

Doğu Akdeniz Bölgesinde Buğday ve Mısır Üretiminde Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbondioksit Emisyonunun Belirlenmesi

Hamza KUZU^{1*}, Mehmet Emin BİLGİLİ², Ali AYBEK³, Mehmet ÖZEKİN⁴

^{1,3,4}Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

²Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana

¹<https://orcid.org/0000-0001-8585-4467>

²<https://orcid.org/0000-0002-4191-0540>

³<https://orcid.org/0000-0003-3036-8204>

⁴<https://orcid.org/0009-0003-3768-0927>

*Sorumlu yazar: kuzuhamza@hotmail.com

Araştırma Makalesi

ÖZ

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 03.10.2023

Kabul tarihi: 11.12.2023

Online Yayınlanma: 11.03.2024

Anahtar Kelimeler:

Doğu Akdeniz Bölgesi

Buğday

Mısır

Yakıt tüketimi

Karbondioksit emisyonu

İklim değişikliği, etkisi artarak devam eden küresel çapta ciddi bir sorun olmaktadır. Bu sorunda tarımsal üretimde oluşan sera gazı emisyonlarının da payı vardır. Hükümetler, sera gazı emisyonlarının azaltılması için politikalar geliştirmektedir. Bu nedenle tarımsal üretimde gerçekleşen sera gazı emisyonlarını belirlemek için araştırmaların yapılması önemli hale gelmektedir. Bu çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde buğday ve mısır üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan karbondioksit emisyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yakıt esaslı CO₂ emisyonu hesaplama yöntemi ile 2018-2022 yılları arasında gerçekleşen ortalama CO₂ emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO₂ emisyonu sırasıyla buğday üretiminde 154,50 ktCO₂, 26,60 g_{yakıt} kg_{ürün}⁻¹ ve 90,49 g_{CO2} kg_{ürün}⁻¹ olarak, mısır üretiminde ise 58,66 ktCO₂, 10,71 g_{yakıt} kg_{ürün}⁻¹ ve 36,44 g_{CO2} kg_{ürün}⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bölgede yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu; buğday üretiminde en fazla nakliye en düşük ekim işleminde, mısır üretiminde ise en fazla toprak işlemede, en düşük ise gübreleme işleminde gerçekleştiği saptanmıştır. Konuya ilişkin bazı öneriler çalışmanın sonuç bölümünde sunulmuştur.

Determination of Carbon Dioxide Emission from Fuel Consumption for Wheat and Corn Production in the Eastern Mediterranean Region

Research Article

ABSTRACT

Article History:

Received: 03.10.2023

Accepted: 11.12.2023

Published online: 11.03.2024

Keywords:

Eastern Mediterranean region

Wheat

Corn

Fuel consumption

Carbon dioxide emission

Climate change is a serious global problem whose impact continues to increase. Greenhouse gas emissions generated in agricultural production also contribute to this problem. Governments are developing policies to reduce greenhouse gas emissions. Therefore, it becomes important to conduct research to determine greenhouse gas emissions in agricultural production. This study aimed to determine the carbon dioxide emissions related to fuel consumption for wheat and corn production in the Eastern Mediterranean Region. According to the fuel based CO₂ emission calculation method in the Eastern Mediterranean Region, between 2018-2022 average the CO₂ emission, the specific fuel consumption and the specific CO₂ emission were determined as 154.50 ktCO₂, 26.60 g_{fuel} kg_{product}⁻¹ and 90.49 g_{CO2} kg_{product}⁻¹ in wheat production, and 58.66 ktCO₂, 10.71 g_{fuel} kg_{product}⁻¹ and 36.44 g_{CO2} kg_{product}⁻¹ in corn production, respectively. It has been determined that fuel consumption and CO₂ emissions in the region occurs at the highest transportation at the lowest planting process in wheat production, at the highest soil tillage at the lowest fertilization process in corn production. Some suggestions on the subject are presented in the conclusion section of the study.

To Cite: Kuzu H., Bilgili ME., Aybek A., Özekin M. Doğu Akdeniz Bölgesinde Buğday ve Mısır Üretiminde Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbondioksit Emisyonunun Belirlenmesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2024; 7(2): 684-693.

1. Giriş

Gelişmekte olan ülkeler artan nüfusunu beslemek ve ekonomik kalkınmayı sağlamak için daha fazla tarımsal üretim gerçekleştirmekte ve enerji ihtiyacını genel olarak ucuz bir enerji olan fosil yakıtlardan karşılamaktadır. Özellikle sanayi devriminden sonra süregelen enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için fosil yakıtların kullanımında yaşanan artış ekonomik büyümenin yanında, atmosfere salınan karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve nitroksit (N₂O) gibi sera gazlarında ciddi bir artışa neden olmuş ve günümüzde sıkça tartışılan küresel ısınma ve iklim değişikliği sorununa yol açmıştır (Çelik ve ark., 2017; Özçağ ve ark., 2017; Massey ve ark., 2019).

Sera gazlarının etkisiyle yaşanan küresel ısınmanın sonucunda oluşan iklim değişikliği, tüm dünya ülkelerini yakından ilgilendiren önemli bir sorundur. Özellikle sanayi devrimi sonrasında yoğun üretim ve tüketim ile birlikte doğal bir süreç olarak ilerleyen iklim değişikliği, insan faaliyetleri ile ivme kazanmıştır (Aydın, 2023). Yarı kurak bölgede olması nedeniyle Türkiye, iklim değişikliği etkilerine en hassas ülkelerden birisi olup, gelecekte daha sıcak, kurak ve yağışlar açısından daha belirsiz bir iklim yapısına sahip olacağı beklenmektedir (IPCC, 2013). İklim değişikliğinin, yağış rejiminin değişmesi, sıcaklık artışları, kuraklık, çölleşme ve doğal afetler gibi olumsuz etkileri tarımda verimlilik ve büyüme oranlarını etkileyerek ekonomi üzerinde de önemli bir tehdit unsuru oluşturmaktadır (Hayaloğlu, 2018). Bu süreci durdurmadan sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak ve tarımsal üretimde verimsizliği ortadan kaldırmak kolay olmayacaktır (Smagulova ve ark., 2017).

Tarım, insanların beslenme ve barınma ihtiyaçlarını karşılayan, sanayiye ham madde sağlayan ve dolayısıyla ülkenin ekonomik kalkınmasına katkı yapan bir sektör olmaktadır. İklim değişikliğine bağlı olarak oluşan seller, sıcak hava dalgaları ve fırtınalar tarım sektörüne ve ekosistemine zarar vermektedir (Hayaloğlu, 2018). Bu durum ekolojik, sosyal ve ekonomik açıdan ciddi olumsuzluklara yol açmaktadır (Aydın ve Aktuz, 2023). Ayrıca tarım sektörü, tohumun hazırlanmasından hasada ve hasat sonrası ürünlerin depolanmasına kadar üretimin her aşamasında oluşan sera gazı emisyonları ile iklim değişikliğini tetiklemektedir (Lal, 2004). Başka bir ifade ile tarım iklim değişikliğinden hem etkilenen hem de iklim değişikliğini tetikleyen bir sektör olmaktadır. Tarımsal üretimde enerji kaynağı olarak yakıt ve motor yağı kullanımı, tarımsal uygulamalara uygun güç ve tasarımda tarım alet ve makinalarının seçilmemesinden kaynaklanan motorların aşırı yüklenmesi gibi nedenlerle egzoz emisyonlarındaki zararlı maddeler ve dumanlar atmosfere salınmakta ve doğal ekosistemi kirletmektedir (Öztürk ve Vulkan, 2017). Artan nüfusa yeterli düzeyde gıda sağlamak için daha fazla tarımsal üretim yapılmaktadır. Bu nedenle sera gazı emisyonlarının doğal ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri artmaktadır.

2030 yılına kadar küresel sera gazı emisyonlarında yaklaşık %50 oranında bir artış olacağı öngörülmektedir (Verge ve ark., 2007). Küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %20'si tarım

sektöründen kaynaklanmaktadır (Ritchie ve ark., 2020). Türkiye’de ise tarımsal üretimden kaynaklı sera gazı emisyonları 1990 yılında 46,1 MtCO₂ iken 2021 yılında ise 72,1 MtCO₂ olarak belirlenmiş olup, %56,5 oranında bir artış olduğu saptanmıştır (TÜİK, 2023a). İnsan faaliyetleri ile oluşan sera gazı emisyonlarının neden olduğu iklim değişikliğinin önlenmesi amacıyla tüketim alışkanlıkları gözden geçirilmeli, sınırlı kaynaklar ihtiyaç düzeyinde kullanılmalı ve tarım alanlarının sürdürülebilir kullanımı sağlanmalıdır (Dellal ve ark., 2011; Akalın, 2014). Sürdürülebilir bir tarımsal üretim için üretim süreçlerinde enerji daha verimli kullanılmalı ve fosil yakıt kullanımı azaltılmalıdır. Daha az fosil enerji kaynakları kullanarak sera gazı emisyonlarını azaltacak, daha verimli sürdürülebilir üretim sistemleri geliştirilmelidir (Öztürk, 2017). Tarımsal üretimde, sera gazı emisyonlarının önemli bir kaynağı olan fosil yakıtlar dikkate alınarak iklim değişikliğiyle mücadelede, sera gazı emisyonlarındaki artışın kontrol edilmesi ve azaltılmasına yönelik araştırmalar yapılmaktadır (Gołasa ve ark., 2021). Bu nedenle tarımsal üretimle ortaya çıkan sera gazı emisyonlarını belirlemek için analizlerin yapılması giderek önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesi’nde buğday ve mısır bitkilerinin yetiştirilmesinde enerji kaynağı olarak kullanılan yakıt tüketimine bağlı oluşan karbondioksit emisyonu değerleri belirlenmiş, ayrıca konuya ilişkin bazı öneriler sunulmuştur

2. Materyal ve Metot

Doğu Akdeniz Bölgesi, Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye illerini kapsamaktadır. Bölge, Türkiye’nin sulu tarıma elverişli verimli toprak yapısı ve üretim potansiyeli ile en bereketli tarım topraklarına sahip ovalardan oluşmaktadır. Bölgede sulu tarım yaygın olup, iklim yapısından dolayı yılda 2-3 ürün almak mümkündür. Toprak ve iklim özelliklerinin sağladığı avantajlar sayesinde, bölgede birçok tarla bitkisinin üretimi yapılabilmektedir. Çalışmada, bölgede yaygın yetiştirilen buğday ve mısır (dane) bitkileri seçilmiştir. Doğu Akdeniz Bölgesi’nde yıllara göre buğday ve mısır için üretim alanları, üretim miktarları ve verim değerleri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerinden alınmıştır (Tablo 1 ve Tablo 2). Doğu Akdeniz Bölgesi’nde yaygın yetiştirilen buğday ve mısır için yıllara göre toplam üretim alanları, üretim miktarları ve verim değerleri ise Tablo 3’te verilmiştir. Ortalama değerler bölgedeki illerin 5 yıllık (2018-2022) verilerinin ortalamasını ifade etmektedir.

Bölgede son beş yılda buğday için; üretim alanları yaklaşık 442000-497000 ha arasında, üretim miktarları yaklaşık 1541000-1922000 ton arasında ve ürün verim değerleri ise yaklaşık 3,4-4,1 ton ha⁻¹ arasında değişmektedir (Tablo 1). Mısır üretim alanları yaklaşık 139000-182000 ha arasında, üretim miktarları yaklaşık 1390000-1818000 ton arasında ve ürün verim değerleri ise yaklaşık 9,9-10,8 ton ha⁻¹ arasında olduğu görülmektedir (Tablo 2).

Doğu Akdeniz Bölgesi’nde buğday ve mısır bitkilerinin toplam üretim alanları yaklaşık 583000-644000 ha arasında, üretim miktarları yaklaşık 2930000-3580000 ton arasında ve ürün verim değerleri ise yaklaşık 5-5,7 ton ha⁻¹ arasında değişmektedir (Tablo 3).

Tablo 1. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yıllara göre ortalama buğday üretim alanları, üretim miktarları ve verim değerleri (TÜİK, 2023b)

Yıllar	Üretim alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)	Verim (ton ha ⁻¹)
2018	496425	1754680	3,53
2019	444008	1541215	3,47
2020	490587	1773610	3,62
2021	473902	1921950	4,06
2022	442330	1576517	3,56
Ortalama	469450	1713594	3,65

Tablo 2. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yıllara göre ortalama mısır üretim alanları, üretim miktarları ve verim değerleri (TÜİK, 2023b)

Yıllar	Üretim alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)	Verim (ton ha ⁻¹)
2018	147616	1592884	10,79
2019	139439	1390386	9,97
2020	147421	1590392	10,79
2021	154644	1657157	10,72
2022	181507	1818031	10,02
Ortalama	154125	1609770	10,46

Tablo 3. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yıllara göre buğday ve mısır bitkilerinin toplam üretim alanları, üretim miktarları ve verim değerleri (TÜİK, 2023b)

Yıllar	Üretim alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)	Verim (ton ha ⁻¹)
2018	644041	3347564	5,20
2019	583446	2931601	5,02
2020	638007	3364002	5,27
2021	628545	3579107	5,69
2022	623837	3394548	5,44
Ortalama	623576	3323364	5,33

Bölgede buğday ve mısır üretiminde birim alanda tüketilen yakıt değerleri (L ha⁻¹) Tablo 4'te verilmiştir. Yakıt tüketim değerleri üretici koşullarında yapılan tarımsal üretim girdi maliyetleri çalışmasından (Bilgili ve ark., 2022), yağ tüketim değerleri ise literatürde belirtildiği üzere yakıt tüketiminin %4'ü olacak şekilde alınmıştır (Bilgili ve Aybek, 2018).

Tablo 4. Buğday ve mısır bitkilerinin üretiminde birim alanda tüketilen yakıt ve yağ değerleri

Tarımsal ürün	Tüketilen dizel yakıtı (L ha ⁻¹)	Tüketilen motor yağı (L ha ⁻¹)
Buğday	115,16	4,61
Mısır	133,17	5,33

Yakıt türüne bağlı CO₂ emisyon faktörleri ve dizel yakıtı ile motor yağının ısı değerleri için Tablo 5'te verilen değerler kullanılmıştır (IPCC, 1996; Öztürk ve ark., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018).

Tablo 5. Dizel yakıtı ve yağlama yağının ısı değerleri ve CO₂ emisyon faktörleri

Yakıt	Yakıt Alt Isıl Değeri (GJ L ⁻¹)	CO ₂ Emisyon Faktörü (kgCO ₂ GJ ⁻¹)
Dizel	0,0371	74,01
Motor yağı	0,0382	73,28

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde buğday ve mısır bitkilerinin üretiminde ortaya çıkan CO₂ emisyonlarının belirlenmesi için yapılan hesaplamalarda, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinde (IPCC, 1996) belirtilen, yakıt esaslı CO₂ emisyonu hesaplama yöntemi dikkate alınmıştır (Öztürk ve ark., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018). Yakıt tüketimine dayalı CO₂ emisyonlarının hesaplanması için önerilen yaklaşım Eşitlik 1-5'te verilmiştir.

$$\text{Toplam CO}_2 \text{ emisyonu} = \text{Yakıt esaslı CO}_2 \text{ emisyonları} + \text{Yağ esaslı CO}_2 \text{ emisyonları} \quad (1)$$

$$\text{CO}_2 \text{ emisyonları} = \text{Kullanılan yakıt miktarı} \times \text{Yakıtın alt ısı değeri} \times \text{Emisyon faktörü}$$

$$\text{Yakıt esaslı CO}_2 \text{ emisyonları} = \text{Kullanılan dizel miktarı} \times \text{Alt ısı değeri} \times \text{Emisyon faktörü}$$

$$\text{Yakıt esaslı CO}_2 \text{ emisyonları (kgCO}_2 \text{ ha}^{-1}) = L \text{ ha}^{-1} \times 0,0371 \text{ GJ L}^{-1} \times 74,01 \text{ kgCO}_2 \text{ GJ}^{-1} \quad (2)$$

$$\text{Yağ esaslı CO}_2 \text{ emisyonları} = \text{Kullanılan yağ miktarı} \times \text{Alt ısı değeri} \times \text{Emisyon faktörü}$$

$$\text{Yağ esaslı CO}_2 \text{ emisyonları (kgCO}_2 \text{ ha}^{-1}) = L \text{ ha}^{-1} \times 0,0382 \text{ GJ L}^{-1} \times 73,28 \text{ kgCO}_2 \text{ GJ}^{-1} \quad (3)$$

Özgül yakıt tüketimi, herhangi bir ürünün üretimi sürecinde üretilen her bir birim ürün için ne kadar yakıt tüketildiğini ifade etmektedir (Öztürk ve ark., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018).

$$\text{ÖYT} = \frac{\text{YT}}{\text{ÜM}} \quad (4)$$

Burada;

ÖYT : Özgül yakıt tüketimi ($\text{g}_{\text{yakıt}} \text{ kg}_{\text{ürün}}^{-1}$),

YT : Tüketilen yakıt miktarı ($\text{g}_{\text{yakıt}}$) ve

ÜM : Üretilen ürün miktarıdır ($\text{kg}_{\text{ürün}}$).

Tüketilen yakıt miktarı, ortalama olarak dizel yakıtı yoğunluk değeri ($0,84 \text{ g cm}^{-3}$) (Beşergil, 2009) ile çarpılarak litre cinsinden gram cinsine çevrilmiştir.

Özgül CO₂ emisyonu, herhangi bir ürünün üretim işlemleri sırasında gerçekleşen, üretilen her bir birim ürün için ne kadar CO₂ emisyonu oluştuğunu belirtmektedir (Öztürk ve ark., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018).

$$\text{ÖCE} = \frac{\text{CE}}{\text{ÜM}} \quad (5)$$

Burada;

ÖCE : Özgül CO₂ emisyonu ($\text{g}_{\text{CO}_2} \text{ kg}_{\text{ürün}}^{-1}$),

CE : CO₂ emisyonu (g_{CO_2}) ve

ÜM : Üretilen ürün miktarıdır ($\text{kg}_{\text{ürün}}$).

3. Bulgular ve Tartışma

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde; yıllara göre ortalama buğday ve mısır üretiminde hesaplanan CO₂ emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO₂ emisyonu değerleri sırası ile Tablo 6 ve Tablo 7'de, buğday ve mısır bitkilerinin hesaplanan toplam CO₂ emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO₂ emisyonu değerleri ise Tablo 8'de verilmiştir.

Bölgede son beş yılda buğday için; CO₂ emisyonu yaklaşık 145,5-163,4 ktCO₂ arasında, özgül yakıt tüketimi yaklaşık 23,8-27,9 g_{yakıt} kg_{ürün}⁻¹ arasında ve özgül CO₂ tüketimi ise yaklaşık 81,1-94,8 g_{CO2} kg_{ürün}⁻¹ arasında değişmiştir (Tablo 6). Mısırdaki CO₂ emisyonu yaklaşık 53,1-69,1 ktCO₂ arasında, özgül yakıt tüketimi yaklaşık 10,3-11,2 g_{yakıt} kg_{ürün}⁻¹ arasında ve özgül CO₂ tüketimi ise yaklaşık 35,2-38,2 g_{CO2} kg_{ürün}⁻¹ arasında değişmektedir (Tablo 7).

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde buğday ve mısır bitkilerinde yıllara göre hesaplanan toplam CO₂ emisyonu yaklaşık 199,1-219,6 ktCO₂ arasında, özgül yakıt tüketimi yaklaşık 34,2-39,1 g_{yakıt} kg_{ürün}⁻¹ arasında ve özgül CO₂ tüketimi ise yaklaşık 116,6-132,9 g_{CO2} kg_{ürün}⁻¹ arasında değişmiştir (Tablo 8).

Tablo 6. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yıllara göre buğday CO₂ emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO₂ emisyonu

Yıllar	CO ₂ emisyonu (ktCO ₂)	Özgül yakıt tüketimi (g _{yakıt} kg _{ürün} ⁻¹)	Özgül CO ₂ emisyonu (g _{CO2} kg _{ürün} ⁻¹)
2018	163,38	27,37	93,11
2019	146,13	27,87	94,81
2020	161,46	26,76	91,03
2021	155,97	23,85	81,15
2022	145,58	27,14	92,34
Ortalama	154,50	26,60	90,49

Tablo 7. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yıllara göre mısır CO₂ emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO₂ emisyonu

Yıllar	CO ₂ emisyonu (ktCO ₂)	Özgül yakıt tüketimi (g _{yakıt} kg _{ürün} ⁻¹)	Özgül CO ₂ emisyonu (g _{CO2} kg _{ürün} ⁻¹)
2018	56,18	10,37	35,27
2019	53,07	11,22	38,17
2020	56,10	10,37	35,28
2021	58,85	10,44	35,51
2022	69,08	11,17	38,00
Ortalama	58,66	10,71	36,44

Tablo 8. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yıllara göre buğday ve mısır bitkilerinin toplam CO₂ emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO₂ emisyonu

Yıllar	CO ₂ emisyonu (ktCO ₂)	Özgül yakıt tüketimi (gyakıt kgürün ⁻¹)	Özgül CO ₂ emisyonu (gCO ₂ kgürün ⁻¹)
2018	219,56	37,74	128,38
2019	199,19	39,09	132,98
2020	217,56	37,13	126,31
2021	214,82	34,29	116,66
2022	214,65	38,31	130,34
Ortalama	213,16	37,31	126,93

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde buğday ve mısır bitkilerinin 2018-2022 yılları arasında ortalama üretim alanı 623576 ha, üretim miktarı 3323364 ton, verimi 5,33 ton ha⁻¹, CO₂ emisyonu 213,16 ktCO₂, özgül yakıt tüketimi 37,31 gyakıt kgürün⁻¹ ve özgül CO₂ emisyonu 126,93 gCO₂ kgürün⁻¹ olarak belirlenmiştir (Tablo 3 ve Tablo 8). Buğdayda ortalama CO₂ emisyonu; Adana (50,64 ktCO₂), Kahramanmaraş (44,39 ktCO₂), Mersin (26,92 ktCO₂), Hatay (17,48 ktCO₂), Osmaniye (15,07 ktCO₂) olarak mısırdaki; Adana (27,69 ktCO₂), Osmaniye (12,58 ktCO₂), Kahramanmaraş (9,36 ktCO₂), Hatay (5,01 ktCO₂), Mersin (4,02 ktCO₂) olarak sıralanmaktadır. Ortalama özgül yakıt tüketimi buğdayda; Hatay (154,27 gyakıt kgürün⁻¹), Kahramanmaraş (153,59 gyakıt kgürün⁻¹), Mersin (150,33 gyakıt kgürün⁻¹), Osmaniye (134,76 gyakıt kgürün⁻¹), Adana (107,81 gyakıt kgürün⁻¹) olarak mısırdaki; Kahramanmaraş (18,13 gyakıt kgürün⁻¹), Osmaniye (15,33 gyakıt kgürün⁻¹), Mersin (15,06 gyakıt kgürün⁻¹), Hatay (14,89 gyakıt kgürün⁻¹), Adana (13,82 gyakıt kgürün⁻¹) olarak sıralanmaktadır. Ortalama özgül CO₂ emisyonu buğdayda; Hatay (327,49 gCO₂ kgürün⁻¹), Kahramanmaraş (326,05 gCO₂ kgürün⁻¹), Mersin (319,13 gCO₂ kgürün⁻¹), Osmaniye (286,07 gCO₂ kgürün⁻¹), Adana (228,87 gCO₂ kgürün⁻¹) olarak mısırdaki ise Kahramanmaraş (44,51 gCO₂ kgürün⁻¹), Osmaniye (37,63 gCO₂ kgürün⁻¹), Mersin (36,96 gCO₂ kgürün⁻¹), Hatay (36,54 gCO₂ kgürün⁻¹), Adana (33,92 gCO₂ kgürün⁻¹) olarak sıralanmaktadır. Bölgede yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu; buğday üretiminde en fazla nakliye en düşük ekim işleminde, mısır üretiminde ise en fazla toprak işleminde, en düşük ise gübreleme işleminde gerçekleştiği belirlenmiştir.

Öztürk ve Vulkan (2017), Türkiye'de 2010-2015 yılları arasındaki dönem için yaptıkları çalışmada, ortalama özgül yakıt tüketimini buğday üretiminde 20,7 gdizel kgbuğday⁻¹, mısır üretiminde 12,4 gdizel kgmısır⁻¹; ortalama CO₂ emisyonunu buğday üretiminde 1,4 MtCO₂ yıl⁻¹, mısır üretiminde 0,2 MtCO₂ yıl⁻¹; ortalama özgül CO₂ emisyonunu buğday üretiminde 67,7 gCO₂ kgbuğday⁻¹, mısır üretiminde ise 40,4 gCO₂ kgmısır⁻¹ olarak belirlemişlerdir.

Tarımsal üretim faaliyetlerinde ortaya çıkan CO₂ emisyonları, küresel ısınmaya ve sonucunda ise iklim değişikliği sorununa neden olmaktadır. Tarımsal üretim süreçleri doğal çevreye bağlı olarak yürütülebilmektedir. Bu nedenle iklim değişikliğinden en fazla etkilenen olan yine tarımsal üretim süreçleri olmaktadır. Diğer bir ifade ile tarım, iklim değişikliğini tetikleyen ve bunun sonucundan da olumsuz etkilenen bir sektördür. İklim değişikliğinin sonucunda kuraklığın da etkisi ile tarımsal

üretimde azalma, ürün kalitesinde düşme, gıda arzında azalma, gıda fiyatlarında artma ve yetersiz beslenme problemleri yaşanabilecektir. Dahası üretim deseninde oluşacak değişiklikler ihracatta azalışa ve ithalatta artışa neden olabileceği için ekonomik büyüme hızı yavaşlayacaktır. Ekonomik kalkınmada yaşanacak olumsuzlukların yansımaları olarak toplum genelinde refah düzeyinde düşüş gerçekleşecektir (Dellal 2014; Dellal ve ark., 2015).

Bu çalışmada Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın tarımı yapılan buğday ve mısır bitkilerinin üretiminde enerji kaynağı olarak kullanılan yakıt tüketimine bağlı CO₂ emisyon değerleri belirlenmiştir. Diğer bölge ve ürünlere göre değerlendirme yapılabilmesi için tarımsal üretimde CO₂ emisyonu konusundaki çalışmalar artırılmalıdır.

4. Sonuç

İklim değişikliği, sera gazı emisyonlarının neden olduğu küresel nitelikte bir sorundur. Bu sorunun gelişmesinde insan faaliyetlerinin etkisi büyüktür. Sanayi devriminden sonra artan enerji ihtiyacı fosil yakıtlarla karşılandığı için sera gazı emisyonları da artmıştır. Birçok ülke küresel ısınmayı engellemek, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak ve sera gazı emisyonlarını düşürmek adına kurum ve kuruluşları aracılığı ile enerji, sanayi, ulaşım ve tarım sektörlerinde özellikle fosil yakıt kullanımını sınırlandırabilmek için politikalar veya yeniden yapılanmalar oluşturulmaktadır. Bu durum sürdürülebilir kalkınma için önemlidir. Bunun için; (1) doğal çevreye zararlı tükenebilir fosil yakıtlar yerine verimli ve çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, (2) tarımsal üretimde yakıt, kimyasal gübreler, tarımsal ilaçlar, traktör ve makina girdilerinin azaltılması, (3) tarımsal uygulamalarda teknoloji kullanımının artırılması, (4) sıfır veya azaltılmış toprak işleme yöntemlerinin tercih edilmesi gibi gelişmiş teknolojilere sahip enerji tasarruflu teknik sistemlerle donatılmış tarım makina ve teknolojilerinin kullanılması, (5) arazi toplulaştırılması ile Türkiye'de parçalı, küçük ve şekilsiz tarla parsellerinin birleştirilerek arazilerin yol ve sürüm mesafelerinin verimli ve ekonomik hale getirilmesi, (6) ekonomik ömrünü tamamlamış traktör ve makinalarının yerine tarımsal işletmelere uygun güç ve özellikte traktör ve makinalar alınabilmesi için çeşitli teşviklerin uygulanması, (7) yenilenebilir enerjilerin geliştirilmesine daha fazla odaklanması gerekmektedir. Bu görevlerin yerine getirilmesi aynı zamanda cazip hale getirilmesini de gerektirir. Örneğin vergi muafiyetleri, yatırım sübvansiyonları ve sübvansiyonlu krediler şeklinde mali politikaların uygulamaya konulması gerekmektedir. Ayrıca tarımsal işletmelerin iklim değişikliği konusunda bilinçlendirilmesi, çevre duyarlılığı ve farkındalığının artırılması için eğitim ve bilgilendirmelerin yaygınlaştırılması da önemlidir. Aksi takdirde, ulusal tarım sektöründe enerji tüketiminin ve aynı zamanda CO₂ emisyonlarının azaltılması yönündeki ilerlemeler büyük ölçüde engellenebilecektir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Kaynakça

- Akalın M. İklim değışikliğinin tarım üzerindeki etkileri: bu etkileri gidermeye yönelik uyum ve azaltım stratejileri. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 2014; 7(2): 351-377.
- Aydın A., Aktuz NC. Sürdürülebilir tarım için iklim değışikliğine ekosistem tabanlı uyum faaliyetleri. Çevre, Şehir ve İklim Dergisi, 2023; 2(3): 132-157.
- Aydın A. Tarım sektöründen kaynaklı sera gazı emisyonlarının hesaplanması; enterik fermantasyon. Uluslararası Gıda Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 2023; 3(1): 40-54.
- Beşergil B. Yakıtlar yağlar. Ege Üniversitesi Basımevi; İzmir; 2009.
- Bilgili ME., Aybek A. Doğu Akdenizde zeytin üretiminde yakıt tüketimi sonucunda oluşan karbondioksit emisyonu durumu. 3rd International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2018), Çukurova University, Congress Center, October 24-26, 2018, Adana.
- Bilgili ME., Kuzu H., Aybek A. Doğu Akdeniz bölgesinde mısır ve pamuk üretiminde insan ve makina iş gücü gereksinimlerinin belirlenmesi. International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research, 2022; 5(1): 77-84.
- Çelik Z., Erdal Ü., Etöz M. Türkiye’de ekolojik tarımın ekonomik boyutu ve iklim değışimine etkisi. I. Uluslararası Organik Tarım ve Biyoçeşitlilik Sempozyumu, 27-29 Eylül 2017, sayfa no:1-10, Bayburt.
- Dellal İ. Kuraklık ve gıda güvenliği. Dünya 4 Mevsim Dergisi, 2014; 8: 22-25.
- Dellal İ., Engürülü B., Ulukan H., Özevren AŞ., Ünal M. İklim değışikliğinin tarım sektörüne ekonomik yansımaları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, 12-16 Ocak 2015, sayfa no:62-80, Ankara.
- Dellal İ., McCarl BA., Butt T. The economic assessment of climate change on turkish agriculture. Journal of Environmental Protection and Ecology 2011; 12(1): 376-385.
- Gołasa P., Wysokiński, M., Bienkowska-gołasa W., Gradziuk P., Golonko M., Gradziuk B., Siedlecka A., Gromada A. Sources of greenhouse gas emissions in agriculture, with particular emphasis on emissions from energy used. Energies 2021; 14(13): 3784.
- Hayaloğlu P. İklim değışikliğinin tarım sektörü ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2018; 9(25): 51-62.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). GHG protokolü - mobil kılavuz (03/21/05) v1.3., 1996.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Climate Change 2013: The physical science basis. contribution of working group 1 to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, 2013.

- Küsek G. Güneydoğu Anadolu bölgesinde mercimek üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen karbondioksit emisyonlarının değerlendirilmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 2018; 22(4): 572-584.
- Lal R. Carbon emission from farm operations. *Environment international*, 2004; 30(7): 981-990.
- Massey R., McClure H., Schneider R. Agriculture and greenhouse gas emissions. University of Missouri: Columbia-Extension Publication, 2019. <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/handle/10355/71743/g00310-2019MarchRevised.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Erişim Tarihi: 14.09.2023)
- Özçağ M., Yılmaz B., Sofuoğlu E. Türkiye’de sanayi ve tarım sektörlerinde seragazı emisyonlarının belirleyicileri: indeks ayrıştırma analizi. *Uluslararası İlişkiler*, 2017; 14(54): 175-195.
- Öztürk HH., Vulkan EV. Türkiye’de buğday ve mısır üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen karbondioksit emisyonlarının değerlendirilmesi. 4. Uluslararası Multidisipliner Avrasya Kongresi (IMCOFE), 23-25 Ağustos 2017, sayfa no:13-23, Roma.
- Öztürk HH. Energetic and environmental comparison of rapeseed cultivation systems. LAMBERT Academic Publishing, Deutschland, 2017.
- Öztürk HH., Gözübüyük Z., Atay U. Türkiye’de pamuk üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen karbondioksit emisyonlarının değerlendirilmesi. 3. Uluslararası Tarım ve Çevre Kongresi, 16-18 Kasım 2017, sayfa no: 21-30, Antalya.
- Ritchie H., Roser M., Rosado P. CO₂ and greenhouse gas emissions. *Our world in data*, 2020. <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector> (Erişim tarihi: 26.08.2023)
- Smagulova S., Adil J., Tanzharikova A., Imashev A. The economic impact of the energy and agricultural complex on greenhouse gas emissions in Kazakhstan. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2017; 7(4): 252-259.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu). Haber bülteni, sera gazı emisyon istatistikleri, 2023a. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672> (Erişim tarihi: 25.08.2023)
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu). Bitkisel üretim istatistikleri, 2023b. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=134&locale=tr> (Erişim tarihi: 23.08.2023)
- Verge XPC., DeKimpe C., Desjardins RL. Agricultural production, greenhouse gas emissions and mitigation potential. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2007; 142: 255-269.