığı potansiyelin araştırılmasına; yaratacağı fırsat ve zorlukların ortaya konmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

## 2. TÜRKİYE'DE TARIMIN GENEL SORUNLARI

Tarım sektörünün 2021 yılı Türkiye GSYİH içindeki payı %5.5 olarak gerçekleşmiştir ve güncel rakamlara göre toplam istihdamın %17.2'si tarım sektöründe çalışmaktadır (TÜİK, 2022). Tarımsal üretimin salt ekonomik rolünün yanı sıra Türkiye'ye özgü yapısal özellikleri kırsal kalkınma, iklim değişikliği, gıda güvenliği gibi birçok konuda tarım sektörüne stratejik önem yüklemektedir. Ancak çiftçiliğin küçük ve orta ölçekli yapısıyla beraber girdi bağımlılığının yüksek olması, artan girdi maliyetleri karşısında tarımsal üretimi zorlaştıran başlıca sorunlar olarak öne çıkmaktadır (Yeni ve Teoman, 2022).

Toplam tarım girdi fiyatları endeksine (Tarım-GFE) göre, Aralık 2022'de Türkiye'de girdi fiyatlarının 2015 baz yılına göre yaklaşık beş katına çıktığı saptanmıştır (TÜİK, 2023). Alt gruplar bazında 2015'ten 2022'ye en önemli artış, ağırlıklı olarak ithal edilen ve kur artışından yüksek düzeyde etkilenen gübre ve toprak düzenleyicilerde görülmektedir. 2015 yılından bu yana fiyat artışlarının en yüksek olduğu ikinci sektör ise enerji ve madeni yağlardır. 2022 yılı Ekim ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %134.8 artan tarımsal girdi fiyatı endeksi (Tarım GFE, 2015=100)'ne göre en yüksek enflasyona sahip olan girdi sınıfları "enerji ve yağ (%196.9)" ve "gübre ve toprak geliştiriciler (%192.5) olmuştur. Şekil 2'de görüleceği üzere tüm girdi sınıflarında (özellikle gübre ve enerjide) 2021 yılı itibarıyla ciddi düzeyde yükselme yaşanmaktadır (TÜİK, 2023). Girdi fiyatlarındaki bu artışın tarımsal üreticiler için zorlayıcı olduğu ve özellikle küçük üreticilerin maliyet artışı karşısında üretimi bırakma riskini arttırdığı söylenebilir.

Şekil 2: Sınıflarına Göre Tarımsal Girdi Fiyat Endeksi (2015=100)

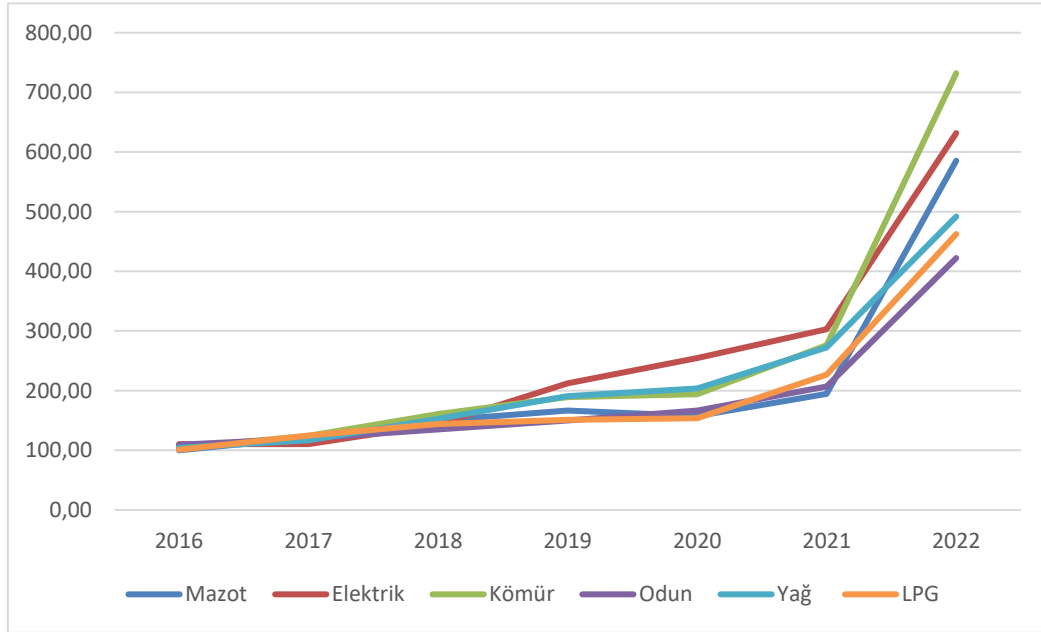


**Kaynak:** TÜİK (2023), Tarımsal Girdi Fiyat Endeksi, İstatistiksel Tablolar sayfasından 28 Aralık 2022 tarihinde alınan verilere göre yazarlar tarafından düzenlenmiştir.

\*Her bir yıla ait endeks göstergesi aylık verilerin ortalaması alınarak oluşturulmuştur. 2022 yılına ait veriler ise Aralık ayı haricinde 11 aylık ortalamadan oluşmaktadır.

TarımFV'nin önde gelen katkılarından biri enerji girdi maliyetlerinde sağlayacağı olası düşüştür. Son yıllarda Türkiye'de enerji girdilerinde yaşanan fiyat artışlarına Tarım-GEF endeksine ait alt kategoriler itibarıyla bakıldığında 2015 yılına göre 2022 yılında en yüksek fiyat artışları %632 ile kömür, %531 ile elektrik ve %485 ile mazot girdilerinde yaşanmıştır (TÜİK, 2023). Şekil 3'te ise alt kategorilere göre tarımsal enerji fiyat endeksi görülmektedir. En fazla fiyat artışı başta kömür olmak üzere tarımsal girdiler arasında önemli yeri olan elektrik ve mazot fiyatları da ciddi düzeyde artış göstermiştir. Dolayısıyla fotovoltaik sistemler, yerli kaynakları tarımda kullanılabilir kılması ve yerli elektrik üretimini fosil yakıtlardan (kömür gibi) daha ucuz hale getirebilmesi açısından önemli olabilir. Bu nedenle veriler, TarımFV sistemlerinin tarımda girdi maliyetlerini azaltmak açısından destekleyici olabileceğini göstermektedir.

**Şekil 3: Alt Kategorilere Göre Tarımsal Enerji Fiyat Endeksi (2015=100)  
(Yıllık Ortalama Enerji Endeksindeki Gelişme)\***



**Kaynak:** TÜİK (2023) Tarımsal Enerji Fiyat Endeksi, İstatistiksel Tablolar sayfasından 28 Aralık Ocak 2022’de alınan verilere göre yazarlar tarafından düzenlenmiştir.

\*Her bir yıla ait endeks göstergesi, aylık verilerin ortalaması alınarak oluşturulmuştur. 2022 yılına ait veriler ise, Aralık ayı haricinde 11 aylık ortalamadan oluşmaktadır.

Politik belirsizlik/plansızlık ve çiftçilerin finansal kaynaklara erişim zorlukları da Türkiye tarımında temel yapısal sorunlar olarak sıralanabilir (TÜSİAD, 2020). Ayrıca son yıllarda arazi kullanımı üzerinde inŐaat ve enerji sektörüyle artan tarım-dışı baskılar ve bununla birlikte tarımsal arazinin spekülatif mülkiyetinin yaygınlaşması tarımsal üretim ve gıda güvenliği açısından önemli bir sorundur. Tüm bu sorunlara arazilerin mülkiyet yapısı (mirasla bölünme, çok parçalılık vb.) da eklenince, çiftçilerin uzun vadeli sermaye yoğun teknolojilere yatırım yapması zorlaŐmakta, kısa vadeli ‘günü kurtarmaya dayalı’ stratejilere yönelim artmaktadır.

Türkiye’nin iklim değişikliği açısından en riskli alanlarından olan Akdeniz iklim kuŐađında yer alması ise hem tarımsal verimlilikte düşüŐe yol açarak hem de kırsal kesimdeki gelir eŐitsizliklerini çoğaltarak tarımsal üretimdeki belirsizliği arttırmaktadır (Dünya Bankası, 2022). TOB (2021)’a ait iklim değişikliği ve tarım sektörünün değerlendirildiği raporda son 10 yılda özellikle erozyon sebebiyle Türkiye’de tarımsal alanlarda toprak verimliliği %23 azalmıŐtır. Dolu, don gibi aşırı hava olaylarına bağlı mahsul kayıplarına ek olarak artan kuraklığın sulama ihtiyacını arttırması beklenmektedir (TürkeŐ, 2020). Ayrıca pazar olanakları nedeniyle mısır, Şeker pancarı gibi fazla su tüketen ürünlerin yaygınlaşması özellikle Konya Havzası gibi kuraklık tehlikesi altında olan bölgelerde yer altı su kaynaklarının kullanımına olan ihtiyacı arttırmaktadır. Meyve ve sebzeciliğin önemli bir payı olduğu ölkemizde, güneş yanıkları da ciddi sorunlardan biridir. Özellikle örtüleme, gölge tozu, kanolin kili gibi yöntemlerle aşırı sıcaktan korunmaya çalıŐılan bitkiler için, gölgeleme özelliği ile paneller önemli bir ihtiyacı karşılamıŐ olabilecektir.



Kısaca hem iklim hem de piyasa yapısı sulama üzerinde ciddi bir baskı yaratmakta, tarımsal sulamanın enerjiye olan bağımlılığı ise çiftçi maliyetleri ve çevresel sorunlar (tuzlanma, erozyon, çölleşme vb.) üzerinden gıda güvenliği tehlikesini derinleştirmektedir. Yapılan iklim değerlendirme çalışmaları kuraklığın Türkiye için kronikleşmekte olduğunu göstermekte ve bu nedenle tarımsal üretimde ve su kullanımında uzun dönemli ve planlı bir sisteme geçilmesi önem taşımaktadır (Şahin ve Kurnaz, 2014). Su krizlerinin, başta önemli tarım alanları olmak üzere ülkedeki temel makroekonomik göstergeleri de etkileyeceği (Dudu vd., 2010); orta ve uzun vadede en çok da kuraklığa dayalı nedenlerle tarımsal üretimde önemli kayıplar olacağı tahmin edilmektedir (Dellal vd., 2011; Dudu ve Çakmak, 2018). Özellikle su, enerji ve gıda ekseninde yoğunlaşan söz konusu sorunlar Türkiye tarımında gündeme oturmuş durumdadır. Yukarıda sunduğumuz yazın taraması TarımFV sisteminin bu sorunlar karşısında birtakım potansiyel çözüm olanakları sağlayabileceğini göstermektedir. Bu amaçla öncelikle ülkemizde tarımda enerji ihtiyacının tanımlanması ve artan enerji maliyetleri karşısında çiftçilerin alternatif eğilimlerinin belirlenmesi TarımFV gibi yenilikçi teknolojilerin ülkemiz potansiyeli içinde değerlendirilmesi için yol gösterici olabilir.

### 2.1. Türkiye Tarımında Enerji ve Sulama

Türkiye tarımında enerji; sulama başta olmak üzere seracılık, hayvancılık ya da gıdaların depolanma ve işleme aşamalarındaki ısıtma ve soğutma, ayrıca genel olarak makine kullanımı (traktör vb.), taşıma ve dağıtım gibi faaliyetler için temel bir girdi kaynağıdır. 2018 yılında toplam enerji tüketiminin %4'ü tarım ve ormancılık (çok azı balıkçılık olmakla beraber) alanına aittir (IEA, 2021: 68). Bu girdi en fazla, fosil yakıt olan mazot ile karşılanmaktadır (Sayın vd., 2005). Örneğin buğday ve pamuk üretiminde kullanılan toplam enerji (MJ/ha) sırasıyla %39 ve %41'lik payla mazottan oluşmaktadır (Ören ve Öztürk, 2006). Domates üretim maliyetlerinin ise %60'ı mazot kullanımından ileri gelmektedir (Erdal, 2019).

Türkiye'de tarımsal sulamada kullanılan su miktarı, toplam su kaynaklarının dörtte üçünü oluşturmaktadır (DSİ, 2021). Bunun en önemli sebebi tarımsal sulamanın çok büyük bir kısmının kontrolsüz (salma) sulama şeklinde yapılmasıdır. Şebekeye bağlı tarımsal işletmelerde ise sulama gibi önemli faaliyetlerin bir kısmı elektrik ile karşılanmaktadır. Tarımda sulama faaliyeti Türkiye çapında faturalandırılan toplam elektrik tüketiminin %3.2'sini oluşturmaktadır (EPDK, 2021). Özellikle su tasarrufu için önemli bir avantaj sağlayan damlama ve yağmurlama sistemleri yaygınlaşmaya başlamış, bu da tarımsal sulamada elektrik kullanımını arttırmıştır. Ancak yukarıda da belirttiğimiz gibi halen DSİ kanaletlerinden sağlanan ya da pompa yoluyla kuyulardan çıkarılan yer altı sularıyla birlikte vahşi sulama yöntemi ağırlığını korumaktadır.

Bu anlamda sulama verimliliğinin artmasını sağlayacak tasarruflu sulama sistemlerine geçişin enerji talebine etkisi göz önüne alınmalıdır. Türkiye için yapılan bir çalışmada mazotla çalışan basınçlı sulama sistemlerinin işlem maliyetlerinin, fotovoltaik sistemle çalışan sulama sistemlerine göre 4.5 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Şenol, 2012). Son yıllarda fosil yakıt ve elektrik fiyatlarındaki hızlı yükseliş karşısında tarımsal ürün fiyatları bu maliyet artışını karşılayabilecek kadar yükselmemiş ve bunun sonucunda tarımsal arazi ve yapılar da güneş panelleri yoluyla enerji üretimine yönelim artmıştır. Bu maliyet sorunlarına ek olarak 2022 sulama sezonunda yaşanan elektrik kesintileri de çiftçilerin gereksinim duydukları enerjiyi kendilerinin üretmesi yönündeki ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. Bu alandaki krize kısa dönemli bir çözüm olarak tarımsal sulamaya dayalı elektrik borçlarının ödenmesi için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından düşük faizli kredi verilmeye başlanmıştır ve ek olarak güneş enerji santrallerine dayalı sulama sistemlerinin desteklenmesine çalışılmıştır (18 Ağustos 2022 Tarihli

ve 31927 Sayılı Resmî Gazete). Tüm bu bilgiler ışığında tarımsal üreticilerin yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimine erişiminin hem iktisadi-mali hem de verimlilik açısından olumlu etkileri açıkça anlaşılmaktadır. Ancak bu desteklerden faydalanabilmek, yine birtakım ağır şartlara bağlanmıştır (Madde 1/c)<sup>3</sup> ve bu destekleyici kredilerle birlikte aşağıda daha ayrıntılı bahsedeceğimiz üzere tarım arazileri üzerinde GES kurulumuna ilişkin bazı ciddi kısıtlar da getirilmiştir.

## 2.2. Türkiye Tarımında Güneş Enerjisi

Ülkemizde güneşlenme potansiyeli göz önüne alındığında, enerji bağımlılığını en aza indirecek ve Yeşil Dönüşüm ile uyumlu biçimde karbon emisyonlarını azaltacak en elverişli enerji kaynakları içinde güneş enerjisi öne çıkmaktadır. Güneş enerji üretimi hızla yükselen Avrupa ile karşılaştırıldığında Türkiye, Avrupa'da görece yüksek ışıma miktarına sahip Fransa ve İspanya'ya göre dahi yaklaşık %30 daha yüksek ışıma miktarına sahiptir. Toplam ışımaya göre, ülkemizdeki elektrik talebinin %75'inin güneş enerjisi ile karşılanması mümkündür (Uğuz vd., 2019). Mevcut haliyle lisanslı ve lisanssız<sup>4</sup> olmak üzere GES'ler Türkiye çapındaki kurulu güç kapasitesinin %9'unu, toplam enerji üretiminin ise %4.87'sini oluşturmaktadır (EPDK, 2022a).

Güneşlenme miktarına bölgesel olarak bakıldığında Türkiye'de en yüksek potansiyel Güney Doğu Anadolu Bölgesi'ne aittir. Bölgeyi sırasıyla Akdeniz, Doğu Anadolu, İç Anadolu, Ege, Marmara ve Karadeniz takip etmektedir. Karadeniz, Güney Doğu Bölgesi'ne göre yalnızca %23 daha az güneş enerjisi potansiyeli göstermektedir (GEPA, 2022) ve birçok Avrupa ülkesine göre daha fazla ışımaya sahiptir (Coşgun, 2021). Özellikle güney ve iç kesimlerdeki güneşlenme miktarının fazlalığı ve söz konusu bölgelerde Şanlıurfa, Konya gibi kuraklık tehlikesi altında olan önemli tarım alanlarının yer alması<sup>5</sup>, TarımFV'nin bu tür bölgelerdeki potansiyelini hem enerji hem de sulama verimliliği açılarından arttırmaktadır. Ülkemizde seracılığın yaygın olması da seralarda kullanılan enerji ihtiyacını arttırmaktadır. Fernández vd. (2022) tarafından İspanya, İtalya, Meksika ve Türkiye üzerinde yapılan çalışmaya göre mevcut seraların üzerine kurulacak paneller ile üretilecek en yüksek elektrik potansiyelinin Türkiye'de olduğu tespit edilmiştir. Üstelik ikinci sırada olan Meksika'ya göre sera başına ürettiği enerji miktarı 2 kat daha fazladır. Çalışmanın diğer önemli bir bulgusu ise, seralarda üretilecek enerji ile her bir seranın %95 ila %114 oranında enerjide kendine yetebilir duruma gelmesidir. Örneğin Antalya'da bulunan seralar, Türkiye'nin elektrik arzını %6 oranında karşılayabilecek seviyededir. Bu oran İspanya, Meksika ve İtalya'da bulunan önemli sera bölgelerine göre önemli bir farkla (sırasıyla %2.5; %2.3; %3.4) önde yer almaktadır.

TarımFV'nin mikroklima etkisi ile fotovoltaik enerji üretimi üzerinde verimlilik artışı sağlayabileceği düşünüldüğünde, tarımsal üretim ve enerji üretiminin birleştirilmesi, tarımsal arazilerden sağlanabilecek enerji verimliliğini önemli ölçüde arttırabilecektir (Coşgun, 2021). Tarımsal üretim ile güneş enerjisinin birleştirilmesi durumunda diğer sinerjik faydalar da dahil olmak üzere önemli bir enerji arzının ortaya çıkabileceği, çiftçilerin ve kırsal kesimin enerji bağımlılığının ciddi ölçüde azaltılabileceği söylenebilir. Ayrıca arazi fiyatlarındaki artış ve diğer yapısal sorunlara bağlı olarak ekilen alanların azalma eğiliminde olması karşısında TarımFV tarımsal üretimin sürdürülebilmesi açısından çekici bir yatırım olanağı sunabilmektedir. Bununla birlikte TarımFV'nin amacına uygun kullanılmaması ('pseudo-tarım', tarım yapar görünümlü enerji yatırımları) tarımsal arazi üzerindeki enerji yatırımı amaçlı baskıyı arttırırken, gıda arzını olumsuz etkileyebilir. Bu anlamda TarımFV'nin hem kırsal kalkınma hem de gıda güvenliği açısından toplumsal faydasını gözetilen bir mevzuat oluşturmak son derece önem taşımaktadır.

Türkiye’de henüz TarımFV’ye özel bir mevzuat olmasa da tarımsal arazilerde güneş enerjisi kullanımı, 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ve 5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu ve bunlara bağlı yönetmelikler ve uygulama talimatları aracılığıyla düzenlenmektedir. En güncel haliyle tarım arazileri üzerinde ölkemizde paneller yoluyla iki şekilde elektrik üretilebilmektedir. Bunlardan ilki, çiftçilerin tarımsal üretim faaliyetlerinde arazi ya da çatı üzerinde (sulama, seralarda ve besi çiftliklerinde ısıtma/soğutma, soğuk hava deposu vb.) girdi olarak kullanabilmeleri için şebekeden bağımsız biçimde elektrik üretmelerine dayanmaktadır. Diğeri ise kuru (kıraç) marjinal tarım arazileri üzerine kurulan paneller aracılığıyla şebekeye satış amacıyla üretilen elektriktir. 21 Temmuz 2011 Tarihli 28001 Sayılı Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik, özel ve tüzel kişilerin kendi elektriğini kendilerinin üretmelerini sağlayan ilk düzenleme olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yönetmelik kapsamında lisanssız olarak kurulan ilk güneş enerji sistemi (GES), 2013 yılında Muğla Büyükşehir Belediyesi tarafından kurulan mezbaha tesisi olmuştur. Çatıya kurulan bu sisteme ek olarak ilk tarımsal sulama GES ise aynı yıl Ankara’nın Beypazarı ilçesinde bir çiftçi tarafından kurulmuştur (Güven, 2020; TRT, 2012). 2021 yılı itibarıyla Türkiye’de lisanssız olarak üretilen elektriğin %96.6’sı, GES’lerce üretilmektedir (EPDK, 2021).

2022 yılına dek saatlik mahsuplaşma yapılarak lisanssız üreticilerce üretilen elektriğin satışına izin veren düzenleme, yurt çapında tarımsal üretimin suistimal edilmesi eğilimi karşısında (hayvan bulunmayan besi çiftlikleri, mahsul üretilmeyen seralar vb. örneklerle) 11 Ağustos 2022 tarihli Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği’nde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ile yeniden düzenlenmiş ve aylık olarak mahsuplaşmaya izin vermeye başlamıştır.<sup>6</sup> Bu yeni düzenlemelere göre 2013-2019 dönemine göre lisanssız elektrik satışından elde edilecek gelir düşmüştür. Buna ek olarak son yıllarda GES talebindeki artışın ise panel fiyatlarının yükselmesine yol açarak her iki gelişme sonucunda GES yatırımlarının çiftçi için yatırımın geri dönüş süresini uzattığı söylenebilir.

Esasında devletin, bu düzenlemeler ile elektrik üretiminde satış gelirinden ziyade “öz tüketim” modelini (Güven, 2022) ya da EPDK (2022b)’nin kamuoyu duyurusunda ifade ettiği şekilde “tüketime özgüleşmiş” üretimi yeniden kurgulamak istediği görülmektedir. Benzer bir ihtiyatlı yaklaşım sonucunda Tarım ve Orman Bakanlığı’na bağlı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü görüşleri doğrultusunda hazırlanan tebliğlere dayanarak 26 Nisan 2022 tarihinde “Tarım Arazilerinin Korunması, Kullanılması ve Planlanmasına Dair Uygulama Talimatı”nda değişiklik yapılarak GES kurulabilecek arazi ve yapılar yeniden düzenlenmiştir. Buna göre GES kurulabilecek alanlar i) marjinal tarım arazisi ve ii) mutlak, özel ürün, dikili tarım araziler olarak ikiye ayrılmış ve 16 Haziran 2022 tarihinde bazı alanlarda yalnızca tarımsal amaçlı yapıların çatılarına ya da arazinin %1.5 oranında yere kurulabilmek suretiyle sınırlama getirilmiştir (bkz. Tablo 4). Sera üzerine GES kurulumu ise tamamen yasaklanmıştır. Marjinal tarım arazilerinde kurulan seralarda ise GES’in proje alanının %1.5 oranı kadar yalnızca yere kurulmasına izin verilmiştir (TAGEM, 2022).

**Tablo 4: Tarım Arazilerinin Korunması, Kullanılması ve Planlanmasına Dair Uygulamalar**

Marjinal Arazilerde	Mutlak, Özel Ürün, Dikili Tarım Arazilerde
“Tarımsal amaçlı yapılar”ın çatısına tüketimi karşılayacak kadar GES kurulabilir. Yetmemesi durumunda ise proje alanının %1.5 kadar yere GES kurulabilir.	“Tarımsal amaçlı yapıların yalnızca çatısına tüketimi karşılayacak kadar GES kurulabilir. Yere kurulmasına izin yoktur.
“Sera” üzerlerine fotovoltaik panellerin kurulumu bitki yetiştiricilik tekniğine uygun olmadığı gerekçesiyle yasaklanmıştır. Ancak sera içlerinde (proje alanında) yere %1.5 oranında panel kurulabilir.	“Sera” üzerlerine ve sera içinde yere fotovoltaik panellerin kurulumuna izin verilmemiştir.
“Tarımsal sulama” amaçlı yapılarda kuyunun sulama kapasitesine göre gereken enerjiyi sağlayacak GES, en fazla %1.5 alanı kapsayacak şekilde kuyunun bulunduğu yere kurulabilir.	“Tarımsal sulama” amaçlı yapılar için arazi 20 ha ve üzerinde ise yere GES kurulabilir. 20 ha’dan az ise mobil GES kullanımı serbesttir.
“Tarımsal amaçlı entegre tesisleri”nin çatısına tüketimi karşılayacak güçte GES kurulabilir, yetmemesi durumunda ise yine yere kurulmasına izin verilmektedir.	“Tarımsal amaçlı entegre tesisleri” yalnızca çatısına tüketimi karşılayacak kadar GES kurulabilir. Yere kurulmasına izin yoktur.
“Tarım dışı amaçlı kullanım”larda ise yine çatı ve yere GES kurulabilir.	“Tarım dışı amaçlı kullanımlarda ise yine yalnızca çatıya GES kurulabilir.

**Kaynak:** Tarım Arazilerinin Korunması, Kullanılması ve Planlanmasına Dair Uygulama Talimatı’na Yönelik Tebliği kapsamında düzenlenen Tarım ve Orman Bakanlığı’na ait 16.06.2020 tarihli talimata göre düzenlenmiştir.

Yukarıdaki düzenlemelere göre GES kurulması durumunda çiftçinin, tarımsal üretime devam etmesi taahhüt ile garanti altına alınmaktadır. Buna rağmen çiftçilerin tarımsal üretimden vazgeçmesi durumunda GES’e el konması, kurulumun sökülmesi vb. yaptırımlar mevzuatta bulunsa da yaptırımları uygulayacak altyapı ve ödenek bulunmamakta (yıkım ekibi vb. hizmetlerin düzenlenmesi yoktur) ve denetimsel mekanizmanın çalışmasının mümkün olmadığı anlaşılmaktadır. Yönetmelik, GES kurulumlarını enerji tüketim miktarına göre sınırlamış olsa da üretilen enerjinin satışını sınırlandıran bir mevzuat da yürürlükte yoktur. Bu açılarından mevcut yasal düzenlemeler, birtakım eksiklikler içermekte ve sistemi suistimale açık bırakabilmektedir. Bu nedenle Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı ve Sanayi Bakanlığı arasında koordinasyon bulunmaması önemli bir kurumsal problem olarak karşımıza çıkmaktadır

Söz konusu kısıtlama ve sorunlara rağmen tarımsal sulamada GES’lerin yaygınlaştırılması amacıyla Hazine ve Maliye Bakanlığı tarafından geçtiğimiz günlerde açıklanan kredi desteğinin (HMB, 2022) özellikle küçük ve orta ölçekli çiftçilerin enerjide kendine yeterliliklerine katkı sunabilecek önemli bir gelişme olarak gündeme gelmiş bulunmaktadır. 22 Aralık 2022 tarihinde Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği’nde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelikte yapılan son düzenlemeyle başvuru sürelerinde uzatıma gidilerek bürokratik zorlukların kısmen giderilmeye çalışıldığı söylenebilir.

TarımFV özelinde herhangi bir yasal düzenleme henüz bulunmamasına rağmen, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından 2022 yılında iki adet bilgi notu yayınlanmış ve dikili tarım arazileri ve seralar üzerinde TarımFV uygulamaları yönünde görüş bildirilmiştir. Buna göre güneş panellerinden kaynaklanan gölgelenmenin bitkisel gelişime uygun olmayabileceği, panellerin bertarafı konusunda çevresel endişe duyulduğu ve TarımFV için henüz yeterli veri bulunmadığından hareketle ülkemizde TarımFV uygulamalarının dikili araziler ve sera üzerleri için Genel Müdürlükçe uygun bulunmadığı ifade edilmiştir (TAGEM'e ait 8 Nisan 2022 ve 30 Mayıs 2022 tarihli bilgi notları). Henüz Türkiye'de bir pilot uygulama tamamlanmadığı düşünüldüğünde burada bildirilen görüşlerin ilgili literatüre veya başka ülkelerde benzer uygulama sonuçlarına dayanarak yapılmamış olması bir eksiklik olarak görülebilir. Özellikle AB ve ABD'de TarımFV'ye dair uygulamalar ve bu uygulamalara dair bilimsel çıktıların artışı Türkiye'deki değerlendirmelerin en azından bu ilk aşamada faydalı olabileceğini düşündürmektedir. Takip eden dönemde ise ülkemizde TarımFV'ye dönük pilot projelere hız kazandırılması ve desteklenmesi, elde edilecek verilerin değerlendirilmesi ve kamu kurumlarıyla paylaşılması yoluyla TarımFV'nin ülkemiz için gerçek potansiyelin ortaya konması açısından önem taşıyacaktır.

### 3. TARIMFV SAHA ARAŞTIRMASI SONUCU

Türkiye Fotovoltaik Platformu içerisinde TÜBİTAK 1004 projesi çerçevesinde "Araştırma Programının Toplumsal Etkisi (SOLARSOS)" projesi kapsamında 7-14 Aralık 2022 tarihleri arasında Manisa'nın Akhisar ilçesinde yapılan saha çalışmasında katılımcılara TarımFV özelinde sorular sorulmuştur<sup>7</sup>. Araştırmada, kamu ve özel sektör kuruluşlarından, aralarında tarım sektörü ve kuruluşlarında çalışan (çiftçi, ziraat mühendisi vb.) paydaşlara ek olarak elektrik piyasasında çalışanlar da dahil olmak üzere toplam 20 uzman kişi ile görüşülmüştür. TarımFV hakkındaki görüşlerin sorulduğu bu saha araştırmasında, uzmanların neredeyse yarısı (%45) TarımFV sistemlerini tarımsal üretim açısından faydalı bulmuştur. Üç uzman ise görüş belirtmemiş, bir kişi kararsız olduğunu ifade etmiştir.

Olumlu görüşe sahip olanlar (2 çiftçi, 4 kamu kurumu uzmanı, 3 özel sektör uzmanı) çoğunlukla, TarımFV'nin hem tarımsal maliyetler hem de agronomik etkiler açısından üreticiye fayda sağlayabileceğini düşünmektedirler. Bu faydalar arasında ürün çeşitliliğinin artması ve katma değeri yüksek ürünlerin yetiştirilebilmesi yoluyla çiftçi gelirlerinin artması öngörülmektedir. Yöreye özgü ürünler açısından düşündüklerinde hasat gecikmesinden kaynaklanacak gelir artışı, yaş üzümde beklenmektedir). Zeytin üretiminde ise gölgelenmeden (%20-30 dolaylarında olmak koşulu ile) faydalanabilecekleri; bu sayede ürün kaybında azalma ve kalitesinde yükselme olabileceği ifade edilmiştir. Yine yörede yaygın biçimde kullanılan "örtü" maliyetlerinde azalma sağlanabileceği ve panellerin doluya karşı koruma işlevi görebileceği düşünülmüştür. Ayrıca hem teknik olarak hem de enerji maliyetleri bakımından sulama faaliyetlerinin tamamen bu sistem ile sağlanabilmesinin çiftçiler açısından faydalı olacağı ifade edilmiştir.

TarımFV üzerinde olumsuz görüş bildiren 9 kişi (8 elektrik sektörü uzmanı, 1 çiftçi) arasında öne çıkan yaklaşım ise maliyetlerin yüksekliği dolayısıyla TarımFV sistemlerinin finansal açıdan uygulanabilir olmayabileceği (kurulum ve bakım/operasyonel maliyetler) ve çiftçilerin bu maliyetleri üstlenemeyecekleridir. Bu uzmanların önemli bir kısmı, TarımFV yerine özellikle marjinal arazilere GES kurulumunu önermektedirler. Ülke genelinde ve yörede verimsiz boş arazilerin çok olması ikili kullanımı bu uzmanlar açısından anlamsız kılmaktadır. Her ne kadar bazı

uzmanlar tarımsal üretimin panellerin yaratacağı gölgelemeden dolayı zarar göreceğini ifade etmiş olsa da; uzmanların tarımsal üretimden çok, kendi uzmanlık alanlarına odaklanarak elektrik üretimine ilişkin faaliyetleri değerlendirmeyi önceliklendirdikleri düşünülebilir. Çünkü olumsuz görüş bildiren hiçbir uzman, tarımsal üretim sürecinde farklı sinerjik fayda alanlarına değinmemiştir. Oysa yazında görölen bulgular, sulama verimliliği başta olmak üzere TarımFV'nin birçok farklı alanda (maliyet ve gelir yaklaşımlarına ek olarak agronomik, sosyo-ekonomik, kırsal kalkınma açılarından) olumlu etkisi olabileceği ve çiftçi geliri ve arazi verimliliğini arttırabileceğini göstermektedir (Weselek vd., 2019). Nitekim Ağır vd. (2023)'ne ait öncül çiftçiler ile TarımFV özelinde yapılan saha araştırmasında, katılımcıların neredeyse tamamı TarımFV sistemleri üzerine olumlu fikir beyan etmişler ve elde edebilecekleri faydaları (özellikle maliyet düşüşü ve gölgelemeden kaynaklı agronomik faydaları) göz önünde bulundurarak mümkün olursa bu sistemleri belirli şartlar altında arazilerine kurmak istediklerini belirtmişlerdir.

Akhisar, Manisa'da olumsuz görüş bildiren uzmanlar ayrıca tarımsal üretim süreci dışında da çiftçilerin elektrik üretip satabilmelerinin çiftçiler için yeni bir gelir kaynağı yaratabileceği üzerinde durmamış; üretilen elektriğin yerel paylaşım olanağına odaklanmamıştır. Yalnızca bir uzmanın yörede kooperatifleşmenin zayıf olduğunu belirterek elektriğin ortak kullanımının yerel iş birliği yoluyla pek mümkün olmadığını öne sürdüğü söylenebilir. Fakat bu tür yorumlar yereldeki kurumsal kapasitenin (örneğin kooperatif veya üretici örgütlerinin işlevselliğinin) ne şekilde TarımFV adaptasyonunu etkileyebileceğine dair önemli bir araştırma alanı için yol gösterici niteliktedir.

Olumsuz görüş bildiren uzmanlardan biri (gıda sektörü uzmanı), TarımFV gibi uzun dönemli bir yatırımın tarım arazisinin farklı kullanım imkanlarını engelleyebileceğini öne sürmüştür. Örneğin arazi sahibi kendi ekim yapmak istemediği zamanlarda arazisini kiraya verebilmekte ya da başka yatırımlar için kullanabilmektedir. Bu uzman görüşüne göre söz konusu kısıtlayıcılık TarımFV yatırımına adaptasyonu düşürebilir. Uzmanlardan bir diğeri, bu tür yatırımların "hırsızlık riski"ne karşı koruma gerektirdiğini fakat böyle bir koruma sistemi sağlamanın zor olabileceğini ifade etmiştir. Bu risk karşısında "mobil solar sistemlerin" adaptasyonunun daha kolay olabileceğini düşünen uzman, bu basit hareketli sistem üzerinde de mevcut sigorta sorunlarının varlığına dikkat çekmiştir.

Hem olumlu hem de olumsuz görüş bildirenlerin önemli bir kısmı maliyetlerin yüksekliğini TarımFV sistemlerinin yaygınlaşması konusunda önemli bir engel olarak görmektedir. Bu nedenle tüm uzmanların görüşleri değerlendirildiğinde, TarımFV'nin yaygınlaştırılması konusunda geliştirilecek yeni teşvik mekanizmalarına olan ihtiyaç öne çıkmaktadır. Her iki görüşe sahip uzmanların vurguladığı diğer bir ortak sorun da TarımFV hakkında daha çok bilgiye ihtiyaç olduğudur. Bu nedenle, uygulamaya dayalı çalışmaların üreteceği veriler, TarımFV konusundaki toplumsal görüşe ışık tutabilmesi ve paydaş yaklaşımlarının tarımsal sorunların çözümünde rol oynayabilmesi açısından önemli olacaktır.

#### **4. DEĞERLENDİRME: TÜRKİYE'DE TARIMFV'NİN KATKI POTANSİYELİ**

Yukarıdaki yazın incelemesi TarımFV'nin Türkiye'nin karşı karşıya kaldığı sorunlar ve riskler açısından olumlu etkileri olabileceğine işaret etmektedir. Bununla birlikte TarımFV'nin birtakım alanlarda ödünleşimler doğurması da muhtemeldir. Bunların en başında gölgelemeden kaynaklanan mahsul kaybı gelmektedir. Fakat Türkiye özelinde hem iklimin genel yapısı (yüksek ışınlanma oranları), hem de iklim değışikliği ve sulama maliyetlerinden kaynaklanan ve ekili arazinin küçölmesine sebep olan sorunlar nedeniyle TarımFV bu konularda avantajlı

görünmekte; ödünleşimlerden ziyade sinerjik etkilerin baskın olacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte Türkiye bağlamında tarımda yenilenebilir enerji kullanımına ilişkin mevzuat 'kurumsal' bir sorunun varlığına işaret etmektedir.

Son yıllarda sera üzerinde dahi güneş paneli kurulması uygun bulunmadığı için engelleyici düzenlemeler yapılmıştır: Bürokrasi perspektifinden ikili sistemlerde üreticinin elektrik satışından elde edeceği gelirin görece yüksekliği ve/veya tarımsal üretimin çeşitli örtük maliyetleri nedeniyle ise çiftçilerin enerji yatırımları olanaklarında 'usulsüz' de olsa bir ikameye gitmeleri ve tarımsal faaliyetlerden vazgeçme eğilimi politika yapımcılar tarafından gıda güvenliğini tehlikeye atabilecek olası bir gelişme olarak görülebilmektedir. Bu yüzden bu tür sistemlerin yaygınlaştırılabilmesi için hem üreticinin tarımsal üretim kazançlarını gözetken, hem de devletin denetleyici kapasitesini güçlendiren kapsamlı bir 'tarım politikası' çerçevesine ihtiyaç vardır. GES yatırımlarını kısıtlayan düzenlemeler yerine, GES yatırımları aracılığıyla tarımsal üretimi özendirilen (cazip hale getiren) ve garanti altına alan bir yapının oluşturulması hem enerji üretimi hem de tarımsal üretim açısından faydalı olabilecektir.

TarımFV'nin faydalı olabilmesi için bir yandan pilot çalışmalarla Türkiye için gölgeye toleranslı ürünler belirlenerek gıda güvenliğinin gözetildiği kapsamlı bir TarımFV planlaması yapılmalı; bir yandan da kırsal kesimin refahının ve gıda üretiminin önceliklendirildiği güçlü bir mevzuat oluşturulmalıdır. TarımFV ile ilgili yapılan ön saha çalışmasında TarımFV özelinde olumlu görüşler belirtilmiş de olsa olumsuz görüşler daha çok yüksek maliyet beklentisi ve çoklu kullanımlar üzerinde engellere yoğunlaşmış; bu da maliyet azaltımı için teşviklerin önemli olabileceğini ortaya koymuştur.

## NOTLAR

<sup>1</sup> Şekil 1'de görüldüğü üzere yükseltilmiş FV güneş enerjisi sistemleri altında tarımsal üretim ve hayvancılık devam edebilmektedir. Hayvansal ve tarımsal atıklar yakınlardaki bir biyoenerji tesisinde işlenip enerji üretimi artabilir ve döngüsel ekonomiye katkıda bulunulabilir. Üretilen güneş enerjisi ile tarlada kullanılacak tarım makineleri çevreye zarar vermeden şarj edilebilir. Ayrıca üretilen elektriğin fazlası şebekeye verilerek çevredeki konutların enerji ihtiyacının karşılanmasına destek olabilir. Çevrede bulunan su kaynakları üzerine de yüzen fotovoltaik sistemlerin konulması gibi yeni yöntemlerle de güneş enerjisi üretimi mümkün olabilmektedir.

<sup>2</sup> ODTÜ-GÜNAM koordinasyonunda, Ankara Kalkınma Ajansı desteği ile "Tarımsal Arazinin Çift Yönlü Kullanımına Uygun Yenilikçi GES Uygulaması" projesi kapsamında Ankara İli Ayaş İlçesinde, TÜBİTAK 1004 desteği ile "Tarımda Yeşil Enerji Dönüşümü" projesi kapsamında Kayseri ve Bursa'da ve Horizon Europe desteği ile "AgriPV system with climate, water and light spectrum control for safe, healthier and improved crops production" projesi kapsamında Bursa İli Mustafakemalpaşa ilçesinde birer adet olmak üzere 4 adet açık alan üzerine farklı tasarımlara sahip tarıma entegre GES (TarımFV) kurulumları başlamıştır. Birbirinden farklı iklim koşulları ve ürün desenleri ile yürütülecek olan analizler bölge iklimi açısından tarım ve FV etkileşimini analiz imkânı sunacaktır. Bununla birlikte, bazı özel sektör girişimcilerinin basit açık alan tarıma entegre tasarımları ve örtülü tarımsal alanlar üzeri tasarımlar (ArveTec firmasının koordinatörlüğünde "SusMedHouse Projesi" kapsamında) 2022 yılında hayata geçmiştir.

<sup>3</sup> Madde 1/c: "Tarımsal Elektrik Bedeli başlığından yararlanmak isteyen sulama kooperatifleri ve sulama birlikleri ile gerçek ya da tüzel kişi tarımsal üreticilerin yeni faturalarını ödemek amacıyla

bu krediden yararlanabilmesi için birikmiş, normal ödeme günü geçmiş, ödenmemiş, taksitlendirilmemiş tarımsal elektrik borcunun bulunmaması ve taksitlendirilerek ödenen, ödenecek borçları varsa bununla ilgili gecikmiş taksitin bulunmaması gerekir”

<sup>4</sup> 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu’nun 14’üncü maddesi kapsamında lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaf kişilerin ihtiyaç fazlası olarak sisteme verdikleri üretimdir.

<sup>5</sup> 2021 yılında Türkiye çapında tarımsal sulama faaliyeti için faturalanan elektrik tüketimi içinde, Şanlıurfa %27,3 pay ile birinci; Konya %14,2’lik pay ile ikinci sırada yer almaktadır. Her iki il de, tarımsal üretimi yüksek fakat iklim değişikliğinden en fazla etkilenen bölgelerdendir. Sulamaya ilişkin veriler de bu durumu doğrular niteliktedir.

<sup>6</sup> 12/5/2019 tarihinden sonra yapılan başvurular neticesinde bağlantı anlaşmasına çağrı mektubu almaya hak kazanan kişilerin, ihtiyacının üzerinde satışa konu edilebilecek üretim miktarı, ilişkili tüketim tesisinin toplam elektrik enerjisi tüketimini geçemez. Bu miktarın üzerinde sisteme verilen enerji YEKDEM’e bedelsiz katkı olarak dikkate alınır. Bu fıkra hükmü, kurulu gücü 50 kW ve altındaki mesken abone grubundaki tüketim tesisleri ile ilişkilendirilen üretim tesisleri için uygulanmaz (Madde 16).

<sup>7</sup> Bu araştırma için Orta Doğu Teknik Üniversitesi Etik Kurulu’nun 26 Temmuz 2021 tarih ve 28620816 sayılı kararı ile etik kurul onayı alınmıştır.

---

## **YAZAR BEYANI**

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

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

### **Etik Kurul Onayı**

Bu araştırma için Orta Doğu Teknik Üniversitesi Etik Kurulu’nun 26 Temmuz 2021 tarih ve 28620816 sayılı kararı ile etik kurul onayı alınmıştır.

### **Yazar Katkıları**

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkıda bulunmuştur.

### **Çıkar Çatışması**

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

### **Destek Beyanı**

Bu çalışma TÜBİTAK 1004: Türkiye Fotovoltaik Teknoloji Platformu” 20AG002 numaralı Araştırma Programının Toplumsal Etkisi - SOLARSOS” isimli alt projesi kapsamında desteklenmiştir. .



## KAYNAKÇA

- Adeh, E. H., Selker, J. S., & Higgins, C. W. (2018). Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS ONE*, 13(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256>
- Ağır, S., P. Derin-Güre, & B. Sentürk. (2023). Farmers' Perspectives on Challenges and Opportunities of Agrivoltaics in Türkiye: An Institutional Perspective. *Renewable Energy* 212, 35-49. doi:10.1016/j.renene. 2023.04.137.
- Amaducci, S., Yin, X., & Colauzzi, M. (2018). Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy*, 220, 545-561. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.081>
- BayWa r.e. (2022), 10 Eylül 2022 tarihinde <https://www.baywa-re.com/en/solar-projects/agri-pv#conceal> adresinden erişilmiştir.
- Coşgun, A. E. (2021). The potential of agrivoltaic systems in TURKEY. *Energy Reports*, 7, 105-111. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.06.017>
- Dellal, D., Mccarl, B. A., & Butt, T. (2011). The economic assessment of climate change on Turkish agriculture. İçinde *Article in Journal of Environmental Protection and Ecology* (C. 12, Sayı 1). <https://www.researchgate.net/publication/288760540>
- Dinesh, H., & Pearce, J. M. (2016). The potential of agrivoltaic systems. İçinde *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 299-308. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.024>
- DSİ (2021), DSİ 2020 Yılı Resmi Su Kaynakları İstatistikleri, 12 Ağustos 2022 tarihinde <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1499> adresinden erişilmiştir.
- Dudu, H., Çakmak, E. H., & Saraçoğlu, D. Ş. (2010). Climate change and irrigation in Turkey: A CGE approach. *Iktisat Isletme ve Finans*, Bilgesel Yayıncılık, 25(286), 9-33.
- Dudu, H., & Çakmak, E. H. (2018). Climate change and agriculture: An integrated approach to evaluate economy-wide effects for Turkey. *Climate and Development*, 10(3), 275-288. <https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1372259>
- Dupraz, C., Marrou, H., Talbot, G., Dufour, L., Nogier, A., & Ferard, Y. (2011). Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes. *Renewable Energy*, 36 (10), 2725-2732. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.03.005>
- Dünya Bankası (2022). *Country Climate and Development Report: Türkiye*, June 2022.
- EPDK (2021). Elektrik Piyasası 2021: Piyasa Gelişim Raporu, Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ankara 2022. 30 Ekim 2022 tarihinde <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-24-3/elektrikyillik-sektor-raporu> adresinden erişilmiştir.
- EPDK (2022a). Elektrik Piyasası Sektör Raporu Kasım 2022, Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ankara 2022. 20 Ocak 2023 tarihinde <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-23-3/elektrikaylik-sektor-raporlar> adresinden erişilmiştir.

- EPDK (2022b). Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği'nde Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kamuoyu Duyurusu. 20 Ocak 2023 tarihinde <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-92/elektriklisanssiz-uretim> adresinden erişilmiştir.
- EU (2022). Agri-photovoltaics (Agri-PV): How multi-land use can help deliver sustainable energy and food, European Commission, Agri-Voltaics Workshop. Joint Research Center.
- Erdal, B. (t.y.). Energy use in agricultural production in Turkey: A study on tomato production *CONSUMER TRENDS FOR ORGANIC PRODUCTS: THE CASE OF THE MARMARA REGION IN TURKEY* View project. <https://www.researchgate.net/publication/338695827>
- Fernández, E. F., Villar-Fernández, A., Montes-Romero, J., Ruiz-Torres, L., Rodrigo, P. M., Manzaneda, A. J., & Almonacid, F. (2022). Global energy assessment of the potential of photovoltaics for greenhouse farming. *Applied Energy*, 309. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118474>
- GEPA (2022), Türkiye güneş enerjisi potansiyel atlası (GEPA). 3 Eylül 2022 tarihinde <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx> adresinden erişilmiştir.
- Goetzberger, A., & A. Zastrow (1982) On the coexistence of solar-energy conversion and plant cultivation. *International Journal of Solar Energy*, 1(1), 55-69, DOI: 10.1080/01425918208909875
- Güven (2020). 15 Ekim 2022 tarihinde <https://www.enerjiportali.com/tarimsal-sulamanin-g-e-ve-ssi/> adresinden erişilmiştir.
- Hannah, L., Roehrdanz, P.R., Ikegami, M., Shepard, A.V., Shaw, M.R., Tabor, G., Zhi, L., Marquet, P. A., & Hijmans, R. J. (2013). Climate change, wine, and conservation. *Proc Natl Acad Sci, U S A* 110:6907–6912. <https://doi.org/0.1073/pnas.1210127110>
- Hernandez, R. R., Armstrong, A., Burney, J., Ryan, G., Moore-O'Leary, K., Diédhiou, I., Grodsky, S. M., Saul-Gershenz, L., Davis, R., Macknick, J., Mulvaney, D., Heath, G. A., Easter, S. B., Hoffacker, M. K., Allen, M. F., & Kammen, D. M. (2019). Techno–ecological synergies of solar energy for global sustainability. İçinde *Nature Sustainability* (C. 2, Sayı 7, ss. 560-568). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0309-z>
- HMB (2022). Hazine ve Maliye Bakanlığı, 15 Ekim 2022 tarihinde <https://www.hmb.gov.tr/haberler/hazine-ve-maliye-bakani-nureddin-nebati-ziraat-bankasi-tarim-ekosistemi-bulusmasinda-konustu> adresinden erişilmiştir.
- IEA (2021). International Energy Agency, World Energy Outlook 2021. 4 Ekim 2022 tarihinde <https://iea.blob.core.windows.net/assets/4ed140c1-c3f3-4fd9-acae-789a4e14a23c/WorldEnergyOutlook2021.pdf> adresinden erişilmiştir.
- IPCC (2019). IPCC PRESS RELEASE, Intergovernmental Panel on Climate Change, 8 Ağustos 2019. 25 Ekim 2022 tarihinde [https://www.ipcc.ch/2019/08/08/land-is-a-critical-resource\\_srccl/](https://www.ipcc.ch/2019/08/08/land-is-a-critical-resource_srccl/) adresinden alınmıştır.
- Mamun, M. A. al, Dargusch, P., Wadley, D., Zulkarnain, N. A., & Aziz, A. A. (2022). A review of research on agrivoltaic systems. İçinde *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (C. 161). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112351>.

- ODTÜ-GÜNAM (2022), Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi Tarıma Entegre GES Örnek Çizimi, Ankara.
- Ören, M. N., & Öztürk, H. H. (2006). An analysis of energy utilization for sustainable wheat and cotton production in Southeastern Anatolia region of Turkey. *Journal of Sustainable Agriculture*, 29(1), 119-130. [https://doi.org/10.1300/J064v29n01\\_09](https://doi.org/10.1300/J064v29n01_09).
- Sayın, C., Mencet, M. N., & Ozkan, B. (2005). Assessing of energy policies based on Turkish agriculture: current status and some implications. *Energy Policy*, 33(18), 2361-2373.
- SolarPower Europe (2020), Solar Power Summit 2020: Agricultural photovoltaics: Solar at the service of sustainable rural development, 30 Temmuz 2022 tarihinde [www.solarsummit.org](http://www.solarsummit.org) adresinden alınmıştır.
- Şahin, Ü. ve Kurnaz, L. (2014). İklim Değişikliği ve Kuraklık, İstanbul Politikalar Merkezi Yayınları, İstanbul.
- TAGEM (2022). Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Müdürlüğü Bilgi Notu (08.04.2022 ve 30.05.2022). (Resmi evrak olarak edinilmiştir).
- Tang, Y., Ma, X., Li, M., & Wang, Y. (2020). The effect of temperature and light on strawberry production in a solar greenhouse. *Solar Energy*, 195(2020), 318-328.
- Trommsdorff, M., & Johanna, F. (2016). *An Economic Analysis of Agrophotovoltaics: Opportunities, Risks and Strategies towards a More Efficient Land Use*. 2 Ekim 2022 tarihinde [www.wipo.uni-freiburg.de](http://www.wipo.uni-freiburg.de) adresinden erişilmiştir.
- Trommsdorff, M., Kang, J., Reise, C., Schindele, S., Bopp, G., Ehmann, A., Weselek, A., Högy, P., & Oberfell, T. (2021). Combining food and energy production: Design of an agrivoltaic system applied in arable and vegetable farming in Germany. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 140. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110694>
- TRT (2012), 15 Ekim 2022 <https://www.trthaber.com/haber/yasam/iste-ornek-tarimcilik-67544.html> adresinden alınmıştır.
- Trypanagnostopoulos, G., Kavga, A., Souliotis, M., & Tripanagnostopoulos, Y., (2017). Greenhouse performance results for roof installed photovoltaics. *Renew. Energy*, 111, 724e731. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.04.066>
- Turan, N. (2021). Agrivoltaics and Their Effects on Crops: A review. *Muş Alparslan Üniversitesi Tarımsal Üretim ve Teknolojileri Dergisi*, 1(2), 39-47,2021.
- TÜİK (2022). Türkiye İşgücü İstatistikleri, 17 Aralık 2022 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=%C4%B0%C5%9Fg%C3%BCc%C3%BC-%C4%B0statistikleri-2021-45645vedil=1#:~:text=2021%20y%C4%B1%C4%B1nda%204%20milyon%20948,ki%C5%9Fi%20hizmet%20sekt%C3%B6r%C3%BCnde%20istihdam%20edildi> adresinden alınmıştır.
- TÜİK (2023), Tarımsal Girdi Fiyat Endeksi, İstatistiksel Tablolar. 28 Aralık 2022 tarihinde [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Tarımsal-Girdi-Fiyat-Endeksi-Kasim-2022-49561#:~:text=T%C3%9C%C4%B0K%20Kurumsalvetext=Tar%C4%B1m%20DGE'20\(2015,%112%20art%C4%B1%C5%9F%20ger%C3%A7ekle%C5%9Fti](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Tarımsal-Girdi-Fiyat-Endeksi-Kasim-2022-49561#:~:text=T%C3%9C%C4%B0K%20Kurumsalvetext=Tar%C4%B1m%20DGE'20(2015,%112%20art%C4%B1%C5%9F%20ger%C3%A7ekle%C5%9Fti) adresinden erişilmiştir.

- TürkeŐ, M. (2020). İklim değişikliğinin tarımsal üretim ve gıda güvenliğine etkileri: Bilimsel bir değerlendirme. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(1), 125-149.
- TÜSİAD (2020). Sürdürülebilir Büyüme Bağlamında Tarım ve Gıda Sektörünün Analizi. Mart 2020. Gökhan Özertan. Yayın No: TÜSİAD-T/2020-03/613. 3 Ocak 2022 tarihinde <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/10544-tarim-ve-gida-2020-surdurulebilir-buyume-baglaminda-tarim-ve-gida-sektorunun-analizi> adresinden erişilmiştir.
- Uğuz, S., Oral, O., & Çağlayan, N. (2019). Estimation of energy to be obtained from PV Power plants using machine learning methods. *Uluslararası Muhendislik Arastirma ve Gelistirme Dergisi*, 769-779. <https://doi.org/10.29137/umagd.514933>
- Wang, D., & Sun, Y. (2018). Optimizing light environment of the oblique single-axis tracking agrivoltaic system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 170(4). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/170/4/042069>
- Weselek, A., Bauerle, A., Zikeli, S., Lewandowski, I., & Högy, P. (2021). Effects on crop development, yields and chemical composition of celeriac (*Apium graveolens* L. var. rapaceum) cultivated underneath an agrivoltaic system. *Agronomy*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/agronomy11040733>
- Willockx, B. Herteleer, B., Ronsijn, B., Uytterhaegen, B., & Cappelle, J. A. (2020). Standardized Classification and Performance Indicators of Agrivoltaic Systems. *EU PVSEC Proc. 2020*, 1995–1998.
- Valle, B., Simonneau, T., Sourd, F., Pechier, P., Hamard, P., Frisson, T., Ryckewaert, & M., Christophe, A. (2017). Increasing the total productivity of a land by combining mobile photovoltaic panels and food crops. *Appl Energy*, 206, 1495–1507.
- Yeni, O., Teoman, Ö. (2022). The agriculture-environment relationship and environment-based agricultural support instruments in Turkey. *European Review*, 30(2), 194-218. <https://doi.org/10.1017/S1062798720001015>.
- Zisis, C, Pechlivani E, Tsimikli S, Mekeridis E, Laskarakis A, & Logothetidis S. (2019). Organic photovoltaics on greenhouse rooftops: Effects on plant growth. *Mater Today Proc*, 19, 65–72.



*Araştırma Makalesi / Research Article*

## Do Governments and International Organizations Support Green Washing? Acting As A Global Partner in The Global Climate Crisis

Murat Çetin<sup>1</sup>, Deniz Çelik<sup>2</sup>, Seyran Duman<sup>3</sup>

### Abstract

The climate crisis constitutes the first main agenda of the world with two important consequences that have become the 'new normal': extreme weather events that surround the whole world and pandemics. All micro/macro and national/international institutions and organizations have significant duties in preventing and reversing the crisis. However, while these tasks place a heavier burden on individuals and underdeveloped countries with the least share in the crisis, the production sector, which is at the root of the problem and turns the wheels of the linear economy, evades this responsibility. Moreover, companies that are forced to transition to a circular economy within the framework of the 'Green Deal' due to the climate crisis not only evade legal responsibility by resorting to 'greenwashing', but also manage to turn this situation into profit by appearing 'environmentalist' with a counterattack. Hence, the effectiveness of international organizations such as the EU and the UN is becoming more important in preventing the climate crisis. However, considering the half-century-long process of transformation to an environmentally sustainable economy from the 1970s to the present and the progress made, the effectiveness of these most important organizations in preventing the climate crisis in terms of legal coercion and sanctioning power has been questioned; these organizations have even created a feeling in the public that they are distracting the urgent climate agenda by supporting greenwashing under the guidance of multinational companies engaged in green washing.

**Keywords:** Climate Crisis, Greenwashing, Green Economy, Circular Economy.

## Hükümetler ve Uluslararası Kuruluşlar Yeşil Yıkamaya Destek mi Çıkıyor? Küresel İklim Krizinde Küresel Hareket Etmek

### Öz

İklim krizi, 'yeni normal' haline gelen iki önemli sonucu; tüm dünyayı saran aşırı hava olayları ve pandemi ile tüm dünyanın birinci gündemini oluşturmaktadır. Krizin önlenmesinde ve geri döndürülmesinde mikro/makro ve ulusal/uluslararası tüm kurum ve kuruluşlara ciddi görevler düşmektedir. Ancak, bu görevler, krizde payı en az olan bireyler ve az gelişmiş ülkelerin üzerinde daha ağır bir yük oluştururken; sorunun kökeninde yer alan doğrusal ekonominin çarklarını çeviren üretim kesimi bu sorumluluktan kaçmaktadır. Hatta iklim krizi nedeniyle 'Green Deal' çerçevesinde döngüsel ekonomiye geçişe zorlanan firmalar 'yeşil yıkamaya' başvurarak hukuki sorumluluktan sıyrılmakla kalmamakta, üstüne üstlük karşı atakla 'çevreci' görünüp bir de bu durumu kâra dönüştürmeyi becerebilmektedirler. Bu yüzden iklim krizinin önlenmesinde başta AB ve BM gibi uluslararası kurumların etkinliğinin önemi artmaktadır. Ancak 1970'lerden bugüne uzanan yarım yüzyıllık çevre odaklı sürdürülebilir bir ekonomiye dönüşüm süreci ve alınan mesafe göz önüne getirildiğinde; hukuki zorlayıcılık ve yaptırım gücü açısından iklim krizini önleme yolundaki bu en önemli kurumların etkinlikleri sorgulanır olmuş; hatta bu kurumlar, kamuoyunda, yeşil yıkama yapan çok uluslu firmaların güdümünde yeşil yıkamaya destek olarak acil iklim gündemini oyaladıkları duygusu uyandırmışlardır.

**Anahtar Kelimeler:** İklim Krizi, Yeşil Yıkama, Yeşil Ekonomi, Döngüsel Ekonomi.

<sup>1</sup> Sorumlu Yazar (Corresponding Author), Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Üniversitesi, İktisat Bölümü, [mccetin@istanbul.edu.tr](mailto:mccetin@istanbul.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0001-9787-9434>

<sup>2</sup> Öğr. Gör., İstanbul Üniversitesi, Uluslararası Akademik İlişkiler Birimi, [deniz.celik@istanbul.edu.tr](mailto:deniz.celik@istanbul.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0003-3978-3172>

<sup>3</sup> İstanbul Üniversitesi, AB Bölümü Doktora Öğrencisi, [seyran.duamn@ogr.iu.edu.tr](mailto:seyran.duamn@ogr.iu.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-9896-7070>

## INTRODUCTION

The Linear Economy model, which emerged with the Industrial Era and progressed as 'take- build-use-dispose', has reached the 21st century as a model based on resource extraction, fossil fuels, carbon emissions, and consequently dragging the world into ecological destruction and climate crisis. While this economic model - the capitalist understanding of production and consumption - sees economic success in economic growth, it has not been concerned with the consequences of growth, such as income inequality or environmental degradation for many years.

In the mid-20th century, the concept of sustainability gained importance following the entrance of environment into economic agenda. The concept of sustainable development was defined in the Brundtland Commission report in 1987 as a development that can meet the needs of present generations without compromising the ability of future generations to meet their needs (United Nations [UN], n.d.). Sustainable development, which has four dimensions such as society, environment, culture, and economy, has been integrated into many global frameworks and conventions in key areas such as climate change, biodiversity, disaster risk reduction, sustainable consumption, and production (UN, 2022).

However, it was only possible to declare 'access to a clean, healthy and sustainable environment' as a universal human right in 21st century, / and needed to be waited until /on July 2022 (UN, 2022). On the other hand, the same United Nations General Assembly that declared clean environment as a universal human right in 2022 had officially defined 'Internet' as a fundamental human right in 2016 (Euronews, 2022). Even if this priority ranking was not arranged as a result of the demand and pressure of individuals/societies, it is noticeable in terms of reflecting the general agenda of countries, and the world.

The data published by the European Statistical Office (Eurostat) in October 2022 on the economic impacts of climate change on EU countries are important for countries to prioritize climate and the environment. According to Eurostat, extreme weather events caused by climate change led a total economic loss of over 145 billion Euros in the EU in 10 years between 2011 and 2020 (Eurostat, 2022).

The severe consequences of the climate crisis such as pandemics and extreme weather events that have shaken the world as a whole, and the rapid growth of the resource consumption of the planet along with the other living beings have led to the development of social sensitivity on environmental and climate issues.

The reaction of companies to the growing environmental awareness has not only been a requirement in terms of their social responsibilities, but they have also been able to provide economic benefits for themselves by utilizing the increasing demand for sustainable products and services. The additional earnings of the companies can be considered as a plus in addition to fulfilling their social responsibilities in return for selling their products at higher prices by claiming that their products are environment and climate friendly. The concept of greenwashing is used to identify inconsistencies between firms' claims of being environmentalist/eco-friendly/green and their actual behavior. Greenwashing can be defined as the promotion of a good, service or organization that companies and organizations provide to their consumers or target audiences as if they are environmentally friendly, even though the good, service or organization itself is not environmentally friendly or sustainable (Mlaba, 2021). In this context, the concept of greenwashing is technically defined in the dictionary of Cambridge as 'behaviors

or activities that make people believe that a company is doing more to protect the environment than it actually does' (Cambridge Dictionary, 2023).

Multinational companies, which give direction to consumption both with the production dimension constituting the linear economy and instruments such as advertising and marketing to mass the production, stand at the center as the main responsible of the climate crisis, as well. With marketing weapons such as planned obsolescence, fashion, and advertising, companies have found the way for more consumption/production and profitability by achieving the transition from a consumer who buys only what they need to a disposable consumer model that consumes everything quickly. As a result, a consumption model that consumes 1.5 times the renewal capacity of the world's resources has emerged, and if this structure continues unchanged, two and three planet worlds will be needed in 2030 and 2050 respectively to meet these consumption needs (TEMA, 2015; Hickel, 2021).

In the long run, individuals will one by one responsible both for establishing a circular economy and for combating the climate crisis caused by the economic structure shaped by multinational corporations based on fossil fuels and focused on further growth. Individuals will definitely be at the center of stopping and reversing the climate crisis through either their purchasing decisions, or political behavior and the mechanisms of pressure groups that they belong to. The young climate activist Greta Thunberg has shown how important even a single individual is in this transformation process. The effect called as Greta Thunberg Effect, which found a place for itself in the literature, has led millions of young people around the world to add today's linear economic order's damage to environment and climate in the agenda through the 'Fridays for the Future' movement (Schwab, 2019).

However, given the climate emergency, the number one task in achieving the climate target that will stop the climate crisis, keep global warming below 1.5°C, halve carbon emissions by 2030 and zero by 2050 falls to supranational organizations. The reason for it is that, as will be discussed later, developed countries, which are at the center of the climate crisis, support greenwashing by moving in the opposite direction, let alone complying with climate targets.

First chapter of this study will focus on the climate change and its impact on the planet Earth with an emphasis on how the current economic system exacerbates its effects. Secondly, the concept of responsibility shall be discussed in a three level of analysis, namely individual, firm and state responsibility. In the subsequent section, the study will explore the concept of greenwashing and how do firms utilize this strategy to gain profit meanwhile minimize their social responsibility. Then again, third chapter will include examples of greenwashing done by companies. Subsequently, some empirical examples regarding greenwashing on global scale shall be explored and discussed. Furthermore, fifth section of the study will focus on the global agenda on climate crisis and what kind of action is required to combat with the climate change.

## **1. CLIMATE CRISIS AND ITS IMPACTS ON THE PLANET**

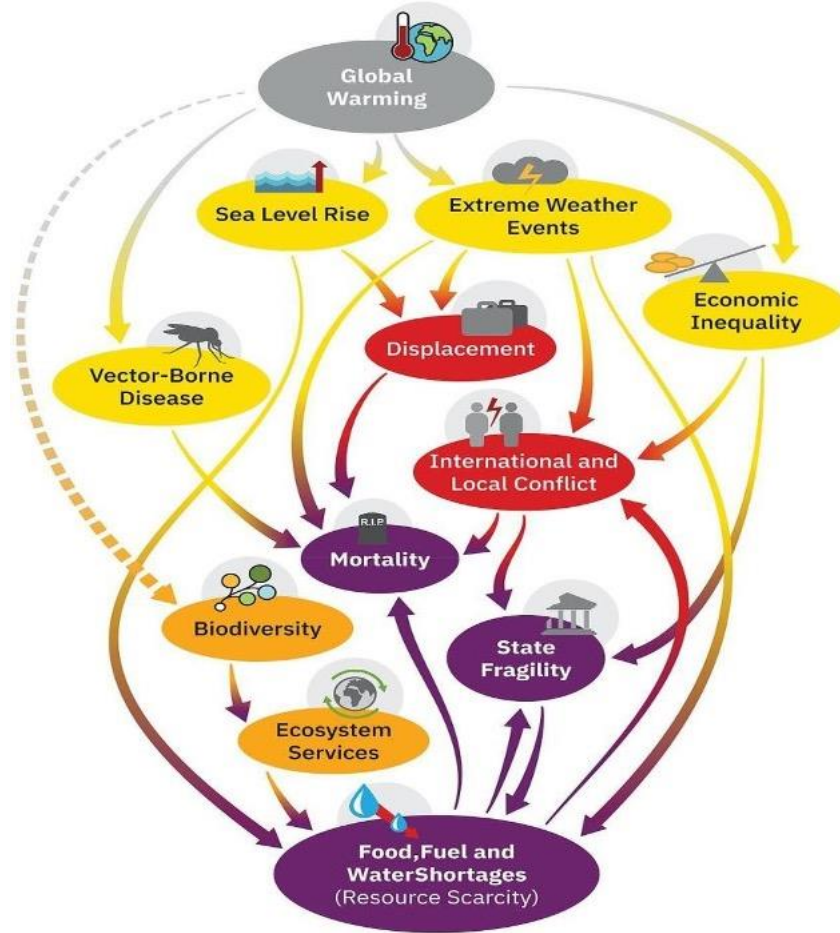
The UN Environment Program's (UNEP) Synthesis Report, 'Making Peace with Nature', published in February 2021, addresses the planet's three main problems, 'climate change, biodiversity loss, and pollution', together within the framework of the Sustainable Development Goals (UNEP, 2021a). The report also shows the scale of the ecological threat the planet faces:

- 'In the last 50 years, growth in the global economy, production and consumption has increased fivefold as a result of natural resources and energy being tripled.
- The world population has doubled to 7.8 billion people. Despite a doubling in average prosperity, around 1.3 billion people are in poverty and 700 million people are still hungry.
- Three-quarters of lands and two-thirds of oceans are now adversely affected by human activities.
- One million of the World's estimated 8 million plant and one million of animal species are threatened with extinction and many of the ecosystem services essential for human well-being are eroding.
- Current and projected changes in climate, biodiversity loss, and pollution make the Social Development Goals (SDG) even more challenging to achieve.
- Damage arising from natural disasters caused by global warming cost approximately 155 billion dollars only in 2018.
- Diseases caused by air pollution cause around 6.5 million premature deaths each year, while polluted water causes 1.8 million deaths, most of whom are children.
- Every year 400 million heavy metals, toxic, and other industrial wastes contaminate the water.
- Ten percent of the World's forest areas has disappeared.
- Since 1980, marine plastic pollution has increased 10-fold' (UNEP, 2021b).

According to the latest Living Planet Report, published in October 2022, about a year after UNEP's report, the population of wild animals declined by 69 percent between 1970 and 2018. (Living Planet Report 2022, 2022) This staggering loss, not to mention the consequences of the climate crisis such as hunger, migrations, floods and droughts, shows that the lives of all species, including humans, are at risk and urgent measures are needed. Apart from the consequences of the climate crisis such as hunger, migration, floods and droughts, this staggering loss shows that the lives of all species, including humans, are at risk and urgent action is needed. The total impact of the climate crisis is seen in Figure 1 below (Kemp et al., 2022).



Figure 1: Cascading Global Climate Failure



**Note:** This is a causal loop diagram, in which a complete line represents a positive polarity (e.g., amplifying feedback; not necessarily positive in a normative sense) and a dotted line denotes a negative polarity (meaning a dampening feedback).

Reference: Kemp et al., (2022)

For those who want to see beyond the economic loss, as explained in the figure above, it can be said that we are faced with much more severe consequences. A scene where the land, seas, air are polluted and forests, wetlands, glaciers, wildlife are destroyed, biodiversity decreases, extreme weather events, climate migration and ecological anxiety increase, and the Covid19 pandemic, which is the result of the climate crisis, reveals the destruction for the whole planet (Çetin & Yılmaz, 2021).

The figure above showing the Total Impact of the Climate Crisis also indicates that climate change starts with human behavior and ends with the impact on humans (and other living things and the ecosystem). That is, human activities cause carbon emissions, these greenhouse gases accumulate in the atmosphere, and leads to global warming, which in turn results in climate and environmental changes, ultimately affecting lives and economic situation (Stern, 2009).

According to the World Economic Forum's Global Risks Report for 2022, 8 of the 10 major disasters that await humanity in the next 10 years are climate-based, which shows how serious the danger is (World Economic Forum [WEF], 2022).

In the fight against climate change, the idea of 'abandoning the current linear economic system' has recently become widespread in particular; as an alternative, the circular economy model has emerged, which aims to 'extend the life cycle of a product as much as possible and minimize waste in resources' (Hartley et al., 2020). However, it will not be easy to change a three-hundred-year-old deep-rooted economic structure that emerged with the Industrial Era, and the ultimate responsibility, here, will fall on supranational organizations.

## **2. WHOSE RESPONSIBILITY SHOULD IT BE TO TAKE CARE OF THE FUTURE OF THE PLANET?**

The severe consequences of the climate crisis accelerated by extreme weather events and the pandemic, which shook the whole world, and the acceleration of the consumption of the resources on the planet including other living beings, has led to the development of social sensitivity on environmental and climate issues, albeit belatedly. In this situation an important question arises: whose responsibility is it to tackle the issue of the climate change? There are multiple levels of consideration in this topic, namely individual, corporate, and state responsibility.

On the individual level for taking responsibility and acting to minimize its impacts, there are several narratives that can be considered: prudential responsibility and moral responsibility. Prudential responsibility means that responsibilities of a person for oneself, whereas moral responsibility means responsibility of an individual towards others (Jamieson, 2010). In terms of individual responsibility for the climate change two questions emerge: (a) do individuals feel responsibility for their actions (or inactions), (b) do individuals feel responsibility for others? According to Sagoff (2011) individuals who are living today may not see any explicit gain by reducing carbon emissions which Sagoff believes those persons are to lose more as individuals. Then again, Hourdequin (2010) believes that the notion of individuals are actors that only maximize their own benefit in expense of others is not a reality and can be challenged. In this regard, several surveys have shown that individuals are willing to take the responsibility of paying more for a product that is environmentally friendly. For example, a report by Glass Packing Institute (2014) states that "75% of millennials are actively looking to make greener changes in their homes and lifestyles". Moreover, A survey of 17,000 people from 17 countries reveals the awareness about the dimensions of the climate crisis. Even in Turkey which is going through a troubled period in terms of economic problems in particular, 75 percent of the respondents have serious concerns about the climate crisis. 85 percent of the respondents state that they are inclined to pay more for sustainable products (Vodafone, 2022). In addition to the consumer behaviour, greenwashing accusations would enable citizens to demand more restrictive laws on firms by the government, a study made in Switzerland claims. The author claims that the study applicable to high-income democratic nations (Kolcava, 2023). Likewise, in a BBC World Service survey of 30,000 people in 31 countries, an average of 56 percent of respondents want their governments to set stronger targets against climate change: While this rate was 43 percent in the same survey conducted in 2015, the rate increased to 56 percent in 2021. It indicates the public support for governments to take serious measures and set ambitious targets against climate change as soon as possible (BBC, 2022).

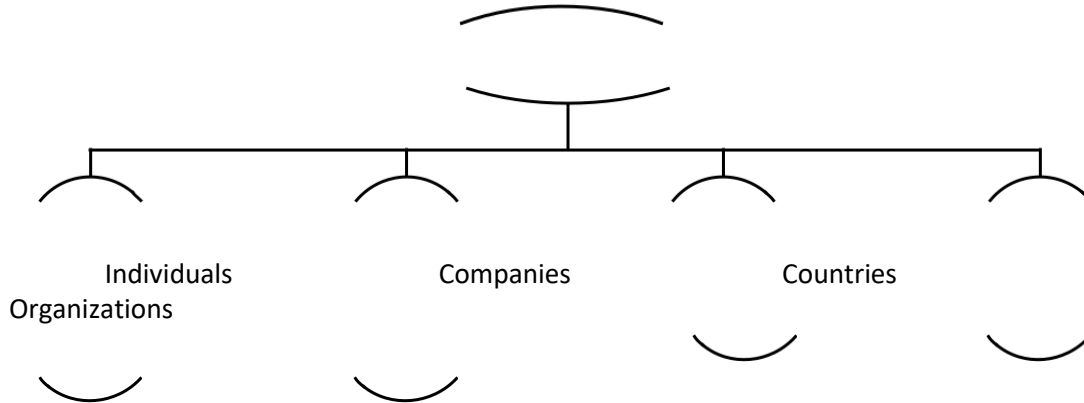
In addition to the previous arguments, the development of information and communication technologies, the widespread use of the internet and social media, and the accelerating globalization that has brought global values to the forefront have increased the number of individuals who are more sensitive to nature, environmentally friendly, and aware of their responsibilities towards the planet and therefore support sustainable practices. Among them there are young people, who are much more sensitive to nature and have ecological concerns (Coffey et al., 2021) to protect both the planet and their own future. These individuals, also called as green consumers, have gained power to manage production and consumption over time by preferring products that protect and do not pollute the environment (Odabaşı, 2017). Companies that closely follow these developments have also sought to impress consumers by showing themselves as environmentally friendly.

On the corporate perspective, two concepts emerge when it comes to understanding their responsibility in combatting with climate change: Corporate Social Responsibility (CSR) and Corporate Environmental Responsibility (CER). Corporate Social Responsibility can be defined as “a form of international private self-regulation focused on the reduction and mitigation of industrial harms and provision of public good moves.” (Sheeny, 2015). On the other hand, Corporate Environmental Responsibility can be understood as “the firm's ability to integrate environmental factors into its daily operations and management”. Sometimes CER is assessed under the CSR itself (Li et al., 2020). These responsibilities are expected to be beyond what the law and regulations request.

Furthermore, from the viewpoint of firms, which, by nature, prioritize their profits, it is hard to say that consumers are yet in a position to force them to make a decisive and rapid turn to a green economy. Moreover, this situation seems to take even more time. Furthermore, according to a study (Kircherr et al., 2018), consumers' low awareness and lack of any direct interest in the circular economy make firms more hesitant for the transition to the circular economy. Therefore, the number of individuals and firms acting individually with the motive of 'social responsibility for the future' in the fight against climate change will not be high enough in the short term. It will obviously take time for individuals/consumers to change their habits and for companies to enter an environmentalist transformation in the transformation of production and consumption patterns shaped by the dominant economic paradigm over the years. Therefore, it is clear that there is not enough support for the transition to a circular economy in both the producer and consumer base in the short term. In this case, the legal deterrence of states and especially supranational institutions/organizations becomes more important for climate emergency.

As a result of the arguments above, it can be said that companies have developed misleading green marketing strategies to show their responsibility towards nature (Demirci, 2021). The cunning of companies has also imposed the responsibility on consumers to act much more carefully in their consumption decisions.

**Figure 2: Who are Responsible for Preventing and Reversing the Climate Crisis?**

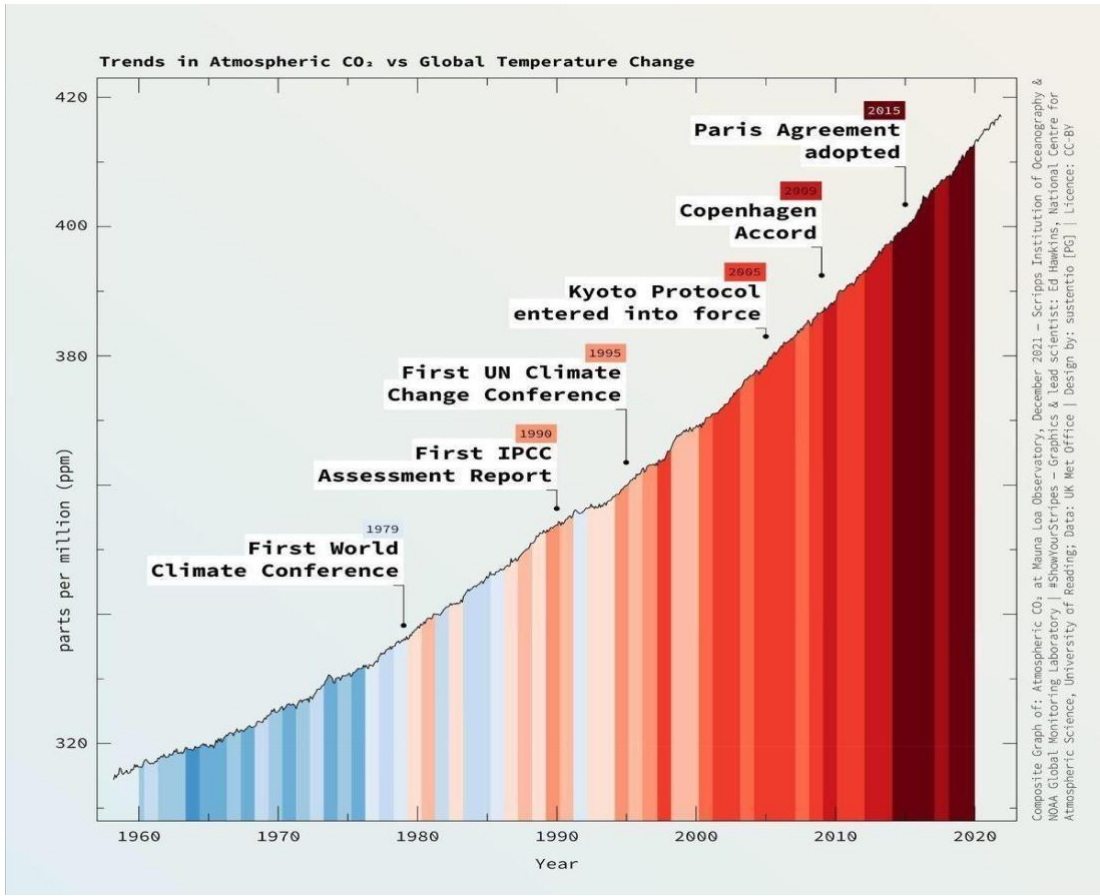


Reference: Çetin, M., Çelik, D., Duman, S., 17.10.2023.

Furthermore, states are frequently seen as the main agents of climate change. Since it affects the entire world, climate change is intrinsically tied to the field of international politics. States are the main political actors in this context, and they are the ones who either take action or fail to do so. States are in charge of implementing new emissions treaties and laws that alter the economic landscape and make it more financially feasible for businesses to engage in clean technology and other mitigation measures, despite the higher costs (Hormio, 2023). However, apart from intergovernmental treaties such as Kyoto Protocol and Paris Climate Agreement, there are no legal basis for claiming one state's responsibility to another; or even the case where these states breach their obligations, there is no structured polity for enforcing consequences as it is in the national systems (Voigt, 2008). So, lack of a supra-national entity in governing the global climate policies may result in a failed collaboration amongst states to produce global standards for tackling and mitigating the climate change. On top of everything, states may fail to feel responsible for their actions because of accountability and enforceability of treaties and commitments other than economic sanctions. For example, Harris (2011) explains claims that "the narrowly perceived national interests that have guided climate diplomacy are not consistent with global interests or indeed with the long-term interests of most countries, including China. This perspective might not be limited to China as Western countries have same "national interests" mind. For example, during the Trump administration, the US had withdrawn from Paris agreement and mitigation efforts took serious backlash (Bomberg, 2017).

Although the arrows point to supranational organizations for the solution of the climate crisis, the situation there is not encouraging either. Figure 3 shows the steps taken at the international level following the increase in the awareness about environmental and climate problems. Since the 1950s, the climate crisis has been making itself felt more and more, and organizations have continued to propose solutions to raise worldwide awareness and share responsibility. The first international climate summit was held in 1979, and international climate summits (UN Conference of Parties) have been organized every year since 1995 to reduce greenhouse gas emissions. However, the figure below clearly shows that despite the time that has passed and all the agreements and commitments, greenhouse gas emissions continue to increase, and ecological destruction deepens.

**Figure 3: Trends in Atmospheric CO<sub>2</sub> and Global Temperature Change**



Reference: Joachim H Spangenberg, Only Radical is Realistic Now International Carbon Rationing in a Climate Emergency

As can be clearly seen in the figure above, since 1995 when the first Conference of the Parties was held, leaving aside the economic crises and pandemic in between, there has been no visible decrease in the rate of greenhouse gases in the atmosphere and emissions have even increased. If these conferences and meetings were to work, the results achieved in the past 30 years should have affected the CO<sub>2</sub> emissions. However, these meetings have been held for 30 years and carbon emissions have been increasing for 30 years, let alone decreasing (Kurnaz, 2022).

The imbalance/inequality between the Global North, which concentrates global wealth and impoverishes a significant part of the world's population and is affected least by the climate crisis it causes, on the one hand, and the Global South, which contributes least to the climate crisis but receives the smallest share of world growth, on the other hand, points to an unsustainable situation.

For example, according to Christian Aid's research, the growth rates in the gross domestic product of African countries that are responsible least for the global climate crisis could fall by

as much as 64 percent by the end of the century, even if the world manages to keep global warming at 1.5°C (“the coast of Africa”, 2022).

On the one hand, there is Pakistan that is responsible for only 0.3 percent of greenhouse gases globally (Euro Topic, 2022) on the other hand, there is the United States that is responsible for 25 percent of historical emissions since 1751, as shown in the figure below.

**Figure 4. Cumulative Carbon Dioxide Emissions, 1750-2020**

### Cumulative carbon dioxide emissions, 1750-2020

Estimated shares of carbon dioxide emissions from energy and industry since 1750.

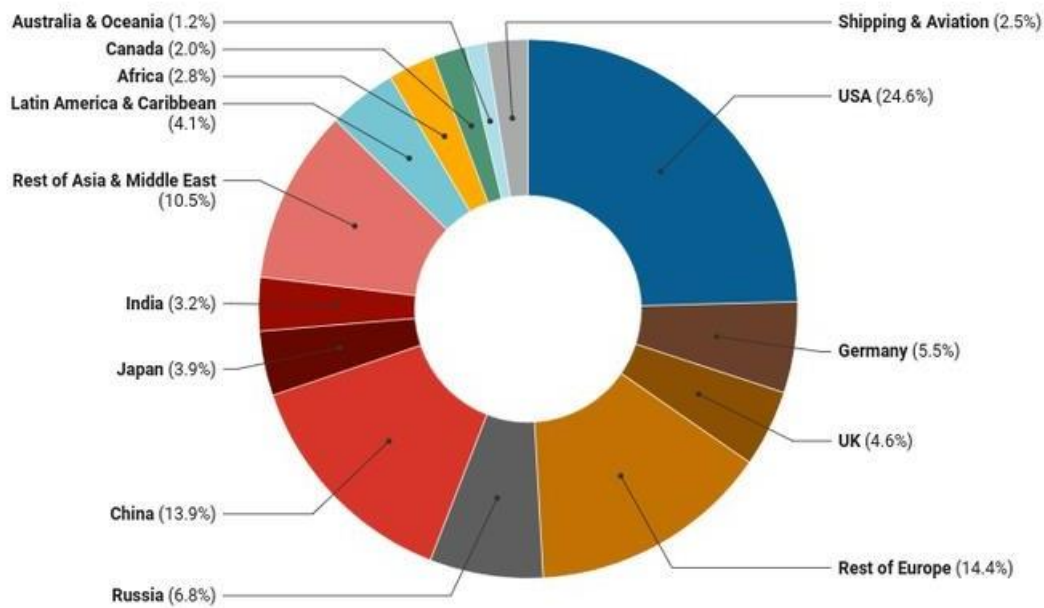


Chart: The Conversation/CC-BY-ND · Source: Our World In Data, Global Carbon Project · Get the data · Download image

Reference: Hannah Ritchie, Our World in Data, “Who has contributed most to global CO2 Emissions?” (<https://ourworldindata.org/contributed-most-global-co2>, 22.11.2022).

All individuals and communities, all national and international companies and organizations have responsibilities to transform the current economic structure and to eliminate the risks posed by climate change, only some of which are listed above. While each individual tries to reduce his carbon footprint within the framework of his personal responsibility and strives to live a life that respects nature, he can also put pressure on governments to take action on climate change and ratify global agreements through civil society organizations as voters, citizens, or communities (Stern, 2009).

Consequently, the world urgently needs to reduce emissions to achieve the goal of restricting the average temperature rise. In order to ensure both climate and income justice in this process, those who have contributed most to the problem should also assume the greatest responsibility to cope with the crisis.

### **3. A SOLUTION FOR SUSTAINABILITY OF PROFIT AN ENVIRONMENTALLY FOCUSED NEW CAPITALIST SYSTEM: GREENWASHING**

CER and CSR activities can be considered as main motivators for businesses to link environmental preservation to their corporate value. According to stakeholder theory, CER may increase a company's worth as well as its position and competitive advantages in the market by cultivating a positive reputation among its staff, customers, and other public organizations (Dixon-Fowler et al., 2017). On the other hand, the trade-off theory claims that these initiatives increase costs for businesses meanwhile having no immediate benefits whatsoever (Escrig-Olmedo et al., 2017). However, companies are not forced to choose between implementing stakeholder theory or trade-off theory. They can implement what literature calls “greenwashing” strategy to obtain benefits while avoiding cost increases. Although greenwashing can bring some benefits to enterprises in the short term. However, in the long term, greenwashing does not add value to enterprises (Cao et al., 2022). Furthermore, in absence of governmental regulations, the greenwashing of corporates cannot be contained. For an effective way of constraining firms from utilizing greenwashing strategies, there should be a governmental punishment mechanism that exceeds the “additional benefits” of these strategies (Sun and Zhang, 2019).

In this regard, the phenomenon of greenwashing is defined by Delmas and Burbano (2011) as “the intersection of two firm behaviours: poor environmental performance and positive communication about environmental performance”. This definition is one of the most commonly used definition in the literature of greenwashing. Moreover, Baum (2012) describes it as “the act of disseminating disinformation to consumers regarding the environmental practices of a company or the environmental benefits of a product or service”. Furthermore, Marquis et al. (2016) believes greenwashing is “a symbolic strategy whereby firms seek to gain or maintain legitimacy by disproportionately revealing beneficial or relatively benign performance indicators to obscure their less impressive overall performance”. However, the act of greenwash does not only consist of disinformation or misinformation of the public. Parguel et al. (2015) indicates that visual and pictorial components of a commercial, in fact, may influence consumers in favour of the corporation that commits greenwashing even without claiming any pro-environmental action whatsoever.

Studies done on the matter of greenwashing governance concur that there is a necessity for government regulations, however, how to prevent greenwashing and establish an adequate control system are matters that scarcely debated in academic literature which constitutes a serious issue in practical terms (Sun and Zhang, 2019). So far only 9 countries have mandatory carbon disclosure laws (Jonson, 2022). According to In and Schumacher (2021) “a majority of corporate capital markets still relies primarily on unaudited, unverified, and largely self-reported data to bridge these information gaps”. On the matter, Cao et al. (2022) believe that the absence of “laws and regulations on how and which carbon information the enterprises should disclose” produces greenwashing behavior. Therefore, since there are no proper validation processes, corporates chase “low risk/high return” approaches of misinformation regarding environmental performance (In and Schumacher, 2021). However, Cooper et al. (2018) concurred that, in the U.S., EPA-mandated carbon data disclosure “remove some of the gloss from companies that were previously viewed positively by investors for their corporate social performance”.

Moreover, companies that are quite adept at closing the flaws that lead to ecocides and the climate crisis are quickly adapting to the growing variety of 'greenwashing'. Below are examples of green washing practices that have emerged recently (Kurnaz, 2023)

- Greencrowding
- Greenlighting
- Greenshifting
- Greenlabeling
- Greenrinsing
- Greenhushing

Furthermore, development of such sub-types of greenwashing also can be perceived as it is a common practice amongst firms. According to Willis (2023) greenwashing seems to be becoming increasingly sophisticated. He presumes that the best marketing and communications strategists are working to develop and use these strategies in order to increase corporate profits.

Greenwashing fundamentally contradicts with the benefit of consumers who base their purchasing decisions on inaccurate environmental claims. Marketers that utilize unsubstantiated environmental assertions may efficiently dupe consumers who are inclined to pay a premium price for pro-environmental products. Profits coming from deceptive or false claims of environmental benefit is simply unjust to consumers. Consequently, prolonged greenwashing will result in consumers becoming disillusioned and doubtful, as they do treat green commercials with suspicion (Feinstein, 2013). However, consumers are not equipped with resources to validate marketers' claims on the environment which many of them are false, misleading, or unsubstantiated (Grodsky, 1993). Becker-Olsen and Potucek (2013) concurs with this argument by saying "It is next to impossible for a consumer to be able to determine if a product is made with environmentally friendly inputs or manufactured at a facility with a carbon offset program or waste management program. Thus, consumers depend on firms and third parties to help them determine the level of the "environmentalness."

Attempts of politicians in highly developed democracies of the Global North to curb the negative impacts of economic activities on the environment within the limits of ecosystem remain to be falling behind what is, in fact, needed to be done (Biermann et al. 2022). Moreover, Feinstein (2013) believes that "although regulation by state and federal lawmakers begins to supplement the efforts by private efforts to curb greenwashing, it falls short of creating a comprehensive and effective system of prevention". Inaction, or inability to act, of politicians to tackle the issue of greenwashing is due to the "distributional conflicts over societal costs of policy interventions" (Aklin and Mildenerger 2020). This is because the private sector is hesitant to take responsibility for some of these costs (Kinderman, 2016). For instance, an effective and enforceable regulations to curb impacts of economic activities are probably would be blocked or prolonged by corporate lobbies (Vesa et al., 2020). Therefore, politicians and policymakers in many countries have to trust on voluntary pro-environmental actions taken by the private sector (Lambin and Thorlakson, 2018). Yet again, assigning the responsibility for taking environmental action to corporates might not conclude with meaningful development on the issue, meanwhile may be considered as greenwashing itself (LeBaron and Lister, 2021; Lyon and Montgomery, 2015).



Following in this chapter, some greenwashing scandals in recent years that are committed by big companies will be presented.

Greenwashing companies consist of large corporations including oil and gas companies, automotive and food companies. In 2015, the US Environmental Protection Agency found that Volkswagen's engine software used in its cars had manipulated emissions tests and emitted much more CO<sub>2</sub> emissions. It also found that about 590,000 diesel cars in the US emit CO<sub>2</sub> 40 times the legal limit. One of the biggest scandals in automotive history, which resulted in Volkswagen's consent to pay a fine of 2.8 billion dollars in 2017, caused the concept of greenwashing to make a tremendous impact and come to the fore (Environmental Protection Agency [EPA], 2022)

The British oil company British Petroleum (BP) is another important example of greenwashing. The perception about BP as an 'environmentally friendly' company created by the Beyond Petroleum advertisement, despite the destruction it caused to nature and the work accidents that caused employees to lose their lives due to the lack of necessary precautions, ensured that BP was less reacted by the public and therefore commercially penalized less (Frick, 2022). Furthermore, a study revealed that the US 'oil giant' ExxonMobil has been denying the existence of a climate crisis for years, even though they have been quite aware of the climate crisis since the 1970s thanks to the research conducted by their own in-house scientists, nor did they take the measures that the company could have taken in this regard (Supran et al., 2023).

A report by Influence Map has revealed that 5 of the world's largest fossil fuel companies spend \$750 million a year "to appear to be taking action against the climate crisis". The report argues that Chevron, Exxon Mobil, Shell, and Total Energies made 'green claims' in at least 60 percent of their climate-related advertisements throughout 2021, but that the 'green claims' in their advertisements are inconsistent with their investments and lobbying activities (Big Oil's Real Agenda on Climate Change 2022). The advertisements of these five major oil companies include messages of abandoning polluting fuels, turning to renewable energy, and supporting emission reductions. These companies, however, allocated only 12 percent of their budgets to low-carbon technologies and spent at least 750 million dollars in total for climate-friendly advertisements for a year (Üren, 2022).

Another evidence was revealed in a US congressional investigation into climate disinformation displaying that the climate goals of the oil companies are deceptive and includes greenwashing although they have net zero-target commitments for the public. More than 200 pages of in-house email messages between lobbyists and Shell, Chevron, and ExxonMobil employees revealed that the oil giants continue to lie about their commitment to solve the climate crisis (Elton, 2022).

Concerned by the catastrophic effects of the climate crisis on the World, consumers (Coffey et al., 2021) demand that not only the well-known oil and gas companies, but also other multinational corporations should be at the forefront of the fight against the climate crisis. However, according to the report by the New Climate Institute, the world's largest companies from different sectors such as Google, Amazon, Ikea, Apple, and Nestle do not meet their own climate targets and exaggerate their efforts towards these targets (Rannard, 2022). The 25 companies examined in the study, which are responsible for 5 percent of all global greenhouse gas emissions, will only be able to reduce carbon emissions by an average of 40 percent, even if they fulfill their commitments to reduce emissions by 100% (New Climate Institute, 2022).

Moreover, the investments of 24 of these aforementioned companies in forests and natural environments to increase carbon storage instead of reducing emissions in order to meet climate targets leads to other problems. It not only goes against the basic operating mindset of the circular economy, which is the main goal, but also ignores the cost of capturing and storing carbon emission instead of reducing it (Kurnaz, 2022).

After the report on greenwashing of fossil fuel industry and the world's largest companies, another report addressing greenwashing on a much larger scale was published by Net Zero Tracker (2022) in 2022. The report found that about half of the largest companies in the Forbes 2000 list have not yet announced their plans to reach net zero, and two-thirds of the 702 companies with a net zero target in their annual reports have not clearly stated how they plan to achieve this goal (Dickie & Jessop, 2022).

The Rainforest Action Network's Fossil Fuel Finance Report shows which financial institutions are still pouring money into oil, gas, and coal operations, and the main trends in fossil fuel finance from 2016 to 2022: Global fossil fuel finance has remained fairly stable for five years by increasing from \$723 billion in 2016 to \$742 billion in 2021. JPMorgan Chase, Citi Bank, Wells Fargo, Bank of America, and RBC have been the largest providers of fossil fuel investments ("Banking on Climate Chaos", 2022).

Of the 60 banks addressed in the report, 44 have announced a "no new oil and gas field" target. However, many of these banks continue to fund oil and gas companies. According to the report, 27 of those 44 banks still have no meaningful policy against corporate-level expansion for any part of the fossil fuel industry ("Banking on Climate Chaos", 2022).

Big corporations have gained popularity and bought prestige by supporting arts, sports, education, and science for years. By doing so, they have tried to prevent negative public images about their activities which are unhealthy, dangerous, etc. Today, a similar attempt has been recklessly made by Coca-Cola, the World's largest plastic polluter, by sponsoring the COP27. The biggest supporter of this situation, which seems to mock the climate crisis, was undoubtedly the participation of the world leaders gathered for the climate emergency in COP26 and COP27 with their private jets (BBC, 2022).

The answer to the question of why climate agreements are insufficient to zero emissions by 2050, to reach a worldwide Green Deal and to establish a circular economy, or why these agreements cannot be 'binding' to save the planet, lies in the power of multinational corporations. Disinformation activities that distort scientific data and blame consumers for the climate crisis, lobbies that fund politicians and those who are responsible for making regulations to prevent the climate crisis and greenwashing to save appearances seem to be some of the ways to which multinational corporations resort (Hickel, 2021).

#### **4. CLIMATE CRISIS AND IRRESPONSIBILITY OF INTERNATIONAL ORGANIZATIONS**

The hypocritical attitude of developed economies towards preventing climate change has become even more evident with the energy crisis that emerged following Russia's invasion of Ukraine. It showed that promises regarding climate can be discussed and postponed whenever a problem arises. For example, Germany postponed its decision to shut down two nuclear power plants which was planned to close by the end of 2022 under the pretext of energy security concerns as a result of Russia's cutting off natural gas delivery to Europe (Euronews, 2022).

In a climate emergency environment where the EU Commission classifies nuclear energy and natural gas as sustainable energy investments (Euronews, 2022), where the World Bank cannot prove that it has spent \$7 billion, which corresponds to approximately 40 percent of the \$17.2 billion budget allocated for combating climate change in 2020 (Fiona, 2022), Coca-Cola, the world's largest plastic polluter (COP27, 2022), becomes the main sponsor of the COP27 climate conference (Ibid.) and this leaves those who are concerned about the solution of the climate crisis helpless and leads to despair.

The intervention to the climate crisis on a country basis is also questionable given that the G20 countries are responsible for 75 percent of the emissions and the richest 10 percent of the World population is responsible for 50 percent of the emissions on one hand, the least developed countries, which have the least share in the climate crisis, suffer the most losses on the other hand (Climate Transparency, 2022).

In addition, the 2022 Climate Transparency Report, which compares the climate actions of G20 countries, reveals another contrast between promises and practices: While fossil fuel subsidies of G20 governments decreased to 147 billion dollars in 2020, they increased by 29 percent to 190 billion dollars in 2021 (Climate Transparency, 2022). Likewise, at the climate summit COP26, while countries committed to phase out coal which is the fossil fuel that causes climate change most, the World's most coal-dependent countries including China, the US, Australia, and India did not (BBC, 2021).

Similarly, the amount of subsidies provided to fossil fuels by 51 energy producing and consuming countries including OECD and G20 countries, which account for 85 percent of the World's total energy supply, was \$362.4 billion in 2020. In 2021, this subsidy nearly doubled to \$697.2 billion. The irony is that China, India, the United States, Japan, South Korea, South Africa, Indonesia, Russia, Vietnam, and Australia - the World's top 10 coal-producing countries- are all committed to achieving net zero emissions by 2050 (Kaya, 2022). To sum up, since 2015, less than a quarter of the emission reduction targets set in the Paris Climate Agreement has been met (Yeşil Gazete, 2022).

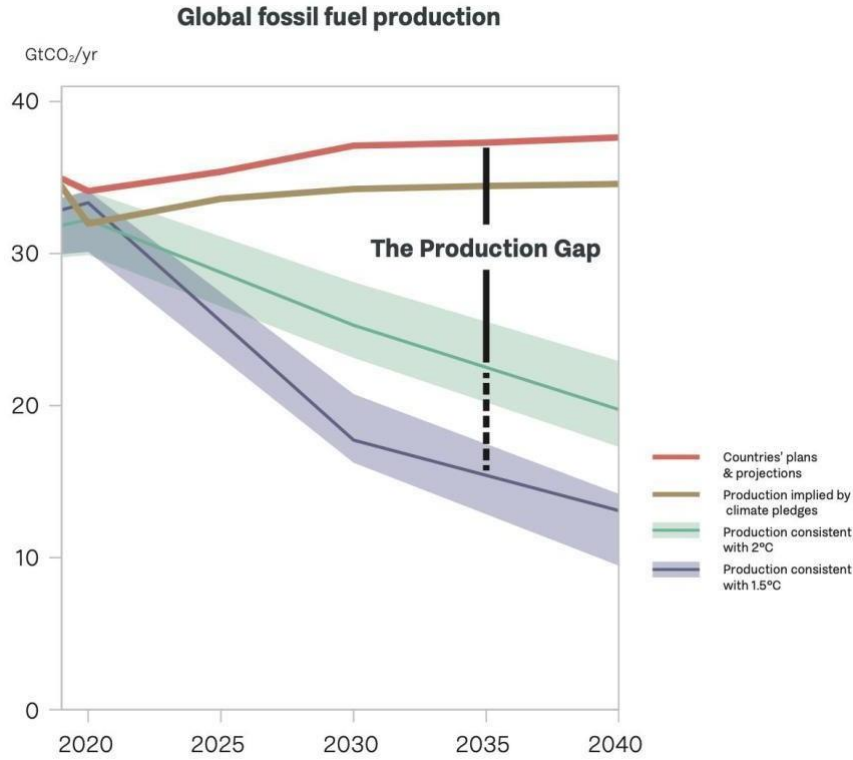
Aside from the global dimension of the climate crisis, which is based on the necessity of international cooperation, and joint action (Stern, 2009), and the fact that developed countries, which are at the center of the crisis to solve the crisis, support greenwashing by moving in the opposite direction of the targets, let alone complying with the climate targets; international organizations also support greenwashing with the (legal) steps they take and they do not take.

For example, 'ecocide', a crime against humanity and the planet, has still not been criminalized by the International Criminal Court. At the last climate summit COP27, there was no progress on restricting the use of fossil fuels and no commitment to do so was included in the final declaration (Suna, 2022).

Once more, the non-compliance with climate targets is evident when the mitigation plans for fossil fuels in the figures below are taken into consideration. To limit global warming to 1.5°C, greenhouse gas emissions must be cut by 55% by 2030, but plans submitted to the UN by 120 countries including carbon reduction pledges through 2030 are not enough to prevent dangerous climate change. UNEP's emissions report (UNEP, 2022) states that the pledges will fail to limit the global temperature rise to 1.5°C by the end of this century, and that the global temperature rise could reach 2.7 degrees by the end of this century, and that it will have devastating consequences (McGrath, 2021b).

UNEP's previous report (2021) had already revealed that governments' fossil fuel production plans till 2030 are incompatible with the plans to contain climate change, and that governments are planning to produce more than twice the maximum amount of fossil fuels in 2030 needed to limit global warming to 1.5°C (McGrath, 2021a).

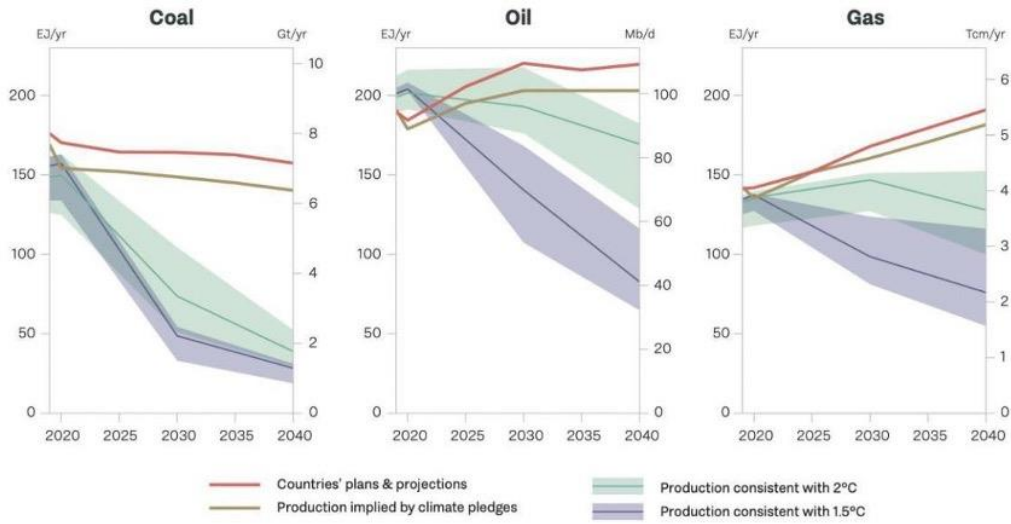
**Figure 5: Target for the Sharp Fall of Fossil Fuel Production**



Reference: 2021 Report, "The production gap", [https://productiongap.org/wpcontent/uploads/2021/11/PGR2021\\_web\\_rev.pdf](https://productiongap.org/wpcontent/uploads/2021/11/PGR2021_web_rev.pdf), 25.11.2022.

According to the report, despite the ambitious zero carbon emission targets of many countries, the largest oil and gas producers are not planning a reduction in production levels: On the contrary, gas production is set to double, oil production is set to increase by around 10%, and coal production most of which is set to decline by around 10%-15% after 2035 (2021 Report, 2022).

**Figure 6: Countries' Plans for Reduction Needed in Coal Production and Increase in Oil and Natural Gas**



Reference: 2021 Report, "The production gap", [https://productiongap.org/wp-content/uploads/2021/11/PGR2021\\_web\\_rev.pdf](https://productiongap.org/wp-content/uploads/2021/11/PGR2021_web_rev.pdf) , 25.11.2022.

According to UNEP, by 2040, governments will produce about 5 times as much coal, 3 times as much oil, and 2.5 times as much natural gas as the quantity envisaged to meet the 1.5°C warming target (2021 Report, 2022).

## 5. GLOBAL ACTION AS A MORAL, ETHICAL AND ECONOMIC IMPERATIVE ON THE GLOBAL CLIMATE CRISIS

The process of finding the reason for climate and environment-based problems and finding solutions for those problems is by nature within the scope of job description of the scientific world primarily. Local and international organizations that will implement policies, develop rules, and build sanctions for the solution of those problems take their place right after the scientific world. One of the best examples of this relationship/interaction or a kind of cooperation between science and politics is the detection of ozone depletion and the Montreal Protocol, which initiated the phase out process of ozone depleting substances so that the ozone layer could begin to recover (UNEP, 2021b). Similarly, scientists today are identifying problems and proposing solutions for the health of a planet plagued by climate and environmental problems. However, the problem is that despite the increasingly severe and irreversible global climate crisis situation, international organizations, which are responsible for implementing the proposals of the scientific world for the solution seem to be far from fulfilling the requirements for division of labor and joint action.

The fact that human activities, which have brought the planet into the 'Anthropocene Epoch', have brought the Earth to the brink of the 6th great extinction has urged the necessity of acting together in the global climate crisis for all nations, and supranational organizations in particular. Although the climate crisis has been recognized as a global problem in recent years thanks to extreme weather events, it has been the pandemic with its severity and expansionist characteristics that has made the climate crisis the world's number one problem. In terms of both the problem and the solution, the pandemic has clearly demonstrated that there cannot

be a 'unique' prescription for salvation without international cooperation and joint action. This situation has manifested itself as 'one health' approach not only for the Covid19 pandemic, but also in the prescription for solution for all future pandemics (Çetin & Yılmaz, 2021).








In recent years, international reports and studies published one after the other concretely demonstrate the threats facing the planet. The answer to the question of what kind of action plan should be developed against these threats is clear: The Limits to Growth report published in 1972 emphasized the interdependence between the economy and the natural environment, and the damage caused by development on the natural environment. The report has been a basis for the necessity of joint action against environmental problems (Meadows et al., 2018).

Within this framework, the UN Environment Program's 'Making Peace with Nature' Synthesis Report highlights the need to engage stakeholders at all levels of society in decision-making process and identifies dozens of key actions that governments, businesses, communities, and individuals can and should take to achieve results:

- 'Governments can include natural capital in economic performance measures, put a price on carbon, and shift trillions of dollars in subsidies from fossil fuels, unsustainable agriculture and transportation to low-carbon and environmentally friendly solutions.
- International organizations can support expanded and enhanced protected area networks such as One Health approaches and ambitious international targets for biodiversity.
- Financial institutions could stop lending to fossil fuels and develop innovative financing for biodiversity conservation and sustainable agriculture.
- Businesses can adopt circular economy principles to minimize resource use and waste and commit to maintaining transparent and deforestation-free supply chains.
- Civil society organizations can form stakeholder networks to ensure their full participation in decision making procedure on the sustainable use of land and marine resources.
- Scientific organizations can pioneer technologies and policies to reduce carbon emissions, improve resource efficiency, and increase the resilience of cities, industries, communities, and ecosystems.
- Individuals can reconsider their relationship with nature, learn about sustainability and change their habits to reduce their use of resources, reduce waste of food, water, and energy, and adopt healthier diets' (UNEP, 2021a).

The table below sets out, in a sense, the goals, and actions that micro and macro units should take to address the climate crisis:

**Figure 7: Decisions Based on Narrow Set of Market Values of Nature Underpin the Global Biodiversity Crisis.**

Values-centered action points	STAKEHOLDERS						
	Inter-governmental organizations 	National and subnational governments 	Non-governmental organizations 	Academia 	Citizen groups/ IPLCs 	Private sector 	Media 
<b>Embed diverse values into decisions</b>	Promote the incorporation of diverse values into national biodiversity strategies	Implement policies that articulate diverse values	Develop values-centred safeguards	Address knowledge gaps	Mobilise sustainability-aligned values	Implement standards for values-based corporate responsibility	Communicate on the diversity of values of nature
<b>Foster policy coherence across sectors based on sustainability-aligned values</b>	Align policy with value diversity	Establish coordination mechanisms among sectors around shared values	Foster initiatives to make visible diverse values	Advance inter and trans-disciplinary research on values	Advocate for recognition and respect for diverse values	Engage in cross sectoral dialogue to build shared values	Highlight stories of successful values alignment
<b>Ensure representation of stakeholders' values</b>	Develop standards for inclusive participation in decisions	Encourage participatory policy design	Support valuation uptake in policy decisions	Assess representation in valuation and outcomes	Promote respect for marginalised worldviews and values	Adopt practices of inclusive participation	Promote public debates on the diverse values of nature
<b>Enable capacities to embed diverse values into decisions</b>	Address barriers (e.g. understanding of trade-offs) to develop capacities of stakeholders	Enable mechanisms for policy uptake of plural valuation	Support capacity development activities based on nature's values	Build research programmes to strengthen the transformative potential of values-centred leverage points	Network to foster peer to peer learning	Support capacity development on values-based corporate sustainability standards	Train communication experts (including local communicators) on the role of nature's values
<b>Strengthen co-learning among stakeholders to develop shared values</b>	Promote projects that entail cross sectoral planning by highlighting best practices	Encourage collaborative learning across scales and sectors	Document good co-learning practices across actor groups	Promote research on values incorporating different knowledge systems	Support awareness raising among peers	Promote co-learning with affected stakeholders	Communicate on how shared values are built
<b>Enhance resource mobilisation for plural valuation and policy uptake</b>	Foster international commitments to undertake plural valuation and uptake	Allocate resources for capacity building to support uptake of valuation	Ensure project funding is targeted to addressing key gaps	Channel resources for plural valuation research	Support crowdfunding to enable wider participation in decision making	Allow for plural valuation and its uptake	Highlight gaps in resource availability

Reference: IPBES Values Assessment - Decisions Based on Narrow Set of Market Values of Nature Underpin the Global Biodiversity Crisis.

The Assessment Report on the Diverse Values and Valorization of Nature has shown that taking 'nature' into account in political and economic decisions will be a key driver in addressing both global biodiversity and the climate crisis. The report argues that policymakers often focus on short-term profits and economic growth and ignore the multiple benefits that nature can provide.

The report shows that the main gap, within this framework, is the need for concerted action by all decision-making actors with a synergistic shared vision to reverse the biodiversity crisis and move towards more sustainable and fair future (IPBES, Plenary of the

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services Ninth session Bonn, Germany, 3-9 July 2022).

A new UN report presented at COP27 which criticizes greenwashing and weak net zero commitments that threaten to undermine the global efforts to reduce greenhouse gas emissions to limit global warming to 1.5°C, sets out 10 practical recommendations to bring honesty, transparency, and accountability to net zero by setting clear standards and benchmarks (Haber Merkezi, 2022). The report also sets new red lines to prevent greenwashing, and states that non-state actors should no longer do the things as follows: (United Nations, 2022).

- "Non-state actors cannot claim to be net zero while continuing to build or invest in new fossil fuel supplies. Coal, oil and gas account for over 70% of global greenhouse gas emissions. Net Zero is entirely incompatible with continued investment in fossil fuels. Similarly, deforestation and other environmentally destructive activities are disqualifying.
- Non-state actors cannot buy cheap credits that often lack integrity instead of immediately cutting their own emissions across their value chain. As guidelines emerge for a high-integrity voluntary credit market, credits can be used above and beyond efforts to achieve 1.5°C aligned interim targets to increase financial flows into underinvested areas, including to help decarbonize developing countries.
- Non-state actors cannot focus on reducing the intensity of their emissions rather than their absolute emissions or tackling only a part of their emissions rather than their full value chain (scopes 1, 2 and 3).
- Non-state actors cannot lobby to undermine ambitious government climate policies either directly or through trade associations or other bodies. Instead they must align their advocacy, as well as their governance and business strategies with their climate commitments. This includes aligning capital expenditures with net zero targets and meaningfully linking executive compensation to climate action and demonstrated results.
- To effectively tackle greenwashing and ensure a level playing field, non-state actors need to move from voluntary initiatives to regulated requirements for net zero. Verification and enforcement in the voluntary space is challenging. Many large non-state actors - especially privately held companies and state-owned enterprises - have not yet made net zero commitments which raise competitiveness concerns."

Similarly, the OECD guidance published in October 2022, which sets out the elements of credible and institutionalized climate transition plans that aim to meet the Paris Agreement's temperature target, addresses the growing risk of greenwashing in transition finance and provides market actors, policymakers, and regulators with a comprehensive overview regarding current transition finance approaches by identifying key challenges and solutions (OECD, 2022).

## **6. DISCUSSION AND CONCLUSION**

First of all, the study has explained the phenomenon of climate change. It has been found that the climate change, indeed, is a man-made problem that encompasses whole of the world in differing effects. These effects include increased rain seasons, fluctuating weather patterns, heatwaves, drought and so on. However, one of the most important effects of the climate change is the expected Sixth Mass Extinction event that will wipe out many species from the



planet Earth. All of these problems, then again, is caused by the linear economic model that relies on the “extract-make-use-dispose” which requires to be changed.

The study secondly focused on the concept of responsibility. It has been found that the individual responsibility, although most important one (since they work on companies, form the society and government and so on), it is by far hardest one to undertaken by them. This is because either individuals do not think that they are, indeed, responsible for the climate change and carbon emissions or they think that their actions do no to little effect on combating with the climate change. Secondly, the firm responsibility explored and found that they are, as a part of society, has, in fact, a great deal of responsibility for combating climate change since they are the main actors of production which causes emissions of GHG in the first place. Lastly, the state responsibility for combating the climate change has been focused on and it was revealed that although the state is the most effective actor in the issue, its power has been bound by individuals (as they shape the politics in democratic countries) and firms (as lobbying actions bog down parliaments).

Third chapter of the study has discussed the concept of greenwashing. Greenwashing, as mentioned before, comes as a strategy for corporations to utilize for negating the effects of costly eco-friendly practices meanwhile still benefiting from the “green markets” by deceiving or altering the contents of their advertisements. Then again, the chapter has revealed the fact that only 9 countries possess a law to enforce carbon disclosure which is essential for an effective control over the act of greenwashing. Furthermore, it has been revealed that although consumers are, to some extent, are willing to pay premium prices for environmentally friendly products, they cannot be sure which products are eco-friendly. This, then again, emerges as the main problem in greenwashing because of the market manipulation. Moreover, the main cause for not having an effective mechanism to prevent greenwashing has been discovered as corporate intervention to politics and its toll that would be brought to the society. Lastly, some examples of greenwashing has been given including Volkswagen, Exxon, and BP which indicates that such big companies engage in greenwashing and without they curbing their emissions, there could not be a meaningful progress to the solution.

Fourth section of the study explored how the international community responses to the act of greenwashing. It was found that the events occurring all around the world is taking the attention from climate change towards more approximate issues in terms of spatial logic. However, although this seems to be logical at the first glance, it endangers the future of our species in general. Furthermore, it has been, once more, understood that the international organizations, even ones responsible for combating the climate change directly, are, in fact, not serious about the climate change. For example, one could not help but ask: “Were attendant states of COP27 really needed the sponsorship from Coca-Cola?” keeping in mind that Coca-Cola is the largest plastic polluter of the world. Moreover, this section also revealed that the trajectory of the GHG emissions, in fact, is not in line with 1.5-degree target set by the Paris Agreement.

Lastly, the study explored the previous studies and reports regarding what kind of actions should be taken in order to combat the climate change. These actions include limiting the financial assistance to fossil fuels, establishing carbon markets (especially the global carbon market), replacing linear economic model with circular economic model, advancement in science and technology, and so on. Therefore, this chapter concludes that there is a need for

collaboration amongst all of the stakeholders of the problem, from individuals to international governments.

In the long run, individuals will mainly be responsible for coping with the climate crisis and establishing a circular economy. Individuals will, of course, be at the center of both stopping and reversing the climate crisis through their purchasing decisions, their political behavior and the mechanisms of the pressure groups of which they are part.

Since companies are based on profit, they try different strategies to make more profit. In recent years, one of the important areas that companies have used to show their sensitivity has been the environment. As of today, they are using the climate crisis to show their environmental sensitivity. Companies that declare that they have eliminated the factors that cause the climate crisis and that they produce in a way that does not cause the climate crisis have also done so under the heading of sustainability before, but over time this heading has become sustainable development tools. Companies that claim that they consume less, harm the environment less, emit less carbon, reset their carbon footprints, and convey these sensitivities to the consumer by carrying them to the advertisement, gain appreciation from the society and increase their sales, while at the same time, they sell these supposedly climate/environment friendly products/services at higher prices and earn more profit by using the climate.

The fact that, after years of meetings, commitments, and agreements to combat climate change, a course that will deepen the climate crisis, let alone progress, prevails all over the world; the ease with which the record-breaking plastic polluter can sponsor the climate meetings attended by jets, beyond the question of whether sufficient steps are being taken at the international level for the climate crisis, suggests that the main actors of the crisis are openly supported by the biggest organized parties responsible for preventing the crisis.

The 25% increase in the number of representatives of fossil fuel industries attending the COP27 climate summit compared to the previous summit (McGrath, 2022) shows the power of lobbying against the climate crisis. The climate agreements remain 'supra-state' instead of 'inter-state', which is open to sanctions (Kurnaz, 2022). They are important indicators in terms of showing the reluctance of governments and international institutions in the face of climate emergency.

Just looking at the opening lines of Greta Thunberg's speech at the COP25 Climate Conference in Madrid reveals the real perpetrators of the crisis, the initiatives that were pretended to have been taken to prevent the crisis but were not, and the real victims of the crisis: (Kettley, 2022).

- After the Paris Agreement, global banks invested \$1.9 trillion in fossil fuels;
- 100 companies are responsible for 71 percent of global emissions;
- G20 countries are responsible for 80 percent of emissions;
- The richest 10 percent of the world's population is responsible for 50 percent of emissions, while the poorest 50 percent is responsible for only 10 percent.

The world population, which was 3.5 billion in 1970, reached 8 billion by the beginning of 2023 and continues to increase without slowing down. When this population pressure is added to the produce-to-consume model of the linear economy based on resource extraction, environmental destruction, fossil fuels, and greenhouse gas emissions, the result is an economy

that consumes twice as much as the world can compensate. This structure has brought poverty and climate crisis to the whole world, as quoted from Greta above. If it is persisted, the point that this structure will bring the planet to will be the sixth mass extinction on a scale not witnessed since the end of the dinosaur age. While the planet is being dragged into near extinction, those who are the real responsible have been busy with endless meetings for more than 30 years, instead of actions that are sanctioned. What is more frustrating for the planet's future is that these climate talks are under the auspices of fossilists and greenwashers.

---

## **AUTHOR STATEMENT**

### **Statement of Research and Publication Ethics**

This study has been prepared in accordance with scientific research and publication ethics.

### **Author Contributions**

The authors contributed equally to the study.

### **Conflict of Interest**

There is no conflict of interest for the authors or third parties arising from the study.

---

## **REFERENCES**

- 2021 Report. (2022). The production gap. Retrieved 25 December 2022 from [https://productiongap.org/wp-content/uploads/2021/11/PGR2021\\_web\\_rev.pdf](https://productiongap.org/wp-content/uploads/2021/11/PGR2021_web_rev.pdf)
- Aklin, M., & Mildenerger, M. (2020). Prisoners of the wrong dilemma: Why distributive conflict, not collective action, characterizes the politics of climate change. *Global Environmental Politics*, 20(4), 4-27. [https://doi.org/10.1162/glep\\_a\\_00578](https://doi.org/10.1162/glep_a_00578)
- Banking on Climate Chaos, Fossil fuel finance report 2022 . Retrieved 24 December 2022 from [https://www.ran.org/wp-content/uploads/2022/03/BOCC\\_2022\\_vSPREAD-1.pdf.24.11.2022](https://www.ran.org/wp-content/uploads/2022/03/BOCC_2022_vSPREAD-1.pdf.24.11.2022)
- Baum, L. M. (2012). It's not easy being green or is it? A content analysis of environmental claims in magazine advertisements from the United States and United Kingdom. *Environmental Communication: A Journal of Nature and Culture*, 6(4), 423-440. <https://doi.org/10.1080/17524032.2012.724022>
- BBC. (2022). How many private jets were at COP27? Retrieved 24 November 2022 from BBC News website <https://www.bbc.com/news/63544995>
- Becker-Olsen, K., & Potucek, S. (2013). Greenwashing. In: Idowu, S.O., Capaldi, N., Zu, L., Gupta, A.D. (eds) Encyclopedia of Corporate Social Responsibility. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-28036-8\\_104](https://doi.org/10.1007/978-3-642-28036-8_104)
- Biermann, F., Hickmann, T., Sénit, C. A., Beisheim, M., Bernstein, S., Chasek, P., & Wicke, B. (2022). Scientific evidence on the political impact of the Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, 5(9), 795-800.

- Bomberg, E. (2017). Environmental Politics in the Trump Era: An Early Assessment. *Environmental Politics*, 26(5): 956–963, <https://doi.org/10.1080/09644016.2017.1332543>
- Cambridge Dictionary. (2023). Greenwashing. Retrieved 26 May 2023, from <https://dictionary.cambridge.org/tr/s%C3%B6zl%C3%BCk/ingilizce/greenwashing>
- Cao, Q., Zhou, Y., Du, H., Ren, M., & Zhen, W. (2022). Carbon information disclosure quality, greenwashing behavior, and enterprise value. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.892415>
- Coffey, Y., Bhullar, N., Durkin, J., Islam, M. S., & Usher, K. (2021). Understanding eco-anxiety: A systematic scoping review of current literature and identified knowledge gaps. *The Journal of Climate Change and Health*, 3, 100047. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2021.100047>
- Cooper, S. A., Raman, K. K., & Yin, J. (2018). Halo effect or fallen angel effect? Firm value consequences of greenhouse gas emissions and reputation for corporate social responsibility. *Journal of Accounting and Public Policy*, 37(3), 226-240. <https://doi.org/10.1016/j.jaccpubpol.2018.04.003>
- Çetin, M., & Yılmaz, G. (2021). Pandemilerin Sürekliliği Tehlikesine Karşı Döngüsel Ekonomi İhtiyacı. *Journal of Economic Policy Researches*, 8(2), 225-255. <https://doi.org/10.26650/JEPR.958415>
- Delmas, M. A., & Burbano, V. C. (2011). The drivers of greenwashing. *California management review*, 54(1), 64-87. <https://doi.org/10.1525/cm.2011.54.1.64>
- Demirci, K. (2021). Sürdürülebilir geleceğin önündeki tehdit: Yeşil boyama (greenwashing) Türkiye kentleri üzerinden bir değerlendirme. *Kent ve Çevre Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 34-55.
- Dickie, G., & Jessop, S. (2022, June 13). Report casts doubt on net-zero emissions pledges by big global companies. Retrieved 24 December 2022, from Reuters website: <https://www.reuters.com/business/sustainable-business/report-casts-doubt-net-zero-emissions-pledges-by-big-global-companies-2022-06-12/>
- Dixon-Fowler, H. R., Ellstrand, A. E., & Johnson, J. L. (2017). The role of board environmental committees in corporate environmental performance. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 423-438. <https://doi:10.1007/s10551-015-2664-7>
- Elton, C. (2022). Shell, BP, Exxon: Seized emails reveal ‘deceptive’ climate tactics and greenwashing. Retrieved 12 December 2022 from <https://www.euronews.com/green/2022/09/23/shell-bp-exxon-seized-emails-reveal-deceptive-climate-tactics-and-greenwashing>
- EPA. (2022). Learn About Volkswagen Violations. Retrieved 4 May 2022 from <https://www.epa.gov/vw/learn-about-volkswagen-violations>
- Escrig-Olmedo, E., Muñoz-Torres, M. J., Fernández-Izquierdo, M. Á., & Rivera-Lirio, J. M. (2017). Measuring corporate environmental performance: a methodology for sustainable development. *Business Strategy and the Environment*, 26(2), 142-162. <https://doi:10.1002/bse.1904>

- Euro Topic. (2022). What will be the impact of the climate summit?. Retrieved December 22, 2022 from <https://www.eurotopics.net/tr/291164/cop27-iklim-zirvesinin-etkisi-ne-olur?zitat=291069#zitat291069>
- Feinstein, N. (2013). Learning from past mistakes: Future regulation to prevent greenwashing. *Boston College Environmental Affairs Law Review*, 40, 229.
- Frick, W. (2022). Study: Green Advertising Helped BP Recover from the Deepwater Horizon Spill. Retrieved 5 May 2022 from <https://hbr.org/2014/02/study-green-advertising-helped-bp-recover-from-the-deepwater-horizon-spill>
- Glass packaging Institute. (2014). The millennials: a generation invested in health and the environment. Retrieved April 22, 2023 from [https://assets.noviams.com/novi-file-uploads/gpi/pdfs-anddocuments/Advocacy/GPI-TheMillennials-11\\_6\\_14-FINAL.pdf](https://assets.noviams.com/novi-file-uploads/gpi/pdfs-anddocuments/Advocacy/GPI-TheMillennials-11_6_14-FINAL.pdf).
- Grodsky, J. A. (1993). Certified green: The law and future of environmental labeling. *Yale Journal on Regulation*, 10, 147.
- Haber Merkezi. (2022, November 9). BM Yeşil Badana Konusunda Kırmızı Çizgiler Koydu - İklim Haber. Retrieved 25 December 2022 from İklim Haber website <https://www.iklimhaber.org/bm-yesil-badana-konusunda-kirmizi-cizgiler-koydu/>
- Harris, P. G. (Ed.). (2011). *China's responsibility for climate change: Ethics, fairness and environmental policy* (1st ed.). Bristol University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctt9qgv7c>
- Hickel, J. (2021). Çoğu Zarar Azı Karar: Dünyayı Küçülme Kurtaracak, İstanbul, Metis Yayınları.
- Hormio, S. (2023). Collective responsibility for climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, e830.
- Hourdequin, M. (2010). Climate, collective action and individual ethical obligations. *Environmental Values*, 19, 443–464. <https://doi.org/10.3197/096327110X531552>
- In, S. Y., & Schumacher, K. (2021). Carbonwashing: A new type of carbon data-related ESG greenwashing. Available at SSRN 3901278. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3901278>
- Jamieson D. (2010). Climate change, responsibility, and justice. *Science and engineering ethics*, 16(3), 431–445. <https://doi.org/10.1007/s11948-009-9174-x>
- Jonson, E. *The Complete Guide to National Climate-Related Disclosures*. Retrieved 25 December 2022 <https://carboncloud.com/2022/09/08/mandatory-climate-disclosures/>
- Kaya, N.E. (2022). Fosil yakıtlara destek iklim taahhütlerine rağmen iki katına çıktı. Retrieved 24 December 2022 from <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/fosil-yakitlara-destek-iklim-taahhutlerine-ragmen-iki-katina-cikti/2672338#:~:text=D%C3%BCnyan%C4%B1n%20toplam%20enerji%20tedarikini%20y%C3%BCzde,697%2C2%20milyar%20dolar%20oldu>
- Kemp, L., Xu, C., Depledge, J., Ebi, K. L., Gibbins, G., Kohler, T. A., Rockström, J., Scheffer, M., Schellnhuber, H. J., Steffen, W., & Lenton, T. M. (2022). Climate Endgame: Exploring catastrophic climate change scenarios. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 119(34), e2108146119. <https://doi.org/10.1073/pnas>

- Kettley, S. (2022). Greta Thunberg UN speech in FULL: Read climate activist's condemnation of World leaders. Retrieved 27 December 2022 from <https://www.express.co.uk/news/science/1216452/Greta-Thunberg-UN-speech-full-COP25-Greta-Thunberg-speech-transcript-climate-change>
- Kinderman, D. (2016). Time for a reality check: Is business willing to support a smart mix of complementary regulation in private governance?. *Policy and Society*, 35(1), 29-42. <https://doi.org/10.1016/j.polsoc.2016.01.001>
- Kolcava, D. (2023). Greenwashing and public demand for government regulation. *Journal of Public Policy*, 43(1), 179-198. <https://doi.org/10.1017/S0143814X22000277>
- Kurnaz, L. (2022). What do the climate change conferences organized by the United Nations promise. Retrieved December 26, 2022 from <https://yesilgazete.org/birlesmis-milletlerin-duzenledigi-iklim-degisikligi-konferanslari-ne-vaat-ediyor/>
- Kurnaz, L. (2023). Yeşil badana ve ötesi. Retrieved 1 February 2023 from <https://yesilgazete.org/yesil-badana-ve-otesi/>
- Lambin, E. F., & Thorlakson, T. (2018). Sustainability standards: Interactions between private actors, civil society, and governments. *Annual Review of Environment and Resources*, 43, 369-393. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102017-025931>
- LeBaron, G., & Lister, J. (2021). The hidden costs of global supply chain solutions. *Review of International Political Economy*, 29(3), 669-695. <https://doi.org/10.1080/09692290.2021.1956993>
- Li, Z., Liao, G., & Albitar, K. (2020). Does corporate environmental responsibility engagement affect firm value? The mediating role of corporate innovation. *Business Strategy and the Environment*, 29(3), 1045-1055. <https://doi.org/10.1002/bse.2416>
- Living Planet Report 2022. (2022). Retrieved 20 October 2022 from Panda.org website: <https://livingplanet.panda.org/>
- Lyon, T. P., & Montgomery, A. W. (2015). The means and end of greenwash. *Organization & Environment*, 28(2), 223-249. <https://doi.org/10.1177/1086026615575332>
- Marquis, C., Toffel, M. W., & Zhou, Y. (2016). Scrutiny, norms, and selective disclosure: A global study of greenwashing. *Organization Science*, 27(2), 483-504.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (2018). The limits to growth. In *Green planet blues* (pp. 25-29). Routledge.
- McGrath, M. (2021a). Climate crisis: governments plan to produce fossil fuels twice their promises by 2030, according to UN. Retrieved 24 November 2022 from <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-58978438>
- McGrath, M. (2021b). Climate change: UN emissions report raises 'warning alert'. Retrieved 24 November 2022 from <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-59054518>
- McGrath, M. (2022). COP27: Fossil fuel industry delegates attending climate summit increased by 25 percent. Retrieved 25 December 2022 from <https://www.bbc.com/turkce/articles/c89p9g3234zo>,

- Mlaba, K. (2021). Retrieved 16 May 2023 from Global Citizen website: <https://www.globalcitizen.org/en/content/greenwashing-what-is-it-and-how-to-avoid-it/>
- Net Zero Tracker. (2022). Net Zero Stocktake 2022. Retrieved 23 December 2022 from <https://zerotracker.net/analysis/net-zero-stocktake-2022>
- New Climate Institute. (2022). Corporate Climate Responsibility Monitor 2022. Retrieved 29 April 2022 from <https://newclimate.org/wp-content/uploads/2022/02/CorporateClimateResponsibilityMonitor2022.pdf>
- OECD -Organisation for Economic Co-Operation and Development OECD Guidance on Transition Finance, (online), Retrieved 24 December, 2022 from <https://www.oecd.org/environment/oecd-guidance-on-transition-finance-7c68a1ee-en.htm>
- Parguel, B., Benoit-Moreau, F., & Russell, C. A. (2015). Can evoking nature in advertising mislead consumers? The power of 'executional greenwashing'. *International Journal of Advertising*, 34(1), 107-134.
- Rannard, G. (2022). İklim krizi: 'Amazon, Google ve Apple gibi büyük şirketler hedeflerine uymuyor'. Retrieved 24 December 2022 from <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-60288468>
- Ritchie, H. (2022). Who has contributed most to global CO2 Emissions? Retrieved 22 December 2022, from <https://ourworldindata.org/contributed-most-global-co2>
- Sagoff, M. (2011). The poverty of climate economics. In J. S. Dryzek, R. B. Norgaard, & D. Schlosberg (Eds.), *The Oxford handbook of climate change and society*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199566600.003.0004>
- Schwab, K. (2019). What Kind of Capitalism Do We Want?. Retrieved 19 October 2022 from <https://www.project-syndicate.org/commentary/stakeholder-capitalism-new-metrics-by-klaus-schwab-2019-11>
- Sheehy, B. (2015). Defining CSR: Problems and solutions. *Journal of business ethics*, 131, 625-648.
- Stern, N. (2009). Yaşanabilir Bir Gezegen Projesi. 2009.
- Sun, Z., & Zhang, W. (2019). Do government regulations prevent greenwashing? An evolutionary game analysis of heterogeneous enterprises. *Journal of Cleaner Production*, 231, 1489-1502. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.335>
- Suna, S. (2022). COP27 sona erdi: Kayıp ve zarar fonu kurulacak, fosil yakıtların azaltılmasında ilerleme yok. Retrieved 24 November 2022 from <https://www.bbc.com/turkce/articles/cyxe35yzq26o>
- Supran, G., Rahmstorf, S., & Oreskes, N. (2023). Assessing ExxonMobil's global warming projections. *Science*, 379(6628), eabk0063.

- TEMA- Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı. (2015). 2050’de Üç Tane Dünyaya İhtiyacımız Olacak. Retrieved 19 October 2022 from <https://www.tema.org.tr/basin-odasi/basin-bultenleri/2050de-uc-tane-dunyaya-ihhtiyacimiz-olacak>
- The cost to Africa - Christian Aid. (2022). Retrieved 22 December 2022 from Christianaid.org.uk website: <https://www.christianaid.org.uk/resources/get-involved/cost-africa>
- UNEP- United Nations Environment Programme. (2021a). Making Peace with Nature: A scientific Blueprint to Tackle the Climate, Biodiversity and Pollution Emergencies. (Çevrimiçi), Retrieved 5 May 2022 from <https://www.unep.org/resources/making-peace-naturep>
- UNEP- United Nations Environment Programme. (2021b). New UNEP Synthesis Provides Blueprint to Urgently Solve Planetary Emergencies and Secure Humanity’s Future. Retrieved 6 May 2022 from <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/new-unep-synthesis-provides-blueprint-urgently-solve-planetary>
- UNEP- United Nations Environment Programme. (2022). Emissions Gap Report (2022). Retrieved 24 November 2022 from <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022>
- United Nations (n.d.) Sustainability. Retrieved 16 May 2022 from <https://www.un.org/en/academic-impact/sustainability>
- United Nations. (2022). High-Level Expert Group on the Net Zero Emissions Commitments of Non-State Entities, Integrity Matters: Net Zero Commitments by Businesses, Financial Institutions, Cities and Regions. Retrieved 24 November 2022 from <https://www.un.org/en/climatechange/high-level-expert-group>
- Üren, Ç. (2022). Britanyalı düşünce kuruluşundan yeşil yıkama raporu: 5 petrol devi iklim dostu reklama bir yılda 750 milyon dolar harcadı. Retrieved 12 September 2022 from <https://www.indyturk.com/node/552011/yaşam/britanyalı-düşünce-kuruluşundan-yeşil-yıkama-raporu-5-petrol-devi-iklim-dostu>
- Vesa, J., Gronow, A., & Ylä-Anttila, T. (2020). The quiet opposition: How the pro-economy lobby influences climate policy. *Global Environmental Change*, 63, 102117. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102117>
- Willis, J. (2023). The Greenwashing Hydra. Planet Tracker. (Online). <https://planet-tracker.org/wp-content/uploads/2023/01/Greenwashing-Hydra-3.pdf>.
- World Economic Forum. (2022). The Global Risks Report 2022, 17th Edition”, Insight Report. Retrieved 22 October 2022, from [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2022.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2022.pdf)
- Yeşil Gazete. (2022, November 10). Yedi yılda emisyon azaltım taahhütlerinin yalnızca yüzde 24’ü gerçekleşti. Retrieved 24 December 2022 from Yeşil Gazete website: <https://yesilgazete.org/yedi-yilda-emisyon-azaltim-taahhutlerinin-yalnizca-yuzde-24u-gerceklesti/>





*Araştırma Makalesi / Research Article*

## The Impact of Unionization in the Agricultural Sector: Farmer Perceptions and Behavior

Nazife Merve Hamzaoğlu<sup>1</sup>

### Abstract

For centuries, agriculture has been one of the vital sectors in economic development; its role in developing economies and rural development is still inevitable. Rising food and energy prices and the negative effects of climate change can be more problematic for middle-smallholder farmers or family enterprises and low-qualified farmworkers. To overcome them, unionization and cooperatives in agriculture may present a viable option. Unionization in agriculture can be a solution for vulnerable parts of agriculture, such as workers who are exploited by working cheap and long hours and small and family businesses in a market where cooperatives are disrupted. This study focuses on the impact of unionization in the agricultural market by exploring farmer behavior. World Values Survey Data (Wave 7) was applied to reveal the factors affecting farmers' perception of the economic and social factors from different countries by segmenting union members and non-members using binomial logistic regression models. The findings show that unionized farmers have different motivations than non-members. Income targeting policies are essential to support agri-business owners.

**Keywords:** Unionization, Farmer Behavior, Agriculture, Perceptions.

## Tarım Sektöründe Sendikalaşmanın Etkisi: Çiftçi Algıları ve Davranışı

### Öz

Yüzyıllar boyunca tarım, ekonomik kalkınmada hayati sektörlerden biri olmuştur; gelişmekte olan ekonomiler ve kırsal kalkınmadaki rolü hala kaçınılmazdır. Artan gıda ve enerji fiyatları ve iklim değişikliğinin olumsuz etkileri, orta-küçük ölçekli çiftçiler veya aile tarım işletmeleri, düşük vasıflı tarım işçileri için daha sorunlu olabilir. Bu sebeple, tarımda sendikalaşma ve kooperatifler önemli seçenekler sunmaktadır. Tarımda sendikalaşma, ucuz ve uzun saatler çalışarak sömürülen işçiler, kooperatifçiliğin sekteye uğradığı bir pazardaki küçük ve aile işletmeleri gibi tarımın hassas kesimleri için bir çözüm olabilir. Bu çalışma, çiftçi davranışını inceleyerek tarım piyasasında sendikalaşmanın etkisine odaklanmaktadır. İkili lojistik regresyon modeli kullanılıp, sendika üyelerini ve üye olmayan farklı ülkelerden çiftçilerin ekonomik ve sosyal faktörlere ilişkin algılarını etkileyen faktörler Dünya Değerler Anketi Verileri (7. Dalga) kullanılarak incelenmiştir. Bulgular, sendikalı çiftçilerin üye olmayanlardan farklı motivasyonlara sahip olduğunu göstermektedir. Gelir artırıcı politikalar, tarımsal işletme sahiplerini desteklemek için gereklidir.

**Anahtar Kelimeler:** Sendikalaşma, Çiftçi Davranışı, Tarım, Algılar.

<sup>1</sup>Assist. Prof. Dr., İstanbul Kültür University, Department of International Economics, [n.hamzaoglu@iku.edu.tr](mailto:n.hamzaoglu@iku.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0001-6240-7613>

**Atıf/Cite as:** Hamzaoğlu, N. M. (2023). The impact of unionization in the agricultural sector: Farmer perceptions and behavior. *Hacettepe University, Journal of Economics and Administrative Sciences*, 41 (Agriculture Special Issue), 51-60.

## INTRODUCTION

Agriculture has been a vital sector in economic development for centuries; its role in developing economies and rural development is still inevitable. From the 20<sup>th</sup> Century, conventional agriculture imposed mechanization in agricultural systems, forcing mid and small farmers to adopt it. Within the implication of "*The Green Revolution*," the increase in yields has been the target to sustain growth and development in developing countries like Mexico and India. As the success of *the Green Revolution* has been under discussion, there is no doubt that it promoted the adoption of technologies like mechanization, the use of substances, and artificial fertilizers and shaped conventional agricultural production.

In the era of Climate Crisis, the world has been facing the threat of an upcoming food shortage. The lack of supply in agriculture has had devastating effects throughout history as it could generate a similar catastrophe to the one that Thomas Malthus postulated in the 19<sup>th</sup> Century. Rising food and energy prices and the negative effects of climate change on agriculture and the environment might cause inefficiency in agricultural markets. These issues can be more problematic for middle-smallholder farmers, family agri-businesses, and low-qualified farmworkers, which may worsen in the future. To overcome them, unionization and cooperatives in agriculture may present a viable option to adopt small-middle and family enterprises and low-qualified farm workers in the economy.

Cooperatives in agriculture provide several advantages, such as optimal use of factors of production, efficient production scales, lower production, transportation, and marketing costs, and lower interest rates in credit loans. Due to the legal barriers to establishing and operating processes, it is difficult to establish cooperatives in some developing countries, and the functions of existing cooperatives are limited. Therefore, unionization in agriculture can solve vulnerable parts of agriculture, such as workers who are exploited by working cheap and long hours and small and family enterprises in a market where cooperatives are disrupted. Besides, social interactions, family ties, and succession may play an important role in designing agricultural enterprises in agriculture. Perceptions and attitudes provide crucial information on the behavior of farmers. Thus, farmers' perceptions and attitudes are crucial to explore to implement desirable policies to hasten cooperation and unionization in agriculture.

This study examines the impact of unionization in the agricultural market by investigating farmer behavior. I conduct a socio-economic analysis of unionized workers and agribusiness owners, examining their perceptions regarding equality, well-being, and financial behavior on a global scale. The study's primary objective is to identify and compare differences in the agricultural sector based on union membership. It is worth noting that the availability of micro datasets on the impact of cooperatives and unions in agriculture is limited or inaccessible due to inadequate public release. This research utilizes the World Values Survey Data (Wave 7) to analyze farmers' perceptions of economic and social factors in various countries, differentiating between union members and non-members through binary logistic regression models. The results indicate that unionized farmers exhibit distinct motivations compared to non-members. The findings emphasize the importance of implementing income-targeting policies to support agri-business owners.

As far as it is known, the literature on unionization in agriculture does not include a worldwide socio-economic analysis, so that the study can be pioneering in this context. The structure of the study is as follows: First, the study presents a summary of the limited literature

on unionization in agriculture. In the second section, the methodology and econometric models will be presented. Thirdly, results and discussion will be provided. Lastly, the concluding remarks will be given.

## **1. LITERATURE REVIEW**

Despite the fact that labor union initiatives and practices are quite popular topics in social sciences, the literature on labor unions in agriculture is limited. Based on existing literature, regional or/and country-specific analyses contribute to the research on agricultural labor unions. This can be seen as surprising, as FAO has had a long history of cooperating with civil society organizations, including rural workers' organizations and international agricultural trade unions.

As ILO (2007) denotes, "Since waged agricultural workers make up such a significant segment of the rural workforce, workers and their trade unions need to be recognized as playing a vital role in sustainable agriculture and rural development as well as in industrial change and in protecting the environment." Moreover, farms and plantations can only become sustainable workplaces if waged workers achieve decent employment and living conditions (ILO, 2007). As Czarzasty (2004) denotes, farmers are a social class and can act together and provide for higher output. As Khitakhunov denotes, cooperation can be an effective solution to overcome the negative impacts of the Pandemic on agriculture (Khitakhunov, 2020).

In the historical context, Wellman (1997) explores the union's struggles, victories, and significance in the context of the San Francisco waterfront. He states that the presence of labor unions in agriculture is necessary, and organized labor in the agricultural industry might strengthen the sector's resilience and improve the working conditions of farmers (Wellman, 1997). Additionally, labor unions in agriculture act as a labor movement and organizations for insurgent poor people, as Majka and Majka (1982) state.

From the social context, Córdoba et al. (2018) indicate that the labor union in agriculture advocates defend social change in the agricultural sector. From the equity perspective, grassroots movements and alliances between labor unions and environmental activists can solve the problems of injustices in agricultural communities (Cole & Foster, 2001). Migrant farmworkers might also have specific and terrifying problems in terms of health and social equity. Holmes (2013) addresses the migrant farmworkers' problem in the US and expresses the unions' potential to advocate these farm workers' rights.

Unionization in the agricultural sector has some struggles and barriers. Jamieson (1946) highlights the small impact of the unionized farm movement. Moreover, unionization in agriculture is still at an embryonic stage and is one of the least unionized sectors, while in food manufacturing, it is well established (Hurd, 1973; Uppal, 2011). Martin (2015) denotes that hired and seasonal farmworkers have been hard to be organized into unions due to exits, contractors, and dispersion. Regarding exits, farmworkers that are union leaders tend to leave the unions for better nonfarm jobs. Therefore, newcomers must be trained to maintain the ranks of incumbents. Second, it is unlikely to raise farmworkers' wages due to the presence of contractors who recruit workers and bring them to farms, making it challenging to pinpoint the responsible party. Language barriers compound the issue, as most workers cannot communicate effectively with predominantly white employers. Third, it is hard to organize many farm workers dispersed on different farms (Martin, 2015).

The unionization can differ across countries: Schwartz (1941) denotes that it is unknown in the US, whereas it has been apparent in Europe since the 1880s. From another point of view, Gallin (2001) expresses that the difficulty of the presence of informal workers in agriculture is apparent in unionization.

## 2. METHODOLOGY AND ECONOMETRIC ANALYSIS

### 2.1. Methodology

This study focuses on the impact of unionization in the agricultural market by exploring farmer behavior. World Values Survey Data (WVS) (Wave 7) (Haerpfer et al., 2020) was applied to reveal the factors affecting farmers' perception of the economic and social factors from different countries by segmenting union members and non-members by conducting binomial logistic regression models. WVS provides a rich data set in which different questions from various aspects can be raised. Moreover, randomly selected samples from more than 100 countries are available.

The study adopts a binomial regression model, which can predict the probability of the observation is binary or dichotomous as it can take one of 2 different categories (Fritz & Berger, 2015). To reveal the behavior in various aspects, the application of binary logistic regression models is widespread: consumer behavior, voting behavior, employee turnover, and health behavior. In the analyses of union membership, Otieno et al. (2021) used binary logistic regression to reveal the dynamics of trade union membership. As far as it is known, there is no such study applying a micro dataset to reveal the behavior among members and non-members of labor unions in agriculture. The logistic regression model can be shown as:

$$\text{logit}(p) = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n \quad (1)$$

where  $\text{logit}(p)$  represents the natural logarithm of the odds of the binary outcome  $p$  represents the probability of the union membership.  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  are the coefficients associated with the independent variables  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , respectively. To obtain the predicted probability of success ( $p$ ), the equation can be inverted using the logistic function, also known as the sigmoid function:

$$p = 1 / (1 + e^{(-\text{logit}(p))}) \quad (2)$$

This allows for estimating the probability of union membership based on the values of the independent variables and the estimated coefficients from the logistic regression model.

As noted above, the binary dependent variable has two categories: 0: Not being a member of a labor union; 1: Being a member of a labor union. Therefore, the econometric analyses would be constructed based on the likelihood (probability) of an individual being a member of a labor union. A sub-data set is derived from WVS containing all participants that are either employed or employers in the agricultural sector. The dataset contains independent variables from various fields: first, socio-demographical characteristics –like gender, age, education level, marital status, and citizenship- are added. As socio-demographic characteristics can serve as control variables in behavioral analyses, they can be incorporated into econometric analyses to control and account for their potential effect on the dependent variable.

Moreover, the immigrants of the participant and the father's immigrancy status are added as control variables. The reason behind this addition is the fact that immigrant workers are more

common in agriculture.<sup>1</sup> (Martin, 2016; Sims, 2021). In addition, Martin (2016) suggests that immigrant workers might join laboring activities even if they do not have citizenship. Thus, the regional residence is another control variable to show the impact of regions on unionization since unionization can differ across regions and countries (Schwartz, 1941). Furthermore, variables measuring professional action measure the relationship between active and inactive memberships to other professional organizations, confidence in labor unions, and the likelihood of membership in labor unions. In the analyses of behavior, it is common to use confidence and action taken to measure the behavior (Ajzen, 1991). The variables on well-being like happiness, health, and financial satisfaction as indicators of well-being are typically included in the model as they are addressed in behavioral economics and reflect the level of welfare (Benjamin et al., 2020). Since labor unions defend the rights of its member (Córdoba et al., 2018)), The study also looks into any differing characteristics in the context of equity. Thus, variables regarding the perceptions of equality are added. To reveal the impact of unions on wage/income, the economic conditions through economic variables are measured: *i. being the chief wage earner in the family, ii. income level, iii. saving money in the last 12 months, iv. spent some savings in the last 12 months, v. borrowed money in the last 12 months, vi. gone without cash in the last 12 months.* Table 1 shows the results of the econometric models.

## 2.2. Econometric Analyses

Since the present study focuses on investigating the impact of unionization in the agricultural sector regarding the exploration of the farmer's behavior, it reveals the factors affecting the union members in a structured manner. Firstly, the analysis focuses on farmworkers, as labor unions primarily consist of this group. Therefore, the factors that affect the probability of being a union member among agricultural workers were examined in the first econometric model. Secondly, attention is given to farm owners, considering that small-sized family enterprises may employ contractual workers. In the second econometric model, the factors influencing the probability of being an employer in agriculture are analyzed. The objective is to uncover variations in socio-economic factors, well-being, and financial status between union members and non-members. Finally, in the third model, all participants employed in or acting as employers within the agricultural sector are considered.

**Table 1**  
*Econometric Models*

VARIABLES	Worker	Owner	ALL	VARIABLES	Worker	Owner	ALL
<b>Control Variables</b>				<b>Professional Action</b>			
<b>FEMALE</b>	-0.186 (0.142)	-0.0720 (0.173)	-0.0652 (0.107)				
<b>AGE</b>	-0.00472 (0.00498)	0.00430 (0.00571)	-0.00142 (0.00364)	<b>ACTIVE MEMBERSHIP IN PROFESSIONAL ORGANIZATIONS</b>	3.257*** (0.173)	2.319*** (0.177)	2.819*** (0.119)
<b>EDUCATION</b>	0.0389 (0.0434)	-0.00917 (0.0483)	0.00345 (0.0312)	<b>INACTIVE MEMBERSHIP IN PROFESSIONAL ORGANIZATIONS</b>	2.819*** (0.172)	2.117*** (0.174)	2.471*** (0.117)
<b>CITIZENSHIP</b>	0.815 (1.199)	-1.710 (1.040)	-0.379 (0.892)	<b>CONFIDENCE IN LABOR UNION</b>	0.476*** (0.0647)	0.259*** (0.0778)	0.387*** (0.0486)
<b>MARRIAGE</b>	0.0815 (0.143)	0.000502 (0.172)	0.0390 (0.107)	<b>Well being indicators</b>			
<b>HOUSEHOLD NUMBER</b>	0.0466 (0.0286)	0.115*** (0.0323)	0.0734*** (0.0208)	<b>HAPPINESS</b>	0.0144 (0.0855)	-0.215** (0.101)	-0.103 (0.0637)
<b>CHILD NUMBER</b>	0.0553 (0.0368)	-0.0116 (0.0388)	0.0168 (0.0262)	<b>HEALTH</b>	-0.117 (0.0724)	0.164** (0.0823)	0.00199 (0.0530)
<b>IMMIGRANTS</b>	0.288 (0.736)	-0.568 (0.941)	0.000437 (0.555)	<b>FINANCIAL SATISFACTION</b>	-0.0312 (0.0239)	0.0454* (0.0276)	0.00108 (0.0177)
<b>FATHER'S IMMIGRANTS</b>	-0.508 (0.687)	1.375** (0.538)	0.306 (0.414)	<b>Attitudes towards equality</b>			
<b>SOUTH ASIA</b>	-0.0565 (0.310)	0.232 (0.332)	0.0693 (0.220)	<b>ATTITUDE TOWARD INCOME EQUALITY</b>	0.0155 (0.0185)	-0.00514 (0.0221)	0.00803 (0.0139)

<b>NORTH AMERICA</b>	-0.356 (0.689)		-0.675 (0.569)	<b>ATTITUDE TOWARDS IMMIGRANTS</b>	0.0759 (0.0531)	0.0598 (0.0616)	0.0589 (0.0392)
<b>MENA</b>	0.538* (0.282)	-0.473 (0.517)	0.497** (0.212)	<b>ATTITUDES TOWARD EQUAL TAXES</b>	-0.0297 (0.0189)	-0.0958*** (0.0212)	-0.0618*** (0.0137)
<b>LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN</b>	0.889*** (0.252)	1.300*** (0.335)	0.966*** (0.184)	<b>Economic Variables</b>			
<b>EUROPE AND CENTRAL ASIA</b>	-0.248 (0.303)	-0.222 (0.353)	-0.183 (0.222)	<b>BEING THE CHIEF WAGE EARNER</b>	-0.0624 (0.135)	0.166 (0.170)	0.0132 (0.104)
<b>EAST ASIA AND THE PACIFIC</b>	0.148 (0.246)	0.500** (0.240)	0.275* (0.166)	<b>INCOME</b>	0.0234 (0.0285)	0.0743** (0.0328)	0.0480** (0.0210)
				<b>SAVING MONEY</b>	0.337** (0.160)	-0.226 (0.205)	0.108 (0.124)
<b>Constant</b>	-4.080*** (1.309)	-2.457** (1.176)	-3.082*** (0.960)	<b>SPENT SOME SAVINGS</b>	0.0857 (0.184)	0.875*** (0.176)	0.474*** (0.122)
<b>Observations</b>	2,884	1,816	4,712	<b>BORROWED CASH</b>	-0.147 (0.178)	0.170 (0.221)	-0.0319 (0.136)
<b>Standard errors in parentheses</b>		***p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1		<b>GONE W/O CASH</b>	0.0617 (0.0599)	0.183*** (0.0682)	0.114*** (0.0440)

### 2.3. Results

The findings show different prototypes of farmers across regions, and unionized farmers have different motivations than non-members. Results show that socio-demographic variables partially impact the likelihood of membership in labor unions in agriculture. We do not see any impact on gender, age, education, or citizenship. However, we see farm owners living in large families have a high tendency to be union members. The reason behind that could be a large number of family members might cause the employment of subsistence workers, which causes product maximization rather than profit maximization. Facing low income might have pushed them to become union members. We see farm owners whose fathers are immigrants tend to become union members. From a regional context, agricultural employment tends to become unionized in Latin America and the Caribbean, MENA, East Asia, and the Pacific, with relatively low-income levels than others.

Membership in professional organizations significantly and positively impacts unionization in agriculture. Union members have strong confidence in labor unions. We do not see a strong impact of well-being on unionization: unhappy farm owners are likelier to become union members. However, farm owners with good health status and who are financially satisfied tend to become union members. From the view of equity and economic values, we do not see a strong differentiation of union members: those who support fair taxing are less likely to become union members.

Income has a significant and positive impact on unionization in agriculture. Moreover, farm workers who saved money in the last 12 months are union members. Whereas we see farm owners with financial problems (like going without cash in the last 12 months) are most likely union members. Family farm owners have a high tendency to be unionized.

### 3. CONCLUDING REMARKS

Unionization can be an important instrument to empower vulnerable stakeholders in agriculture: small and family businesses and low-qualified workers to protect the rights of farmers and agricultural workers. Since the rising food prices cause high volatility in both the demand and supply side of the market and the Climate Crisis might affect the volume of arable lands in the near future, agriculture might cause the price instability problem more severely, which can generate a loss of farm income. This paper investigates farmers' perceptions and behavior by segmenting them following their union membership. We see there are differences across farmers regarding their memberships. We see workers' memberships in unions ameliorate their living standards.

Policies targeting family farms can be important to increase unionization. Thus, regional-based policies must be implemented to raise unionization. The study found no correlation between well-being and union membership. However, income is highly correlated with union membership: policies to target members' well-being can be an optional target for the unions. Lastly, we see a differentiation between owners and workers: farm workers who are union members are financially better off, but owners suffer. So that income-targeting policies for farm owners can be implemented.

This study is informative and preliminary research. Due to the lack of data on union membership, the study generates a data set from well-known data. It looks into the segmentation of members and non-members in the agricultural sector. For further research,



well-designed surveys can be applied to members and non-members, and explorative studies might focus on more detailed aspects of behavioral and financial differences.

#### NOTES:

---

<sup>1</sup> In addition, Martin (2016) suggests that immigrant workers might join labor unions even if they do not have citizenship.

---

#### AUTHOR STATEMENT

##### Statement of Research and Publication Ethics

This study has been prepared in accordance with scientific research and publication ethics.

##### Ethics Committee Approval

*For this research, Ethics committee approval was not required. The permission to apply the data from World Values Survey was taken.*

##### Author Contributions

Nazife Merve, Hamzaoğlu: Contribution rate (100%)

##### Conflict of Interest

There is no conflict of interest for the authors or third parties arising from the study.

##### Statement of Support

This study was not supported by any project.

---

#### REFERENCES

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organization Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Benjamin, D., Cooper, K., Heffetz, O., & Kimball, M. (2020). Self-reported well-being indicators are a valuable complement to traditional economic indicators but are not yet ready to compete with them. *Behavioural Public Policy*, 4(2), 198-209. [doi:10.1017/bpp.2019.43](https://doi.org/10.1017/bpp.2019.43)
- Cole, L. W., & Foster, S. R. (2001). *From the ground up: Environmental racism and the rise of the environmental justice movement*. NYU Press.
- Córdoba, D., Selfa, T., Abrams, J. B., & Sombra, D. (2018). Family farming, agribusiness and the state: Building consent around oil palm expansion in post-neoliberal Brazil. *Journal of Rural Studies*, 57, 147-156. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.12.013>
- Czarzasty J. (2004). *Trade unions in agriculture were examined*. Eurofound. Retrieved October 2022 from <https://www.eurofound.europa.eu/it/publications/article/2004/trade-unions-in-agriculture-examined>.

- Fritz, M., & Berger, P. D. (2015). *Improving the user experience through practical data analytics: Gain meaningful insight and increase your bottom line*. Morgan Kaufmann.
- Gallin, D. (2001). Propositions on trade unions and informal employment in times of globalization. *Antipode*, 33(3), 531-549. <https://doi.org/10.1111/1467-8330.00197>
- Haerpfer, C., Inglehart, R., Moreno, A., Welzel, C., Kizilova, K., Diez-Medrano J., M. Lagos, P. Norris, E. Ponarin & B. Puranen et al. (eds.). (2020). *World Values Survey: Round Seven – Country-Pooled Datafile*. Madrid, Spain & Vienna, Austria: JD Systems Institute & WVSA Secretariat. Retrieved 20 July 2022 from <http://doi.org/10.14281/18241.1>
- Holmes, S. (2013). *Fresh fruit, broken bodies: Migrant farmworkers in the United States*. University of California Press.
- Hurd, R. W. (1973). Strategies for Union Growth In Food Manufacturing and Agriculture. *ILR*, 267-274. Retrieved May 22, 2023 from <https://hdl.handle.net/1813/74907>.
- International Labour Office, Food and Agriculture Organization of the United Nations, & International Union of Food and Allied Workers' Associations. (2007). *Agricultural workers and their contribution to sustainable agriculture and rural development*. ILO. Retrieved October 7, 2022 from [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_dialogue/@actrav/documents/publication/wcms\\_113732.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_dialogue/@actrav/documents/publication/wcms_113732.pdf)
- Jamieson, S. M. (1946). *Labor unionism in American agriculture*.
- Khitakhunov, A. (2020). Agriculture in the Eurasian economic union: Analysis of trends and challenges. *Eurasian research journal*, 2(2), 37-53. Retrieved October 3, 2022 from <https://dergipark.org.tr/en/pub/erj/issue/56110/768692>
- Majka, L. C., & Majka, T. J. (1982). *Farm workers, agribusiness, and the state*. Philadelphia: Temple University Press.
- Martin, P. L. (2015). *Immigration and farm labor: Challenges and opportunities*.
- Martin, P. L. (2016). *Migrant workers in commercial agriculture*. International Labour Office, Sectoral Policies Department, Conditions of Work and Equality Department. Retrieved October 5, 2022 from [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---migrant/documents/publication/wcms\\_538710.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---migrant/documents/publication/wcms_538710.pdf)
- Otieno, O. G., Wandeda, D. O., & Mwamadzingo, M. (2021). Trade union membership dynamics amidst COVID-19: Does social dialogue matter? *International Journal of Labour Research*, 10(1-2).
- Schwartz, H. (1941). Organizational problems of agricultural labor unions. *Journal of Farm Economics*, 23(2), 456. <https://doi.org/10.2307/1231643>
- Sims, S. (2021). American agriculture's dependence on immigrant workers. Retrieved May 15, 2023 from <https://ualr.edu/socialchange/2021/03/28/american-agricultures-dependence-on-immigrant-workers/>.
- Uppal, S. (2011). *Unionization 2011 (75-001-X)*. Statistics Canada.
- Wellman, D. (1997). *The union makes us strong: Radical unionism on the San Francisco Waterfront*. Cambridge University Press.



*Araştırma Makalesi / Research Article*

## Gıda Güvenliği için Tahıl Üretimine Etkin Desteklenmesine Yönelik Öneriler

Taylan Kıymaz<sup>1</sup>

### Öz

Türkiye'nin gıda güvenliği açısından büyük önem taşıyan hububat üretiminin istikrarının korunması ve üreticinin üretimde sürekliliği sağlayabilmesi için uygulanan destekleme politikasının sonuçlarının değerlendirilmesi sonrasında daha etkin bir destekleme sisteminin ortaya konulabilmesine katkı verilmesi bu çalışmanın temel amacıdır. Buğday, arpa ve mısır gibi temel tahıl ürününün tahmini maliyetleri ilgili kurumlardan elde edilen verilere dayanılarak öncelikle 2006-2022 dönemi için hesaplanmakta, ürünlerin yurtiçi fiyatları ile birim destekler dikkate alınarak üretici gelirinde zamana bağlı değişim ortaya konulmaktadır. Ayrıca, gelir, yurtiçi ve yurtdışı fiyatlar arasındaki ilişki ve üretim düzeyi verilerinden yararlanarak ürünlerin üretiminde destekleme ve fiyatlardan etkilenme düzeyi değerlendirilmektedir. Gıda güvenliği kaygıları da dikkate alınarak, destekleme sistemi belirlenirken gelirdeki değişimi dikkate alan değişken bir sisteme ihtiyaç olduğu, ürünlerde çok yıllık gelir, alternatif ürünler ve münavebeye giren ürünlere göre birim destek tutarı saptanabilecektir. En yoksul kesimde bulunan gençler için, sosyal güvenlik sistemine yönelik desteklemenin, üretimin devami, şehre göçün yavaşlatılması veya tarıma tersine göç için faydalı olacağı savı ortaya konulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Tarımsal Destekleme, Tarımsal Politika, Üretici Geliri, Üretim Maliyeti, Gıda Güvenliği.

## Policy Recommendations to Achieve Food Security through Effective Support of Cereal Production

### Abstract

The main purpose of this study is to suggest a more effective support system after evaluating the effectiveness of the implemented support policy to maintain the continuity of the cereal production, which is of great importance for Turkey's food security. The production costs of three basic grain products, wheat, barley and corn, were calculated for the period of 2006-2022 based on the data obtained from the relevant institutions, the change in the annual producer income is put forward considering the domestic prices of the products and the unit support provided to them. Moreover, the relationship between income, domestic and world prices and production were displayed over time. The level of effect of support on the production and the level of being affected by prices are tried to be differentiated by the interaction of production of crops with the alternative crops as well. Considering the food safety concerns, there is a need for a dynamic system that takes into account the multi-annual changes in producer income, alternative products and products in rotation. Young people can benefit from another support on the social security system targeting the poorest among the producers, that is believed to provide the continuation of production via preventing migration or stimulating reverse migration to rural areas.

**Keywords:** Agricultural Support, Agricultural Policy, Producer income, Production Cost, Food Security.

<sup>1</sup> Doç. Dr., Alacaatlı Ankara, [taylankiyamaz@gmail.com](mailto:taylankiyamaz@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-2270-1521>, Mülga Kalkınma Bakanlığı

## GİRİŞ

Ulusların gelişmişlik düzeylerinden bağımsız olarak yeterli beslenme için yeterli miktarda gıdanın uygun fiyatla tüm toplum kesimlerine sağlanması olarak tanımlayabileceğimiz gıda güvenliği, son iki yılda yaşanan pandemi ve ülkemizin tahıl ürünlerinde önemli ithalat kapılarında olan Ukrayna ve Rusya arasındaki savaş koşulları nedeniyle risk altında görüldüğünden tarımsal politikaları bir kez daha tartışma konusu haline getirmiştir.

Mevcut olumsuzluklara ek olarak, iklim değişikliği, kuraklık, küresel gıda fiyat hareketleri, artmakta olan nüfus gıda güvenliği kaygılarını artırırken yeni politikalar üretilmesini gerektirmektedir. Gıda güvenliğinin sağlanması ise tarım politikalarının temel hedeflerinden biridir. Bu bağlamda öncelikle hububatın arzı açısından destekleme politikalarının sonuçları değerlendirilerek, politika etkinliğinin irdelenmesi karar mekanizması açısından önemli görülmektedir.

Tahıl ürünleri insan ve hayvan beslenmesi açısından ülkemizdeki temel ürünlerdendir. Ülkemizde kişi başına buğday tüketimi Gıda ve Tarım Örgütü (FAO, 2022) beslenme verilerine göre gelişmiş ülkelerin ortalama 1.5-2 katına yakındır. Arpa ve mısır yem sanayiinin temel girdilerini oluşturmakla birlikte, mısır aynı zamanda katma değeri yüksek endüstriyel ürünlere dönüşür. Bahsi geçen ürünlerin hepsinde dönem dönem iç talep ya da işlenmiş ürün ihracatına da bağlı olarak ithalat artma eğilimindedir (Bursa Ticaret Borsası[BTB], 2021).

On Birinci Kalkınma Planında tarım ve gıdaya ilişkin politikalar bölümünde (Strateji ve Bütçe Başkanlığı ([SBB], 2020), tarımsal desteklerin politika etkinliğinin ölçülmesi ve etkilerin genel değerlendirmesinin yapılması öncelikli görülmüştür.

Bu kapsamda, söz konusu etki değerlendirmesine yardımcı olacak biçimde, bu çalışma buğday, arpa ve mısırın üretim maliyetleri ve elde edilen gelirden değişiklikleri irdeleyen bir analiz içermektedir. Çıkan sonuçlar üretimin devamlılığı açısından geleceğe yönelik gıda güvenliği kaygılarının hafifletilmesi için de önemli görülmektedir.

Daha önce destekleme politikalarının ürün bazlı etkileri çeşitli yöntemlerle değerlendirilmiş olsa da, bu çalışmada olduğu gibi destekleme politikalarının ürün bazlı üretici geliri ile yurtiçi ve dünya fiyatlarıyla ve alternatif ürünlerle ilişkiler çerçevesinde ele alınarak politika analizine konu edilmesi yönünde kısıtlı örnek bulunmaktadır.

## 1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

### 1.1. Türkiye’de Destekleme Politikası

Türkiye’de tarımsal destekler, 25 Nisan 2006 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan 2006 yılında 5488 sayılı Tarım Kanunu çerçevesinde düzenlenmektedir. Bu Kanun’un temel amacı; tarım sektörü ve kırsal alanın, ülke kalkınma plânları ve buna bağlı stratejiler temelinde geliştirilmesi ve desteklenmesi için politikaların tespiti ve gereken düzenlemenin yapılması şeklinde belirlenmiştir. 2006 yılında 4,8 milyar TL olan tarımsal destekleme bütçesi 2022 yılına kadar nominal olarak artmış ve 25,8 milyar TL seviyesine yükselmiştir. Ancak, tarım sektöründeki büyüme ekonominin genelindeki büyümeye ayak uyduramadığından, tarımın ekonomi içindeki payı 2006 yılındaki yüzde 8’lik payından 2022 yılında yüzde 5’e gerilemiştir.

Bu arada çalışmanın konusu olan tahıllara odaklanılırsa, Tarım Kanunu uygulama döneminde (2006-2022) dört temel destekten bahsetmek gerekir. 2008 yılından sonra

yürürlükten kaldırılan Doğrudan Gelir Ödemesi Uygulaması, Fark Ödemesi, Gübre ve Mazot Destekleri. Hububata destekleme ödemelerindeki artış ile TÜFE değişimi kıyaslandığında destek ödemelerindeki artışın TÜFE değişiminin yarısında kaldığı Tablo-1'den izlenebilmektedir. Fark ödemesi desteğinde zaman içinde önemli artış yapılmış olup ürün arz açığının ortadan kaldırılarak kendine yeterlilik düzeyinin yükseltilmesi amaçlanmıştır. Mazot ve gübre desteği tüm tarla ürünlerine yönelik uygulanmakta olup bu destekten en fazla yararlanan ürünlerin başında tahıl ürünleri gelmektedir. Bunların dışında en etkili politika Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO) tarafından izlenen piyasayı düzenleyici uygulamalar ve tamamlayıcı gümrük vergileridir.

Diğer taraftan, seçilen üç tahıl ürününün kendine yeterlilik oranlarına (üretimin iç tüketimi karşılama oranı) bakıldığında geneli itibarıyla son yıllarda talebi karşılamakta zorluk çekildiği izlenmektedir. Şekil 1 arpa ve mısırdaki son yıllarda ithalata bağımlı kalındığını gösterirken, buğdayda kendine yeterli bir seyir izlenmektedir. Öte yandan, dış ticaretteki gelişmeler buğday ve mısırdaki ek ithalat artışları getirmektedir. Her üç üründe dış piyasalarla daha fazla etkileşim içinde bulunduğu için iç piyasalar fiyat yönünden dış piyasa gelişmelerine açık bulunmaktadır. Ürün bazında dış ticaret dengesindeki değişimler 2006-2021 dönemi için Şekil 2'de gösterilmektedir. Son dönemde kuraklık ve dünyada pandeminin oluşturduğu olumsuzlukların etkisiyle dengenin ele alınan ürünlerde ekside olduğu gözlenmektedir.

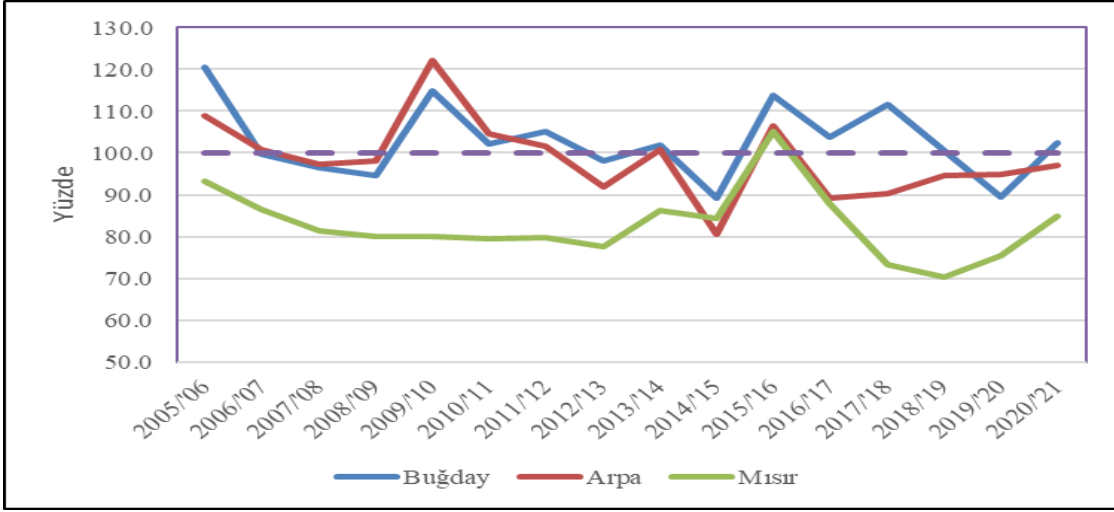
**Tablo 1: Destekleme Bütçesinde Hububat Ürünlerine Yönelik Destek Kalemleri**  
(Milyon TL, Cari Fiyatlarla)

Tarımsal Destekleme Ödemeleri	2006	2010	2015	2020	2021	2022 (Tah.)
Doğrudan Gelir Desteği (Buğday, Arpa ve Mısır ödeme tahmini*)	1 415					
Hububat Fark Ödemesi (tahmin*)	256	937	819	1 799	1 612	1 724
Mazot (tüm ürünler)		512	700	2 901	2 724	3 107
Gübre (tüm ürünler)		622	830	840	1 601	1 599
<b>TOPLAM</b>	<b>1 671</b>	<b>2 071</b>	<b>2 349</b>	<b>5 540</b>	<b>5 937</b>	<b>6 430</b>
<b>Destekleme Ödemesi Endeksi (2006=100)</b>	<b>95</b>	<b>118</b>	<b>134</b>	<b>316</b>	<b>339</b>	<b>367</b>
<b>TÜFE (2006=100)</b>	<b>100</b>	<b>135</b>	<b>200</b>	<b>375</b>	<b>511</b>	<b>744</b>

Kaynak: Kalkınma Bakanlığı ve SBB Yıllık Programları (Çeşitli yıllar); TÜİK (2022a)

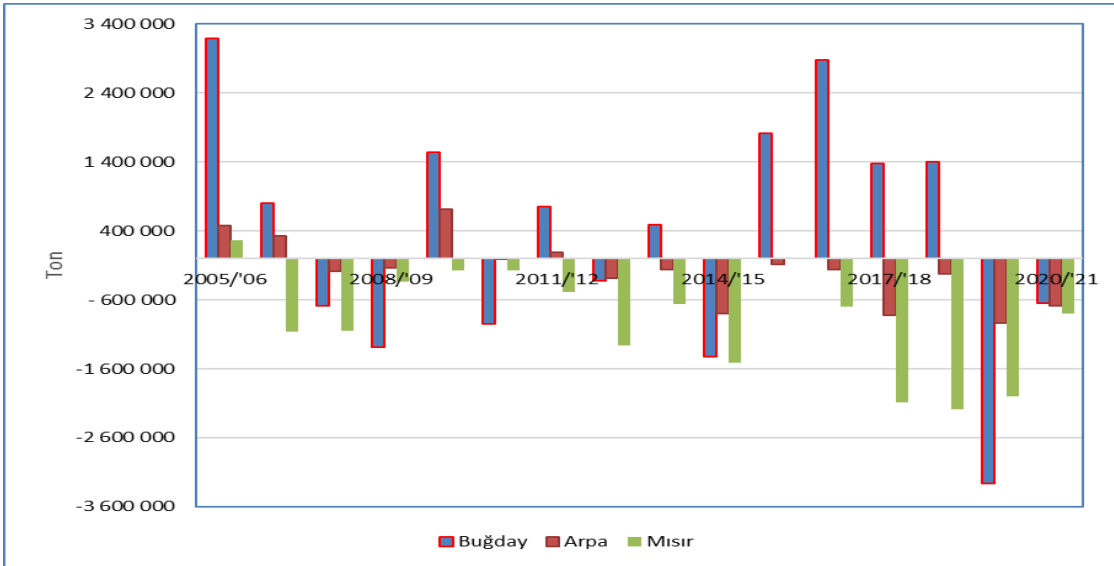
\*Tahminler ürünlerin TÜİK Bitkisel Üretim İstatistiklerindeki ağırlıklı alan ve üretim değerlerinden yazarca hesaplanmıştır.

Şekil 1: Tahıl Ürünlerinde Kendine Yeterlilik Oranları (%)



Kaynak: TÜİK (2022b) verilerinden hazırlanmıştır.

Şekil 2: Tahıl Ürünlerinde Dış Ticaret Dengesi



Kaynak: TÜİK (2022b) verilerinden hazırlanmıştır.

## 1.2. Dünyada Önde Gelen Ülkelerden Ne Ölçüde Farklılaşıyoruz?

Gelişmiş ülkeler ve başta Amerika Birleşik Devletleri (ABD) olmak üzere, tarımsal üretimde yaşadıkları sorunları aştıktan sonra istikrarlı bir üretim düzeyini sağlamak üzere üreticinin tarımdan elde ettiği uzun dönem gelir düzeyini dikkate alan gelire dayalı destekleme sistemlerini tercih etmişlerdir. ABD, buğday dahil tarla ürünlerinde, zamanla belirtilen politikalara ayırdığı bütçeyi de azaltarak üretimdeki çeşitli risklere ve ürün fiyatlarına bağlı ödemelere doğru politikalarını farklılaştırmış ve tüketici tabanlı desteklemeyi de artırarak piyasa regülasyonunu sağlamaya yönelmiş, böylece tarım piyasasını kontrollü biçimde serbestleştirmeyi tercih etmiştir. Ancak üretim şoklarına karşı her zaman üreticiyi destekleyecek seçenekleri politikaları içerisinde tutmaktadır (ABD Tarım Bakanlığı [USDA] 2022a, b).

Üreticinin temel bir gelir elde etmesine dayanan politikaları uygulayan ve ülkemizin de üyelik müzakereleri sürecinde politika uyumlaştırma çabası içerisinde bulunduğu Avrupa Birliğinde hububatta gelire dayalı temel ödemeler çevreyi koruma amaçlı bazı kriterlere dayandırılarak devam ettirilirken, son dönemde Yeşil Mutabakat çerçevesine uygun biçimde daha yeşil desteklere doğru bir dönüşümü kabul etmektedir (Arısoy 2021; European Commission [EC] 2022). Ancak gıda arzında olabildiğince kendine yeterli kalınması anlamında destekleme mantığı devam ettirilmekte, çevreye saygılı üretim için tarımda değişim zorunlu kılınmaktadır

Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) çerçevesinde yürütülmüş olan önemli ölçüde tarımsal politikalarda piyasayı müdahaleyi azaltmaya yönelik müzakerelerde uzun yıllardır ilerleme sağlanmadığı için tarımsal destekleme politikalarında değişim gereği ertelenmiş, ancak ekonomik, sosyal ve ticari gerekçeler, ülkelerin daha serbest ya da korumacı olması üzerinde karar verici olmuştur. Tarımsal politikalarda DTÖ nezdinde 1995 ve 2004 yılları ve sonrasında uluslararası taahhütlerle getirilen değişim zorunluluğu müzakerelerin akamete uğramasıyla bir anlamda rafa kalkmıştır (Özalp vd., 2014).

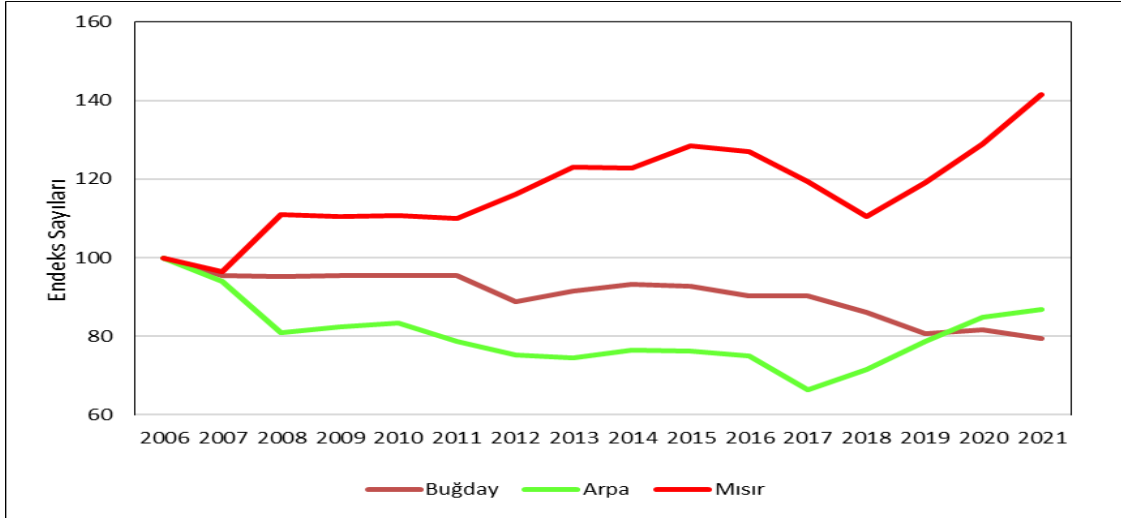
Bu gelişmeler, ülkemiz açısından tarımsal desteklemede dönüşümü ve gelire dayalı destekleme ile görece serbest piyasaya geçişi getiren düzenlemelere uyumu zorunlu olmaktan çıkarttığı için, 2006 yılından bu yana Tarım Kanunu ile uygulanagelen çerçeve önemli bir değişime uğramamıştır. Öte yandan, 2001-2007 döneminde gelişmiş ülkelerin uyguladığı gelire dayalı destekleme politikalarından oldukça farklı ve yetersiz düzeyde uygulanan doğrudan gelir ödemesi kalemi uygulamadan kaldırılmıştır. Çalışmanın ilerleyen bölümünde mevcut destekleme sisteminin etkinliği incelendikten sonra bu konuya geri dönecektir.

### **1.3. Türkiye’de Ele Alınan Ürünlerin Üretim Alan Ve Miktarındaki Değişim**

Bu çalışmanın etki analizi bölümüne geçmeden önce, 2006-2022 yılları arasında ürünlerin üretimi ile üretim alanlarındaki değişim incelenecektir. Buğday, arpa, mısır gibi tahıl ürünlerinin seçilme nedeni bunların ekilen tarım alanların yaklaşık yüzde 70’inde hakim olması ve tarım ekonomisi ve gıda güvenliği açısından önemli bir yere sahip olmalarıdır.

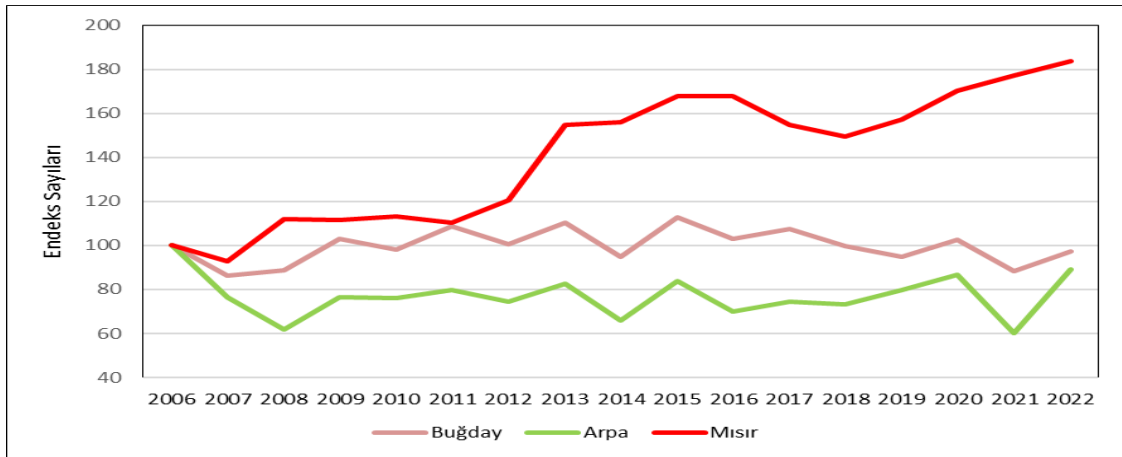
Son on altı yılda, üretim alanı daralarak alternatif ürünlere kaybedilen buğday ve arpa yanında, mısırdaki üretim alanlarının genişlediği izlenmektedir (Şekil 3). Kuraklık dönemleri arpa ve buğdayda üretime darbe vurmuş, mısır üretimi ise 2018 dışında sürekli artış göstermiştir (Şekil 4).

Şekil 3: Ürün Üretim Alanlarındaki Değişim (2006=100)



Kaynak: TÜİK (2022c) verilerinden hazırlanmıştır.

Şekil 4: Ürünlerin Üretimdeki Değişim (2006=100)



Kaynak: TÜİK (2022c) verilerinden hazırlanmıştır.

## 2. ÜRÜNLERDE TARIMSAL DESTEKLEMENİN ETKİLERİ

### 2.1. Yöntem

Destekleme politikalarının tarımsal üretime etkileri konusundaki birçok çalışmada sınırlı ya da çok sınırlı etkilerden bahsedilmektedir (Aktaş vd., 2015; Eryugur vd., 2016; Koç vd., 2016; Yılmaz vd., 2017).

Ülkemizde bütçeden sağlanan desteklerin, ürün bazında üretim düzeyi ve gelire ne ölçüde yansıdığına ilişkin değerlendirme için, ürün maliyetlerinde yıllara göre yaşanan değişim, üretici eline geçen fiyat (ÜFE fiyatları), üretici gelir hesabı gibi verilerden faydalanılmıştır.

Ürün verimindeki değişiklikler birim maliyetlere de olumlu veya olumsuz yansımaktadır. Analiz dönemi için fiyatlar TÜİK internet sayfalarından, tahmini üretim maliyetleri Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB, 2017)'nin ham verilerindeki alt maliyet dağılımı girdi fiyat değişimlerine



göre yıllar itibarıyla revize edilerek derlenmiştir. Daha açık bir ifadeyle maliyet verileri sonraki yıllarda daha dar kapsamlı toplandığı ve yayımlanmadığı için 2017 yılı maliyet kalemleri ve değerleri esas alınarak, TÜİK'teki girdi fiyatlarındaki yıllık değişimler dikkate alınarak 2006 yılına doğru geriye ve sonraki yıllara ileriye doğru tahmin edilmiştir. Akaryakıt ve gübre, maliyetlerde yüzde 40-50 arasında ağırlığı bulunan iki etkidir. Özellikle son bir yıl içerisinde girdi fiyatlarındaki değişimlerin öngörülemez seviyelere yükselmesi sonucu, üreticinin önünü görmesi ve üretim için gerekli işletme sermayesini bulması zor olmaktadır. Uluslararası fiyat verileri TMO'ndan ve açık internet kaynaklarından faydalanılarak temin edilmiştir.

Destek, maliyet ve fiyat verileri kullanılarak üretici kâr marjı ortaya konulmuştur. Üretici gelirindeki reel değişim yıllara göre dekara TL ve ABD Doları olarak hesaplanmıştır. Burada şunu belirtmek gerekir: hesaplama genel eğilimleri belirlemekte, ve ürün kalitesinde farklılaşmayı dikkate almamaktadır. Destekleme önceki yıl ya da yıllara ait üretim için ödenmekte, bu nedenle yönlendirici özelliği tartışılmalı hale gelmektedir. Yalnız 2022 yılında ödemeler ekim döneminin önüne çekilerek üreticinin artan maliyetlere karşı desteklenmesi sağlanmıştır.

Aşağıdaki bölümlerdeki şekillerde önce cari fiyatlar, tahmini birim maliyet ve birim destek değerleri gösterilmekte, ödenen desteğin maliyeti karşılama oranı ve üretici kârı (ürün fiyatı + birim destek – birim maliyet) verilmektedir. Ürün verim değeri, alan bazında ödenen desteği birim ağırlığa (kg) dönüştürmede kullanılmıştır. Ürünlere göre çizilen ikinci tür şekilde, iç ve dış fiyatlar verilirken, üretici gelirindeki değişim yurtiçi-dünya fiyatlarla kıyaslanabilmekte ve TL bazında reel gelirdeki birim değişim ile dolar bazındaki değişim de aynı şekil üzerinde verilmektedir.

Analiz sonuçları, bazı varsayımlar altında elde edilmiş olup bu hesaplamalarda genel eğilimlerin ortaya konulduğu ifade edilebilir.

## **2.2. Desteklemenin Ürün Bazlı Etki Analizi ve Bulguların Tartışılması**

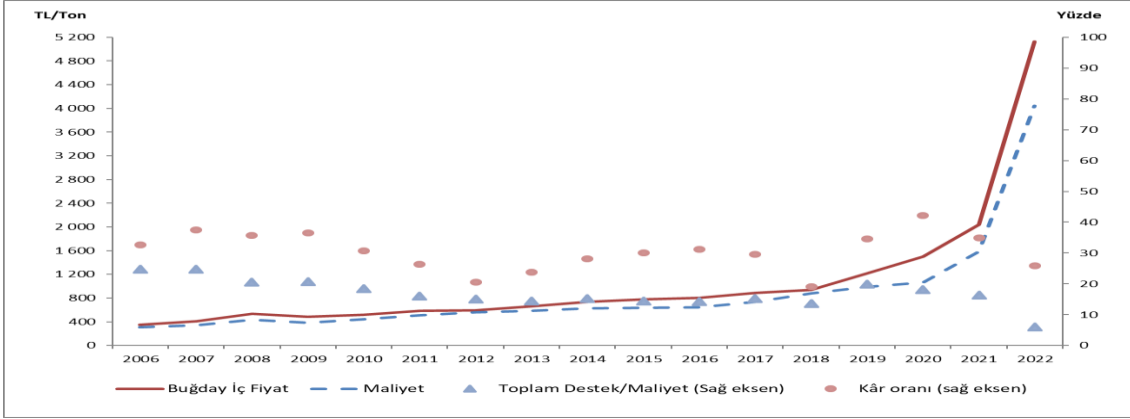
### **2.2.1. Buğday ve Arpa**

2006 yılında buğday ekim alanları yaklaşık 85 milyon dekarken 2021 yılında 67,4 milyon dekara, arpanınki ise 36,5 milyondan 31,7 milyon dekara gerilemiştir. Buğday verimi ise iklime bağlı olarak, kullanılan kaliteli (sertifikalı) tohumların da etkisiyle artış gösterebilmiştir. Bu da ekili alanda yaşanan azalmayı bir ölçüde telafi etmiştir.

Şekil-5'te görüldüğü gibi, buğdaya verilen birim destekler 2006 yılından 2018 yılına kadar maliyete kıyasla önemli bir gelişme göstermemiş ve destek/maliyet oranı yaklaşık yüzde 25'ten yüzde 14'e düşmüştür. Ancak 2019 ve 2021 yıllarında prim ödemeleri ile mazot-gübre desteğinde yapılan artışlar buğdayda destek oranını tekrar yükseltmiştir. Sonuçta desteklerin üretici gelirini artırma ve bu yolla üretimi güdüleme açısından çok sınırlı da etkisi olduğu iddia edilebilir. Öte yandan, 2021 yılı sonunda yaşanmaya başlayan maliyet şoklarının etkisi 2022 yılında destek ve kâr oranlarında ciddi düşüşlere neden olmuş, destekleme adeta anlamsız hale gelmiştir.

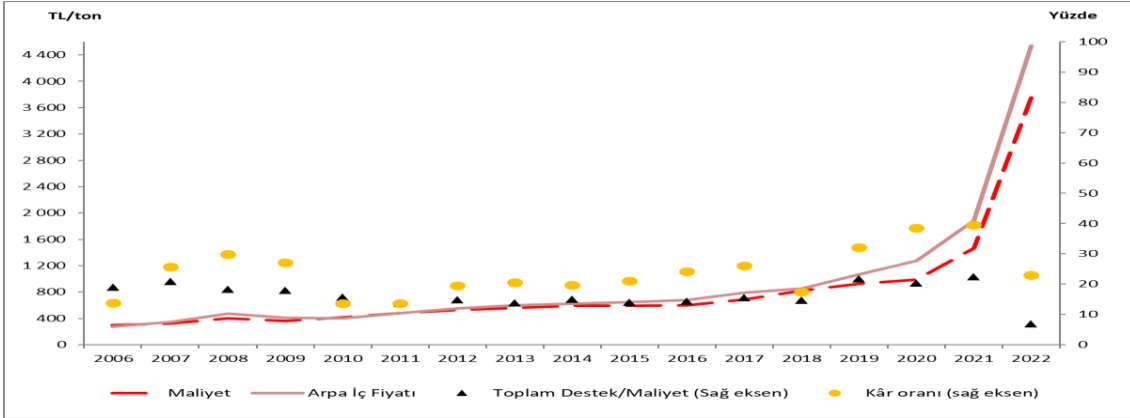
Arpada da buğdaya benzer bir analiz yapılabilir (Şekil 6). Benimsenen politika buğday ve arpada aynı etkileri yaratmıştır. Fiyatlardaki değişiklikler 2021 yılından 2022 yılına o kadar yüksektir ki, grafiklerde önemli bir revizyon gerektirmiştir.

Şekil 5: Buğdayda Destek ve Maliyet İlişkileri



Kaynak: TÜİK ve TOB verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

Şekil-6: Arpada Destek ve Maliyet İlişkileri



Kaynak: TÜİK ve TOB verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

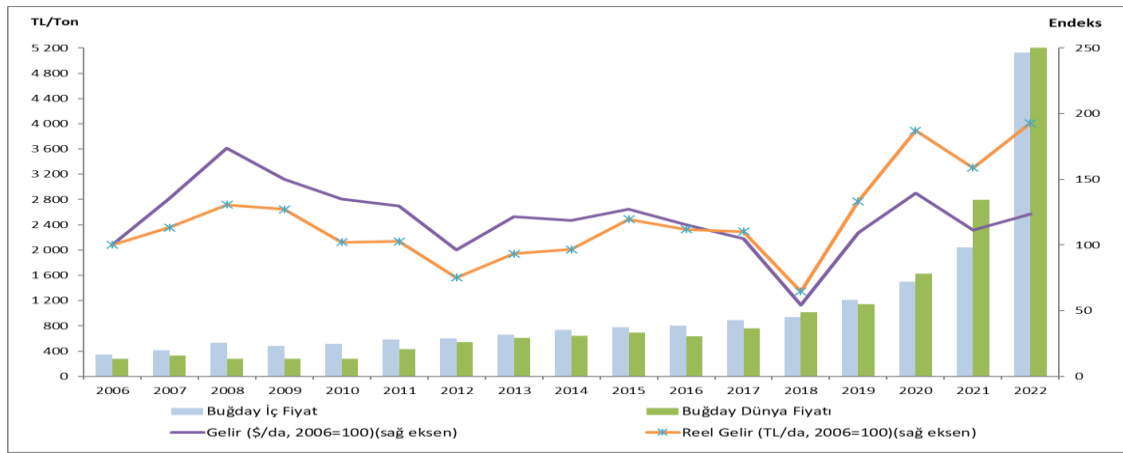
Gelir tarafına bakıldığında, buğday fiyatı, 2010 yılı dâhil 9 yılda kârlılığın azalmasına neden olmuş, 2019 yılı sonrası fiyatlardaki yükselişin ve sınırlı da olsa desteklemenin artması yönünde bir eğilimle maliyetten daha hızlı artışlar görülmüştür. Fiyatların yükselmesinde 2020 ve sonrası dünya/ithal fiyatı etkilidir (Şekil 7). Buğdayın dünya fiyatları 2015 yılında düşmüş, buna karşılık yurtiçi fiyatlar bir miktar dünya fiyatı üzerinde kalmış, bu durum 2019 yılından itibaren terse dönmüştür.

2017-2018 dönemindeki hızlı kur artışları maliyet artışı yaratması nedeniyle kârlılığın azalmasında önemli etkenlerdendir. Fiyatlarda yaşanan artışlar ve dolar kurunda 2021 sonu artan hareketlilik fiyatların bir anda aşırı artışına neden olmuştur. 2021-2022 arası yurtiçi ortalama buğday fiyatı yüzde 140, ortalama yurtdışı fiyat TL bazında yüzde 126 artmıştır. Üreticinin dolar ve reel bazda gelirinde, 2018 yılına kadar önemli düşüş yaşanırken 2019 yılı ve sonrasında fiyattaki yükseliş sonrası bir miktar toparlanmıştır. Ancak bu etkilerin buğday üretimindeki değişimle ilişkisine bakıldığında ise, üretimde görece bir istikrar var gibi görünse de üretimden kaçışın durmadığı, sonraki yıllarda toparlanmanın sınırlı kaldığı alanlardaki daralmadan anlaşılmaktadır.

Arpada durağan giden piyasalar 2011 yılından yerini dünya fiyatlarında artışa bırakırken yurtiçi fiyatlar da artmış ve böylece kârlılık yükselmiştir (Şekil 6 ve Şekil 8). Reel TL ve dolar olarak üretici geliri 2018 yılına kadar dalgalı seyir izlemiş, maliyetlerdeki artış nedeniyle bu göstergelerde düşüş olmuştur. Bu dönemde üretim planlaması zorlaşırken, üreticinin teşviki de fazla mümkün olamamıştır. 2019 yılı sonrasında iç fiyatla dünya fiyatı arasındaki marjın yüksek tutulması üretimi teşvik için uygulanmıştır. Nitekim üretimde belirgin bir artış olduğu Şekil-4'den izlenebilir, son üç yıl için ise buğdayla aynı analizler geçerlidir.

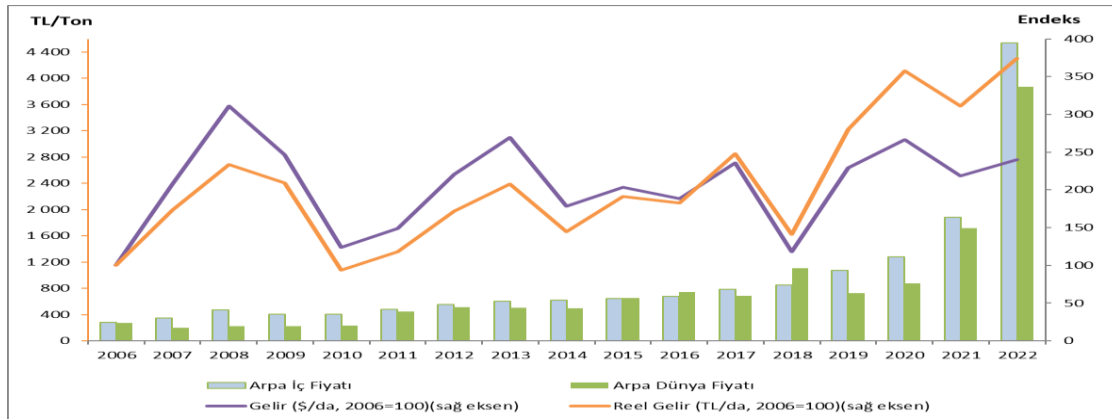
Sonuç olarak, buğday ve arpada ortalama gelir, destek ödemesinden ziyade, TMO politikaları ve dünya fiyatlarının yurtiçi piyasayı ve geliri yönlendirici etkisi azımsanmayacak önemdedir (Kıymaz, 2015; Konyalı, 2012;).

Şekil 7: Buğdayda Gelir ve Fiyat İlişkileri



Kaynak: TÜİK ve TMO verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

Şekil 8: Arpada Gelir ve Fiyat İlişkileri



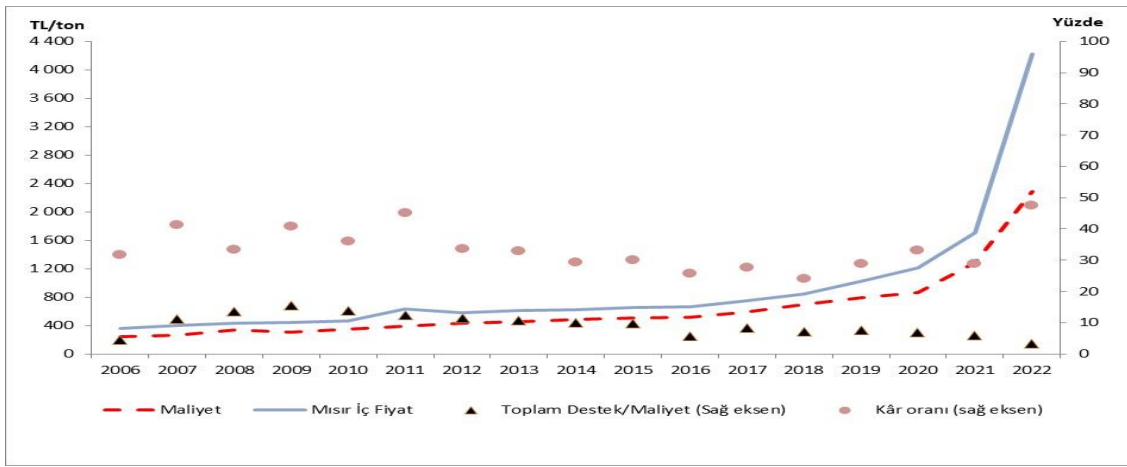
Kaynak: TÜİK ve TMO verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

**2.2.2. Mısır:** Yem ve gıda sanayiinde hammadde olarak kullanılan ve arz açığı bulunan mısır üretiminde uzun yıllardır üretim artışı görülmektedir. TÜİK verilerine göre, 2006-2021 döneminde mısırın ekim alanı yüzde 40 ve üretim miktarı ise yüzde 80'e yakın artmıştır. Şekil 9'da görüldüğü gibi, bu artışın mısır bütçeden sağlanan desteklerden kaynaklandığı söylenemez. Nitekim, 2006-2020 döneminde desteklerin maliyeti karşılama oranı yüzde 10'dan

yüzde 5'e doğru gerilemektedir. Sonraki yıllarda aşağı yönlü eğilim devam ederek yüzde 3'e doğru gerilemiş ve etkisini tamamen yitirmiştir.

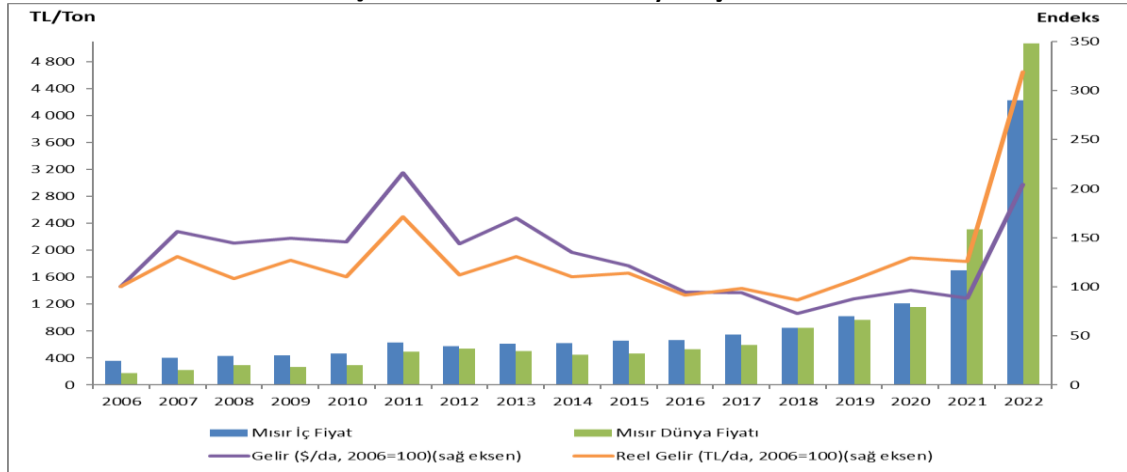
2006–2018 döneminde, Şekil 10'da görüldüğü üzere, yüksek gümrük vergileriyle yükseltelen iç fiyatlar sulu alanlarda çiftçinin kârlı çalışma imkanı bulduğu mısırdaki üretime pozitif yansımıştır. Artan üretim, TL bazında reel gelir ve dolar bazında dekar başına gelir azalıyor olsa da, mısırın iyi bir alternatif ürün olduğunu göstermektedir. 2018 yılı sonrasında artan dünya fiyatları ithalatın yüksek olması nedeniyle iç fiyatları da etkilemektedir. 2021 yılında dünya fiyatı yine yükselerek iç piyasayı da yukarı çekmeye başlamıştır. 2022 yılında yüksek kur artışı ile enflasyonist ortam fiyatları aşırı artırmış ancak ortalama dünya fiyatları yurtiçi fiyatlarından yüksek kalmıştır. Bu arada üretici gelirinde de hem reel hem dolar bazında artış gerçekleşmiştir. Ürün kârlılığındaki artış yine dikkat çekici olmuştur.

Şekil 9: Mısır Destek ve Maliyet İlişkileri



Kaynak: TÜİK ve TOB verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

Şekil 10: Mısırdaki Gelir ve Fiyat İlişkileri



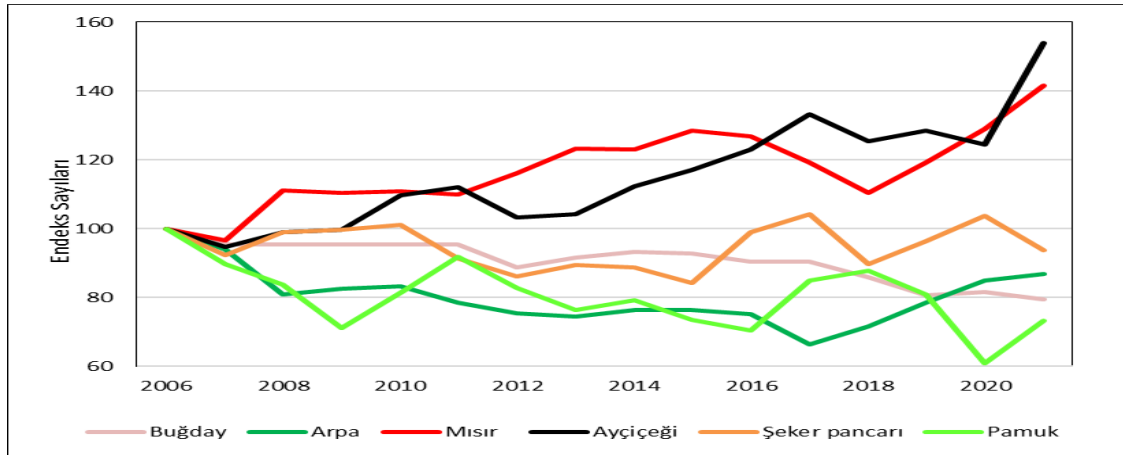
Kaynak: TÜİK ve TMO verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

Dünya fiyatları yüksek kaldığı takdirde, mısır bütçeden sağlanacak desteğin azaltılması ya da kaldırılmasının üretime olumsuz bir etki yapmayacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca TMO'nun müdahale kuruluşu olarak aldığı rolle iç fiyatları kontrolü, bütçeden yapılan desteklerden daha etkili görülmektedir.

Dolayısıyla buraya kadar baktığımızda üretimi destekleme amacıyla kullanılan kaynağın aslında bu yönde bir etki ulaştırmaktan uzak olduğunu ve bu nedenle aynı kaynağın gıda güvenliğinin sağlanması açısından farklı değerlendirilmesi gerektiği düşüncesini benimsememiz yanlış olmayacaktır. Politika önerisine geçmeden önce kısaca alternatif tarla ürünleriyle kıyası da ortaya koymamız faydalı olacaktır.

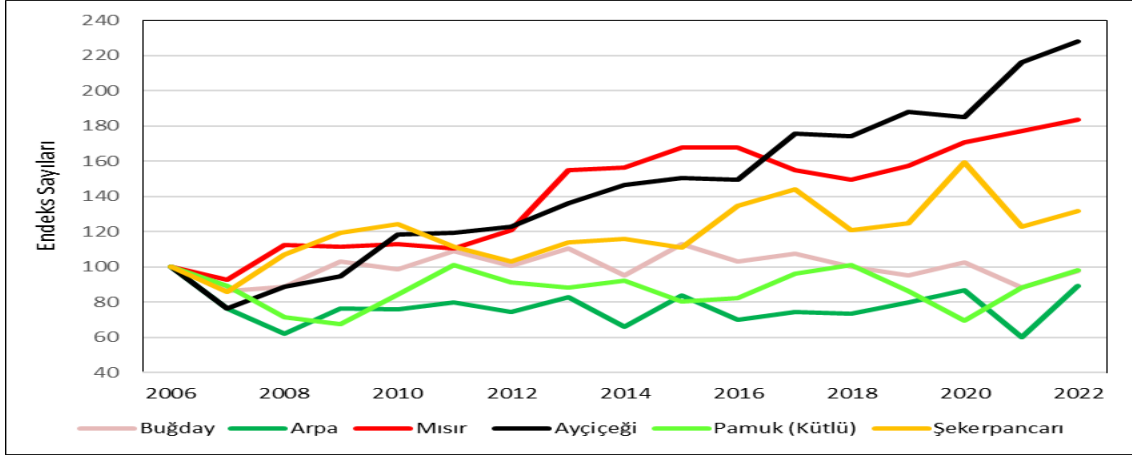
Tarımsal desteklemenin etkili olduğu iki ürün olan ayçiçeği ve pamuk ile alım garantisiyle üretilen şeker pancarı, genelde hububat ile münavebeli ve sulu alanlarda hakim şekilde üretilmektedir. Son yıllardaki duruma baktığımızda, şeker pancarının kotalı üretim nedeniyle üretim alanının görece sabit kaldığı ve pamuk ekim alanlarının ise daraldığı anlaşılmaktadır. Öte yandan tarımsal üretim alanında ve üretim miktarında mısır ve ayçiçeği lehine genişleme olduğu görülmektedir (Şekil 11 ve Şekil 12). Fiyatlardaki değişim kıyaslandığında ise, ayçiçeği ve pamuk gibi maliyetlerinin yüzde 30-40'ı bandında desteklenen ürünlerin (Kıymaz, 2021) iç fiyatlarında da önemli artış olduğu, arpa ve buğdayın bunu izlediği ancak mısırın en sonda yer aldığı izlenmektedir (Şekil 13).

Şekil 11: Tarla Ürünlerinde Üretim Alanındaki Değişim (2006=100)



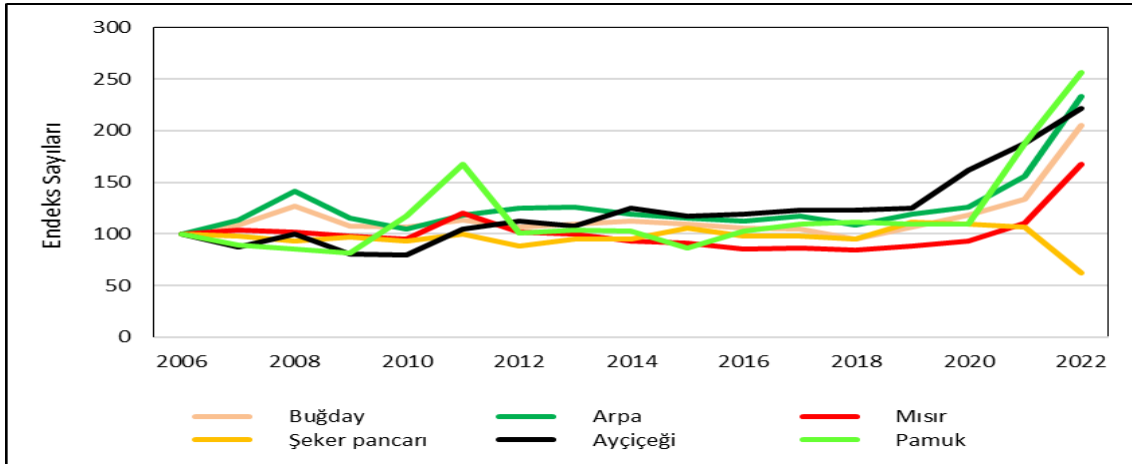
Kaynak: TÜİK verileri kullanılarak çizilmiştir.

Şekil 12: Tarla Ürünlerinde Üretimdeki Değişim (2006=100)



Kaynak: TÜİK verileri kullanılarak çizilmiştir.

Şekil 13: Tarla Ürünlerinde Fiyatlardaki Değişim (2006=100)



Kaynak: TÜİK verileri kullanılarak çizilmiştir.

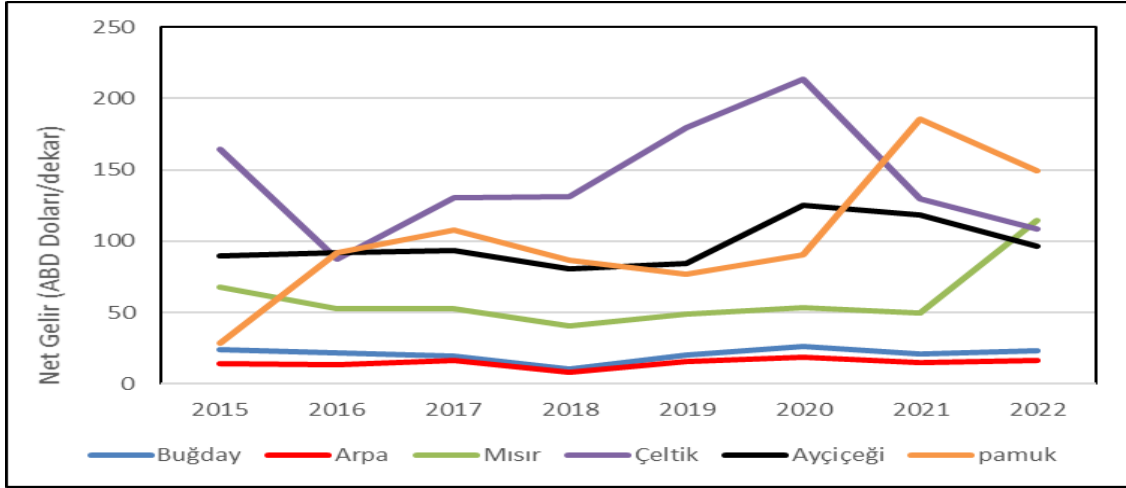
### 2.3. Ürünlerden Elde Edilen Net Gelir ve Yeni Destekleme Sistemi

Görüldüğü gibi üretimde artışlar incelenirken ürünler arasında ve ürünlere göre çok karmaşık bir etkileşimden bahsetmek mümkündür. Ancak nasıl olursa olsun temel belirleyici olan, normal şartlar altında üründen elde edilen gelir ve gelir garantisi olmaktadır. Dolayısıyla, konumuz olan buğday ve arpa öncelikli olmak üzere tahıllarda gelirin artırılması üretimin desteklenmesi açısından temel politika olarak görülmektedir. İki üründe geleneksel bir üretim ve özellikle daha çorak alanlarda alternatifsizlik nedeniyle buğday ve arpaya yönelim olmakla birlikte, bu süreklilik arz edecek bir üretim tarzı olamaz.

Şekil 14'te görüldüğü üzere, buğday ve arpa diğer alternatiflere ya da desteklenen ürünlere nazaran birim alana net gelir düzeyi en düşük olanlardır. Ürün bazında yapılan analizlerde elde edilen rakamlar gösterge niteliğinde olsa da, karşılaştırmalar iki ürünün görece daha düşük gelir getirmekte olduğu, bu durumun üreticiyi zaman içerisinde üretimden kaçırdığı tahmin edilmektedir. İşletmeler daha ticari duruma geldikçe söz konusu değerlendirme daha da

gerçekçi hale gelmektedir. Nitekim ABD Tarım Bakanlığına göre (USDA, 2022c), ABD’de buğdayda üretim gittikçe gerilemekte olup bunun başlıca sebepleri daha kârlı görülen ürünlere kayış ve dünya piyasalarıyla rekabette yaşanan zorluklardır. Aynı durum ülkemizde de yaşanmakta, beslenme kültürü ve dış ticaret için kaçınılmaz olan buğday ve de yem hammaddesi olan arpa üretiminin elde edilen net gelirler dikkate alınarak desteklenmesi faydalı görülmektedir.

Şekil 14: Ürünler Arası Net Gelir Farkları



Kaynak: TOB verileri kullanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

Daha önce de belirtildiği üzere, dünyanın önde gelen ülkelerinde yaşanan politika değişiklikleri ve ülkemizin taraf olduğu anlaşmalar üretim artışını desteklemek üzere gelir odaklı etkin politikaları özendirilmektedir.

Üretim alanlarının daha fazla azalmaması ve alternatif ürünlerle dengeli şekilde üretimin devamı ve hatta beslenme açısından görece yüksek öneme sahip ürünler lehine genişleme sağlanması, ülke nüfusunun gıda güvenliği açısından vazgeçilmezdir. Bu durumun önemini Ukrayna savaşı ve daha öncesinde 2008 yılında yaşanan gıda krizi bizlere göstermiştir. İklim değişikliğine bağlı etkileri dikkate aldığımızda, bahsedilen yaklaşım daha da büyük önem arz eder.

### 3. SONUÇLAR VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Tahıl ürünlerinde gümrük vergileri ve TMO’nun müdahalesi veya dünya fiyatlarının etkisi, bütçeden yapılan desteklere göre fazladır. Tahıllarda ödenen desteklerin üretimi etkilemede son yıllarda etkisiz kaldığı istatistiki olarak görülmektedir. Buğday ve arpa özelinde destekleme sisteminde gelir istikrarını temel alan statik değil dinamik bir modele geçilerek, çiftçinin aynı arazide 5 yıllık üretim faaliyetinden kaynaklanan ortalama net gelirinin esas alınması önerilebilecektir. Reel fiyatlardaki yetersiz artışlar, alternatif ürün fiyatlarındaki görece yüksek artış ve daha önemlisi verimsiz arazide, azalan yağışlara bağlı üretim yapılması nedenleriyle buğday ve arpa üretiminden kaçış olmuştur. Dolayısıyla, gelir kaybının fazla olduğu yıllarda, bu iki ürüne gelir kaybını telafi eden ek fark ödemesi yapılması, ve bunun bütçesinin mısır gibi destekleme ihtiyacı ortadan kalkmış ürünlerden karşılanması bütçedeki ödeneğin etkin

kullanılmasını sağlayacaktır. Mısıra destek verilmesi gerektiğinde de bir başka üründe aynı dengeleme yapılabilecektir.

İzleyen dönemlerde, arpa ve buğday gibi ürünlerde üretim eğiliminin daha da azalması, ülkemizin gıda güvenliğini açısından risk oluşturacaktır. Bu nedenle, boşalan kırsal kesimde tarımın bir iş kolu olarak algılanarak sınırlı sayıda da olsa çiftçilerin özellikle kadın ve gençlerin çiftçiliği iş edinerek bu alandan emekli olma beklentisi oluşturmak üzere, yukarıda tanımlanan gelir ödemelerinin bir bölümünün sosyal güvenlik primleri olarak yatırılması ve üretim kaydıyla ödenmesi kırsalda iş güvencesi açısından da bir alternatif oluşturabilir. Bunu tarla sahipleri yapmasa da arazilerini kiraya verdikleri kişiler üretime devam ettiğinde aynı kapsamda değerlendirilmesi olumlu olacaktır.

Ayrıca, gıda fiyat artışlarını sınırlamak için düşük gümrük vergileriyle yapılan ithalat, orta ve uzun dönemlere yansıdığı takdirde, üreticinin üretim kararlarını ve maliyet-fiyat ilişkisini olumsuz etkileyebilmekte, üreticinin üretimden kaçmasına neden olmaktadır. Bu politika üretici odaklı uygulanmalıdır. 2021 sonu ve 2022 yılında yaşanan maliyet artışları ve yüksek enflasyon analize dayalı şekilde politika değişiklikleri açısından dikkatle izlenmelidir. Önümüzdeki yıllarda etkili olacak iklim değişikliği, Ukrayna savaşı gibi ürün arzını düşüren ve fiyatların artışına neden olarak oynaklıkları artıran gelişmeler, yoksul kesimlerin karnının doyurulabilmesi ve gerektiğinde ihracatın ve gıda yardımlarının devamı açısından gelir odaklı politikalara doğru değişikliği elzem kılmaktadır.

---

## YAZAR BEYANI

### Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

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

### Yazar Katkıları

Yazar çalışmanın tümünü tek başına gerçekleştirmiştir.

### Çıkar Çatışması

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

---

## KAYNAKÇA

ABD Tarım Bakanlığı (USDA) (2022a). Agriculture Improvement Act of 2018: Highlights and Implications. 01 Aralık 2022 tarihinde <https://www.ers.usda.gov/agriculture-improvement-act-of-2018-highlights-and-implications/> adresinden erişilmiştir.

ABD Tarım Bakanlığı (USDA) (2022b). Crops Overview. 01 Şubat 2023 tarihinde <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/> adresinden erişilmiştir.

ABD Tarım Bakanlığı (USDA) (2022c). Wheat Overview. 02 Şubat 2023 tarihinde <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/wheat/> adresinden erişilmiştir.



- Aktaş E., Altıok, M., & Songur, M. (2015). Farklı ülkelerdeki tarımsal destekleme politikalarının tarımsal üretim üzerine etkisinin karşılaştırmalı analizi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(4). 01 Aralık 2022 tarihinde <https://dergipark.org.tr/en/pub/ausbd/issue/15919/167398> adresinden erişilmiştir.
- Arısoy, H. (2021). Avrupa Yeşil Mutabakatı. *Avrasya Tarım Ekonomistleri Derneği Dergisi*, Ağustos 2021, 6-12.
- Bursa Ticaret Borsası (BTB) (2021). Tarım Ürünleri Piyasa Analiz Bülteni. Sayı 25. 05 Aralık 2022 tarihinde <https://www.btb.org.tr/tr/images/tarimbulten/27/main.pdf> adresinden erişilmiştir.
- European Commission (EC) (2020). The common agricultural policy at a glance. 01 Şubat 2023 tarihinde [https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance\\_en](https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance_en) adresinden erişilmiştir.
- Eruygur, O., Kıymaz, T., & Küçüker, M. (2016). Türk tarımında rekabet edebilirlik ve toplam faktör verimliliği. *Ekonomik Yaklaşım*, 27(100), 237. [https://doi: 10.5455/ey.35960](https://doi.org/10.5455/ey.35960). 02 Aralık 2022 tarihinde <http://www.ekonomikyaklasim.org/?mno=243566> adresinden erişilmiştir.
- Food and Agriculture Organization-Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) (2022). FAOSTAT Food Security and Nutrition. 01 Şubat 2023 tarihinde <https://www.fao.org/faostat/en/#data> adresinden erişilmiştir.
- Kıymaz, T. (2015). Dünya ile Türkiye'deki tarımsal ürün fiyatları arasındaki etkileşimin incelenmesi – Kriz ve kuraklık etkileri, *EY International Congress on Economics II "Growth, Inequality And Poverty" sunulan bildiri*.
- Kıymaz, T. (2021). Tarımsal desteklerin etkileri çerçevesinde bitkisel üretim için politika alternatifleri. *Ekonomik Yaklaşım*, 32(119), 103-141. doi: 10.5455/ey.18003. 01 Aralık 2022 tarihinde <https://www.ekonomikyaklasim.org/?mno=132920> adresinden erişilmiştir.
- Koç, A., Bayaner, A., Uysal, P., & Subaşı, O. S. (2016). Türkiye tarım sektöründe faktör talebi ve toplam faktör verimliliği. *XII. Tarım Ekonomisi Kongresi (25-27 Mayıs 2016) Bildiriler Kitabı*, Isparta, 859-868.
- Konyalı, S., & Gaytancıoğlu, O. (2012). Buğdayda uygulanan politikaların yoksulluk üzerine etkileri: Trakya bölgesi örneği. *10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi 5-7 Eylül 2012, Konya Bildiriler Kitabı*, Konya, 76-84.
- Özalp, B., & Ören, N. M. (2014). Dünya ticaret örgütü tarım anlaşması çerçevesinde ileri tarım müzakerelerindeki gelişmeler ve Türkiye tarımı üzerine etkileri. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 20(1), 29-39.
- Strateji ve Bütçe Başkanlığı (SBB) (2020). Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2020. On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023).
- Strateji ve Bütçe Başkanlığı (SBB) (2022). Yıllık Program. 02 Şubat 2023 tarihinde <https://www.sbb.gov.tr/yillik-programlar/> adresinden erişilmiştir.
- Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO) (2020). Hububat Sektör Raporu. *TMO Genel Müdürlüğü*.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) (2017). Ürün Maliyet Analizleri. Basılmamış.

- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2022a). Tarımsal Ürünler ile Genel ÜFE, ve TÜFE verileri. 02 Şubat 2023 tarihinde <https://www.tuik.gov.tr/> adresinden erişilmiştir.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2022b). Ürün Denge Tabloları. 20 Şubat 2023 tarihinde <https://www.tuik.gov.tr/> adresinden erişilmiştir.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2022c). Bitkisel Üretim İstatistikleri. 02 Şubat 2023 tarihinde <https://www.tuik.gov.tr/> adresinden erişilmiştir.
- Yılmaz, H. İ., & Çobanoğlu, F. (2017). Türkiye'de tarım sektörünü desteklemeye yönelik sağlanan çeşitli araçların tarımsal üretim değeri üzerine etkilerinin analizi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(2), 1.



Araştırma Makalesi / Research Article

## OECD Ülkelerindeki Organik Tarım Üretim Etkinliğinin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Çerçevesinde Değerlendirilmesi

Cem Menten<sup>1</sup>, Nesrin Özal-Saraç<sup>2</sup>, Bülent Çekiç<sup>3</sup>

### 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.

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

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

<sup>3</sup> Sorumlu Yazar (Corresponding Author), Dr. Öğr. Üyesi, Hacettepe Üniversitesi, İşletme Bölümü, [bulentc@hacettepe.edu.tr](mailto: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 görece 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 olamayabilmektedir. 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 görece etkinliği ölçmektedir. Görece bir ölçüm olmasından ötürü değerlendirilen dönemin sınırına da görece 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 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.

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**

<b>Girdi Değişkenleri</b>	<b>Birim</b>
Organik Tarım Arazisi	Hektar (ha)
Organik Ürün Üreticileri	Kişi
<b>Çıktı Değişkenleri</b>	<b>Birim</b>
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  $(\phi_k^l)$  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<sub>j</sub>'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<sub>j</sub>'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<sub>o</sub>'nun etkinliği değişebilmekte ve/veya sınır kayabilmektedir. Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi şu şekilde hesaplanmaktadır (Zhu, 2009):

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

$M_o$ ,  $t$  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<sub>o</sub> 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.

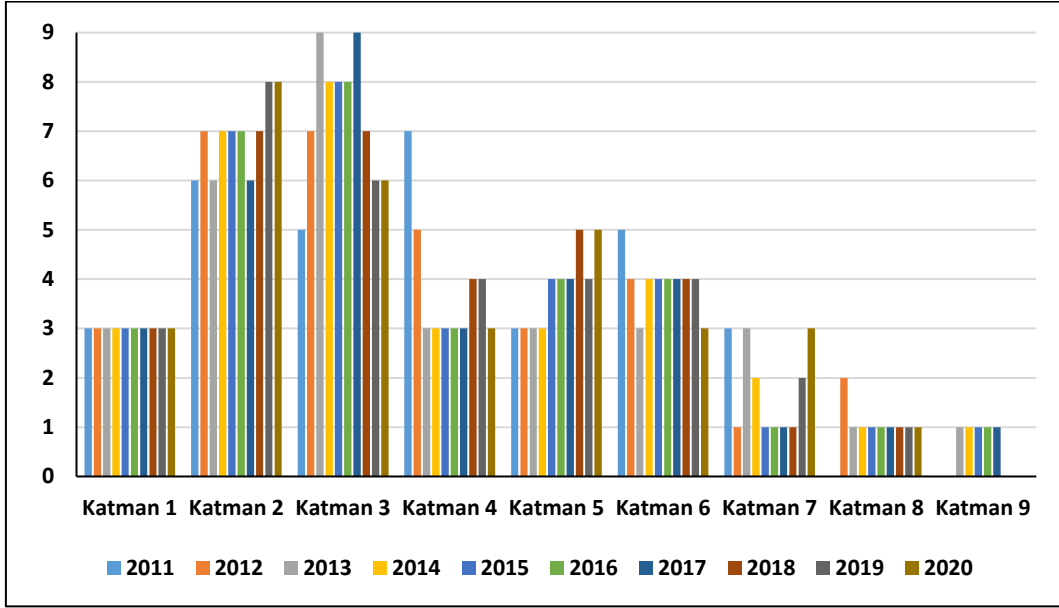
Tablo 4'te 2011-2020 döneminde her yıl için belirlenen toplam katman sayısı ve ülkelerin hangi etkinlik düzeyinde yer aldığı listelenmektedir.

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
<b>Toplam Katman Sayısı</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

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
<b>Ortalama</b>	<b>0.874</b>	<b>0.761</b>	<b>0.666</b>

Tablo 6 ile 2011-2020 döneminde her bir ülkenin ortalama etkinliktaki, 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	<b>1.000</b>	<b>0.678</b>	<b>0.658</b>	<b>0.651</b>	<b>0.649</b>	<b>0.641</b>	<b>0.539</b>	<b>0.816</b>	<b>0.784</b>	<b>0.793</b>

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**

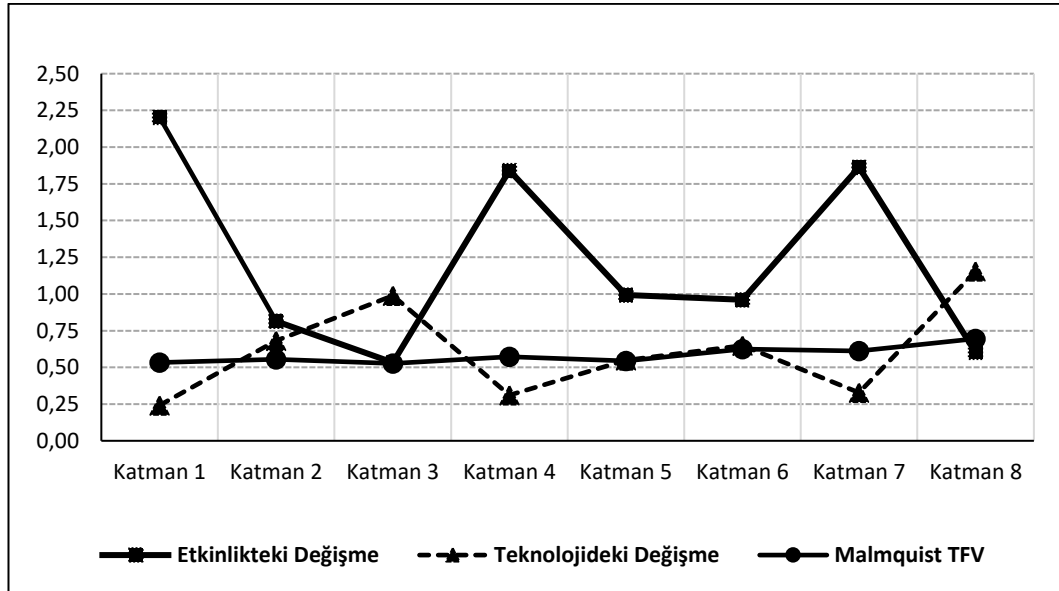
Ülkeler	2020 Katmanlı VZA Düzeyleri	2019-2020 Etkinlikteki Değişme	2019-2020 Teknolojideki Değişme	2019-2020 Malmquist TFV
ABD	Katman 1	1.390	0.445	0.618
Japonya	Katman 1	3.133	0.164	0.514
Lüksemburg	Katman 1	2.454	0.194	0.476
Almanya	Katman 2	1.344	0.341	0.458
Avustralya	Katman 2	0.889	0.647	0.575
Birleşik 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
<b>Türkiye</b>	<b>0.711</b>	<b>10</b>	<b>70.30</b>	<b>70</b>
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.



## Araştırma Makalesi / Research Article

# Economic Value of the Use of Chemicals in Agriculture: The Case of European Countries

Dilek Kutluay Şahin<sup>1</sup>, Levent Şahin<sup>2</sup>

### Abstract

This study investigates the effects of chemical fertilizers, pesticides, and agricultural lands on gross domestic product. The primary purpose of this study is to prove that conscious chemical support policies should be applied in agriculture to increase yield and quality in agricultural lands. The study's hypothesis is; when fertilizers and pesticides are used in fertile agricultural lands, the agricultural sector's contribution to the gross domestic product increases. Panel data analysis was conducted for 27 countries covering 2000-2020. In the analysis, the contribution of agriculture to the gross domestic product is taken as the dependent variable. Independent variables are the amount of chemical fertilizer used, hectares of agricultural lands, and pesticides used. The analysis concluded that chemical fertilizers and pesticides affected the dependent variable significantly and positively. In addition, it is understood that the dependent variable's most influential factor is agricultural land. As a result, to increase agriculture's contribution to the gross domestic product, countries should educate farmers about the effects and correct use of pesticides and fertilizers. Thus, agricultural productivity and product quality will be increased.

**Keywords:** Agriculture, GDP, Fertilizer, Panel Data Analysis.

## Tarımda Kimyasal Kullanımının Ekonomik Değeri: Avrupa Ülkeleri Örneği

### Öz

Bu çalışmada kimyasal gübrenin, böcek zehirinin ve tarım arazilerinin tarımsal gayrisafi yurt içi hasılaya etkisi incelenmiştir. Bu çalışmanın temel amacı; tarım arazilerinde verimi ve kaliteyi artırmak için tarımda bilinçli kimyasal destek politikalarının uygulanması gerektiğini kanıtlamaktır. Çalışmanın hipotezi; verimli tarım arazilerinde uygun ölçüde gübre ve böcek zehiri kullanıldığında tarım sektörünün gayrisafi yurt içi hasılaya katkısı artmaktadır.

27 ülke için 2000-2020 dönemini içeren panel veri analizi yapılmıştır. Analizde tarımın gayrisafi yurt içi hasılaya katkı payı bağımlı değişken olarak alınmıştır. Bağımsız değişkenler; kimyasal gübre kullanım miktarı, tarım arazilerinin hektarı ve kullanılan böcek zehiri miktarıdır. Analizde kimyasal gübre ve böcek zehiri kullanımının bağımlı değişkeni önemli ölçüde, pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bağımlı değişken üzerinde en etkili faktörün tarım arazileri olduğu anlaşılmıştır. Sonuçta tarımın gayrisafi yurt içi hasılaya katkısını arttırmak için ülkeler tarım ilaçlarının ve gübrelerin etkileri ile doğru kullanımı konusunda çiftçilere eğitim vererek, çiftçileri eğitmelidirler. Böylece tarımsal verimlilik ve ürün kalitesi artırılabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Tarım, GSYH, Gübre, Panel Veri Analizi.

<sup>1</sup> Assist. Prof., Cankiri Karatekin University, Macroeconomics, [dilekkutluay@karatekin.edu.tr](mailto:dilekkutluay@karatekin.edu.tr), <http://orcid.org/0000/0002/0118/4329>

<sup>2</sup> Sorumlu Yazar (Corresponding Author), Assoc. Prof., Cankiri Karatekin University, International Economics, [leventsahin@karatekin.edu.tr](mailto:leventsahin@karatekin.edu.tr), <http://orcid.org/0000/0001/7042/7964>



## **INTRODUCTION**

Soil is one of the indispensable elements of life, like water and air. Soil is the place of installation for production facilities and residences, the place of growth for forests, the provider of food for living things, and the raw material of many industries. Therefore, the soil has an important place in the lives of living things. For this reason, it is necessary to use the soil consciously by scientific rules, to protect it, and to establish a data bank. In addition, while the world population is annually increasing, the amount of fertile land is decreasing.

For this reason, land should be used rationally, and nature should not be allowed to deteriorate while providing economic growth with industrialization and urbanization. In addition, global warming, drought, increasing world population, and difficult living conditions brought about by climate change require more efficient use of existing food resources. For this purpose, the quality of existing products should be increased (Bayram & Elmacı, 2013).

In this direction, the study aims to prove and interpret the econometric method that conscious chemical support policies should be applied in agriculture to increase yield and quality in agricultural lands. Therefore, this study hypothesizes that when fertilizers and pesticides are used in fertile agricultural lands, the agricultural sector's contribution to the gross domestic product increases. This study has a different fundamental idea because studies in the literature covers different themes, periods, countries, and methods. Also, the original contribution of the study is that it examines the effects of fertile farmland, fertilizer, and pesticide use on GDP together. In the studies in the literature, the effects of fertile agricultural lands, fertilizer, and pesticide use on GDP were examined separately in each article. Besides, we chose chemical fertilizers and pesticides as independent variables to see the effect of these variables on agricultural productivity. Because chemical fertilizers and pesticides negatively affect the nature and human life. If chemical fertilizers and pesticides are not very effective on agricultural productivity, should people abandon the use of chemical fertilizers and pesticides in agriculture?

Nitrogen is the most important plant nutrient among in today's commercial fertilizers. In 1840, there was a scientific debate in Europe about the importance of nitrogen for plant growth (Page & Herment, 2021). British scientists Bennet Lawes and Joseph Henry Gilbert published a study showing that nitrogen fertilizers increase wheat yield in England. In 1898, industrialized nations began to worry about how to feed their growing populations. England, for example, was importing most of its wheat. In 1898, William Crooks, president of the British Association for the Advancement of Science, urged chemistry researchers to find solutions to help to solve the impending food crisis. In 1909, German scientist Fritz Haber discovered the chemical reaction of nitrogen and hydrogen-derived ammonia, the main component of nitrogen-based fertilizers. In July of the same year, BASF, Germany's largest chemical company, financed German chemist Carl Bosch to develop commercial-scale ammonia production. Today, a modern ammonia production facility produces approximately 1,000 tons daily. These advances in ammonia production have significantly increased the yield of food and feed crops (Louchheim, 2014).

Fertilizer is the minerals that are given to the soil in order to increase plant production. Fertilization is putting these minerals into the soil (Karakurt, 2009). Fertilization is almost a necessity to increase productivity in agricultural production. Primarily fruit trees draw a severe amount of nutrients from the soil yearly. If the nutrients lost by the soil due to fruit trees and other plants are not replenished every year, nutritional deficiencies that cause a decrease in

yield are observed in the trees. Therefore, plants and trees should be supplemented with sufficient fertilizer [Demirci Chamber of Agriculture (DZOB), 2016]. Fertilization has two primary purposes. These are [Erzurum Governorship- Provincial Directorate of Agriculture and Livestock (ETHM), 2013]: To eliminate mineral deficiency in the soil, to provide a better nutrient environment for the plant.

To increase the effectiveness and benefit of fertilizer use, the following should be done: The number of plant nutrients in the soil should be determined correctly, fertilizers should be applied to the soil at the appropriate time, with the appropriate method and extent; in order to fertilize at the appropriate level, the condition of plant nutrients in the soil should be well known (ETHM, 2013).

It is possible to list the benefits of fertilization as follows: By increasing power of the soil, its productivity is increased; quality product is obtained; soil productivity becomes sustainable, the chemical structure problem in the soil is eliminated, microorganism activity in the soil is increased, plant nutrients removed from the soil via different factors (wind, water, etc.) are regained to the soil (ETHM, 2013).

The world population is expected to reach ten billion by 2050. For this reason, people's need for agricultural products, one of the most important links of the food chain, will increase. For this reason, soil fertility should be increased as much as possible and agricultural products should be taken from the unit area. Spraying is one of the most effective methods of protecting agricultural products against diseases, harmful insects, fungi, and weeds. Nevertheless, pesticides are harmful to plants, insects, diseases, etc. It also harms the natural environment. However, the surfaces affected by pesticides are different. For example, pesticides with a contact effect do not harm the plant's tissues. Semi-systemic pesticides, another type of pesticide, are effective in the tissues where the drug is applied but do not affect other parts of the plant. Apart from these, systemic pesticides provide strong protection by going down to the root of the plant no matter where they are applied to the plant (Savaşan-Söğüt, 2018).

Global demand for pesticide and fertilizer production and use has steadily increased. Global sales are increasing at a rate of approximately 4.1% per year. In addition, the sales volume is estimated to reach 309 billion USD by 2025. Consequently, the global target of reducing the use of chemical products in agriculture has yet to be achieved. Nowadays, according to UNEP (UN Environment Program), improving food safety and nutritional quality with pesticides and fertilizers, which have many benefits related to agriculture, is still the primary goal. However, current and projected use and production and the lack of effective management cause many adverse effects on the environment and health throughout their lifecycle. According to UNEP, pesticides, in particular, cause approximately 11,000 deaths and roughly 385 million non-fatal pesticide poisonings each year (Cavallito, 2021).

Besides, when pesticides are used unconsciously or indiscriminately, they cause chemical residues on the plant. It is not always possible to remove these chemical residues from the plant using washing and peeling methods. However, it is possible to remove or reduce the number of chemical residues from agricultural foods by using different methods (solutions, washing, ozonation, etc.) depending on the type of pesticide used (Savaşan-Söğüt, 2018).

Agricultural spraying is one of the most critical components that have increased production since the 1940s. Agricultural spraying is one of the most used methods because it is practical, quick, and easy to use. The preference rate in the fight against diseases, pests, and weeds is 95%

(Turabi, 2007). Because chemical control's effectiveness is high and economical when used consciously, it can protect the agricultural product against microorganisms that secrete toxins (Durmuşoğlu, et al., 2010). The decrease in quality and yield is approximately 60% in the products where agricultural spraying is not applied (Turabi, 2007).

The amount of pesticide production in the world is three million tons, and the annual sales amount is approximately 25-30 billion USD. Therefore, the world pesticide market is growing at an average of 1% per year based on tonnage (Dağ et al., 2000).

When agricultural spraying is done consciously, the producer obtains a quality product, the producer's profitability increases, and the storage period of the agricultural product is extended. However, unfortunately, 1/3 of the cultivated plants in Türkiye cannot be brought into the economy due to diseases and harmful organisms (Kansu, 1994).

Therefore, agricultural disinfection is of great importance. It is a fact that the amount of agricultural products is increased by chemical spraying. Chemical disinfection also increases the quality of the product. For example, the loss rate caused by organisms and weeds is about 27%, although chemical disinfection is applied to the wheat plant. Nevertheless, without chemical disinfection, the loss rate could have reached 53%. Similarly, without chemical disinfection, the average loss rate for corn and barley would be 52% and 40% over the years (Dağ et al., 2000).

While the world population was three billion in 1961, it increased to 7.84 billion in 2021. (World Bank, 2022a). While the area allocated to agriculture in the world was 44.790.648 km<sup>2</sup> in 1961, it was only 47.388.929 km<sup>2</sup> in 2020 (World Bank, 2022b). While the world population has more than doubled, agricultural lands have increased only slightly. For this reason, modern agricultural techniques have realized the food production needed for people's nutrition. Thanks to modern agricultural methods, meat, fruit, vegetables, cooking oil, etc., staple food production has been tripled. However, it is impossible to carry out intensive agriculture without applying effective and conscious plant protection measures (Dağ et al., 2000; Durmuşoğlu et al., 2010).

In other words, using plant protection products is essential for producing quality agricultural products in the required quantity. In the past, life-threatening fungal diseases such as rye spur, which caused the death of thousands of people in Europe, and the formation of fungal toxins such as aflatoxin, which causes cancer, can be prevented during the production and storage stages of products via using plant protection products (Dağ et al., 2000).

In addition, unconscious or excessive use of pesticides causes the following problems in terms of human health and nature as follows: Pesticides contain some toxic substances, pesticides cause nervous system diseases, birth abnormalities, and cancer; according to the applied pesticide and application method, it causes environmental pollution; some decomposition products may be more toxic and persistent than the parent pesticide, it causes the death of beneficial organisms, excessive pesticide use can cause pollution of the air we breathe (Delen, 2008).

There are damages fertilizer and pesticides to people and the environment as follows: Chemicals cause the accumulation of toxic chemicals that are very dangerous to the human body. Chemical fertilizers cause air, soil, and water pollution. However, the soil quality decreases over time (Chandini et al., 2019). Excessive fertilization lead soil salinity, heavy metal accumulation, and eutrophication with nitrate accumulation in water; furthermore, it can cause the greenhouse effect via the emission of nitrogen and sulfur-containing gases (Savci, 2012), and

it can reason air pollution (Bisht & Chauhan, 2020). In addition, pesticides cause soil and water pollution (Özkara et al., 2016). They also cause chronic diseases in humans. Pesticides affect people of all ages, including prenatally (Rajmohan et al., 2020).

Animal manure, soybean, or rapeseed pulp can be used to reduce the harmful effects of chemical fertilizers on the environment and human health (Cen et al., 2022). In addition, improved plants can reduce pesticide use (Jacquet, et al., 2022). It is one of the options in organic farming (Muller et al., 2017). However, anyone of these applications can not replace chemical fertilizers and pesticides in achieving the desired agricultural yield.

Soil is the fundamental element for the continuity of life of all living things on earth. With the damage to the soil, it becomes riskier against dangers such as climate change, drought, global warming, landslide, erosion, and flood (Özyol, 2022).

The effective use of arable agricultural lands is essential in terms of food supply in line with the growth rate of the world population. Therefore, sustainable land management aims to protect the soil and use agricultural lands efficiently (Kurugöllü & Ünel, 2021).

As cities expand around the world, fertile agricultural lands often disappear. Surfaces such as asphalt and concrete impair the permeability of the soil, preventing the soil from performing its functions, such as accumulating water, providing living space for living things, regulating the climate, producing food, and cleaning harmful chemicals. Rain falling on impermeable surfaces (asphalt, concrete, etc.) in cities cannot pass through the soil and mix with groundwater; it causes floods in city centers. Cities, railroads, roads, and canals tear the earth's surface apart, damaging biodiversity. However, the EU aims for "zero land loss by 2050". Commercial and industrial regions and cities are destroying fertile farmland. Harmful substances are mixed into the soil from many industrial, agricultural, and residential areas. The substances in question are stored in the soil; may participate in groundwater, rivers, and seas. At first, harmful substances released into the air can be stored in the soil after rain. In recent years, while agricultural productivity has increased in the EU, the total area used for agriculture has decreased. Intensive agriculture based on fertilizers and crop protection methods damages fertile farmland [European Environment Agency (EEA), 2019].

## **2. LITERATURE**

Many studies are related to using pesticides and fertilizers in agricultural areas in literature. These studies generally focus on two views (the use of pesticides and fertilizers is necessary and unnecessary for agriculture), as follows:

Pesticides are an essential agricultural control method used to protect the product from the damage of diseases, pests, and weeds and to produce quality products. In addition, using fertilizers increases the soil's fertility by eliminating mineral deficiency. An agricultural system that does not use pesticides and fertilizers is far from realism due to the increasing population and decreasing arable land. The use of pesticides and fertilizers has become mandatory to meet the increasing food needs of the world's increasing population. Only if agricultural productivity increases do the country's GDP also increase (Akdoğan etc., 2012; Dinç, 2022; Göney Akbaş & Bağcı, 2021; Kaymak, 2015; Köseoğlu & Ünal, 2019; Okine & Özel, 2018).

McArthur & McCord (2017) examined the importance of fertilizer use in agriculture in countries in Asia, Africa, and the Americas using the panel data method. Their study concluded

that as fertilizer consumption increases in a country, its GDP increases significantly within five years (McArthur & McCord, 2017).

Hedlund et al. (2019) examined the relationship between pesticide use and economic development between 1990 and 2014. As a result of their investigation, they found that there was a positive relationship between pesticide use and economic development over the years (Hedlund, et al., 2019).

According to Nikkei's (2022) research, there is a close relationship between chemical fertilizers and agricultural productivity. Because of the economic crisis in Sri Lanka in 2022, Sri Lanka's fertilizer imports decreased. Therefore Sri Lanka's agricultural productivity decreased by about 8.5%.

Tudor et al., in their study using data from Romania, Germany, Spain, France, Italy, Hungary, Poland, and the United Kingdom, examined the effects of chemical fertilizer and pesticide use on wheat yield. In their study, they concluded that the use of chemical fertilizers and pesticides increased wheat yield in general. Tudor et al., used a multiple regression model in their study (Tudor, et al.,2023).

Chemical pesticides and fertilizers are synthetic toxic substances and can form residues in plant products with soil, water, and air for a long time. For this reason, although chemical pesticides cause some deterioration in human and environmental health and the region's ecology, agricultural production is predicted to decrease gradually over the years, and production in these areas will no longer be possible. Therefore, fertilizers and pesticides should not be used in agriculture (Kaplan, 2016; Şahin, 2016).

### 3. METHODOLOGY

In this study, panel data analysis was used. This method analyzes cross-sectional observations of units (individuals, households, companies, countries) in a certain period (Greene, 2012). In panel data analysis, time series are used. There are two dimensions: section and time series (Hsiao, 2006). A general panel data model is written as (Hsiao, 2003):

$$Y_{it} = \alpha_i + X_{it}\beta + u_{it} \quad i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T \quad (1)$$

In the equation,  $\alpha$  is the constant parameter,  $\beta$  is the slope parameter,  $u$  is the error term, and  $i$  units (individuals, households, firms, countries),  $Y$  is the dependent variable. Finally,  $t$  represents time (day, month, and year) (Hsiao, 2003).

The cross-section dependency test is applied in the first stage, and the first-generation and second-generation unit root tests are applied. Cross-sectional dependency testing aims to understand whether first-generation or second-generation unit root tests can be applied. Panel unit root tests are similar to, but not identical, unit root tests performed on a single series. In the first-generation panel unit root models, the characteristics of panel unit root tests are analyzed, assuming that the data are distributed independently and identically across the units (Barbieri, 2005). Second-generation unit root tests, on the other hand, take into account the possible dependence between units (O'Connell, 1998).

In the second stage, the Mundlak test was applied. The Mundlak test is used to choose between fixed and random effect equations. In Mundlak's approach, a functional form condition is sought between individual and group variables to determine the dependence between

individual and group variables (Mundlak, 1978). The Mundlak approach allows increasing the random effects with variables that need to detect the correlation between regressors and personal effects. The Mundlak approach offers a real benefit by providing a statistical basis for distinguishing exogenous and endogenous explanatory variables. In this sense, Mundlak's approach is more efficient than the Hausman test as it only detects the presence of correlation. In addition, since Mundlak's approach is based on a random effect, it allows the continuous estimation of the effect of time-constant variables. However, the regressors and personal effects are not independent (Debarsy, 2012).

In the third stage, heteroscedasticity, autocorrelation, and inter-unit correlation tests were applied. The heteroscedasticity and inter-unit correlation test results are positive, while the autocorrelation test results are negative. Therefore, a "robust" panel data test was performed in the last stage. In order to examine the effects of agricultural lands and the number of fertilizers and pesticides used on agricultural GDP.

#### 4. DATA TYPE AND SOURCES

In the study, 27 European countries (Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czechia, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Malta, Netherlands, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, and Türkiye) data are used. The data cover the period 2000-2020. Data from FAO and the World Bank are real and annual.

#### 5. EMPIRICAL RESULTS

The study's dependent variable is the agricultural sector's share of GDP. The independent variables are the amount of fertilizer used, pesticide use, and agricultural land. The reason for choosing these variables (chemical fertilizer, pesticide) proves that the desired increase in agricultural productivity is achieved by using chemical fertilizers and pesticides, despite all their harm. Therefore, there is a cross-section dependency necessary for panel data analysis. Because the obtained result reveals that the first-generation or second-generation unit root test can be applied to the variables, when there is cross-section dependence, second-generation unit root tests can use, and there is no cross-section dependence, first-generation unit root tests can use.

**Table 1: Cross Section Dependency Test**

Variables	CD-Test	p-value	Average joint T	Mean ceA	Mean Abs	Result
<b>lnb</b>	0.83	0.407	21.00	-0.01	0.42	-
<b>Int</b>	11.811	0.000	21.00	0.14	0.63	+
<b>lng</b>	7.523	0.000	21.00	0.09	0.42	+
<b>p</b>	11.276	0.000	21.00	0.13	0.42	+

The result of cross-section dependency shows that second-generation unit root tests can be applied. Since the p-value of lnb is greater than the critical value of 0.05, the first-generation unit root test will be applied. Since the p-values of the other values are less than the critical value of 0.05, the second-generation unit root test will be applied (Table 1). Pesaran test, one of the second-generation panel unit root tests, was used in the study.

**Table 2: Inb Breitung Unit Root Test**

	statistic	p-value
lambda	-2.518	0.0059

Inb is constant, because p-value<0,05 (Table 2). The Breitung test tests the null hypothesis that there is a standard unit root. This method requires determining the lag numbers used in each exogenous variable and cross-section ADF regression. In the test, individual constants, trends, or individual constant terms (constant effects) can be used, but exogenous variables can not be used. The Breitung test does not require kernel calculation.

**Table 3: Second Generation Unit Root Test**

Variables	CIPS	Critical Values		
		%10	%5	%1
Int	-2.032	-2.07	-2.15	-2.30
ft	-3.984	-2.07	-2.15	-2.32
Ing	-2.027	-2.07	-2.15	-2.30
fg	-5.133	-2.07	-2.15	-2.32
p	-2.203	-2.07	-2.15	-2.30
fp	-5.529	-2.07	-2.15	-2.32

f values are constant, because CIPS value > critical values (%10, %5 , %1) (Table 3). f variables are suitable for analysis.

**Table 4: Mundlak Test**

Tests	Mundlak Test	Result
Result	Prob > chi2= 0.0000	fixed-effect

Afterward, the Mundlak test was applied. First, the Mundlak test chooses between fixed-effect and random-effect equations. Because the Mundlak test result (0.000) was less than the critical value of 0.05, the fixed effects model was preferred (Table 4). The next step applied heteroskedasticity, autocorrelation, and inter-unit correlation tests.

**Table 5: Reliability Tests**

Tests	Test Values	Result
Heteroscedasticity	Prob>chi2 = 0.0000	+
Autocorrelation	modified Bhargava et al. Durbin-Watson = 2.768 Baltagi-Wu LBI = 2.853	-
Inter-unit Correlation	Pr = 0.0000	+

The results of heteroskedasticity and inter-unit correlation tests are positive, while the autocorrelation result is negative (Table 5). These results may bias the analysis result. Therefore, a "robust" panel data test was applied in the last stage.

**Table 6: Panel Data Analysis (FGLS)**

Variables	Coef	Std Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
<b>ft</b>	12.072	2.893	4.17	0.000	6.401 17.744
<b>fg</b>	3.053	0.910	3.35	0.000	1.269 4.837
<b>lnb</b>	0.260	0.107	2.42	0.001	0.049 0.471
<b>cons</b>	-1.995	1.017	-1.96	0.005	-3.990 -0.000

The independent variables are agricultural land (ft), fertilizer (fg), and pesticide (lnb) amounts, which are statistically significant. The analysis concluded that chemical fertilizers and pesticides had a significant positive effect on the dependent variable. In addition, it is understood that the most effective factor on the dependent variable was agricultural land, because one unit increase in agricultural lands provides twelve units rise in agricultural GDP. However, one unit increase in fertilizer use increases agricultural GDP by three units. In addition, one unit increase in pesticide use increases 0.26 units in agricultural GDP (Table 6). As a result, chemical fertilizers and pesticides significantly increase agricultural GDP.

## 6. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Today, 25% of the world's population lives below the poverty line. Poverty is more common in underdeveloped and developing countries. The reasons for this negative view are global warming, barriers to international trade, food requirements of the increasing world population, wrong policies, and inefficient use of food resources. Solution proposals; can be summarized as making conscious fertilization, the intended use of pesticides, and developing policies for protecting agricultural lands. Fertilization ensures that the nutrition is sustainable.

The soil loses some minerals via rain, wind, flood, etc. However, the soil can regain the minerals with chemical fertilizers. Thus agricultural productivity increases. According to analysis results, one unit increase in the use of chemical fertilizers increases GDP by three units. Besides, insects cause great damage to agricultural yields. They cause product loss. Agricultural pesticides are used to reduce this loss as much as possible. The use of pesticides increases agricultural productivity by reducing product loss. According to analysis results, a one-unit increase in pesticide use increases agricultural GDP by 0.26 units. Of course, more important than the use of chemical fertilizers and pesticides is to have fertile agricultural lands. Because only chemical fertilizers and pesticides contribute more to agricultural productivity, discussing agricultural income with fertile agricultural lands is possible. We can see this effect from the analysis results. According to the analysis results, a one-unit increase in fertile agricultural lands increases the agricultural GDP by twelve units. Therefore, policymakers should make intense efforts to protect fertile agricultural lands.

The following recommendations can be made to policymakers in order to protect the food supply: Sustainable and environmentally friendly agricultural practices should be given importance, and misuse of pesticides should be prevented by training farmers on the effects



and correct use of pesticides. At the same time, customers that buy products, should be directed to enterprises with controlled agriculture; the government can take a medium rate fertilizer and pesticide tax from farmers when farmers use excessive chemical fertilizers and pesticides. Thus, farmers learn that they will be punished when an overdose of fertilizer or pesticide is used; the government can take ecological compensation from farmers if farmers overdose on fertilizers or pesticides so that excessive doses of chemical fertilizers and pesticide use can be prevented.

---

## **AUTHOR STATEMENT**

### **Statement of Research and Publication Ethics**

This study has been prepared in accordance with scientific research and publication ethics.

### **Author Contributions**

The authors contributed equally to the study.

### **Conflict of Interest**

There is no conflict of interest between the authors related to the study.

---

## **REFERENCES**

- Akdoğan, A., Divrikli, Ü., & Elçi, L. (2012). Pestisitlerin önemi ve ekosisteme etkileri. *Akademik Gıda*, 10(1), 125-132.
- Barbieri, L. (2005). Panel unit root tests: A review. Manuscript. Piacenza: Università Cattolica del Sacro Cuore. Retrieved 23 September 2022 from [https://www.researchgate.net/publication/252756953\\_Panel\\_Unit\\_Root\\_Tests\\_A\\_Review/citations](https://www.researchgate.net/publication/252756953_Panel_Unit_Root_Tests_A_Review/citations)
- Bayram, E., & Elmacı, Ö. L. (2013). Gübrelemenin meyve ve sebzelerin fonksiyonel özellikleri üzerine etkileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(2), 25-31.
- Bisht, N., Chauhan, P. S. (2020). Excessive and disproportionate use of chemicals cause soil contamination and nutritional stress. Retrieved 25 March 2022 from <https://www.intechopen.com/chapters/74460>.<https://doi.org/10.5772/intechopen.94593>
- Cavallito, M. (2021). UNEP urges a new fertilizers policy for a sustainable agri culture. Retrieved 16 July 2023 from <https://resoilfoundation.org/en/agricultural-industry/agriculture-fao-fertilizers/>
- Cen, Y., Guo, L., Liu, M., Gu, X., Li, C., & Jiang, G. (2020). Using organic fertilizers to increase crop yield, economic growth, and soil quality in a temperate farmland. *Peer Journal*. 8: e9668. <https://doi.org/10.7717/peerj.9668>
- Chandini, R. K., Kumar, R., & Om, P. (2019). The impact of chemical fertilizers on our environment and ecosystem. *Research Trends in Environmental Sciences*, 71-86.

- Dağ, S., Aykaç, A. T., Gündüz, A., Kantarcı, M., & Şişman, N. (2000, Ocak 17-21). Türkiye'de Tarım İlaçları Endüstrisi ve Geleceği (Konferans sunumu). V. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, Ankara, Türkiye.
- Debarsy, N. (2012). The mundlak approach in the spatial durbin panel data model. *Journal Spatial Economic Analysis*, 7(1), 109-131. <https://doi.org/10.1080/17421772.2011.647059>
- Delen, N. (2008). Fungisitler. Nobel Yayın Dağıtım.
- Diñç, Ö. G. (2022). Türkiye'de tarım, sanayi ve hizmet sektörleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Bootstrap Toda-yamamoto nedensellik testi. *İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 226-233. <https://doi.org/10.33416/baybem.1125113>
- Durmuşoğlu, E., Tiryaki, O., & Canhilal, R. (2010, Ocak 11-15). Türkiye'de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve Dayanıklılık Sorunları (Konferans sunumu). VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, Ankara, Türkiye.
- DZOB (Demirci Chamber of Agriculture). (2016). Retrieved 17 September 2022 from <https://demirciziraatodasi.org.tr/faydali-bilgiler/gubrelemenin-onemi>
- EEA (European Environment Agency), (2019). Arazi ve toprak: Bu hayati kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve yönetimine doğru. Retrieved 26 September 2022 from <https://www.eea.europa.eu/tr/isaretler/isaretler-2019/makaleler/arazi-ve-toprak-bu-hayati>
- ETHM (Erzurum Governorship-Provincial Directorate of Agriculture and Livestock). (2013). Gübreleme. Retrieved 28 September 2022 from <https://erzurum.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/gubreleme.pdf>
- Gönay Akbaş, G., & Bağcı, A. (2021). Economic growth and smart farming. *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi*, 7(2), 104-121. <https://doi.org/10.30855/gieb.2021.7.2.002>
- Greene, H. W. (2012). *Econometric Analysis*. Pearson Education.
- Hedlund, J., Longo, S. B., & York, R. (2019). Agriculture, pesticide use and economic development: A global examination (1990–2014). *Rural Sociology*, 85, 519-544. <https://doi.org/10.1111/ruso.12303>
- Hsiao, C. (2003). *Analysis of Panel Data*. Cambridge University Press.
- Hsiao, C. (2006). Panel data analysis-advantages and challenges. IEPW Working Paper. 06-49.
- Jacquet, F., Jeuffroy, M. H., Jouan, J., Le Cadre, E., Litrico, I., Malausa, T., Reboud X., & Huyghe, C. (2022). Pesticide-free agriculture as a new paradigm for research. Retrieved 26 March 2022 from <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-021-00742-8> <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00742-8>
- Kansu, İ. A. (1994). Genel Entomoloji. Kıvanç Basımevi.
- Kaplan, E. (2016). The effect of pesticides used in the GAP region on safe food and agricultural ethics. *Türkiye Biyoetik Dergisi*, 3(4), 198-205. <https://doi.org/10.5505/tjob.2016.74436>
- Karakurt, E. (2009). Toprak verimliliği yönünden yeşil gübreler ve gübreleme. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 18(1-2), 48-54.

- Kaymak, S. (2015). Pestisit sektöründe araştırma ve geliştirme. *Meyve Bilimi*, 2(1), 27-34.
- Köseoğlu, M., & Ünal, H. (2019). Türkiye'nin sürdürülebilir ekonomik büyümesinde tarım, kentleşme ve yenilenebilir enerjinin etkisi: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(2), 400-415. <https://doi.org/10.17218/hititsosbil.590338>
- Kurugöllü, S., & Ünel, F. B. (2021). Ekonomik katkısı olmayan tarım arazilerinin araştırılması ve değerlendirilmesi. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 3(2), 58-65. <https://doi.org/10.51765/tayod.906612>
- Louchheim, J. (2014). Fertilizer History: The Haber-Bosch Process. Retrieved 17 July 2022 from <https://www.tfi.org/the-feed/fertilizer-history-haber-bosch-process>
- McArthur, J. W., & McCord, G. C. (2017). Fertilizing growth: Agricultural inputs and their effects in economic development. *Journal of Development Economics*, 127, 133-152. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2017.02.007>
- Muller, A., Schader, C., El-Hage Scialabba, Brüggemann, J., Isensee, A., Erb, K. H., Smith, P., Klocke, P., Leiber, F., Stolze, M., & Niggli, U. (2017). Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications*, 8 (1290). <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01410-w>
- Mundlak, Y. (1978). On the pooling of time series and cross section data. *Econometrica*, 46 (1), 69-85.
- NikkeiAsia, (2022). Sri Lanka gdp shrinks 8.4% in q2 amid fertilizer, fuel shortages. Retrieved 23 March 2023 from <https://asia.nikkei.com/Spotlight/Sri-Lanka-crisis/Sri-Lanka-GDP-shrinks-8.4-in-Q2-amid-fertilizer-fuel-shortages>
- O'Connell, P. G. J. (1998). The overvaluation of purchasing power parity. *Journal of International Economics*, 44, 1-19. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(97\)00017-2](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(97)00017-2)
- Okine, E., & Özel, R. (2018). Agriculture and economic growth in republic of Ghana. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22 (3), 363-375. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.421660>
- Özkara, A., Akyıl, D., & Konuk, M. (2016). Pesticides, environmental pollution, and health. Retrieved 26 march 2023 from <https://www.intechopen.com/chapters/50482>, <https://doi.org/10.5772/63094>
- Özyol, K. (2022). Çölleşmenin ekosisteme etkileri ve çölleşmeyi tersine çevirme yolunda sürdürülebilir tarımın önemi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 113-122. <https://doi.org/10.53516/ajfr.1060466>
- Page, A., Herment, L. (2021). The Price of nitrogen at the end of the nineteenth century. *Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte/Economic History Yearbook*, 62(1), 49-70. <https://doi.org/10.1515/jbwg-2021-0003.hal-03352883>
- Rajmohan, K. S., Chandrasekaran, R., & Varjanicorresponding, S. (2020). A review on occurrence of pesticides in environment and current technologies for their remediation and

management. *Indian Journal of Microbiol.* 60(2), 125-138.  
<https://doi.org/10.1007/s12088-019-00841-x>

- Savaşan-Söğüt, M. (2018). Yiyeceklerimizdeki tarım ilaçları: Yüksek verim mi, sağlık mı? Retrieved 27 september 2022 from <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/yiyeceklerimizdeki-tarim-ilaclari-yukse-verim-mi-saglik-mi>
- Savci, S. (2012). Investigation of effect of chemical fertilizers on environment. *APCBEE Procedia.* (1), 287-292.
- Şahin, G. (2016). Türkiye'de gübre kullanım durumu ve gübreleme konusunda yaşanan problemler. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22(1), 19-32.
- Turabi, M. S. (2007). Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması (Konferans sunumu). Tarım İlaçları Kongre ve Sergisi.
- Tudor, V. C., Stoicea, P., Chiurciu, I-A., Soare, E., Iorga, A. M., Dinu, T. A., David, L., Micu, M. M., Smedescu, D. I., & Dumitru, E. A. (2023). The use of fertilizers and pesticides in wheat production in the main european countries. *Sustainability.* 15(4), 3038.  
<https://doi.org/10.3390/su15043038>
- World Bank, (2022a). Retrieved 25 September 2022 from <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?view=chart>
- World Bank, (2022b). Retrieved 23 September 2022 from <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.AGRI.K2?end=2020&start=1961&view=chart>



*Araştırma Makalesi / Research Article*

## An Analysis of Some Selected Economic and Social Factors Affecting Wine Sector: A Fuzzy Clustering Analysis<sup>1\*</sup>

Ayşe Nil Tosun<sup>1</sup>, Ayfer Ezgi Yılmaz<sup>2</sup>

### Abstract

The purpose of this study is to analyze some selected economic and social factors affecting the wine industry and to determine the cluster of countries in Europe including Türkiye that produce wine. The study sample comprised 28 countries (the 27 EU members plus Türkiye). Five country-level variables related to the wine industry were analyzed: Excise duty, value added tax, support provided by the European Union to the wine industry, geographical indications, and wine export data. A fuzzy c-means clustering algorithm was used to analyze the data. According to the findings, Türkiye is in the same cluster with 24 other European countries that are similar regarding selected social and economic factors. Thus, these countries are likely to be suitable competitors in terms of wine production. European largest producers Italy, France and Spain are in a different cluster. Economic policies can help Türkiye become an international leader in wine production. For example, the Turkish government can decrease or stop collecting excise duties from the wine industry, support the acquisition of geographical indications for its local wines. provide cash support to the industry, similar to policies throughout the European Union countries.

**Keywords:** Wine Sector, Geographical Indications, Cluster Analysis.

## Şarap Sektörünü Etkileyen Bazı Seçili Ekonomik ve Sosyal Faktörlerin Analizi: Bir Bulanık Kümeleme Analizi

### Öz

Bu çalışmanın amacı şarap endüstrisini etkileyen seçili bazı ekonomik ve sosyal faktörleri analiz etmek ve Türkiye de dahil olmak üzere Avrupa'da şarap üreten ülkelerdeki kümelenmeyi belirlemektir. Çalışmanın örneklemini 28 ülkeyi (27 AB üyesi ülke ve Türkiye) içermektedir. Şarap endüstrisi ile ilgili ülke düzeyinde 5 değişken analiz edilmiştir: ÖTV, KDV, Avrupa Birliği'nin şarap endüstrisine sağladığı destekler, coğrafi işaretler ve şarap ihracat verileri. Verilerin analizinde bulanık c-ortalama kümeleme algoritması kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre Türkiye seçili sosyal ve ekonomik faktörler açısından benzer olan 24 diğer Avrupa ülkesi ile aynı kümede yer almaktadır. Dolayısıyla bu ülkeler ile rakip olması muhtemeldir. Avrupa'nın en büyük üreticileri İtalya, Fransa ve İspanya farklı bir kümede yer almaktadırlar. Ekonomi politikaları Türkiye'nin şarap üretiminde uluslararası bir lider olmasına yardımcı olabilir. Örneğin Türk hükümeti AB ülkelerinde olduğu gibi şarap endüstrisinden alınan özel tüketim vergisinin azaltabilir veya kaldırabilir, yerli şaraplar için coğrafi işaret alımlarını destekleyebilir, sektöre nakit destek sağlayabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Şarap Sektörü, Coğrafi İşaretler, Kümeleme Analizi.

\* The comment that resulted from the material error in the extended abstract that Ayşe Nil Tosun presented some of the theoretical part of this paper at the "Agriculture in the Anthropocene Challenges&Opportunities" Conference held on October 27 2022 at Hacettepe University, which was later published in the proceedings book has been corrected in this article.

<sup>1</sup> Corresponding Author (Sorumlu Yazar), Assoc. Prof. Dr., Hacettepe University, Faculty of Economics and Administrative Science, Department of Public Finance, [nilt@hacettepe.edu.tr](mailto:nilt@hacettepe.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0001-5161-1037>

<sup>2</sup> Assoc. Prof. Dr., Hacettepe University, Faculty of Science, Department of Statistics, [ezgiyilmaz@hacettepe.edu.tr](mailto:ezgiyilmaz@hacettepe.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-6214-8014>

**Atıf/Cite as:** Tosun, A. N., Yılmaz, E. (2023). An analysis of some selected economic and social factors affecting wine sector: A fuzzy clustering analysis. *Hacettepe University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 41 (Agriculture Special Issue), 111-123.

## INTRODUCTION

Türkiye is an ideal location for grape production (i.e., viticulture) due to its climate and soil structure. In addition to world-renowned grape varieties, such as cabernet sauvignon, merlot, and shiraz, Türkiye also produces many other domestic wine-grape varieties, such as patkara, kalecik karası, merzifon karası, urla karası, foça karası, and bornova misketi. However, although Türkiye is the fifth largest in the world in terms of vineyard space, the area of land dedicated to grape production has decreased in recent years (International Organisation of Vine and Wine [OIV], 2021). In Türkiye, in 2021, grapes are grown in only 10.4% of the total agricultural area. Only 10.4% of the total grapes are produced as wine grapes. 89.6% of the total grapes are presented to the market as table and dried grapes (Ministry of Agriculture and Forestry, 2022). This study thus aimed to examine some economic and social factors that are relevant in terms of successful wine production and to determine which European Union member countries have similar economic environment to that of Türkiye's wine industry by clustering of countries based on selected economic and social factors.

In recent years, many companies have taken interest in local wine varieties and established modern vineyard facilities in Türkiye that produce and export fine wines using traditional grapes as well as local grapes that are not yet well known in the world. Despite these positive developments, Türkiye lags behind many other countries in wine production and exportation. From 2016 to 2020, vineyard areas increased in Greece, Italy, Bulgaria, France, and Germany but decreased in Portugal, Romania, Spain, Hungary, and Türkiye, which had the highest decrease of 7.9% (OIV, 202), as summarized in Table 1. High construction and maintenance costs, lack of sufficient economic support, and difficulties in the marketing of grape products contributed to the decline (Semerci et al., 2015).

**Table 1: Change in Vineyard Area in 10 EU Countries, 2016–2020**

Countries	2016 (kha)	2020 (kha)	Rate of Change (%)
Greece	105	109	3.8
Italy	693	719	3.7
Bulgaria	64	66	3.1
France	786	797	1.3
Germany	102	103	0.9
Portugal	195	194	-0.5
Romania	191	190	-0.5
Spain	975	961	-1.4
Hungary	68	65	-4.4
Türkiye	468	431	-7.9

**Source:** International Organisation of Vine and Wine [OIV] (2021, p.5).

Europe has a long history of wine production (Harutyunyan and Ferreira, 2022). Wine is a major part of the culture and economy in many European countries. In 2020, Italy, France, and Spain rank first in terms of wine production (Table 2).

**Table 2: Wine Production in Various Countries in 2020, in Millions of Hectoliters**

Country	Wine production (millions of hectoliters)
Italy	49.1
France	46.6
Spain	40.7
Germany	8.4
Portugal	6.4
Romania	3.6
Hungary	2.4
Greece	2.3
Türkiye	0.68

**Source:** International Organisation of Vine and Wine [OIV] (2021, p.8), except Türkiye, statistics for which were obtained from the Department of Alcoholic Beverages of the Ministry of Agriculture and Forestry.

The wine industry is affected by various factors including climate change, soil structure, and precipitation levels. Some grape varieties grow more efficiently in certain regions (Foguem-Kamsu et al., 2015). However, the suitability of climatic conditions is not always the most important factor in domestic wine production. For example, the world-famous Bordeaux region is not uniquely well-suited for wine development (Joy et al., 2021), but high demand among British merchants has helped the Bordeaux wine industry grow (Ludington, 2018). Other country-level economic and social factors, such as state-imposed taxes and commercial branding, also can support or hinder wine production. Therefore, in this study we examined the wine industries of countries only in terms of some economic and social factors.

The purpose of this study is to analyze some selected economic and social factors affecting wine industry and to determine the cluster of countries in Europe including Türkiye that produce wine. In the first part of the study, some economic and social factors that can affect wine production were identified and relevant literature examined. In the second part of the study, a cluster analysis was conducted using country-level data on economic environments of the wine industry in European countries and Türkiye. Countries were clustered based on five variables measuring various aspects of the wine industry, including 1) excise tax rates, 2) value added tax rates, 3) level of support to the wine industry provided by the European Union, 4) geographical indications and protections, and 5) wine exports.

## 1. ECONOMIC AND SOCIAL FACTORS AFFECTING WINE PRODUCTION

In this study some taxes (excise tax and value added tax), geographic indications, European union supports, wine export data, have been selected as economic and social factors that are thought to affect the wine sector in countries.

### *Taxes*

Taxes are one of the most important factors affecting the wine industry as in other industries. They cause an increase in the price of products, reduce the profits margins of the producers and their desire to produce. Besides high prices decreases demand of these product.

It is well known that tax policies are one of the ways to control alcohol consumption in countries. Many studies show that using excessive alcohol is very unhealthy (Berdzuli et al., 2020). Taxes on addictive products are also called sin taxes in the literature. Raising sin taxes is socially accepted more easily in underdeveloped and low-income countries (Pérez-Morón, 2022). However, in developed countries also it is supported to put high excise tax on alcoholic beverages in order to protect public health. It is noteworthy that in February 2022, the European Parliament agreed to take measures to regulate alcohol consumption in Europe's vote to "strengthen the fight against cancer" (Schulz et al., 2022).

The main taxes on wine are generally excise tax and value added tax. Excise taxes are imposed on the production of wine. Excise tax is an important source of income for states. It is frequently applied on harmful products to consume such as tobacco and alcohol. When an excise tax is placed on goods whose consumption is undesirable, the price of these goods increases and this causes a decrease in demand. But because of the demand elasticity of addictive products such as alcohol and tobacco is low, excise taxes on these products may cause an increase in the revenue of the state instead of reducing the demand (Prieger and Kullick, 2018; Chaloupka et al., 2012). European Union rules do not force countries to impose a minimum excise tax on wine but do force for other alcoholic beverages. This inequality regarding the taxation of alcoholic beverages is also among the issues discussed in the literature (Srivastava et al., 2022).

Another tax on wine is value added tax (VAT), which is an indirect, consumption tax. Studies in the literature show that value added tax constitute an important burden for enterprises. Although the value added tax is a tax collected from the consumer it triggers the tax avoidance behaviors of the companies (Olexová et al., 2022). In EU countries, each member state imposes its own standard rate, paid by the consumer. Generally, this rate should not be less than 15%, though exceptions apply according to the Directive 2006/112/EC of November 28, 2006.

#### *Geographical indications*

Geographical indications are signs that protect intellectual property rights. They are used on products that have a specific geographical origin and possess qualities or a reputation that are due to that origin. Geographical indications known as protected designation of origin (PDO) or protected geographical indications (PGI). PDO is used to identify a product that has been produced in a specific region. PGI is used to identify a product that has been produced, processed and prepared in a specific region using traditional methods and ingredients (European Commission, 2023a). Consumers can be affected by geographic indications of wine. Because these indicators can be perceived as a high quality (Frost et al., 2020). Therefore, it is important for countries to obtain geographical indications and protections for their wines to ensure stronger industries.

#### *European Union supports*

Wine production is a very laborious and expensive process. It requires quality grapes, machinery, knowledge and human resources. Although the cost of this process is high the products obtained as a result create a significant income. A restriction on the costs in these processes leads to a bad product, a loss of labor, capital and time. Therefore, wine production is also a risky investment. In such a risky investment institutional financial supports are important for the development of the sector.



The European Union provides significant financial supports to the wine industry. The aims of European Union within these supports are basically to increase the reputation of European wines and to make wine producers more competitive and regaining market share within and outside the EU. EU cares also about to inform consumers about EU quality standards, advocate responsible consumption, developing new production processes, green harvesting. During the corona virus pandemic, the sector, which was in great trouble due to the closure of restaurants, has also provided with much more than normal supports (European Commission, 2020).

#### *Wine export data of countries*

Being able to export wine produced in a country may be one of the most important reasons for the growth of the sector. Even for countries like Türkiye where the majority of the population is Muslim and where little wine is consumed, exports may become the most important factor reviving the existence of the wine industry. But the grapes in Türkiye are mostly exported as raisin. When this situation is evaluated from an economic point of view, the contribution of raisin exports to the economy is much lower than when the grapes are turned into wine and sold (Karaoğlu, 2007).

A comparison between European Union countries and Türkiye regarding the factors mentioned above is shown in Table 3. As can be seen in this table, Türkiye applies a higher amount of excise tax to the wine industry than many other countries. Türkiye applies a similar or even slightly lower value added tax rate to the wine industry. There is no geographical indication for the wines produced in Türkiye.

**Table 3: Comparison of Some Factors Affecting Wine Industry in EU Countries and Türkiye**

Countries	Excise Duty*	VAT**	Geog. Indications•	Supports+	Export**
Austria (AT)	0	20	37	14	132,638
Belgium (BE)	74.9086	21	10	0	654,288
Bulgaria (BG)	0	20	54	27	51,723
Croatia (HR)	0	25	11	-	23,111
Cyprus (CY)	0	19	13	5	2,861
Czechia (CZ)	0	21	46	5	3,788
Denmark (DK)	202.631	25	5	0	34,819
Estonia (EE)	147.82	20	0	0	18,204
Finland (FI)	421	24	0	0	14,903
France (FR)	3.91	20	455	281	7,883,589
Germany (DE)	0	19	46	39	925,386
Greece (EL)	0	24	148	24	73,728
Hungary (HU)	0	27	56	29	141,717
Ireland (IE)	424.84	23	0	0	3,504
Italy (IT)	0	22	549	337	10,993,306
Latvia (LV)	111	21	3	0.05	971,173
Lithuania (LT)	164.67	21	0	0.05	689,433
Luxembourg (LU)	0	17	1	0	3,085
Malta (MT)	20.5	18	21	0	16
Netherland (NL)	88.3	21	21	0	673,571
Poland (PL)	38.7226	23	0	0	157,002
Portugual (PT)	0	13	54	65	1,825,058
Romania (RO)	0	19	56	48	45,406
Slovak Republic (SK)	0	20	9	5	2,735
Slovenia (SI)	0	22	17	6	21,474
Spain (ES)	0	21	150	210	6,757,832
Sweeden (SE)	249.6829	25	0	0	16,119
Türkiye (TR)	118.46	18	0	0	17,759

\*: Excise duty on table wine (euro) per hectoliter; \*\*: Value added tax rates on table wine;  
 •: Geographical Indications; +: European Union yearly supports to wine sector since 2017 (million euro);  
 ++: Total wine export in 2020-2021 (hectoliter).

**Source:**

\*European Commission (2021). Note: Data for Türkiye; Minimum Specific Excise Duty: 21,6821 Official Gazette:27 May 2022 Number: 31848 Central Bank Effective Sales 1 euro: 18,3058 (23 July 2022).

\*\*European Commission (2021).

•European Commission (2023a).

+European Commission (2020)

++European Commission (2023b). [T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tütün ve Alkol Dairesi Başkanlığı \(2023\).](#)

## 2. MATERIALS AND METHODS

This study aimed to determine which EU member states have a similar economic environment to Türkiye's wine industry to identify which countries are viable competitors in this market. Data on the economic environment of the wine industry in the 27 EU member states and Türkiye were examined. Five country-level variables related to wine production were examined: 1) Excise duty, 2) VAT, 3) financial support from the EU, 4) number of geographic protections, and 5) volume of wine exports. Table 4 summarizes the variables.

**Table 4: Summary Statistics of the Variables**

Variable	Mean±SD	Median	Min-Max
Excise duty (€ per hl)	73.43±121.48	0.00	0.00-424.84
Value added tax (%)	21.04±2.90	21.00	13.00-27.00
Protected designation of origin, protected geographical indication	61.18±131.26	12.00	0.00-549.00
Annual EU support to wine industry since 2017 (€ million)	39.50±86.83	5.00	0.00-337.00
Export amount (2020-2021 total) (hl)	1,147,793.86±2,710,386.97	48,564.50	16-10,993,306

Mean±SD: mean±standard deviation, Min: lowest value, Max: highest value.

For statistical analysis, the fuzzy c-means clustering algorithm was used along with *fclust*, *ppclust*, and *factoextra* packages in R (version 3.6.1) software. The partition coefficient (Bezdek, 1973), partition entropy index (Bezdek, 1981), modified partition coefficient (Dave, 1996), silhouette index (Kaufman & Rousseeuw, 1990), fuzzy silhouette index (Campello & Hruschka, 2006), and Xie–Beni index (Xie & Beni, 1991) were used in the validity study to determine the appropriate numbers of clusters and fuzzy degrees after the variables were standardized.

## 3. RESULTS

If fuzzy degree  $m = 1.4, 1.7, 2.0, 2.4$ , then  $m^* = 2.4$ . If  $m^* = 2.4$ , the number of clusters is  $c = 2, 3, \dots, 10$  validity indexes. Table V summarizes the fuzzy c-means clustering validity values. The highest values of the partition coefficient, modified partition coefficient, silhouette index, and fuzzy silhouette index and the lowest values of the partition entropy index and Xie-Beni index indicate the number of validation clusters. Therefore, the number of clusters was determined to be  $c^* = 2$  (Table 5).

After determining the appropriate values of the number of clusters and the fuzzy degree, fuzzy c-mean clustering algorithms were applied. Membership values of countries to clusters are given in Table 6.

**Table 5: Fuzzy C-Means Clustering Validity Values**

Index	Number of Clusters								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Partition coefficient	0.788	0.627	0.517	0.509	0.478	0.494	0.429	0.446	0.444
Partition entropy index	0.354	0.648	0.887	0.970	1.095	1.100	1.308	1.295	1.367
Modified partition coefficient	0.576	0.440	0.357	0.386	0.373	0.410	0.347	0.377	0.382
Silhouette index	0.835	0.608	0.505	0.474	0.485	0.470	0.339	0.334	0.306
Fuzzy silhouette index	0.857	0.737	0.590	0.465	0.616	0.554	0.362	0.459	0.246
Xie-Beni index	0.078	0.170	0.396	0.379	0.316	0.223	0.461	0.251	0.508

**Table 6: Membership Values of Countries to Clusters**

Country	Cluster 1	Cluster 2	Country	1. Cluster	2. Cluster
Austria (AT)	0.063	0.937	Italy (IT)	0.826	0.174
Belgium (BE)	0.012	0.988	Latvia (LV)	0.036	0.964
Bulgaria (BG)	0.074	0.926	Lithuania (LT)	0.074	0.926
Croatia (HR)	0.161	0.839	Luxembourg (LU)	0.153	0.847
Cyprus (CY)	0.085	0.915	Malta (MT)	0.109	0.891
Czechia (CZ)	0.050	0.950	Netherlands (NL)	0.015	0.985
Denmark (DK)	0.180	0.820	Poland (PL)	0.070	0.930
Estonia (EE)	0.064	0.936	Portugal (PT)	0.344	0.656
Finland (FI)	0.284	0.716	Romania (RO)	0.116	0.884
France (FR)	0.921	0.079	Slovakia (SK)	0.060	0.940
Germany (DE)	0.114	0.886	Slovenia (SI)	0.062	0.938
Greece (EL)	0.196	0.804	Spain (ES)	0.749	0.251
Hungary (HU)	0.247	0.753	Sweden (SE)	0.204	0.796
Ireland (IE)	0.279	0.721	Türkiye (TR)	0.103	0.897

Table 7 lists the distribution of countries in clusters: three countries are in cluster 1, and 25 are in cluster 2. Table 8 summarizes the information for each cluster. Figure 1 illustrate the distribution of countries in the two clusters.

**Table 7: Distribution of Countries to Nearest Clusters**

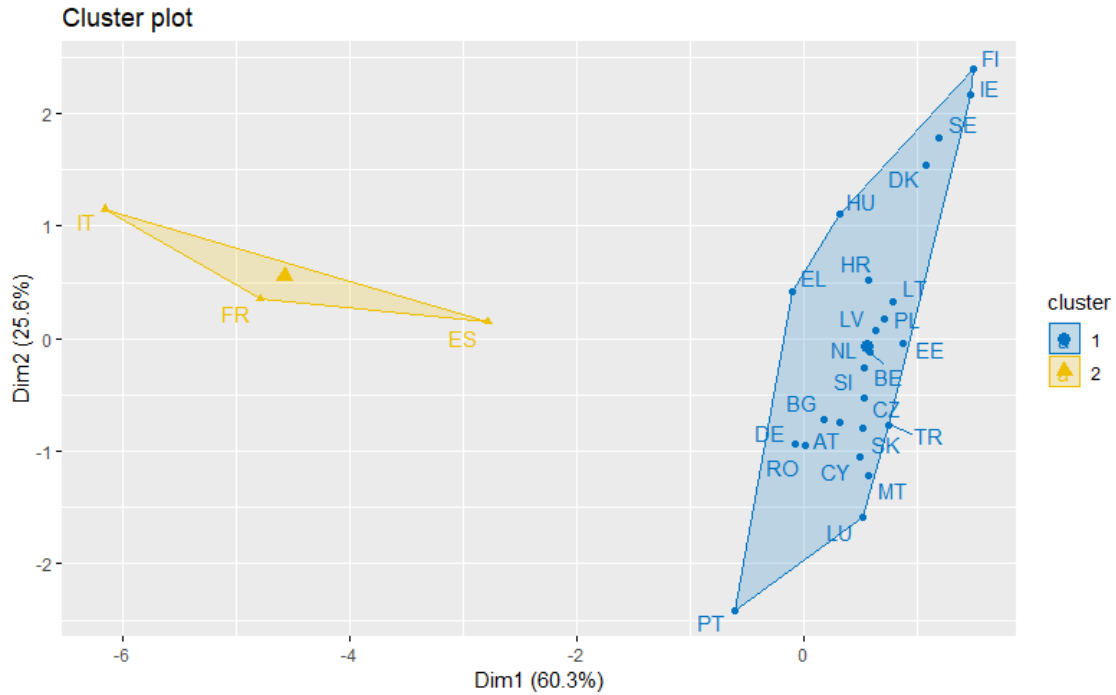
Cluster	Countries
1	France, Spain, Italy
2	Germany, Austria, Belgium, Bulgaria, Czechia, Denmark, Estonia, Finland, Croatia, Netherlands, Ireland, Sweden, Cyprus, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Hungary, Malta, Poland, Portugal, Romania, Slovenia, Slovakia, Türkiye, Greece

**Table 8: Summary Statistics of the Variables on the Clusters**

Variable	Cluster 1	Cluster 2
	Mean±SD	Mean±SD
Excise duty (€ per hl)	1.30±2.26	82.08±125.99
Value added tax (%)	21.00±1.00	21.04±3.06
Protected designation of origin, protected geographical indication	384.67±208.59	22.36±33.26
Annual EU support to wine industry since 2017 (€ million)	276.00±63.65	11.12±17.71
Export amount (2020-2021 total) (hl)	8,544,909.00±2,193,813.60	260,140.04±450,533.37

Mean±SD: mean±standard deviation.

**Figure 1: Distribution of Countries into Two Clusters**



#### 4. DISCUSSION

The main aim of this study was to find out which EU countries have similar economic indicators to Türkiye in terms of their wine industry. The findings help to identify which EU countries have wine industries that are similar to Türkiye, thus aiding in policymaking regarding how the industry can be developed. A cluster analysis was conducted using data on five key aspects of the wine industry (excise duties, VATs, financial support from the EU, geographic protections, and export data).

According to the findings, Türkiye is similar to 24 EU countries in terms of these five measures. The three remaining countries, Italy, France, and Spain, represent the largest wine producers in Europe. Although Türkiye has a similarly suitable geographical location and climate for wine grape production, with wide coasts and access to the Mediterranean Sea, its wine industry lags far behind Italy, France, and Spain. This finding indicates that location is not the only determinant of successful wine production.

Of the 28 countries examined, 15 do not impose an excise duty on wine production (Austria, Bulgaria, Cyprus, Croatia, Czechia, Germany, Greece, Hungary, Spain, Italy, Luxembourg, Portugal, Romania, Slovenia, and the Slovak Republic). France, which ranks second in wine production in Europe, imposes a very low excise duty. These low tax rates help to protect wine producers and develop the industry. According to EU regulations, VATs on goods and services should not be less than 15%, and countries are free to increase this rate. All examined countries impose VATs, albeit at different rates. Only one country, Portugal, imposes a reduced VAT of 13% on table wine, compared to its standard VAT rate. Portugal also has a high volume of wine exports, a high number of geographic protections on wine, and receives more support from the EU for wine production, compared to other countries.

France, Spain, and Italy are well known throughout the world for their wines. These countries also issue a high number of geographical indications and receive a higher than average amount of support from the European Union for wine production. Unsurprisingly, their wine export amounts are also much higher than other countries. These countries also compete under similar conditions. In comparison, countries such as Czechia, Hungary, and the Slovak Republic, which are smaller than Türkiye in terms of size and do not have a Mediterranean climate, have geographic protections for their wines and are gaining widespread brand recognition. Although Türkiye produces and exports wine and has favorable geography for viticulture, it has no geographic protections. Wine producers in Türkiye should take initiatives in this regard, and the state should support these efforts to benefit the country's economy. For example, the state could seek more support from the EU. Many member states use EU resources for wine production.

The closest competitors to Italy, France, and Spain are Greece, Germany, and Romania, respectively. Among these three countries, Greece has more geographical protections, Germany has a higher volume of exports, and Romania receives higher than average EU support, compared to other countries in the same cluster. Future studies should determine the specific country-level policies and variables that can help identify viable competition for Türkiye's wine industry. Only two clusters were identified in this study, but significant differences exist in the characteristics of the 25 countries in the first cluster. Determining which of these characteristics are most important in terms of domestic wine production can help policy makers in Türkiye design incentives for vintners and remove barriers to success.

## **AUTHOR STATEMENT**

### **Statement of Research and Publication Ethics**

This study has been prepared in accordance with scientific research and publication ethics.

### **Author Contributions**

The authors contributed equally to the study.

### **Conflict of Interest**

There is no conflict of interest for the authors or third parties arising from the study.

### **Statement of Support**

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

---

## **REFERENCES**

- Berdzuli, N., Ferreira-Borges, C., Gual, A., & Rehm, J. (2020). Alcohol control policy in Europe: Overview and exemplary countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8162, 1-14. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218162>
- Bezdek, J. C. (1973). Cluster validity with fuzzy sets. *Journal of Cybernetics*, 3(3), 58-73. <https://doi.org/10.1080/01969727308546047>
- Bezdek, J. C. (1981). *Pattern recognition with fuzzy objective function algorithms*. Plenum Press, New York.
- Campello, R. J. G. B., & Hruschka, E. R. (2006). A fuzzy extension of the silhouette width criterion for cluster analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 157(21), 2858-2875. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2006.07.006>
- Chaloupka, F.J., Yurekli, A., & Fong, G. T. (2012). Tobacco taxes as a tobacco control strategy. *Tobacco Control*, 21(2), 172-180. <https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2011-050417>
- Dave, R. N. (1996). Validating fuzzy partitions obtained through c-shells clustering. *Pattern Recognition Letters*, 17(6), 613-623. [https://doi.org/10.1016/0167-8655\(96\)00026-8](https://doi.org/10.1016/0167-8655(96)00026-8)
- European Commission (2020). *Coronavirus: Commission adopts new exceptional support measures for the wine sector*. Retrieved 21 January 2023 from [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_20\\_1267](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_1267)
- European Commission (2021). Excise Duty Tables Part I-Alcoholic Beverages [https://ec.europa.eu/taxation\\_customs/system/files/2021-09/excise\\_duties-part\\_i\\_alcohol\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/taxation_customs/system/files/2021-09/excise_duties-part_i_alcohol_en.pdf) Access Date:13 July 2022

- European Commission (2023a). *Geographical indications and quality schemes explained*. Retrieved 21 January 2023 from [https://agriculture.ec.europa.eu/farming/geographical-indications-and-qualityschemes/geographical-indications-and-quality-schemes-explained\\_en](https://agriculture.ec.europa.eu/farming/geographical-indications-and-qualityschemes/geographical-indications-and-quality-schemes-explained_en)
- European Commission (2023b) Wine Trade Retrieved 4 June 2023 from <https://agridata.ec.europa.eu/extensions/DashboardWine/WineTrade.html>
- Foguem-Kamsu, B., Flammang, A., & Foguem-Tchunte, G. (2015). Knowledge engineering approach for the analysis of viticulture. *Ecological Informatics*, 30, 72-81. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2015.09.004>
- Frost, W., Frost, J., Strickland, P., & Maguire, J. S. (2020). Seeking a competitive advantage in wine tourism: Heritage and storytelling at the cellar-door. *International Journal of Hospitality Management*, 87(102460), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2020.102460>
- Harutyunyan, M., & Ferreira-Malfeito, M. (2022). The rise of wine among ancient civilization across the Mediterranean basin. *Heritage* 5(2), 788-812. <https://doi.org/10.3390/heritage5020043>
- International Organisation of Vine and Wine [OIV] (2021). *State of the world vitivincultural sector in 2020*. Retrieved 26 January 2023 from <https://www.oiv.int/public/medias/7909/oiv-state-of-the-world-vitivincultural-sector-in-2020.pdf>
- Joy, A., Latour, A. K., Charters, S. J., Grohmann, B., & Peña-Moreno, C. (2021). The artification of wine: Lessons from the fine wines of Bordeaux and Burgundy. *Arts and Market*, 11(1), 24-39. <https://doi.org/10.1108/AAM-11-2020-0048>
- Karaoğlu D. K. (2007). Uluslararası Bağ ve Şarap Örgütü (OIV) ve AB üyeliği bağlamında Türk şarap sektörü: Potansiyel fırsatlar ve tehditler. *Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi*, XXVI.
- Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. (1990). *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*, Wiley, New York.
- Ludington, C.C. (2018). Inventing grand cru claret: Irish wine merchants in eighteenth-century Bordeaux. *Global Food History*, 5(1-2), 25-44. <https://doi.org/10.1080/20549547.2019.1554347>
- Ministry of Agriculture and Forestry (2022). *Statistics of Ministry of Agriculture and Forestry*. Retrieved 26 January 2023 from [data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1](https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1)
- Olexová, C., Sudzina, F., & Cakoci, K. (2022). The Vat gap in relation to the quality of governance in selected CEE countries. *Journal of Eastern European and Central Asian Research*, 9(3), 385-399. <https://doi.org/10.15549/jeecar.v9i3.791>
- Pérez-Móron, J. M. (2022). To tax or not to tax sin goods: That's the question for emerging economies. ICBT: 2021: Innovation of Business and Digitalization during Covid-19 Pandemic (proceedings of the International Conference on Business and Technology (ICBT 2021), Lecture Notes in Networkers and Systems" book series, Editors: Bahaeddin Alareeni, Allam Hamdan, 411-419.



- Prieger, J., & Kullick, E. (2018). Cigarette taxes and illicit trade in Europe. *Journal of Economic Inquiry*, 56(3), 1706-1723. <https://doi.org/10.1111/ecin.12564>
- Semerci, A., Kızıltuğ, T., Çelik, A., & Kiracı, M. (2015). Türkiye bağıcılığının genel durumu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 42-51.
- Schulz, F. N., Richter, B., & Hant, J. H. (2022). Current developments in European alcohol policy: An analysis of possible impacts on the German vine industry. *Open Access Beverages*, 8(4), 1-12. <https://doi.org/10.3390/beverages8040075>.
- Srivastava, P., Yang, O., & Zhao, X. (2022). Equal tax for equal alcohol? Beverage types and antisocial and unlawful behaviors. *Economic Record*, 98(323), 354-372. <https://doi.org/10.1111/1475-4932.12704>
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tütün ve Alkol Dairesi Başkanlığı (2023). *Piyasa istatistikleri*. Retrieved 4 June 2023 <https://www.tarimorman.gov.tr/TADB/Menu/23/Alkol-Ve-Alkollu-Ickiler-Daire-Baskanligi>
- Xie X.L., & Beni, G. (1991). A validity measure for fuzzy clustering. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 13, 841-847. <https://doi.org/10.1109/34.85677>



*Araştırma Makalesi / Research Article*

## Recent Advances in Planning Farm Operations through Optimization Models

Yunus Yıldırım<sup>1</sup>, Aydın Ulucan<sup>2</sup>, Kazım Barış Atıcı<sup>3</sup>

### Abstract

Operations Research applications in the agriculture sector have been a research area of high interest for over 50 years. Due to food security and sustainability concerns in the world, a lot of attention has been given to this area by OR researchers and practitioners recently. From distribution planning to performance evaluation, a variety of approaches and methods have been applied to a broad range of agricultural problems. Therefore, many review papers have been published from different points of view to serve both general and specific academic purposes. In this work, we present a review of the optimization approaches for the planning of farming operations which aims to optimize agricultural production systems. We use Scopus database to find relevant studies in three decision areas: crop planning, harvest planning and machinery management. Our review covers 54 papers published between 2002-2022.

**Keywords:** OR in Agriculture, Agricultural Production, Farming Operations, Optimization.

## Optimizasyon Modelleri Yoluyla Çiftlik Operasyonlarının Planlanmasındaki Son Gelişmeler

### Öz

Tarım sektöründe yöneylem araştırması tekniklerinin uygulanması, 50 yılı aşkın bir süredir yüksek ilgi gören bir araştırma alanı olmuştur. Dünyada gıda güvenliği ve sürdürülebilirlik endişeleri nedeniyle, son zamanlarda yöneylem araştırmacıları ve uygulayıcıları tarafından bu alana daha çok dikkat çekilmektedir. Dağıtım planlamasından performans değerlendirmesine kadar, çok çeşitli tarımsal problemlere uygulanan birçok farklı yaklaşım ve yöntem görülmektedir. Bu nedenle, hem genel hem de özel kapsamlarda akademik amaçlara hizmet edecek farklı bakış açılarıyla hazırlanmış birçok derleme makalesi yayınlanmıştır. Bu çalışmada, özellikle tarımsal üretim sistemlerinin iyileştirilmesini hedefleyen çiftlik operasyonlarının planlanması için geliştirilen optimizasyon yaklaşımlarının bir derlemesi sunulmaktadır. Mahsul planlama, hasat planlama ve makine yönetiminden oluşan üç karar alanındaki ilgili çalışmaları bulmak için Scopus veritabanı kullanılmıştır. Derlememiz 2002-2022 yılları arasında yayınlanmış toplam 54 makaleden oluşmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Tarımda Yöneylem Araştırması, Tarımsal Üretim, Çiftlik Operasyonları, Optimizasyon.

<sup>1</sup> Corresponding Author (Sorumlu Yazar), Res. Assist., Department of Business Administration, Afyon Kocatepe University, [yunusyildirim@aku.edu.tr](mailto:yunusyildirim@aku.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-2447-4142>

<sup>2</sup> Prof. Dr., Department of Business Administration, Hacettepe University, [a.ulucan@hacettepe.edu.tr](mailto:a.ulucan@hacettepe.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-0439-2211>

<sup>3</sup> Prof. Dr., Department of Business Administration, Hacettepe University, [kba@hacettepe.edu.tr](mailto:kba@hacettepe.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0003-0786-9641>

**Atıf/Cite as:** Yıldırım, Y., Ulucan, A., & Atıcı, K.B. (2023). Recent advances in planning farm operations through optimization models. *Hacettepe University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 41 (Agriculture Special Issue), 124-144.

## INTRODUCTION

As the human population grows rapidly, the need for efficient management of agricultural supply chains (ASC) increases so that healthy food is sufficiently provided with the least negative impact on the environment. The increasing demand for agricultural products with the public awareness of healthy consumption and sustainability leads to a trade-off between productivity and natural resource use. Being the second-largest emitter of greenhouse gas (GHG) emissions (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2014), the agriculture sector carries a lot of concepts to consider when planning the production and distribution of products. Aside from the sustainability and food security issues, there is a high level of complexity when planning operations of an agricultural system due to the limits on natural resources and time windows of each activity.

Mathematical programming approaches have been applied to agricultural operations since the 1950s (Behzadi et al., 2018). It can be seen that planning models vary in many different ways such as the product of interest, the planning scope, and the level of the supply chain being considered. As identified by Ahumada and Villalobos (2009), there are four functional areas of an ASC that planning models can be grouped into: *production, harvest, storage, and distribution*. The decisions such as land allocation, the timing of sowing, and resource allocation are production decisions whereas the scheduling of agricultural equipment, labor, and transportation equipment for harvesting activities are considered in the harvesting domain. Storage and distribution functions involve decisions like in the other supply chain planning problems except for the models that emphasize timeliness costs when perishable products are chosen (Ahumada & Villalobos, 2009).

The review in the current work is concentrated on research that focus on the production and harvesting areas of ASC both of which involve decisions related to the production of crops at the producer/farmer level. At this level, a cautious planning is necessary since agricultural production involves many time-sensitive operations like sowing, weeding, fertilizing and harvesting. Each of these operations creates a complex system requiring too many decisions and limitations to be considered simultaneously by the decision maker. Operations Research discipline certainly provides analytical tools to these decisions. The review presented in this paper provides an overview of the tools and problem areas in this domain.

The paper is organized as follows: Section 1 gives an overview of the previous review articles related to operations research applications in agriculture and states the scope of this review. In Section 2, descriptive information is given including the distribution of studies by year, methodology and decision area. Decision areas are explained in subsections of Section 3, giving detailed information regarding the problem types in the reviewed research.

### 1. OPERATIONS RESEARCH IN AGRICULTURE

The use of Operations Research (OR) methods in agricultural operations has a long history of research leading to many literature reviews conducted with various purposes. Planning models in the agriculture sector dates back to the 1950s as observed by Glen (1987) who made the first review in this domain. The work covers the papers published until 1985 which include farm planning models on crop and livestock production. The reviewing efforts have been carried

out by other researchers with contributing topics such as farm planning models under uncertainty (Hardaker et al., 1991), multicriteria analysis for agricultural resource management (Hayashi, 2000), and modeling approaches for crop planning (Lowe & Preckel, 2004). A distinctive review by Lucas and Chhajer (2004) compiles the research with location analysis problems mainly for selecting warehouse and processing plant locations. As of the 1990s, the variety of agricultural problem types has increased due to the research stream becoming widespread. This trend has led to the pivotal work of Ahumada and Villalobos (2009) which presents the most comprehensive review of OR in agriculture to its date. As they pointed out, a shift toward supply chain planning models becomes more frequent in the literature compared to the previous trend of farm planning models. This new trend comes with the perishability concept due to the need for responsiveness to avoid food waste. However, they concluded that these models have a shortage of real-life applications mainly because of the complexity and the difficulty of coordination between ASC actors although having a high potential for savings in costs. A vast number of review papers have been published after 2010, but their primary focus is on supply chain management rather than farming operations which has more typical aspects of agricultural production. Another review brought by Bochtis et al. (2014) outlines the current advances in agricultural machinery management as a contribution to farming operations planning literature. The research covered by their review is categorized into five selected problem types which are capacity planning (strategic), task time planning (tactical), scheduling (operational), route planning (operational), and performance evaluation. All tasks except the performance evaluation models are related to the planning of production and harvest functions of an ASC. As far as we know, the most recent and extensive review is made by Nematollahi and Tajbakhsh (2020) covering 247 papers in the field of agricultural supply chain management with an emphasis on sustainability. They distinguish from the preceding review papers by their perspective on sustainability and underline that sustainability has become a main topic in most of the recent works. Even though their main keyword in the paper collection process is "supply chain", they found out a significant number of papers (84) deal with production-related problems alongside a research stream with a specific concentration on farming operations like crop rotation and harvest planning. Since there is an abundance of review papers examining the works that consider the agricultural supply chain as a whole, we present a different point of view representing the optimization models for farming operations related to production. Therefore, this study only covers the planning models for farm-level activities that require strategic, tactical, and operational decision-making.

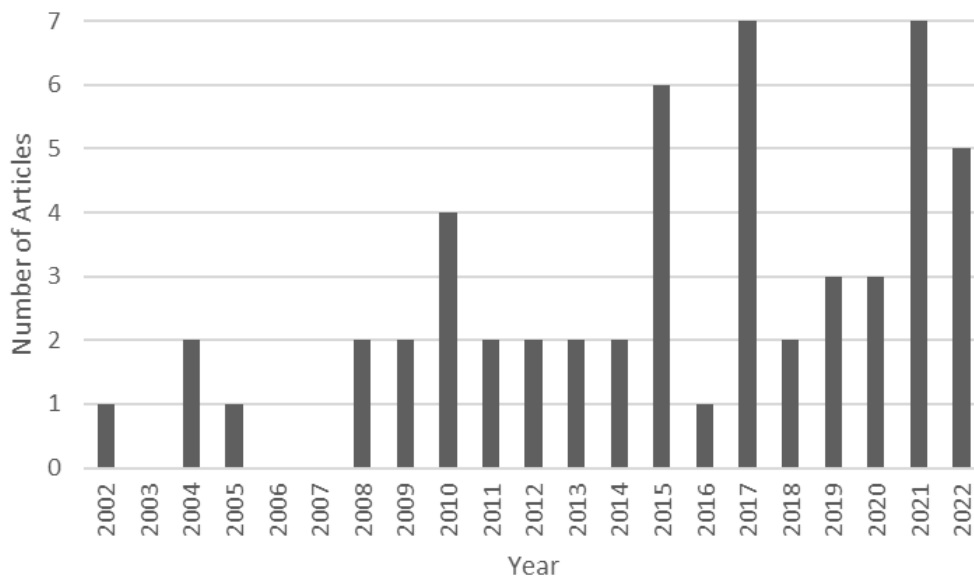
## 2. DESCRIPTIVE INFORMATION ON THE REVIEW

In this study, we utilize the *Scopus* database for studies that focus on optimizing the production system of crops at the farm level. As discussed in Section 1, the previous reviews reveal that there are three main decision areas in the production level of agricultural supply chains which are crop planning, agricultural machinery management, and harvest planning. Based on that, the keywords used in the initial search are 'farm planning', 'farming operations', 'farm level operations', 'crop selection', 'crop rotation', 'agricultural machinery', 'harvest planning' with and without the word 'optimization'. In the collection process, studies that cover the planning of the agricultural supply chain and studies conducted only for evaluation and controlling the production system are excluded from the review. Additionally, we use forward, and backward snowball search techniques based on previous literature reviews and studies

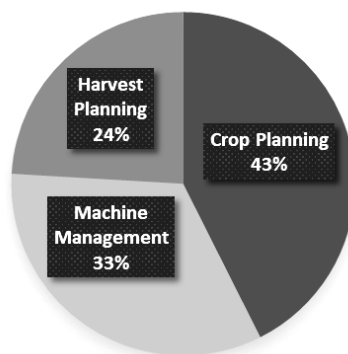
found in the initial search to find more papers in accordance with our scope. Finally, our review consists of 54 papers in total published between 2002 and 2022.

As shown in Fig. 1, the publication rate of farm-level Operations Research papers in the last five years are increasing especially in 2015, 2017, and 2021. This reveals that there is no shortage of research interest regarding the optimization of farm level production systems even though supply chain planning is becoming a more prominent research focus in the relevant literature. Farm-level production planning is mostly assessed for crop farming compared to livestock products due to the high variety in types of crops (Heidari et al., 2021). Also, the effects of crop rotation strategies, agricultural machinery performance, and fertilizing options are adding more complexity to the system in terms of yield. As a result, our review involves only crop production which focuses on the different aspects of agricultural production (crop, machinery, and harvest planning). The distribution of papers by decision areas is shown in Fig. 2. As the results reveal, crop planning is the most addressed issue as the crop types chosen for the problem are without any limitations by agricultural machinery usage or harvesting time windows.

**Figure 1: Publications by Year**

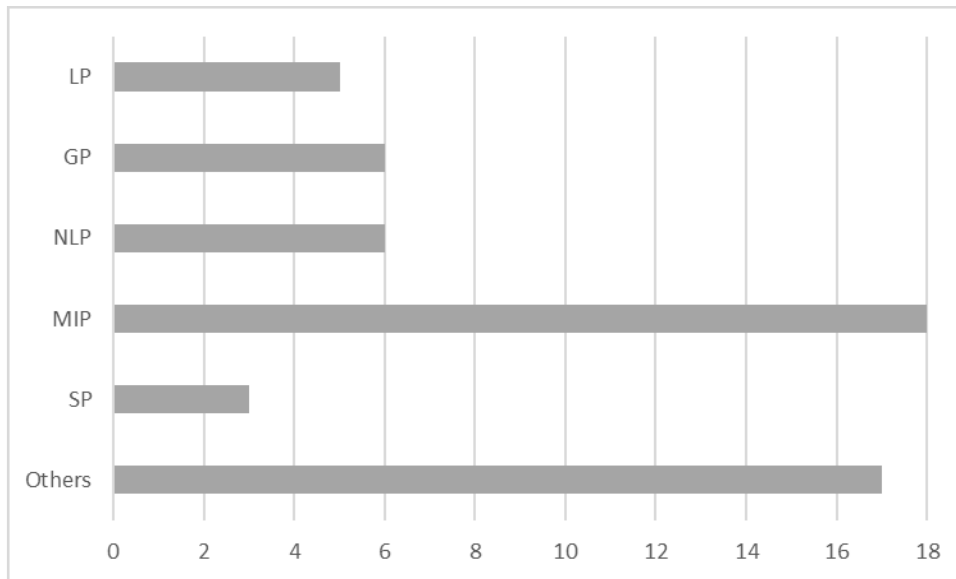


**Figure 2: Publications by Decision Areas**



In the reviewed papers, there is diversity in terms of methodology, objectives assessed in the problem, and uncertainty in the parameters. This difference is understandable mainly because of the unpredictable nature of the agricultural environment. Fig. 3 shows the distribution of optimization methods among the reviewed papers by numbers. The methods chosen for the study are mostly affected by the problem characteristics in terms of objective, uncertainty, and the variety of decision variables. Mixed-integer programming is the most used method in the studies (18), however high number of decisions considered in the problems increase the difficulty of solving them, which is associated with NP-hard problems in the literature. This led to the common use (17 studies) of relaxation methods, metaheuristics and evolutionary algorithms. In the case of uncertainty, the most preferred methods in the review are stochastic programming (Albornoz et al., 2019; Avanzini et al., 2021; Huh & Lall, 2013), non-linear programming (Cortignani & Severini, 2012; Harel et al., 2022) and mixed-integer programming (Filippi et al., 2017; Rădulescu et al., 2011). While most of the studies have a single objective in the problem, there is a significant number of papers (15) dealing with problems with multiple objectives. The most frequently used method found in this context is goal programming (Ahodo et al., 2019; Biswas & Pal, 2005; Fasakhodi et al., 2010; Lopez-Baldovin et al., 2017; Pal et al., 2009; Pal et al., 2010; ), linear programming (Annetts & Audsley, 2002; Behera et al., 2015; Savin et al., 2014) and mixed-integer programming (Jami et al., 2021; Rădulescu et al., 2011; Wang & Huang, 2022a; Varas et al., 2020; Wang & Huang, 2022b).

**Figure 3: Distribution by OR Methods**



**Abbreviations:** LP: Linear Programming; GP: Goal Programming; NLP: Non-linear Programming; MIP: Mixed Integer Programming; SP: Stochastic Programming; Others: Relaxation Methods, Metaheuristics and Evolutionary Algorithms.

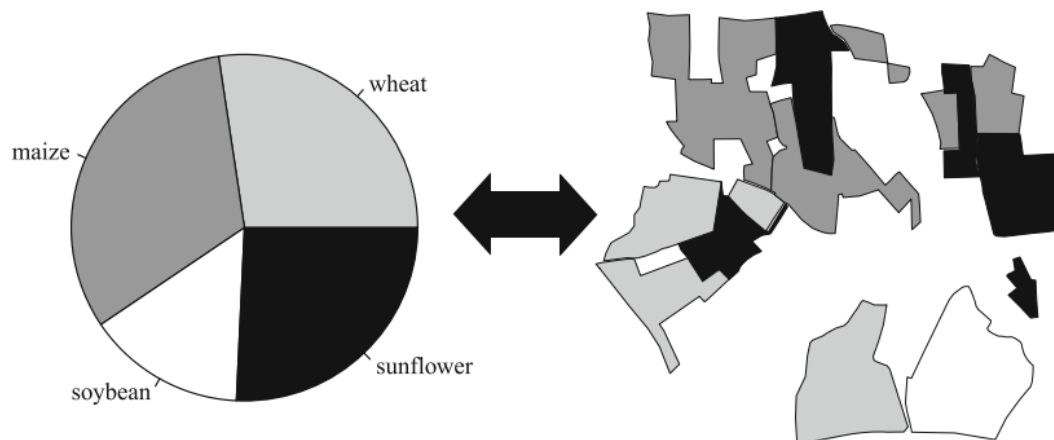
### 3. DECISION AREAS IN AGRICULTURAL PRODUCTION MANAGEMENT

As the previous literature reviews reveal, there are three main decision areas of farm-level operations that OR researchers have focused on: *crop-related decisions*, *agricultural machinery management*, and *harvest planning*. All these decision areas aim to improve the performance of an agricultural production system in different ways and different planning scopes. There are examples of strategic, tactical, and operational planning in studies assessing crop planning and machinery management, but harvest planning usually involves problems at the operational level. In the following sub-chapters, problem types in each decision area are explained with examples.

#### 3.1. Crop Planning

Crop production planning is defined as the selection of crops to be grown and the area and resources to be allocated for each crop (Glen, 1987). Although this problem has a long history of research, there is no shortage of work regarding crop planning (23 papers) in our review with different aspects. Crop planning usually involves two types of problems at its core: *crop allocation* and *crop rotation*. *Crop allocation* is defined as the determination of the portion of land to be occupied by different crop types (Wijnands, 1999). This problem is caused by different soil types in land and the price fluctuations of crops in the market. On the other hand, *crop rotation* is a different issue which is defined as the selection of a crop sequence in the same piece of land for a fixed period (Leteinturier et al., 2006). This strategy is practiced mainly to protect yield and soil health by preventing pest infestation and crop diseases. Fig. 4 presents a crop plan with 4 crop types, each of which has its percentage of land as a result of a crop allocation problem. If the decision maker tries to create a cropping sequence, for example producing maize-soybean-wheat crop sequence after sunflower in the black areas, then it is a crop rotation problem. Generally, crop planning studies assess both problems together as also seen in our review (16 papers), there are exceptions solely on crop allocation (Albornoz & Zamora, 2020; Biswas & Pal, 2005; Filippi et al., 2017; Huh & Lall, 2013; Pal et al., 2009; Pal et al., 2010; Wishon et al., 2015), crop rotation (Annetts & Audsley, 2002; Capitanescu et al., 2017) and land-use crop planning in which Guan et al. (2017) model only to find the optimal allocation of land to sugarcane production while applying flow shop scheduling into agricultural production stages.

Figure 4: Representation of a Crop Plan



Source: Dury et al., 2012

Several studies deal with the timing of operations like cultivating, sowing, fertilizing, etc. with crop planning to avoid waste and to choose crops that fit the current schedule. These studies also involve machine-related decisions like the number of machines of different types (Ahodo et al., 2019; Annetts & Audsley, 2002), assignment of machines to operations (Biswas & Pal, 2005; Filippi et al., 2017; Pal et al., 2009; Pal et al., 2010), and reservation of machinery level to farmlands (Guan et al., 2017). In addition to machinery, the mentioned studies also aim to find the optimal level of labor while other studies assess labor requirements without machinery decisions (Bhatia & Rana, 2020; Fasakhodi et al., 2010; Montazar, 2011; Wishon et al., 2015).

There are different approaches considered for integrating the sustainability context in crop planning studies, but they can be grouped into two main branches: *crop maintenance* and *irrigation management*. Studies covering crop maintenance mostly involve minimizing chemical usages such as herbicides and pesticides and applying fertilizer at the right amount and the right time to avoid nitrate leaching (Ahodo et al., 2019; Annetts & Audsley, 2002; López-Baldovin, 2017). Nitrate leaching is known as the process of moving nitrate anion downwards in the soil which is caused by improper usage of chemical nitrogen fertilizers (Padilla et al., 2018). This phenomenon leads to the contamination of water resources which is avoided in the relevant studies. The availability of water resources is taken into account by other researchers by adding constraints to the models to keep water resources sufficient for multi-period agricultural production (Fasakhodi et al., Huh & Lall, 2013; 2010; Montazar, 2011). There are also examples of assessing both sustainability issues (Biswas & Pal, 2005; Pal et al., 2009; Pal et al., 2010;). These environmental restrictions are imposed by European Union’s Common Agricultural Policy (CAP) along with other sustainability indicators seen in our reviews such as revenue inequality (Cortignani & Severini, 2012; Pakawanich et al., 2021) and crop diversification (Galán-Martín et al, 2015). All the articles that are interested in crop planning problems in our review are listed in Table 1.

**Table 1: Research on Crop Planning**

Research	Operation Scheduling	Crop Rotation	Crop Allocation	Labor Allocation	Machinery Decisions	Sustainability Issues	Optimisation Method
Annetts and Audsley, (2002)	+	+	-	+	+	Nitrate Leaching, Herbicide Use	Linear Programming
Biswas and Pal, (2005)	-	-	+	+	+	Fertilizer and Water Usage	Goal Programming
Pal et al. (2009)	-	-	+	+	+	Fertilizer and Water Usage	Goal Programming
Pal et al. (2010)	-	-	+	+	+	Fertilizer and Water Usage	Goal Programming
Fasakhodi et al., (2010)	-	+	+	+	-	Water Resources Sustainability	Goal Programming
Montazar, (2011)	-	+	+	+	-	Water Resources Sustainability	Non-linear Programming
Rădulescu et al., (2011)	-	+	+	-	-	Fertilizer and Pesticide Application Rate	Mixed-integer Programming
Cortignani and	-	+	+	-	-	Water Resources	Non-linear Programming



Severini, (2012)						Sustainability and Revenue Inequality	
Huh and Lall, (2013)	-	-	+	-	-	-	Stochastic Programming
Alfandari et al., (2015)	-	+	+	-	-	Land Space Consumption	Branch-price-and-cut Algorithm
Galán-Martín et al., (2015)	-	+	+	-	-	Crop Diversification and Preservation of Grassland	Linear Programming
Santos et al., (2015)	-	+	+	-	-	Land Space Consumption	Branch-price-and-cut Algorithm
Wishon et al., (2015)	-	-	+	+	-	-	Mixed-integer Programming
Capitanescu et al., (2017)	-	+	-	-	-	Greenhouse Gas Emissions and EU CAP	Mixed-integer Programming
Filippi et al., (2017)	+	-	+	-	+	-	Mixed-integer Programming
Guan et al., (2017)	+	-	-	+	+	-	Mixed-integer Programming
López-Baldovín, (2017)	-	+	+	-	-	Pesticide Use, Nitrate Leaching, Water Usage, Crop Diversification	Multi-criteria Programming
Ahodo et al., (2019)	+	+	+	-	+	Herbicide Use	Goal Programming
Albornoz et al., (2019)	-	+	+	-	-	-	Stochastic Programming
Albornoz and Zamora, (2020)	-	-	+	-	-	-	Decomposition-based Heuristic
Bhatia and Rana, (2020)	-	+	+	+	-	-	Linear Programming
Pakawanich et al., (2021)	-	+	+	-	-	-	Priority-based priority-based max-min Heuristic
Telles et al., (2021)	-	+	+	-	-	Land Space Consumption	Mixed-integer Programming

From the modelling perspective, it is seen that multi-objective programming methods are the most used modelling techniques in crop planning problems such as goal programming, linear programming, mixed-integer programming and multi-criteria programming. Because these problems involve strategic and tactical decisions of agricultural production which should consider multiple aspects of farming. In the studies using goal programming, profit maximization, land utilization and production achievement are the most addressed goals with some additions like machine-hour, manpower, water supply and fertilizer requirement. There

are also some exceptions with the rest of these methods like minimization of environmental outcomes with linear programming (Annetts & Audsley, 2002), risk minimization with mixed-integer weighted goal-programming (Ahodo et al., 2019) and crop rotation goal with multi-criteria programming. In problems with single objective, mixed integer programming is the most widely used modelling approach since most of the goals mentioned earlier are addressed with no relaxation or analysed in multiple models. For example, Radulescu et al. (2011) compare the results of three separate MIP models with the objectives of environmental risk minimization, return maximization and financial risk minimization. In most studies, optimization software alternatives are enough to solve the MIP problem but there are some examples of strict models that have proven NP-hard. In these cases, branch-and-price-cut algorithms are mostly preferred (Alfandari et al., 2015; Santos et al., 2015) while other approaches like simulated annealing meta-heuristic is also used (Guan et al., 2017). In some studies, the methodology differs in accordance with uncertainty being considered. These studies tackle the issue of price and yield uncertainty with a stochastic programming approach (Huh & Lall, 2013; Albornoz et al., 2019).

### **3.2. Machinery Management**

In a farm-level production system, agricultural machinery and equipment are essential in almost every stage of growing a crop from cultivating to harvesting. Being a significant part of any farm's annual costs, machinery investment is the second largest investment in farm planning following real estate investments (Kay et al., 2008). In the review, there are 18 papers dealing with problems involving agricultural machinery management, and they are presented in Table 2 with highlighting aspects. Unsurprisingly, different problem types can be seen in the studies due to different costs incurred by machinery such as investment costs, operating costs, and fuel costs. Regarding investment costs, selection problems are first seen according to the technical requirements of the problem considered. In the study of Camarena et al. (2004), we see a machinery selection model for a multi-farm system to match the machinery choices with different field sizes in order to complete all the operations in time. Similarly, Mohamed et al. (2017) takes the same problem for a multi-crop farm system with a different objective of minimizing the number of tractors as much as possible. In this research area, Sørensen et al. (2014) explore the problem of tillage system selection which requires different combinations of plowers and cultivators. They address environmental issues since each tillage system affects the soil differently and requires different tractor powers arising a need to consider GHG emissions.

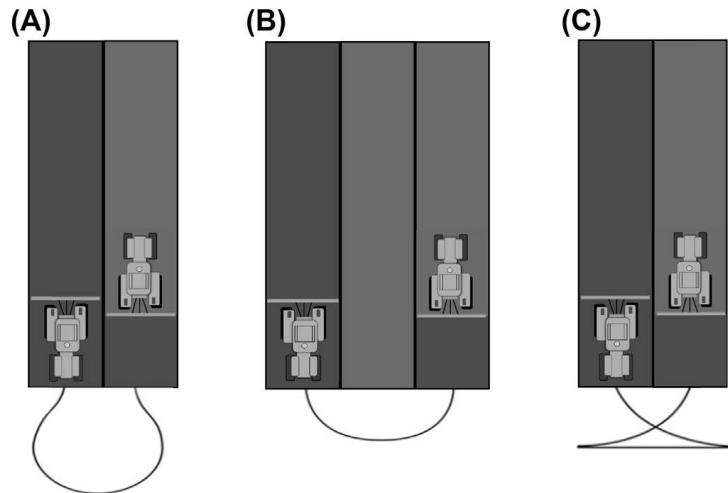
**Table 2: Research on Machine Management**

Authors	Operation Scheduling	Harvesting Decisions	Problem Types	Sustainability Issues	Optimisation Method
Camarena et al. (2004)	+	+	Machinery Selection	-	Mixed-integer Programming
Søgaard and Sørensen, (2004)	+	+	Selection of Machinery Sizes	-	Non-linear Programming
Bochtis and Vougioukas, (2008)	-	-	Optimization of On-field Track Movements	-	Mixed-integer Programming
Verlinden and Van Oudheusden, (2009)	-	+	Infield Logistics Planning	-	Mixed-integer Programming
Bakhtiari et al., (2012)	-	-	Optimization of On-field Track Movements	-	Ant Colony Optimisation
Savin et al., (2014)	-	-	Maximization of Harvester Rentals	Waste Reduction	Linear Programming
Sørensen et al., (2014)	+	-	Tillage System Selection	Energy Inputs and GHG Emissions	Mixed-integer Programming
Amiama et al. (2015)	-	+	Routing and Machinery Selection	-	A New (Harvest Sillage) Decision Tool
Edwards et al., (2015)	+	-	Fleet Management	-	Tabu Search
Sethanan and Neungmatcha, (2016)	-	+	Infield Logistics Planning	-	Particle Swarm Optimization
Mohamed et al., (2017)	+	-	Machinery Selection	-	Mixed-integer Programming
Rodias et al., (2017)	-	-	Infield Logistics Planning	Energy Inputs and GHG Emissions	Clarke and Wright Savings Algorithm
Amaefule et al., (2018)	-	-	Tillage System Selection	-	Hunt-Wilson Model
Turner et al., (2019)	-	+	Infield Logistics Planning	-	Discrete Event Simulation
Jami et al., (2021)	-	+	Fleet Management	-	Mixed-integer Programming
Wang and Huang, (2022a)	-	-	Fleet Management	-	Mixed-integer Programming
Wang and Huang, (2022b)	+	+	Routing and Fleet Management	-	Mixed-integer Programming
Zhang et al., (2022)	+	-	Machinery Maintenance	-	Back Propagation Neural Network Algorithm

The objective of minimizing operating and fuel costs leads to another kind of problem group involving in-field logistics management. It encompasses the optimization of machinery movement on the field, routing decisions, and dispatching/allocating decisions. There are examples of on-field track movement optimization in the review (Bochtis & Vougioukas, 2008; Bakhtiari et al., 2012) and their main objective is to find the best headland pattern for the operating vehicles which minimize the total non-working distance traveled on the fields. These patterns represent the headland turnings of vehicles switching positions from one track to the next. Fig. 5 shows examples of headland-turning types of agricultural vehicles. We have reviewed some papers dealing with the in-field routing of vehicles to minimize the

transportation costs between the fields and the depot. Amiama et al. (2015) deal with this problem along with the machinery selection decisions which affects the routing decisions. Verlinden and Van Oudheusden (2009) model the routing of combine harvesters for a crop-harvesting operation with penalty costs for additional turnings. They try to present a model that can be used for the programming of autonomous vehicles. Sethanan and Neungmatcha (2016) explore this problem for sugarcane field operations which gained a technological development turning manual harvesting into mechanical harvesting. In the study of Rodias et al. (2017), a field area coverage model is presented assessing the effects of automated navigation systems on the reduction of energy consumption to reduce the environmental effects of in-field logistics. The work by Turner et al. (2019) assesses the different harvest rates of wheat and corn for the routing of the same types of harvesters and transporters, which increases the complexity of the problem compared to a single crop type farm. In-field logistics planning also involves fleet management problems which deal with the dispatching of different machines to multiple consecutive tasks and multiple farms. Edwards et al. (2015) tackle this problem with the field readiness concept which requires vehicle dispatching done when fields are ready to be cultivated. This is an issue that is caused by different weather conditions and soil characteristics. Jami et al. (2021) manages a fleet of transporters in their study with resting time consideration which is dependent on the assigned job. Shared agricultural machinery also is a concept that draws attention lately in this context since multiple farms share a fleet of vehicles due to increasing costs of buying and operating costs of machines (Wang & Huang, 2022a; Wang & Huang, 2022b). Zhang et al. (2022) address a new kind of problem of scheduling maintenance operations of combine harvesters which is stated as critical for the timing of harvest and the yield.

**Figure 5: Headland Turnings of Agricultural Vehicles**



**Source:** Bochtis et al., 2019

Methodological pattern of machine management studies differs from crop planning mainly because of objective singularity. Due to this fact, there is no goal programming approach in the reviewed studies while mixed-integer programming is the most frequent (8) method for modelling. There are two bi-objective exceptions among them both of which try to minimize the total costs and the average completion time at the same time (Jami et al., 2021; Sethanan & Neungmatcha, 2016). A similar bi-objective system can be seen in the study of Savin et al., (2014)

with a linear programming approach. There is a non-linear programming approach in the study of Sjøgaard and Sørensen, (2004) since they involve a non-linear cost function in the objective and non-linear constraints in the model. In the rest of the studies, we identified that more sophisticated methods are chosen as their problem focus is on operational planning like on-field route planning and dispatching agricultural vehicles in day-to-day operations. Methods in this context are ant colony optimization (Bakhtiari et al., 2012), Tabu Search (Edwards et al., 2015), particle swarm optimization (Sethanan & Neungmatcha, 2016), Clarke and Wright savings algorithm (Rodias et al., 2017) and back propagation (BP) neural network algorithm (Zhang et al., 2022) in our review.

### 3.3. Harvest Planning

Harvesting decisions are usually considered at an operational level due to being the last stage of the production process on the farm level but they also involve factors like scheduling and machinery capacity and allocation which are included in tactical decision-making. In the reviewed literature, we identified 13 articles mainly focused on harvest planning with some additional considerations related to crop planning and machinery management. The studies are listed in Table 3 with summarizing information.

The most frequently addressed problem in the studies is the scheduling of harvesting operations to achieve the best quality in the harvested product while minimizing the costs in the whole process. This issue is usually considered a problem in the case of high perishability rates, for example managing a vineyard or an apple orchard. In these studies, a quality/cost function is used as an objective which is expected to prevent waste in the yield. Expectedly, these problems are usually crop-specific since every crop has its quality loss function. In the works of Ferrer et al. (2008), Arnaout and Maatouk (2010), and Varas et al. (2020) there is a wine grape harvest planning problem which includes the scheduling of operations, labor allocation and the routing of harvesting units (manual workers, harvesters) decisions with the aim of achieving best wine quality at the least cost. Bohle et al. (2010) and Avanzini et al. (2021) deal with the same problem with the novelty of considering the deteriorating effect of weather uncertainty on labor productivity and grape quality. The same approaches can be seen in other products such as sugar cane (Jena & Poggi, 2013), olive oil (Herrera-Cáceres et al., 2017), wheat (He et al., 2018) and fruit production (Gómez-Lagos et al., 2021).

A different approach is presented by Albornoz et al. (2021), who explore the results of integrating harvest planning with zone delineation which is normally done before harvest planning to distinguish management zones. The authors state that the traditional approach to this problem is a hierarchical one, and by testing the integrated approach they report that the integrated approach gives better results in terms of total harvest cost. The integrated approach is also taken by Solano et al. (2022) for the decisions of crop planning, crop maintenance, and harvesting in banana production. Similarly, they report significant reductions in waste and production costs. Mechanization in harvesting methods creates different research topics as in the work of Harel et al. (2022) who compare the performance of human workers with the robotic harvesters in a sweet pepper harvesting operation. Their findings suggest that the capabilities of robotic harvesters are promising but still need improvements to reach the point of economic feasibility.

**Table 3: Research on Harvest Planning**

Authors	Scheduling	Labor Allocation	Routing	Machinery Decisions	Highlights	Optimisation Method
Ferrer et al. (2008)	+	+	+	+	Quality/cost Maximization in Wine Grape Harvesting	Mixed-integer Programming
Arnaout and Maatouk, (2010)	+	+	+	-	Quality/cost Maximization in Wine Grape Harvesting	New Heuristics
Bohle et al., (2010)	+	+	+	+	Uncertainty of Labor Productivity in Wine Grape Harvesting	Robust Optimization
Jena and Poggi, (2013)	+	+	+	-	Quality/cost Maximization in Sugar Cane Harvesting	Mixed-integer Programming
Herrera-Cáceres et al., (2017)	+	+	+	-	Quality/cost Maximization in Olive Harvesting	Mixed-integer Programming
He et al., (2018)	-	-	+	+	Minimization of Harvest Period in Wheat Production	Tabu Search
Varas et al., (2020)	+	+	+	+	Quality/cost Maximization in Wine Grape Harvesting	Mixed-integer Programming
Avanzini et al., (2021)	-	+	-	-	Effect of Weather on Labor and Grape Quality	Stochastic Programming
Albornoz et al., (2021)	+	+	-	-	Integration of Zone Delineation and Harvest Scheduling	Mixed-integer Programming
Gómez-Lagos et al., (2021)	+	+	+	+	Quality/cost Maximization in Multiple Orchards	GRASP Metaheuristic
Günder et al., (2021)	+	-	-	-	Quality/cost Maximization in a Multi-crop System	Evolutionary Algorithms
Harel et al., (2022)	+	+	+	+	Comparing Humans and Robots for Harvesting Fruit	Non-linear Programming
Solano et al., (2022)	+	+	-	-	Integration of Sowing, Crop Maintenance, and Harvesting	Non-linear Programming

In harvest planning studies, there is a similar methodological framework when compared to machine management studies because of the similarity in planning scope and objective singularity. Mixed-integer programming again is the most preferred (5) among modelling methods with non-linear programming (Harel et al., 2022; Solano et al., 2022), stochastic programming (Avanzini et al., 2021) and robust optimization (Bohle et al., 2010) in the cases of uncertainty. MIP modelling has proven NP-hard in the rest of the papers; therefore, we see a new heuristic approach is proposed in the study of Arnaout and Maatouk (2010) along with other known approaches such as tabu search (He et al., 2018), GRASP metaheuristic (Gómez-Lagos et al., 2021) and evolutionary algorithms (Günder et al., 2021).

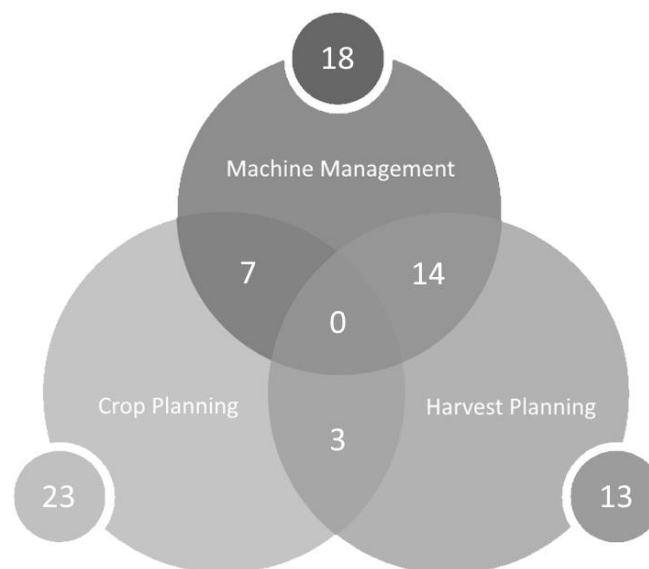
#### 4. CONCLUSION

In this study, we present a different review of planning problems in the agricultural supply chain within the scope of Operations Research at farm-level. The papers reviewed exhibit specific characteristics of agricultural production at the farm level and focus on the details of crop production compared to the supply chain models which focus on the integration and coordination of actors from a broader perspective. We identify three main decision problem

domains and explain their differences by giving details about the operations considered in each group.

An important finding that can be drawn from the review is that some research incorporates more than one decision area. Pairings like crop-machinery planning (Annetts & Audsley, 2002; Sørensen et al., 2014) and machinery-harvest planning (He et al., 2018; Sethanan & Neungmatcha, 2016) exist in the literature. Fig. 6 shows this intersection between decision problems by numbers. Findings show that the integration of machinery management and harvest planning is studied mostly while crop-machinery and crop-harvest pairings are studied less. To the best of our knowledge, there is no optimization approach for the integration of crop, machinery, and harvest decisions all together. As Ekman (2000) points out, there is an interaction between the machinery system and optimal crop rotation. In fact, the compatibility issue of agricultural machinery regarding soil type, fertilizing option, and crops to be sowed and harvested makes all these decisions interconnected. Therefore, integrated planning models involving multiple stages of production (cultivating, sowing, weed controlling, harvesting) and decision problems (crop and machinery selection) can get more attention in future work.

**Figure 6: The Intersection of Decision Areas in the Review**



We identify some product-related characteristics among the problem types because of their nature. For instance, while crop planning models have been implemented for both perishable and non-perishable product types, there is a tendency to choose perishable products (especially grapes) among researchers in developing harvest planning problems. On the other hand, machinery management models seem to be more applicable to non-perishable products since most agricultural machinery (especially harvesters) are needed for grain (wheat, barley, oat, etc.) and other crops (sugarcane, cotton, corn, etc.) that require special equipment. Nevertheless, the mechanization in all agricultural production stages increases rapidly which has a potential to lead to new opportunities in optimization models for the planning of more machine-oriented and more diverse crop production systems.

---

## AUTHOR STATEMENT

### Statement of Research and Publication Ethics

This study has been prepared in accordance with scientific research and publication ethics.

### Author Contributions

The authors contributed equally to the study.

### Conflict of Interest

There is no conflict of interest for the authors or third parties arising from the study.

---

## REFERENCES

- Ahodo, K., Oglethorpe, D., Hicks, H. L., & Freckleton R. P. (2019). Estimating the farm-level economic costs of spring cropping to manage *Alopecurus myosuroides* (blackgrass) in UK agriculture. *The Journal of Agricultural Science*, 157, 318–332. <https://doi.org/10.1017/S0021859619000650>
- Ahumada, O., Villalobos, J.R. (2009). Application of planning models in the agri-food supply chain: A review. *European Journal of Operational Research*, 196 (1), 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.02.014>
- Albornoz, V. M., Véliz, M. I., Ortega, R., & Ortíz-Araya V. (2019). Integrated versus hierarchical approach for zone delineation and crop planning under uncertainty. *Annals of Operations Research*, 286, 617–634. <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03198-y>
- Albornoz, V. M., Zamora, G.E. (2020). Decomposition-based heuristic for the zoning and crop planning problem with adjacency constraints. *TOP*, 29, 248–265. <https://doi.org/10.1007/s11750-020-00580-z>
- Albornoz, V. M., Aranedo, L. C., & Ortega, R. (2021). Planning and scheduling of selective harvest with management zones delineation. *Annals of Operations Research*, 316(2), 873-890. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04112-1>
- Alfandari, L., Plateau, A., & Schepler, X. (2015). A branch-and-price-and-cut approach for sustainable crop rotation planning. *European Journal of Operational Research*, 241 (3), 872-879. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.09.066>
- Amaefule, D. O., Oluka, I. S., & Nwuba, U. E. I. (2018). Tillage Machinery Selection Model for Combined Noncontiguous Farms. *UNIZIK Journal of Engineering and Applied Sciences*, 14, 13-12. <https://journals.unizik.edu.ng/index.php/ujeas/article/view/1689>
- Amiama, C., Cascudo, N., Carpentre, L., & Cerdeira-Pen, A. (2015). A decision tool for maize silage harvest operations. *Biosystems Engineering*, 134, 94–104. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2015.04.004>



- Annetts, J., Audsley, E. (2002). Multiple objective linear programming for environmental farm planning. *The Journal of the Operational Research Society*, 53 (9), 933-943. <http://www.jstor.org/stable/822837>
- Arnaout, J-P.M., Maatouk, M. (2010). Optimization of quality and operational costs through improved scheduling of harvest operations. *International Transactions in Operational Research*, 17(5), 595–605. <https://doi.org/10.1111/j.1475-3995.2009.00740.x>
- Avanzini, E., Cawley, A., Vera, J., & Maturana, S. (2021). Comparing an expected value with a multistage stochastic optimization approach for the case of wine grape harvesting operations with quality degradation. *International Transactions in Operational Research*, 1-31. <https://doi.org/10.1111/itor.12982>
- Bakhtiari, A., Navid, H., Mehri, J., & Bochtis, D. (2012). Optimal route planning of agricultural field operations using ant colony optimization. *CIGR Journal*, 13 (4), 1-10. <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/1939>
- Behzadi, G., O’Sullivan, M.J., Olsen, T.L., & Zhang, A. (2018). Agribusiness supply chain risk management: a review of quantitative decision models. *Omega*, 79, 21-42. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2017.07.005>
- Bhatia, M., Rana, A. (2020). A mathematical approach to optimize crop allocation – a linear programming model. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 15 (2), 245-252. <https://doi.org/10.18280/ijdne.150215>
- Biswas, A., Pal, B. B. (2005). Application of fuzzy goal programming technique to land use planning in agricultural system. *Omega-international Journal of Management Science*, 33, 391-398. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.07.003>
- Bochtis, D. D., Sørensen, C. G. C., & Busato, P. (2014). Advances in agricultural machinery management: A review. *Biosystems Engineering*, 126, 69–81. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.07.012>
- Bochtis, D. D., Sorensen, C. A. G., & Kateris, D. (2019). Operations Management in Agriculture. Elsevier Science. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-06290-6>
- Bochtis, D. D., Vougioukas, S. G., (2008). Minimising the non-working distance travelled by machines operating in a headland field pattern. *Biosystems Engineering*, 101, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2008.06.008>
- Bohle, C., Maturana, S., & Vera, J. (2010). A robust optimization approach to wine grape harvesting scheduling. *European Journal of Operational Research*, 200 (1), 245-252. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.12.003>
- Camarena, E. A., Gracia, C., & Cabrera Sixto, J. M. (2004). A mixed integer linear programming machinery selection model for multifarm systems. *Biosystems Engineering*, 87(2), 145-154. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2003.10.003>
- Capitanescu, F., Marvuglia, A., Gutiérrez, T. N., & Benetto, E. (2017). Multi-stage farm management optimization under environmental and crop rotation constraints. *Journal of Cleaner Production*, 147, 197-205. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.076>

- Cortignani, R., Severini, S. (2012). A constrained optimization model based on generalized maximum entropy to assess the impact of reforming agricultural policy on the sustainability of irrigated areas. *Agricultural Economics*, 43(6), 621-633. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2012.00608.x>
- Dury, J., Schaller, N., & Garcia, F. (2012). Models to support cropping plan and crop rotation decisions. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32, 567–580. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0037-x>
- Edwards, G., Sørensen, C. G., Bochtis, D. D., & Munkholm, L. J. (2015). Optimised schedules for sequential agricultural operations using a Tabu Search method. *Computers and Electronics in Agriculture*, 117, 102-113. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.07.007>
- Ekman, S. (2000). IT information technology: Tillage system selection: A mathematical programming model incorporating weather variability. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 77(3), 267-276. <https://doi.org/10.1006/jaer.2000.0602>
- Fasakhodi, A. A., Nouri, S. H., & Amini, M. (2010). Water Resources Sustainability and Optimal Cropping Pattern in Farming Systems; A Multi-Objective Fractional Goal Programming Approach. *Water Resources Management*, 24, 4639–4657. <https://doi.org/10.1007/s11269-010-9683-z>
- Ferrer, J.-C., Mac Cawley, A., Maturana, S., Toloza, S., & Vera, J. (2008). An optimization approach for scheduling wine grape harvest operations. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 985-999. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.05.020>
- Filippi, C., Mansini, R., & Stevanato, E. (2017). Mixed integer linear programming models for optimal crop selection. *Computers & Operations Research*, 81, 26-39. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2016.12.004>
- Galán-Martín, A., Pozo, C., Guillén-Gosálbez, G., Vallejo A. A., & Esteller L. J. (2015). Multi-stage linear programming model for optimizing cropping plan decisions under the new Common Agricultural Policy. *Land Use Policy*, 48, 515-524. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.06.022>
- Glen, J. J. (1987). Mathematical models in farm planning: a survey. *Operations Research*, 35 (5), 641-666. <http://www.jstor.org/stable/171218>
- Gómez-Lagos, J. E., González-Araya, M. C., Soto-Silva, W. E., & Rivera-Moraga, M. M. (2021). Optimizing tactical harvest planning for multiple fruit orchards using a metaheuristic modeling approach. *European Journal of Operational Research*, 290(1), 297-312. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.08.015>
- Guan, S., Shikanai, T., Nakamura M., & Fukami, K. (2017). Mathematical Model and Solution for Land-Use Crop Planning with Cooperative Work. *6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*, Hamamatsu, Japan, 903-908. <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI.2017.110>

- Günder, M., Piatkowski, N., Von Rueden, L., Sifa, R., & Bauckhage, C. (2021). Towards Intelligent Food Waste Prevention: An Approach Using Scalable and Flexible Harvest Schedule Optimization with Evolutionary Algorithms. *IEEE Access*, vol. 9, pp. 169044-169055. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3137709>
- Hardaker, J. B., Pandey, S., & Patten, L.H. (1991). Farm planning under uncertainty: a review of alternative programming models. *Review of Marketing and Agricultural Economics, Australian Agricultural and Resource Economics Society*, vol. 59(01), pages 1-14. <http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.12460>
- Harel, B., Edan, Y., & Perlman, Y. (2022). Optimization Model for Selective Harvest Planning Performed by Humans and Robots. *Applied Sciences*, 12(5), 2507. <https://doi.org/10.3390/app12052507>
- Hayashi, K. (2000). Multicriteria analysis for agricultural resource management: a critical survey and future perspectives. *European Journal of Operational Research*, 122 (2), 486-500. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00249-0](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00249-0)
- He, P., Li, J., Wang, X. (2018). Wheat harvest schedule model for agricultural machinery cooperatives considering fragmental farmlands. *Computers and Electronics in Agriculture*, 14, 226–234. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.12.042>
- Heidari, M. D. Turner, I, Ardestani-Jaafari, A., & Pelletier, N. (2021). Operations research for environmental assessment of crop-livestock production systems. *Agricultural Systems*, 193, 103208. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103208>
- Herrera-Cáceres, C., Pérez-Galarce, F., Álvarez-Miranda, E., & Candia-Véjar, A. (2017). Optimization of the harvest planning in the olive oil production: A case study in Chile. *Computers and Electronics in Agriculture*, 141, 147-159. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.07.017>
- Huh, W. T., & Lall, U. (2013). Optimal crop choice, irrigation allocation, and the impact of contract farming. *Production and Operations Management*, 22(5), 1126– 1143. <https://doi.org/10.1111/poms.12007>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Retrieved from, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>
- Jami, N., Leithäuser, N., Weiß, C. (2021). Allocating Small Transporters to Large Jobs. *Algorithms*, 15, 60. <https://doi.org/10.3390/a15020060>
- Jena, S. D., Poggi, M. (2013). Harvest planning in the Brazilian sugar cane industry via mixed integer programming. *European Journal of Operational Research*, 230(2), 374-384. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.04.011>
- Kay, R. D., Edwards, W. M., & Duffy, P. A. (2008). *Farm management*. Published by McGraw-Hill. Sixth edition.

- Leteinturier, B., Herman, J., Longueville, F.D., Quintin, L., & Oger, R. (2006). Adaptation of a crop sequence indicator based on a land parcel management system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 112(4), 324–334. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.07.011>
- López-Baldovin M.J., Gutierrez-Martin C., & Berbel J. (2006). Multicriteria and multiperiod programming for scenario analysis in Guadalquivir River irrigated farming. *Journal of the Operational Research Society*, 57, 499–509. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602029>
- Lowe, T. J., Preckel, P.V. (2004). Decision technologies for agribusiness problems: A brief review of selected literature and a call for research. *Manufacturing & Service Operations Management*, 6 (3), 201-208. <https://doi.org/10.1287/msom.1040.0051>
- Lucas, M. T., Chhajer, D. (2004). Applications of location analysis in agriculture: A survey. *The Journal of the Operational Research Society*, 55 (6), 561-578. <http://www.jstor.org/stable/4101960>
- Mohamed, M. A., Kheiry, A. N., Rahama, A. E., & Alameen, A. A. (2017). Optimization model for machinery selection of multi-crop farms in elsuki agricultural scheme. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (TURJAF)*, 5 (7), 739. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i7.739-744.1144>
- Montazar, A. A. (2011). decision tool for optimal irrigated crop planning and water resources sustainability. *Journal of Global Optimization*, 55, 641–654. <https://doi.org/10.1007/s10898-011-9803-1>
- Nematollahi, M., Tajbakhsh, A. (2020). Past, present, and prospective themes of sustainable agricultural supply chains: a content analysis. *Journal of Cleaner Production*, 271, 122201. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122201>
- Pakawanich, P., Udomsakdigool, A., Khompatraporn, C. (2021). Crop production scheduling for revenue inequality reduction among smallholder farmers in an agricultural cooperative. *Journal of the Operational Research Society*, 73 (12), 2614-2625. <https://doi.org/10.1080/01605682.2021.2004946>
- Pal, B. B., Chakraborti, D., & Biswas, P. (2009). A genetic algorithm based hybrid goal programming approach to land allocation problem for optimal cropping plan in agricultural system. *International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)*, Peradeniya, Sri Lanka,. 181-186. <https://doi.org/10.1109/ICIINFS.2009.5429867>
- Pal, B. B., Kumar, M., & Sen, S. (2010). A priority based interval-valued Goal Programming approach for land utilization planning in agricultural system: A case study. *Second International conference on Computing, Communication and Networking Technologies*, Karur, India, 1-9. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT.2010.5591814>
- Rădulescu, M., Rădulescu, C. Z., & Zbăganu, G. (2011). A portfolio theory approach to crop planning under environmental constraints. *Annals of Operations Research*, 219, 243–264. <https://doi.org/10.1007/s10479-011-0902-7>

- Rodias, E., Berruto, R., Busato, P., Bochtis, D., Sørensen, C., & Zhou, K. (2017). Energy Savings from Optimised In-Field Route Planning for Agricultural Machinery. *Sustainability*, 9(11), 1956. <https://doi.org/10.3390/su9111956>
- Santos L. M. R., Munari P., Costa A. M., & Santos R. H. S. (2015). A branch-price-and-cut method for the vegetable crop rotation scheduling problem with minimal plot sizes. *European Journal of Operational Research*, 245, pp. 581-590. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.03.035>
- Savin, L., Matic-Kekic, S., Dedovic, N., Simikic, M., & Tomic, M. (2014). Profit maximisation algorithm including the loss of yield due to un certain weather events during harvest. *Biosystems Engineering*, 123, 56-67. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.05.002>
- Sethanan, K., Neungmatcha, W. (2016). Multi-objective particle swarm optimization for mechanical harvester route planning of sugarcane field operations. *European Journal of Operational Research*, 252(3), 969–984. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.01.043>
- Søgaard, H. T., Sørensen, C. G., 2004. A model for optimal selection of machinery sizes within the farm machinery system. *Biosystems Engineering*, 89 (1), 13–28. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2004.05.004>
- Solano, N. E. C., Llinás, G. A. G., & Montoya-Torres, J. R. (2022). Operational model for minimizing costs in agricultural production systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, 197. 106932. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106932>
- Sørensen, C. G., Halberg, N., Oudshoorn, F. W., Petersen, B. M., & Dalgaard, R. (2014). Energy inputs and GHG emissions of tillage systems. *Biosystems Engineering*, 120, 2-14. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.01.004>
- Telles L. A. D. A., Arroyo J. E. C., Binoti D. H. B., Lorenzon A. S., Santos A. R. D., Domingues G. F., Resende R. T., Marcatti G. E., Gonzales D. G. E., Castro N. L. M. D., Mota P. H. S., Oliveira B. D. A., & Silva M. L. D. (2021). When, where and what cultivate: An optimization model for rural property planning. *Journal of Cleaner Production*, 290, 125741. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125741>
- Turner, A. P., Sama, M. P., McNeill, L. S., Dvorak, J. S., Mark, T., & Montross, M. D. (2019). A discrete event simulation model for analysis of farm scale grain transportation systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, 167, 105040. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105040>
- Huh W. T., Lall U. (2013). Optimal crop choice, irrigation allocation, and the impact of contract farming. *Production and Operations Management*, 22, 1126–1143. <https://doi.org/10.1111/poms.12007>
- Wang Y., Huang G. Q. (2022a). A two-step framework for dispatching shared agricultural machinery with time window. *Computer and Electronics in Agriculture* 192, 106607. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106607>

- Wang Y., Huang G. Q. (2022b). Harvester scheduling joint with operator assignment. *Computer and Electronics in Agriculture*, 202, 107354.
- Wishon, C., Villalobos, J.R., Mason, N., Flores, H., & Lujan, G. (2015). Use of MIP for planning temporary immigrant farm labor force. *International Journal of Production Economics*, 170, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.09.004>
- Wijnands, E. (1999). Crop rotation in organic farming: theory and practice. In: Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings from an international workshop. Danish Research Centre for Organic Farming, 21–35. <https://orgprints.org/id/eprint/3056/>
- Varas, M., Basso, F., Maturana, S., Osorio, D., & Pezoa, R. (2020). A multi-objective approach for supporting wine grape harvest operations. *Computers & Industrial Engineering*, 145, 106497. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106497>
- Verlinden, O. A. B., Van Oudheusden D. (2009). Infield logistics planning for crop-harvesting operations. *Engineering Optimization* 41, (2), 183-197. <https://doi.org/10.1080/03052150802406540>
- Zhang, W., Zhao, B., Zhou, L., Wang, J., Qiu, C., Niu, K., & Wang, F (2022). Harvester Maintenance Resource Scheduling Optimization, Based on the Combine Harvester Operation and Maintenance Platform. *Agriculture*, 12, 1433. <https://doi.org/10.3390/agriculture12091433>

## Yazar Rehberi

Dergiye gönderilen makalelerin aşağıdaki kurallara uygun olarak hazırlanması gerekmektedir. Şekil şartlarını sağlamayan makaleler değerlendirmeye alınmazlar. Makalelerin linkte verilen şablona göre hazırlanması gerekmektedir.

### İlk Gönderim

- Gönderilen makale önceden yayınlanmamış ve herhangi bir dergide değerlendirilme sürecinde olmamalıdır.
- Makale, Dergi'nin <<https://dergipark.org.tr/tr/pub/huniibf>> adresinden DergiPark'a üye olunarak, yazar(lar)ın isim(ler)i eklenmeden ve makalede yazar(lar)ı belli edecek ibareler içermeyecek şekilde gönderilmelidir.
- Yazar(lar) makalenin güncel durumunu DergiPark üzerinden takip edebilir(ler).
- Yazarlar, yazar isimlerinin silindiği makaleleriyle birlikte kapak sayfası göndermelidir. Kapak sayfasında, makalenin adı, tüm yazarların adı, iletişim bilgileri ve ORCID numaraları, sorumlu yazar, yazar katkıları, çıkar çatışması, varsa etik kurul onayı ve finansal destek bilgisi verilmelidir.
- Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olmalıdır. İntihal tespit yazılımı (iThenticate, Turnitin vb.) kullanılarak alınan makale özgünlük raporu Dergipark'a makale ile birlikte yüklenmelidir. Kaynakça hariç toplam benzerlik oranı %20'nin altında, tek makaleyle benzerlik ise %4'ün altında olmalıdır.
- Anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen her türlü araştırma için etik kurul onayı gerekmektedir. Araştırmada "Etik Kurul Onayı" alınması gerekli ise; makalenin "Gereç ve Yöntem" bölümünde Etik Kurul onayına ilişkin bilgiler (etik kurulun adı, onay belgesinin numarası ve tarihi) belirtilmelidir. Etik kurul onayı olmayan çalışmalar değerlendirmeye alınmazlar.
- Daha önce bir konferansta sunulmuş ve tam metni ya da genişletilmiş özeti yayınlanmış çalışmalar değerlendirmeye alınmazlar.
- Yazar(lar), makalenin kabul edilmesi ve yayımlanması durumunda, telif haklarının Hacettepe Üniversitesi'ne devredilmesini kabul etmiş sayılır, yazar(lar)a telif ücreti ödenmez.
- Dergimize gönderilen makalelerde tüm yazarların ORCID® numaralarını eklemeleri gerekmektedir.
- Dergimize değerlendirilmek üzere makale gönderen yazarlar dergimizde başka makaleler için hakemlik yapmayı kabul etmiş sayılırlar.

### Revizyon sonrası Gönderim

- Hakem değerlendirme sürecinden sonra makalelerini revize etmeleri istenen yazarların makalenin yeni versiyonunu bir ay içinde sisteme yüklemeleri gerekmektedir. Revizyonların kapsamının büyük olması durumunda ek süre talep edilebilir.
- Revize dosya ile birlikte, yapılan değişikliklerin listesini içeren bir dosya da gönderilmelidir. Hakeme cevap dosyası her bir hakemin değerlendirmesi için ayrı ayrı yapılmalı, hakemlerin yönelttiği her yoruma karşılık verilen cevaplar ve yapılan düzeltmeler ayrıca gösterilmelidir. Bu dosya gönderilmeden revize makale hakemlere gönderilmemektedir.

### Yazım Kuralları

- Makale, Türkçe veya İngilizce olabilir. Her makalede, ana başlığın hemen altında, makalenin amaç ve önemini, uygulanan metodolojiyi, temel bulgular ve muhtemel politika tavsiyelerini içeren Türkçe ve İngilizce olmak üzere 150-200 kelimeyi aşmayan öz/abstract yer almalıdır. Öz/Abstract altında, makalenin yazındaki yerine dair yönlendirmede bulunacak en az üç ve en çok altı anahtar sözcükler/keywords bulunmalıdır. İngilizce başlık, özet, ana metin ve anahtar kelimeler küresel bir izleyici tarafından kolayca anlaşılabilir bir yüksek dil seviyesinde sunulmalıdır. Makale, Ana Başlık, Öz/Abstract, Anahtar Sözcükler/Keywords, Makale Metni, Notlar ve Kaynakça sırası ile kaleme alınmış olmalıdır.
- Makale, kaynakça ve sonnotlar dahil, 8.000 kelimeyi geçmemeli, A4 boyutunda Word dosyasına 2 satır aralıklı, soldan 3 cm, sağdan 3 cm, üstten 3,5 cm ve alttan 4 cm olacak şekilde düzenlenmelidir.
- Tablo ve şekillere başlık ve numara verilmeli, başlıklar tablo, şekil ve grafiklerin üzerinde yer almalı, kaynaklar ise tablo, şekil ve grafiklerin altına yazılmalıdır. Tablo çizimlerinde dikey çizgi kullanılmamalı, yatay çizgiler de sadece başlıkları ayırmak için kullanılmalıdır.
- Rakamlarda ondalık kesirler nokta ile ayrılmalıdır. Denklemlere verilecek sıra numarası parantez içinde sayfanın sağında yer almalıdır. Denklemlerin türetilişi, yazıda açıkça gösterilmemişse, hakemlerin değerlendirmesi için, türetme işlemi bütün basamaklarıyla ayrı bir sayfada verilmelidir.
- Makalenin alt başlıkları, ilk harfi büyük olmak üzere küçük harflerle, koyu ve sol marjdan başlamak üzere yazılmalıdır.
- Dipnotlar, makalenin sonuna, kaynakçadan önce eklenmelidir.

### Metin İçi Alıntı ve Kaynak Gösterimi

- Metinde atıfta bulunulan bütün kaynaklar, kaynakçada belirtmeli, atıf yapılmayan kaynaklar, kaynakçaya konulmamalıdır. Kaynaklar, ayrı bir sayfada soyadına göre alfabetik sırayla yazılmalıdır. Dergi ve derlemelerdeki makalelerin sayfa numaraları belirtilmelidir.



- Metin içi alıntılama ve kaynak gösteriminde, APA (American Psychological Association) kaynak sitili kullanılmalıdır. Metin içi alıntı ve atıflar APA 7.versiyona göre yapılmalıdır. Bazı örnek durumlar aşağıda verilmiştir. Diğer durumlar için aşağıdaki bağlantıdan yararlanabilirsiniz:

American Psychological Association. (2020). Publication Manual of the American Psychological Association (7th ed.). Washington, DC: APA. <https://apastyle.apa.org/>

- Kaynaklara atıflar, metin içinde açılacak ayraçlarla yapılmalıdır. Ayraç içindeki sıra şöyle olmalıdır: Yazar(lar)ın soyadı, kaynağın yılı, sayfa numaraları.
- APA 7'ye göre 1 veya 2 Yazarlı atıflar için metin içi her alıntıda yazar isimleri dahil edilmelidir.
- APA 7'ye göre 3 veya daha fazla yazarlı atıflar için metin içi ilk atıf dahil olmak üzere her atıfta (İlk yazar, vd., yıl) şeklinde atıf verilmelidir.

Karşılaşılabilecek farklı durumlar şöyle örneklenebilir:

.....ifade edilmiştir (Wilson, 2011).

.....ifade edilmiştir (Watson ve Hassett, 2003).

.....belirtilmiştir (Wollmann vd., 2012).

İngilizce makaleler için (Wollmann et al., 2012).

Doğrudan alıntılarda sayfa numarası belirtilmelidir.

.....Dollery (2008a, s.15) ileri sürmektedir.

.....(Wollmann vd., 2012, s.126).

### **Tüzel Yazarlı Çalışmalar**

#### **İlk atıf**

(Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2020)

(World Trade Organization [WTO], 2020)

#### **İkinci ve sonraki atıflar**

(TÜİK, 2020)

(WTO, 2020)

#### **Alıntı cümle içerisinde yapılıyorsa**

#### **İlk atıf**

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2020)

World Trade Organization (WTO, 2020)

#### **İkinci ve sonraki atıflar**

TÜİK (2020)

WTO (2020)

## Kaynak Gösterimi

### Dergiler:

- APA 7 sürümüne göre makaleler için kaynak gösterimi genel olarak aşağıdaki gibidir.
- Yazarın Soyadı, Yazarın Adının ilk harfi., İkinci Yazarın Soyadı, Adının İlk Harfi & Üçüncü yazarın soyadı, adının ilk harfi (Yıl). Makalenin başlığı. *Derginin Adı*, *cilt(sayı)*, sayfalar. <https://doi.org/xx.xxx/yyyy>
- APA 7'ye göre çalışmanın başlığının ilk harfi büyük, diğerleri küçük olmalıdır. Dergi adlarının ise ilk harfleri büyük olmalıdır.
- Cilt numarası italik, sayı numarası ise normal punto ile yazılmalıdır.
- Kaynakçada, aşağıdaki örneklenen biçim kurallarına uyulmalıdır:

### Tek Yazarlı Makale

Goldsmith, M. (1993). The Europeanisation of local government. *Urban Studies*, 30(4), 683-699.

### İki Yazarlı Makale

Hayfield, T., & Racine, J. S. (2008). Nonparametric econometrics: The np package. *Journal of Statistical Software*, 27, 1(32). <http://www.jstatsoft.org/v27/i05/>

### Kitaplar:

Panara, C., Varney, M. (2013). *Local government in Europe: The 'Fourth Level' in the EU Multilayered System of Governance*. Routledge.

**Derlemeler:** Krugman, P. (1995). The move toward free trade zones. In P. King (ed.), *International Economics and International Economic Policy: A Reader*. McGraw-Hill, Inc., 163-182.

Pollitt, C., & Bouckaert, G. (2003). Evaluating public management reforms: An international perspective. In H. Wollmann (ed.), *Evaluation Public-Sector Reform: Concepts and Practice in International Perspective*. Edward Elgar Publishing, Inc., 12-35.

### Diğer Kaynaklar:

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (2014). *Kredi kartı işlemlerinde uygulanacak azami faiz oranları*. Basın Duyurusu. 05.01.2020 tarihinde <https://www.tcmb.gov.tr> adresinden erişilmiştir.

### Veri Tabanı:

Türkiye İstatistik Kurumu (2020). Gelir ve yaşam koşulları araştırması [Veri Seti]. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Gelir-ve-Yasam-Kosullari-Arastirmasi-Bolgesel-Sonuclari-2020-37405>

## Guide for Authors

The articles sent to the journal should be prepared in accordance with the following rules. Articles that do not meet the format requirements will not be evaluated. Articles should be prepared according to the template given in the link.

<https://dergipark.org.tr/tr/download/journal-file/25053>

### First Submission

- The submitted article should not have been previously published and should not be in the process of being evaluated in any journal.
- The article is the Journal's , without adding the name(s) of the author(s) and without any phrases to identify the author(s) in the article.
- The author(s) can follow the current status of the article on DergiPark.
- Authors should send a title page with their articles in which the names of the authors have been deleted. The title page should include the name of the article, the names of all authors, contact information and ORCID numbers, responsible author, author contributions, conflict of interest, ethics committee approval, if any, and financial support information.
- The article should be in accordance with research and publication ethics. The originality report of the article obtained by using plagiarism detection software (iThenticate, Turnitin etc.) should be uploaded to Dergipark together with the article. The total similarity rate excluding the bibliography should be below 20%, and similarity with a single article should be below 4%.
- Ethics committee approval is required for all kinds of research conducted with qualitative or quantitative approaches that require data collection from participants by using survey, interview, focus group work, observation, experiment and interview techniques. If "Ethics Committee Approval" is required for the research; In the "Materials and Methods" section of the article, information regarding the approval of the Ethics Committee (name of the ethics committee, number and date of the approval document) should be stated. Studies without ethics committee approval will not be evaluated.
- Studies that have previously been presented at a conference and whose full text or extended summary have been published are not considered.
- In case the article is accepted and published, the author(s) is deemed to have accepted the transfer of copyrights to Hacettepe University, and no royalties are paid to the author(s).
- All authors are required to include their ORCID® numbers in the articles submitted to our journal.
- Authors who submit articles to our journal for evaluation are deemed to have accepted to act as referees for other articles in our journal.

## Revisions

- Authors who are asked to revise their articles after the peer-review process are required to upload the new version of the article to the system within one month. Additional time may be requested if the scope of revisions is large.
- A file with a list of changes made should be sent along with the revised file. The referee's response file should be made separately for each referee's evaluation, and the answers and corrections made in response to each comment made by the referees should be shown separately. The revised article is not sent to the referees before this file is sent.

## Manuscript Preparation

- The article can be in Turkish or English. In each article, just below the main title, there should be an abstract of 150-200 words in Turkish and English, including the purpose and importance of the article, the methodology applied, the main findings and possible policy recommendations. Under the Abstract, there should be at least three and most six keywords/keywords that will guide the article's place in the literature. The English title, abstract, main text and keywords should be presented at a high language level that is easily understandable by a global audience. The article should be written in the order of Main Title, Abstract, Keywords, Article Text, Notes and Bibliography.
- The article, including the bibliography and endnotes, should not exceed 8,000 words, should be arranged in an A4 size Word file with 2-line spacing, 3 cm from the left, 3 cm from the right, 3.5 cm from the top and 4 cm from the bottom.
- Tables and figures should be titled and numbered. Titles should be above tables, figures, and graphics. References should be written under tables, figures, and graphics. Vertical lines should not be used in table drawings, and horizontal lines should only be used to separate headings.
- Decimal fractions in numbers should be separated by periods. The sequence number to be given to the equations should be placed in parentheses on the right of the page. If the derivation of the equations is not clearly shown in the article, the derivation process should be given on a separate page for the evaluation of the referees.
- Subheadings of the article should be written in lowercase letters, the first letter being uppercase, bold and starting from the left margin.
- Footnotes should be added at the end of the article, before the bibliography.

## Citations and References

- All sources cited in the text should be cited in the bibliography, and uncited sources should not be included in the bibliography. References should be written in alphabetical order by surname on a separate page. Page numbers of articles in journals and reviews should be specified.
- APA (American Psychological Association) reference style should be used for in-text citation and reference. In-text citations and references should be made according to APA version 7. Some example cases are given below. For other cases, you can use the link below:

American Psychological Association. (2020). Publication Manual of the American Psychological Association (7th ed.). Washington, DC: APA. <https://apastyle.apa.org/>

- References should be made with parentheses to be opened in the text. The order in parentheses should be: Author(s) surname, year of reference, page numbers.
- According to APA 7, for citations with 1 or 2 Authors, the names of the authors should be included in each in-text citation.
- According to APA 7, for citations with 3 or more authors, each citation should be cited as (First author, et al., year), including the first in-text citation.

Examples of different situations that may be encountered are as follows:

..... has been expressed (Wilson, 2011).

..... has been expressed (Watson & Hassett, 2003).

..... specified (Wollmann et al., 2012).

Page numbers should be indicated in direct quotations.

..... Dollery (2008a, p.15) argues.

..... (Wollmann et al., 2012, p.126).

### **Studies by Institutions**

First reference

(Turkish Statistical Institute [TUIK], 2020)

(World Trade Organization [WTO], 2020)

Second and subsequent citations

(TUIK, 2020)

(WTO, 2020)

If the quote is in a sentence

First reference

Turkish Statistical Institute (TUIK, 2020)

World Trade Organization (WTO, 2020)

Second and subsequent citations

TUIK (2020)

WTO (2020)

### **References**

#### **Journals:**

- According to the APA 7 version, the references for the articles are generally as follows.

Author's Surname, Author's First Letter., Second Author's Surname, First Letter & Third Author's

Surname, First Letter (Year). The title of the article. *Name of Journal*, volume (issue), pages. <https://doi.org/xx.xxx/yyyy>

- According to APA 7, the first letter of the title of the study should be capitalized and the rest should be lowercase. The first letters of the journal names should be capitalized.
- The volume number should be written in italics and the issue number should be written in normal font.
- In the bibliography, the following exemplary format rules should be followed:

**Single Author:**

Goldsmith, M. (1993). The Europeanisation of local government. *Urban Studies*, 30(4), 683-699.

**Article by Two Authors:**

Krugman, P., & Venables, A.J. (1995). Globalization and the inequality of nations. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(4), 857–880. <https://doi.org/10.2307/2946642>

**Books:**

Panara, C., & Varney, M. (2013). *Local government in Europe: The 'Fourth Level' in the EU Multilayered System of Governance*. Routledge.

**Compilations:**

Krugman, P. (1995). The move toward free trade zones. In P. King (Ed.), *International Economics and International Economic Policy: A Reader* (pp. 163-182). McGraw-Hill, Inc.

Shah, T. H. (2018). Big data analytics in higher education. In S. M. Perry (Ed.), *Maximizing social science research through publicly accessible data sets* (pp. 38-61). IGI Global.

**Other Resources:**

Central Bank of the Republic of Turkey (2014). Maximum interest rates applicable to credit card transactions. Press Release. Retrieved September 5, 2014-6 from <https://www.tcmb.gov.tr>

**Database:**

Turkish Statistical Institute (2020). Income and living conditions survey.

<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Gelir-ve-Yasam-Kosullari-Arastirmasi-Bolgesel-Sonuclari-2020-37405152>