

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Bazı Yağlık Tarla Bitkilerinin Üretimine İlişkin Karbondioksit Emisyonları

Carbon Dioxide Emissions Related to the Production of Some Oil Field Crops Grown in the Eastern Mediterranean Region

Mehmet Emin Bilgili¹, Hamza Kuzu^{2,*}, Ali Aybek²

¹ Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye.

² KSÜ, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye.

* Corresponding author (Sorumlu Yazar): H. Kuzu, e-mail (e-posta): kuzuhamza@hotmail.com

Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 28.09.2023
Düzeltilme tarihi : 24.12.2023
Kabul tarihi : 24.12.2023

Anahtar Kelimeler:

Doğu Akdeniz Bölgesi
Yağlık Tarla Bitkileri
Yakıt Tüketimi
Karbondioksit Emisyonu

Atıf için:

Bilgili, M. E., Kuzu, H., Aybek, A., (2023). "Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Bazı Yağlık Tarla Bitkilerinin Üretimine İlişkin Karbondioksit Emisyonları", *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 19(3): 246-257.

Article Info

Received date : 28.09.2023
Revised date : 24.12.2023
Accepted date : 24.12.2023

Keywords:

Eastern Mediterranean Region
Oil Field Plants
Fuel Consumption
Carbon Dioxide Emission

How to Cite:

Bilgili, M. E., Kuzu, H., Aybek, A., (2023). "Carbon Dioxide Emissions Related to the Production of Some Oil Field Crops Grown in the Eastern Mediterranean Region", *Journal of Agricultural Machinery Science*, 19(3): 246-257.

ÖZET

Sera gazları etkisiyle küresel ısınmanın bir sonucu olarak yaşanan iklim değişikliği son yıllarda devam eden önemli bir sorundur. İklim değişikliği sorununa tarımsal üretimde oluşan sera gazı emisyonlarının da katkısı vardır. İklim değişikliğiyle mücadelede hükümetler öncelikle küresel ısınmaya neden olan sera gazı emisyonlarındaki artışı kontrol etmek ve azaltmak için çalışmalar yapmakta ve politikalar geliştirmektedir. Bu nedenle tarımsal üretim ile açığa çıkan sera gazı emisyonlarının belirlenmesine yönelik analizlerin yapılması giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bazı yağlık tarla bitkilerinin yetiştirilmesinden kaynaklı karbondioksit emisyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bölgede, yaygın tarımı yapılan yağlık tarla bitkilerinden yağlık ayçiçeği, soya fasulyesi ve yer fıstığı seçilmiştir. 2018-2022 yılları arasındaki 5 yıllık dönemde ortalama olarak bu üç bitkinin toplam üretim alanı 152 974 ha, toplam üretim miktarı 557 868 ton, toplam verimi 3.65 ton ha⁻¹ olmuştur. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinde önerilen yakıt esaslı CO₂ emisyonu hesaplama yöntemi ile 2018-2022 yıllarında ayçiçeği, soya fasulyesi ve yer fıstığı bitkilerinin yetiştirilmesinden kaynaklanan ortalama CO₂ emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO₂ emisyonu sırasıyla 58.45 ktCO₂, 81.08 g_{yakıt} kg_{ürün}⁻¹ ve 275.84 g_{CO2} kg_{ürün}⁻¹ olarak belirlenmiştir. Soya fasulyesi ve yer fıstığı üretiminde yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu en fazla toprak işlemede en düşük ise ilaçlama işleminde gerçekleşmiştir. Ayçiçeği üretiminde ise yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu en fazla nakliye işleminde, en düşük gübreleme işleminde oluşmuştur.

ABSTRACT

In recent years, the persistent issue of climate change, attributed to global warming induced by the accumulation of greenhouse gases, has become increasingly significant. In the global effort to address climate change, governments focus on the formulation and implementation of policies designed to manage and diminish the surge in greenhouse gas emissions responsible for the phenomenon of global warming. For this reason, it is becoming increasingly important to analyze the determination of greenhouse gas emissions released by agricultural production. This study aimed to determine the carbon dioxide emissions from cultivating some oil field crops in the Eastern Mediterranean Region. Oilseed sunflower, soybean, and peanut were selected from the oilseed crops widely cultivated in the region. In the five years between 2018 and 2022, the total production area of the three crops was 152 974 ha, the total production amount was 557 868 tons, and the total yield was 3.65 tons ha⁻¹. With the fuel-based CO₂ emission calculation method proposed by the Intergovernmental Panel on Climate Change, the average CO₂ emission, specific fuel consumption, and specific CO₂ emission resulting from the cultivation of sunflower, soybean, and peanut crops in 2018-2022 were determined as 58.45 ktCO₂, 81.08 g_{fuel} kg_{product}⁻¹ and 275.84 g_{CO2} kg_{product}⁻¹, respectively. In soybean and peanut production, fuel consumption and CO₂ emissions were highest in tillage and lowest in spraying. In sunflower production, the highest fuel consumption and CO₂ emissions occurred in the transportation process and the lowest in the fertilization process.

1. GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkeler ekonomik büyümeden kaynaklanan enerji taleplerini genel olarak ucuz bir enerji olan fosil yakıtlardan karşılamaktadır. Özellikle son iki asırda enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için fosil yakıtların kullanımında büyük bir ivme olmuştur. Bu uzun süreçte ekonomik büyümenin yanında, fosil yakıtların kullanımı atmosfere salınan sera gazlarında ciddi bir artışa neden olmuş ve günümüzde sıkça tartışılan küresel ısınma ve iklim değişikliği sorununa yol açmıştır (Özçağ vd., 2017). 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 doğal bir süreç olarak ilerleyen iklim değişikliği, insan faaliyetleri ile hız kazanmıştır (Aydın, 2023).

Tarım sektörü, insanların beslenme ve barınma ihtiyaçlarını karşılayan, sanayiye ham madde sağlayan ve dolayısıyla ülkenin ekonomik kalkınma sürecine olumlu etki yapan bir konumdadır. Tarımsal ekosistemler iklim değişikliğinden olumsuz etkilenmektedir. Bu durum ciddi çevresel, sosyal ve ekonomik etkilere yol açmaktadır (Aydın ve Aktuz, 2023). Fakat bir yönüyle de tarım sektörü sera gazı emisyonları ile iklim değişikliğini tetiklemektedir (EEA, 2023). Başka bir ifade ile tarım sektörü, iklim değişikliğinden hem etkilenen hem de iklim değişikliğini tetikleyen bir konumdadır. Tarımsal üretimde yakıt ve motor yağı kullanımı, üretim işlemlerine uygun güç ve tasarımda tarım alet ve makinalarının seçilmemesi ve motorların aşırı yüklenmesi gibi nedenlerle egzoz emisyonlarındaki zararlı maddeler atmosfere salınmakta ve çevreyi kirletmektedir (Öztürk ve Vulkan, 2017). Bunun yanında sürekli artan nüfusun gıda talebi tarımsal üretim artışı ile sağlandığından sera gazı emisyonlarında da artışa yol açmaktadır.

Küresel sera gazı emisyonlarının 2000 yılından 2030 yılına kadar olan süreçte yaklaşık %50 oranında artacağı öngörülmektedir (Verge vd., 2007). Artan sera gazlarının yaklaşık %20'si tarımsal üretim işlemlerinden kaynaklanmaktadır (Pathak ve Wassmann, 2007). Türkiye'de de tarımsal üretimden kaynaklı sera gazı emisyonları 1990 yılında 46.1 MtCO₂ iken 2021 yılında 72.1 MtCO₂ olarak belirlenmiş olup %56.5'lik bir artış saptanmıştır (TÜİK, 2023a).

Sürdürülebilir bir tarımsal üretim için tarımsal üretim işlemlerinde enerjinin daha etkin kullanılması ve fosil yakıt kullanımının azaltılması gerekmektedir. Bu nedenle daha az fosil enerji harcayan, verimli ve sera gazı emisyonlarını azaltacak sürdürülebilir üretim sistemleri geliştirilmelidir (Öztürk, 2017). İklim değişikliğiyle mücadele etmek için öncelikle küresel ısınmaya neden olan sera gazı emisyonlarındaki artışın kontrol edilmesi ve azaltılması için çalışmalar yapılmaktadır. Bu nedenle tarımsal üretimde sera gazı emisyonu analizlerinin yapılması da önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bazı yağlık tarla bitkilerinin yetiştirilmesinde mekanizasyon işlemlerinde kullanılan yakıt tüketiminden kaynaklı oluşan karbondioksit (CO₂) emisyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Doğu Akdeniz Bölgesi, Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye illerini kapsayan, Türkiye'nin sulu tarıma elverişli verimli toprak yapısı ve üretim potansiyeli ile verimli tarım topraklarına sahip ovalardan oluşan bir bölgedir. Ekolojinin ve iklim koşullarının sağladığı üstün avantajlar sayesinde, bölgede yılda 2-3 ürün alınabilmekte ve birçok tarla bitkisinin yetiştirilmesine olanak bulunmaktadır (Şenesen, 2021). Çalışmada, bölgede yaygın tarımı yapılan yağlık tarla bitkilerinden yağlık ayçiçeği, soya fasulyesi ve yer fıstığı seçilmiştir.

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yıllara göre ayçiçeği, soya fasulyesi ve yer fıstığı bitkisi için üretim alanları, üretim miktarları ve verim değerleri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ham verilerinden hesaplanarak Çizelge 1-3'te verilmiştir. Ortalama değerler bölgedeki illerin 5 yıllık (2018-2022) verilerinin ortalamasını ifade etmektedir. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın yetiştirilen yağlık tarla bitkilerinin yıllara göre toplam üretim alanları, üretim miktarları ve verim değerleri ise Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 1. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde ortalama ayçiçeği üretim alanları, miktarları ve verimi (TÜİK, 2023b)

<i>Yıllar</i>	<i>Üretim alanı (ha)</i>	<i>Üretim miktarı (ton)</i>	<i>Verim (ton ha⁻¹)</i>
2018	60 979	203 274	3.33
2019	95 896	298 864	3.12
2020	68 574	220 764	3.22
2021	78 608	246 207	3.13
2022	86 285	262 152	3.04
Ortalama	78 069	246 252	3.17

Çizelge 2. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde ortalama soya fasulyesi üretim alanları, miktarları ve verimi (TÜİK, 2023b)

<i>Yıllar</i>	<i>Üretim alanı (ha)</i>	<i>Üretim miktarı (ton)</i>	<i>Verim (ton ha⁻¹)</i>
2018	29 435	129 419	4.40
2019	33 134	143 564	4.33
2020	32 298	146 092	4.52
2021	40 242	170 819	4.24
2022	34 925	144 827	4.15
Ortalama	34 007	146 944	4.33

Çizelge 3. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde ortalama yer fıstığı üretim alanları, miktarları ve verimi (TÜİK, 2023b)

<i>Yıllar</i>	<i>Üretim alanı (ha)</i>	<i>Üretim miktarı (ton)</i>	<i>Verim (ton ha⁻¹)</i>
2018	39 431	154 572	3.92
2019	36 996	148 982	4.03
2020	44 923	178 107	3.96
2021	46 502	190 024	4.09
2022	36 643	151 674	4.14
Ortalama	40 899	164 672	4.03

Bölgede son beş yılda ayçiçeği için; üretim alanları 60 000-96 000 ha arasında, üretim miktarları 203 000-299 000 ton arasında ve ürün verim değerleri ise 3-3.4 ton ha⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 1). Soya fasulyesi üretim alanları 29 000-41 000 ha arasında, üretim miktarları 129 000-171 000 ton arasında ve ürün verim değerleri ise 4.1-4.6 ton ha⁻¹ arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Yer fıstığı için ise üretim alanları 36 000-47 000 ha arasında, üretim miktarları 148 000-190 000 ton arasında ve ürün verim değerleri ise 3.9-4.2 ton ha⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 4. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın yetiştirilen yağlık tarla bitkilerinin toplam üretim alanları, miktarları ve verimi (TÜİK, 2023b)

Yıllar	Üretim alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)	Verim (ton ha⁻¹)
2018	129 845	487 265	3.75
2019	166 026	591 410	3.56
2020	145 796	544 963	3.74
2021	165 353	607 050	3.67
2022	157 853	558 653	3.54
Ortalama	152 974	557 868	3.65

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın yetiştirilen yağlık tarla bitkilerinin (ayçiçeği, soya fasulyesi ve yer fıstığı) yaklaşık olarak; toplam üretim alanları 129 000-166 000 ha arasında, üretim miktarları 487 000-607 000 ton arasında ve ürün verim değerleri ise 3.5-3.8 ton ha⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 4).

Bölgede ayçiçeği, soya fasulyesi ve yer fıstığı üretiminde birim alanda tüketilen yakıt değerleri (L ha⁻¹) Çizelge 5'te verilmiştir. Yakıt tüketim değerleri üretici koşullarındaki tarımsal üretim girdi maliyetleri çalışmasından (Bilgili vd., 2022), yağ tüketim değerleri ise literatürde belirtildiği üzere yakıt tüketiminin %4'ü olarak alınmıştır (Bilgili ve Aybek, 2018).

Çizelge 5. Yağlık tarla bitkileri üretiminde birim alanda tüketilen yakıt ve yağ değerleri

Tarımsal ürün	Tüketilen dizel yakıtı (L ha⁻¹)	Tüketilen motor yağı (L ha⁻¹)
Ayçiçeği	184.56	7.38
Soya fasulyesi	60.14	2.41
Yer fıstığı	97.84	3.91

Dizel yakıtı ve motor yağının; ısıl değerleri ve yakıt türüne bağlı CO₂ emisyon faktörleri için Çizelge 6'da verilen değerler kullanılmıştır (IPCC, 1996; Öztürk vd., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018).

Çizelge 6. Dizel yakıtı ve yağlama yağının ısıl değerleri ve CO₂ emisyon faktörleri

Yakıt	Yakıt alt ısıl değeri (GJ L⁻¹)	CO₂ emisyon faktörü (kg CO₂ GJ⁻¹)
Dizel	0.0371	74.01
Motor yağı	0.0382	73.28

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yağlık tarla bitkilerinin üretimi sonucunda açığa çıkan CO₂ emisyonlarının belirlenmesi için yapılan hesaplamalarda, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinde (IPCC, 1996) önerilen, yakıt esaslı CO₂ emisyonu hesaplama yöntemi dikkate alınmıştır (Öztürk vd., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018). Yakıt tüketimine dayalı CO₂ emisyonlarının hesaplanması için önerilen yaklaşımlar Eşitlik 1-5'te verilmiştir.

$$\text{Toplam } CO_2 = \text{Yakıt esaslı } CO_2 \text{ emisyonları} + \text{Yağ esaslı } CO_2 \text{ emisyonları} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Yakıt esaslı } CO_2 \text{ emisyonları} &= \text{Kullanılan dizel miktarı} \times \text{Alt ısı değeri} \times \text{Emisyon faktörü} \\ \text{Yakıt esaslı } CO_2 \text{ emisyonları (kg}_{CO_2} \text{ ha}^{-1}) &= L \text{ ha}^{-1} \times 0.0371 \text{ GJ L}^{-1} \times 74.01 \text{ kg}_{CO_2} \text{ GJ}^{-1} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Yağ esaslı } CO_2 \text{ emisyonları} &= \text{Kullanılan yağ miktarı} \times \text{Alt ısı değeri} \times \text{Emisyon faktörü} \\ \text{Yağ esaslı } CO_2 \text{ emisyonları (kg}_{CO_2} \text{ ha}^{-1}) &= L \text{ ha}^{-1} \times 0.0382 \text{ GJ L}^{-1} \times 73.28 \text{ kg}_{CO_2} \text{ GJ}^{-1} \end{aligned} \quad (3)$$

Herhangi bir ürünün üretiminde özgül yakıt tüketimi, üretilen birim ürün için ne kadar yakıt tüketildiğini belirtmektedir (Öztürk vd., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018).

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

ÖYT: Özgül yakıt tüketimi, ($g_{\text{yakıt}} \text{ kg}_{\text{ürün}}^{-1}$)
YT: Tüketilen yakıt miktarı, ($g_{\text{yakıt}}$)
ÜM: Üretilen ürün miktarı, ($kg_{\text{ürün}}$)

Tüketilen yakıt miktarı (L), ortalama olarak yoğunluk değeri olan 0.84 g cm^{-3} (Beşergil, 2009) ile çarpılarak gram cinsine çevrilmiştir.

Herhangi bir ürünün üretim işlemleri sırasında gerçekleşen özgül CO_2 emisyonu, üretilen birim ürün için ne kadar CO_2 emisyonu oluştuğunu ifade etmektedir (Öztürk vd., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018).

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

ÖCE: Özgül CO_2 emisyonu, ($g_{CO_2} \text{ kg}_{\text{ürün}}^{-1}$)
CE: CO_2 emisyonu, (g_{CO_2})
ÜM: Üretilen ürün miktarı, ($kg_{\text{ürün}}$)

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Ele alınan bölgede üretimi yapılan ayçiçeği, soya fasulyesi ve yer fıstığının yıllara göre ortalama CO_2 emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO_2 emisyonu değerleri sırası ile Çizelge 7, 8 ve 9'da bu bitkilerin toplam CO_2 emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO_2 emisyonu değerleri ise Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 7. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde ayçiçeği üretiminde 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	32.16	46.51	158.22
2019	50.58	49.74	169.23
2020	36.17	48.16	163.83
2021	41.46	49.50	168.39
2022	45.51	51.03	173.60
Ortalama	41.17	48.99	166.65

Çizelge 8. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde soya fasulyesi üretiminde 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	5.06	11.49	39.09
2019	5.69	11.66	39.67
2020	5.55	11.17	38.00
2021	6.92	11.90	40.49
2022	6.00	12.18	41.45
Ortalama	5.84	11.68	39.74

Çizelge 9. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yer fıstığı üretiminde 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	11.02	20.96	71.32
2019	10.34	20.41	69.43
2020	12.56	20.73	70.52
2021	13.00	20.11	68.42
2022	10.24	19.85	67.55
Ortalama	11.43	20.41	69.45

Son beş yılda ayçiçeği için yaklaşık olarak; CO₂ emisyonu 32.1-50.6 ktCO₂ arasında, özgül yakıt tüketimi 46.5-51.1 gyakıt kgürün⁻¹ arasında ve özgül CO₂ tüketimi ise 158.2-173.6 gCO₂ kgürün⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge 7). Soya fasulyesinde CO₂ emisyonu 5.1-6.9 ktCO₂ arasında, özgül yakıt tüketimi 11.1-12.2 gyakıt kgürün⁻¹ arasında ve özgül CO₂ tüketimi ise 38-41.5 gCO₂ kgürün⁻¹ arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 8). Yer fıstığı için ise CO₂ emisyonu 10.2-13 ktCO₂ arasında, özgül yakıt tüketimi 19.8-20.9 gyakıt kgürün⁻¹ arasında ve özgül CO₂ tüketiminin ise 67.5-71.3 gCO₂ kgürün⁻¹ arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 9).

Çizelge 10. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yağlık tarla bitkilerinin 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	48.24	78.96	268.63
2019	66.62	81.81	278.33
2020	54.28	80.05	272.35
2021	61.38	81.51	277.30
2022	61.76	83.06	282.59
Ortalama	58.45	81.08	275.84

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın yetiştirilen yağlık tarla bitkilerinde yıllara göre hesaplanan toplam CO₂ emisyonu 48.2-66.6 ktCO₂ arasında, özgül yakıt tüketimi yaklaşık 78.9-83.1 gyakıt kgürün⁻¹ arasında ve özgül CO₂ emisyonu ise 268.6-282.6 gCO₂ kgürün⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 10).

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın yetiştirilen yağlık tarla bitkilerinin 2018-2022 yılları arasında ortalama üretim alanı 152 974 ha, üretim miktarı 557 868 ton, verimi 3.65 ton ha⁻¹ (Çizelge 4), CO₂ emisyonu 58.45 ktCO₂, özgül yakıt tüketimi 81.08 gyakıt kgürün⁻¹ ve özgül CO₂ emisyonu 275.84 gCO₂ kgürün⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 10). Ortalama CO₂ emisyonu ayçiçeğinde; Adana (35.43 ktCO₂), Osmaniye (3.59 ktCO₂), Mersin (1.34 ktCO₂), Kahramanmaraş (0.67 ktCO₂), Hatay (0.14 ktCO₂) olarak soya fasulyesinde; Adana (3.54 ktCO₂), Mersin (1.35 ktCO₂), Kahramanmaraş (0.47 ktCO₂), Osmaniye (0.44 ktCO₂), Hatay (0.05 ktCO₂) olarak yer fıstığında; Adana (6.82 ktCO₂), Osmaniye (3.76 ktCO₂), Hatay (0.34 ktCO₂), Kahramanmaraş (0.29 ktCO₂), Mersin (0.22 ktCO₂) olarak sıralanmaktadır. Ortalama özgül yakıt tüketimi ayçiçeğinde; Kahramanmaraş (66.48 gyakıt kgürün⁻¹), Hatay (60.46 gyakıt kgürün⁻¹), Mersin (56.35 gyakıt kgürün⁻¹), Adana (48.93 gyakıt kgürün⁻¹), Osmaniye (45.75 gyakıt kgürün⁻¹) olarak soya fasulyesinde; Kahramanmaraş (45.10 gyakıt kgürün⁻¹), Osmaniye (40.27 gyakıt kgürün⁻¹), Hatay (39.64 gyakıt kgürün⁻¹), Mersin (37.95 gyakıt kgürün⁻¹), Adana (34.11 gyakıt kgürün⁻¹) olarak yer fıstığında; Mersin (50.66 gyakıt kgürün⁻¹), Kahramanmaraş (43.54 gyakıt kgürün⁻¹), Osmaniye (40.86 gyakıt kgürün⁻¹), Hatay (37.46 gyakıt kgürün⁻¹), Adana (36.96 gyakıt kgürün⁻¹) olarak sıralanmaktadır. Ortalama özgül CO₂ emisyonu ayçiçeğinde; Kahramanmaraş (226.17 gCO₂ kgürün⁻¹), Hatay (205.70 gCO₂ kgürün⁻¹), Mersin (191.70 gCO₂ kgürün⁻¹), Adana (166.45 gCO₂ kgürün⁻¹), Osmaniye (155.63 gCO₂ kgürün⁻¹) olarak soya fasulyesinde; Kahramanmaraş (49.99 gCO₂ kgürün⁻¹), Osmaniye (44.65 gCO₂ kgürün⁻¹), Hatay (43.95 gCO₂ kgürün⁻¹), Mersin (42.07 gCO₂ kgürün⁻¹), Adana (37.82 gCO₂ kgürün⁻¹) olarak yer fıstığında; Mersin (91.37 gCO₂ kgürün⁻¹), Kahramanmaraş (78.52 gCO₂ kgürün⁻¹), Osmaniye (73.68 gCO₂ kgürün⁻¹), Hatay (67.55 gCO₂ kgürün⁻¹), Adana (66.65 gCO₂ kgürün⁻¹) olarak sıralanmaktadır.

Zivkovic ve Hudson (2012), 2005-2010 yılları arasında ABD'de yaptıkları çalışmada 62 farklı tarım işletmesinden alınan veri setlerini kullanarak pamuk üretiminde oluşan CO₂ emisyonunu belirlemeye çalışmışlardır. Pamuk üretiminde dizel yakıtın kullanılması sonucunda 6 yılda ortalama olarak 23.58 kgC ha⁻¹ oluştuğunu bildirmişlerdir.

Muazu vd. (2015) ise Malezya'da 40 tarım işletmesinde çeltik üretiminde yakıt tüketimi ve bunun sonucunda ortaya çıkan CO₂ emisyonunu belirlemeye çalışmıştır. Çeltik üretiminde toprak işleme, ekim, gübreleme, ilaçlama, hasat ve biçme işlemleri için gerçekleşen ortalama toplam yakıt tüketimini 59.57 L ha⁻¹ ve toplam CO₂ emisyonunu ise 153.80 kgCO₂ ha⁻¹ olarak bildirmişlerdir. En yüksek yakıt

tüketimi ile CO₂ emisyonu toprak işleme sırasında ve en düşük yakıt tüketimi ile CO₂ emisyonu ise ekim işleminde gerçekleştiği ifade edilmiştir. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde, soya fasulyesi ve yer fıstığı üretiminde yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu en fazla toprak işlemede en düşük ise ilaçlama işleminde gerçekleşmiştir. Ayçiçeği üretiminde ise yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu en fazla nakliye işleminde, en düşük gübreleme işleminde oluşmuştur. Namdari vd. (2011) İran'da yaptıkları çalışmada buğday üretiminde pullukla toprak işleme esnasında topraktaki su içeriğinin, sürüm derinliğinin ve çalışma hızının yakıt tüketimi ve yakıt tüketiminin bir sonucu olarak ortaya çıkan CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sürüm derinliği ile CO₂ emisyonu arasında doğru, toprak su içeriği ve traktör çalışma hızı ile CO₂ emisyonu arasında ters orantı olduğunu belirlemişlerdir. Pulluk, geleneksel toprak işlemede en yaygın kullanılan toprak işleme aletidir. En fazla enerji tüketimi pulluk ile toprak işleme sırasında harcanmaktadır ve bu durumun CO₂ emisyonuna da önemli katkısı olmaktadır. Bu nedenle tarımsal üretimde geleneksel toprak işleme yerine korumalı veya azaltılmış toprak işleme yöntemlerinin tercih edilmesi toprak işleme esnasında oluşan CO₂ emisyonları azaltılabilecektir.

Tarımsal üretim sonucunda ortaya çıkan CO₂ emisyonları küresel ısınmaya ve dolayısı ile iklim değişikliğine neden olmaktadır. Doğaya bağlı yapısından dolayı iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek olan yine tarımsal üretim süreçleri olmaktadır. Başka bir ifade ile tarım, hem iklim değişikliğinden etkilenen hem de iklim değişikliğini tetikleyen bir sektör olmaktadır. İklim değişikliği sonucunda yaşanabilecek kuraklığın da etkisi ile tarımda üretimin azalmasına, ürünlerin kalitesinin düşmesine, gıda arzının azalmasına, gıda fiyatlarının yükselmesine ve yetersiz beslenmeye neden olabilecektir. Ayrıca üretim deseninde yaşanabilecek değişiklikler ihracatta azalışa, ithalatta artışa neden olabileceği için ekonomik büyüme de yavaşlayacaktır. Ekonomik kalkınmanın olumsuz etkilenmesi toplum refahında azalmaya yol açacaktır (Dellal 2014; Dellal vd., 2015).

Bu çalışmada bölge için yaygın yetiştirilen yağlık tarla bitkileri için CO₂ emisyon değerleri belirlenmiştir. Diğer bölgeler ve bitkiler için CO₂ emisyon değerlerinin belirlenmesi adına daha fazla çalışma yapılmalıdır.

4. SONUÇ

İklim değişikliği, insan faaliyetleriyle ortaya çıkan sera gazı emisyonlarının sonucunda ortaya çıkan küresel bir sorundur. Son iki asırdan bu yana artan üretim ve tüketimde enerji olarak fosil yakıt kullanımı da artmıştır. Küresel ısınmayı önleyebilmek adına birçok ülke ve kuruluş tarafından enerji, sanayi, ulaşım ve tarım sektörlerinde özellikle fosil yakıt kullanımını azaltmak ve sınırlandırabilmek için politikalar geliştirilmektedir. Çevreye zarar veren tükenbilir fosil yakıtlar yerine yenilenebilir, verimli ve çevre dostu enerji kaynaklarının kullanılması ile daha az sera gazı emisyonu sağlanabilecektir. Enerji girdisi içerisinde önemli payı olan yakıt, kimyasal gübreler, tarımsal ilaçlar, traktör ve makina girdilerinin azaltılması gerekmektedir. Tarımsal üretimde organik tarım uygulamalarının yapılması, korumalı ve azaltılmış toprak işleme yöntemlerinin tercih edilmesi ve yeni teknolojilerin üretim işlemlerinde kullanılması ile CO₂ emisyonları azaltılabilecektir. Özellikle Türkiye'de parçalı, küçük ve şekilsiz tarla parsellerinde arazi toplulaştırma çalışmaları tamamlanarak toprağın verimli ve ekonomik olarak işletilmesi sağlanmalıdır. Arazi toplulaştırma ile tarla parsellerinde yol ve sürüm mesafeleri kısılacığından dolayı daha az yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu gerçekleşebilecektir. Ayrıca çiftçilerin iklim değişikliği konusunda bilinçlendirilmesi, çevre duyarlılığı ve farkındalığının artırılması için yaygın çalışmalarının yapılması, sera gazı emisyonlarının azaltılmasında önemli rol oynayabilir.

KAYNAKLAR

- Aydın, A., ve Aktuz, N. C. (2023). Sürdürülebilir Tarım için İklim Değişikliğine Ekosistem Tabanlı Uyum Faaliyetleri. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 2(3), 132-157. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/csid/issue/75639/1194234>
- Aydın, A. (2023). Tarım Sektöründen Kaynaklı Sera Gazı Emisyonlarının Hesaplanması; Enterik Fermantasyon. *Uluslararası Gıda Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 3(1), 40-54. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijfaa/issue/76552/1217917>
- Beşergil, B. (2009). Yakıtlar Yağlar. Ege Üniversitesi Basımevi.
- Bilgili, M. E., ve Aybek, A. (2018). Doğu Akdeniz’de Zeytin Üretiminde Yakıt Tüketimi Sonucunda Oluşan Karbondioksit Emisyonu Durumu. *3rd International Mediterranean Science and Engineering Congress* (1-5).
- Bilgili, M. E., Kuzu, H., ve Aybek, A. (2022). Doğu Akdeniz Bölgesinde Mısır ve Pamuk Üretiminde İnsan ve Makina İş Gücü Gereksinimlerinin Belirlenmesi. *International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research*, 5(1), 77-84. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijemar/issue/74044/1206294>
- Dellal, İ. (2014). Kuraklık ve Gıda Güvenliği. *Dünya 4 Mevsim Dergisi*, 8, 22-25. <https://silo.tips/download/kuraklk-ve-gda-gvenlii>
- Dellal, İ., Engürülü, B., Ulukan, H., Özevren, A. Ş., ve Ünal, M. (2015). İklim Değişikliğinin Tarım Sektörüne Ekonomik Yansımaları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1* (62-80). TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası. https://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/329a8cf73f97f65_ek.pdf
- EEA (2023, Mart 15). *Reduction of greenhouse gas emissions*. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/tr/themes/climate/intro>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), (1996). Calculating CO₂ Emissions from Mobile Sources Guidance to calculation worksheets. GHG Protokolü - Mobil Kılavuz (03/21/05) v1.3. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>
- Küsek, G. (2018). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Mercimek Üretiminde Yakıt Tüketimine Bağlı Olarak Gerçekleşen Karbondioksit Emisyonlarının Değerlendirilmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4), 572-584. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/harranziraat/issue/41081/392120>
- Muazu, A., Yahya, A., Ishak, W. I. W., ve Khairunniza-Bejo, S. (2015). Analysis of Fuel Consumption and Carbon Dioxide Emission in Direct Seeding Wetland Rice Cultivation Systems in Malaysia. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 11(3), 281-292. <https://pdfs.semanticscholar.org/adb3/221ba09027c8383218c15860c3aed1570713.pdf>
- Namdari, M., Rafiee, S., ve Jafari, A. (2011). CO₂ emission as a result of the fuel consumption and tillage quality in different tillage conditions. *International journal of environmental sciences*, 1(7), 1659-1669. https://www.researchgate.net/publication/334458985_CO_2_emission_as_a_result_of_the_fuel_consumption_and_tillage_quality_in_different_tillage_conditions
- Özçağ, M., Yılmaz, B., ve Sofuoğlu, E. (2017). Türkiye’de Sanayi ve Tarım Sektörlerinde Seragazi Emisyonlarının Belirleyicileri: İndeks Ayrıştırma Analizi. *Uluslararası İlişkiler*, 14(54), 175-195. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/627104>

- Öztürk, H. H., ve Vulkan, E.V. (2017). Türkiye’de buğday ve mısır üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen karbondioksit emisyonlarının değerlendirilmesi. *4. Uluslararası Multidisipliner Avrasya Kongresi* (13-23).
- Öztürk, H. H. (2017). *Energetic and Environmental Comparison of Rapeseed Cultivation Systems*. LAMBERT Academic Publishing.
- Öztürk, H. H., Gözübüyük, Z., ve Atay, U. (2017). Türkiye’de Pamuk Üretiminde Yakıt Tüketimine Bağlı Olarak Gerçekleşen Karbondioksit Emisyonlarının Değerlendirilmesi. *3. Uluslararası Tarım ve Çevre Kongresi Bildiriler Kitabı* (21-30).
- Pathak, H., ve Wassmann, R. (2007). Introducing Greenhouse Gas Mitigation as A Development Objective in Rice-Based Agriculture: I. Generation of Technical Coefficients. *Agricultural Systems*, 94(3), 807-825. <http://content.alterra.wur.nl/Internet/webdocs/Internet/Bodem/landgebruik/cc/sumapol%202005/Pathak-WassmanI.pdf>
- Şenesen, İ. (2021). Çukurova’da Tarıma Bağlı Halk Ekonomisinde Harman ve Hasat Gelenekleri. *Kültür Araştırmaları Dergisi*, (9), 277-297. <https://doi.org/10.46250/kulturder.937230>
- TÜİK, (2023a, Haziran 23). Haber Bülteni, Sera Gazı Emisyon İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672>
- TÜİK, (2023b, Haziran 23). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=134&locale=tr>
- Verge, X. P. C., DeKimpe, C., ve Desjardins, R. L. (2007). Agricultural Production, Greenhouse Gas Emissions and Mitigation Potential. *Agricultural and Forest Meteorology*, 142, 255-269. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016819230600298X>
- Zivkovic, S., ve Hudson, D. (2012). Comparison of Carbon Emission Assesment Using Extension Budgets and Real Farm Data: Cotton in The Texas Plains. In Beltwide Cotton Conferences. https://www.depts.ttu.edu/aaec/icac/archive/pdf/files_from_old_site/Comparison_carbon_emission_assesment_paper.pdf

EXTENDED ABSTRACT

Introduction and Research Questions & Purpose

Energy is vital for countries to advance in technology, meet society's basic needs, and develop. Since the industrial revolution, developing countries have generally met their energy demands resulting from economic growth from fossil fuels, which are cheap energy. Using fossil fuels has led to a significant increase in greenhouse gases released into the atmosphere and the problem of global warming and climate change, which is frequently discussed today.

The agricultural sector meets the nutritional and housing needs of people, provides raw materials to industry, and thus has a positive impact on the country's economic development process. Agricultural ecosystems are negatively affected by climate change. This situation leads to severe environmental, social, and economic impacts. The agricultural sector is both affected by and triggers climate change. Harmful substances in exhaust emissions are released into the atmosphere and pollute the environment for reasons such as fuel and motor oil use in agricultural production, failure to select agricultural tools and machinery with power and design suitable for production processes, and overloading of engines. In addition, since the food demand of the ever-increasing population is met by increasing agricultural production, it also leads to an increase in greenhouse gas emissions.

Efforts are made to control and reduce the increase in greenhouse gas emissions that cause global warming. For this reason, analyzing greenhouse gas emissions in agricultural production is essential. This study aimed to determine the carbon dioxide emission caused by fuel consumption used in mechanization processes in the cultivation of some oil field crops in the Eastern Mediterranean Region.

Methodology

The Eastern Mediterranean Region, covering the provinces of Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin, and Osmaniye, is a region consisting of plains with fertile soil structure suitable for irrigated agriculture and abundant agricultural soils with production potential in Turkey. In the region, 2-3 crops can be obtained annually, and many field crops can be grown. This study selected sunflower, soybean, and peanut oilseed from the oilseed field crops widely cultivated in the region.

The oil field crops' production areas, production amount, and yield values between 2018 and 2022 were obtained from the Turkish Statistical Institute. The method recommended by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1996) was considered to determine the CO₂ emissions from the fuel used in mechanization processes during the cultivation of the plants.

Results and Conclusions

In the Eastern Mediterranean Region of Turkey, the average production area of sunflower, soybean and peanut crops in 2018-2022 was 152 974 ha, the production amount was 557 868 tons, the yield was 3.65 tons ha⁻¹, and the average CO₂ emission, specific fuel consumption and specific CO₂ emission from the fuel used during the cultivation of the plants were determined as 58.45 ktCO₂, 81.08 g_{fuel} kg_{product}⁻¹ and 275.84 gCO₂ kg_{product}⁻¹, respectively. In soybean and peanut production in the region, fuel consumption and CO₂ emissions were highest in tillage and lowest in spraying. In sunflower production, the highest fuel consumption and CO₂ emissions occurred in the transportation process and the lowest in the fertilization process.

In order to reduce CO₂ emissions in agricultural production, controlled application of fuel, chemical fertilizers, and pesticides, which have a significant share in energy inputs, organic farming practices, preference of protected and reduced tillage methods, use of new energy-efficient technologies in production processes, completion of land consolidation works primarily in fragmented, small, and misshapen field parcels in Turkey, efficient and economical operation of the soil, raising awareness of farmers about climate change, and broadcasting to increase environmental sensitivity and awareness.

Yazarların Biyografisi



Mehmet Emin BİLGİLİ

1965 yılında Diyarbakır'da doğmuştur. 1989 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümünden mezun olmuştur. Yüksek lisans eğitimini 1998 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde "Hava Isıtmalı Güneş Kollektörleri" ve doktora eğitimini ise 2018 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde "Fotovoltaik Güneş Panelleri" konularında tamamlamıştır. 2023 yılında Biyosistem Mühendisliği Bilim Alanında Doçent unvanı almaya hak kazanmıştır. Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde görev yapmaktadır. Tarımsal mekanizasyon ve tarımda enerji kullanımı konularında çalışmaktadır.

İletişim

eminbilgili@gmail.com

ORCID Adresi

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



Hamza KUZU

1992 yılında Elazığ'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Elazığ'da, lisans eğitimini ise Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümünde 2014 yılında tamamladı. 2015 yılında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Yüksek lisans eğitimini 2019 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalında tamamladı ve aynı anabilim dalında doktora eğitimine devam etmektedir. Tarımsal mekanizasyon ve tarımda görüntü işleme konularında çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.

İletişim

kuzuhamza@hotmail.com

ORCID Adresi

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



Ali AYBEK

Lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimlerini Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde tamamladı. 2014 yılında Tarımsal Mekanizasyon Bilim Alanında Doçent unvan ve yetkisi, 2020 yılında ise Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği, Tarımsal Makine Sistemleri Anabilim Dalı'nda Profesör unvanı aldı. Aynı anabilim dalında görevine devam etmektedir. Tarım traktörleri, tarım makinaları işletmeciliği, ergonomi ve biyogaz konularında uzmandır.

İletişim

aaybek@ksu.edu.tr

ORCID Adresi

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