

## Doğu Akdeniz Bölgesinde Pamuk Bitkisinin Üretiminden Kaynaklı Karbondioksit Emisyonu

Hamza KUZU\*<sup>1</sup>, Mehmet Emin BİLGİLİ<sup>2</sup>, Ali AYBEK<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>KSÜ, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>2</sup>Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye

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

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

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

\*Sorumlu yazar: kuzuhamza@hotmail.com

Geliş Tarihi: 11.09.2023, Kabul Tarihi: 24.10.2023

---

**To Cite:** Kuzu, H., Bilgili, M.E., Aybek, A. (2023). Doğu Akdeniz Bölgesinde Pamuk Bitkisinin Üretiminden Kaynaklı Karbondioksit Emisyonu. International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research, 6(1):31-38.

---

### Özet

Günümüzde sera gazları etkisiyle küresel ısınmanın bir sonucu olarak yaşanan iklim değişikliği önemli bir sorundur. İklim değişikliği sorununa tarımsal üretimde gerçekleşen sera gazı emisyonlarının da katkısı vardır. Bu nedenle tarımsal üretimde gerçekleşen sera gazı emisyonlarının belirlenmesine yönelik analizlerinin yapılması giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde pamuk bitkisinin yetiştirilmesinden kaynaklı karbondioksit emisyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yakıt esaslı CO<sub>2</sub> emisyonu hesaplama yöntemi ile pamuk bitkisinde 2018-2022 yılları arasında ortalama CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu sırasıyla 35.61 ktCO<sub>2</sub>, 24.31 g<sub>yakıt</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> ve 82.72 gCO<sub>2</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Akdeniz Bölgesi, pamuk, yakıt tüketimi, karbondioksit emisyonu

### Carbon Dioxide Emission from Cultivation of Cotton Plant in the Eastern Mediterranean Region Abstract

#### Abstract

Nowadays climate change as a result of global warming with the effect of greenhouse gases is an important problem. Greenhouse gas emissions realized in agricultural production also contribute to the climate change problem. For this reason, it is becoming increasingly

important to conduct analyses aimed at determining the greenhouse gas emissions realized in agricultural production. In this study, it is aimed to determine the carbon dioxide emission from cultivation of cotton plant in the Eastern Mediterranean Region. In the Eastern Mediterranean Region with the fuel based CO<sub>2</sub> emission calculation method between 2018-2022, average the CO<sub>2</sub> emission, the specific fuel consumption and the specific CO<sub>2</sub> emission from cultivation of the cotton plant were determined as 35.61 ktCO<sub>2</sub>, 24.31 g<sub>fuel</sub> kg<sub>product</sub><sup>-1</sup> and 82.72 gCO<sub>2</sub> kg<sub>product</sub><sup>-1</sup>, respectively.

**Keywords:** Eastern Mediterranean Region, cotton, fuel consumption, carbon dioxide emission

## 1. Giriş

İnsanoğlu yaşamını sürdürebilmek için en temel ihtiyacı olan beslenmeyi tarımsal üretimle sağlamaktadır. Bununla birlikte tarımsal üretim ve sonucunda ortaya çıkan atıkların da sera gazı emisyonuna önemli bir etkisi olmaktadır. Tarımsal üretimde makine kullanımı, yakıt tüketimi, kimyasal gübre kullanımı, bilinçsiz ve yoğun kullanılan tarımsal ilaçlar ve atıklar gibi insan faaliyetleriyle sera gazı emisyonları artmaktadır (Vurarak ve Bilgili, 2015; Şahin ve Avcıoğlu, 2016; Temur, 2017). Nüfusun hızla arttığı günümüzde artan beslenme ihtiyacını karşılamak için daha fazla tarımsal üretim gerekeceğinden bu olumsuz etki de artacaktır.

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).

Sürdürülebilir bir tarımsal üretim için tarımsal üretim işlemlerinde enerji daha etkin kullanılmalı ve fosil yakıt kullanımı azaltılmalıdır. Daha az fosil enerji harcayan, verimli ve sera gazı emisyonlarını azaltacak sürdürülebilir üretim sistemleri geliştirilmelidir (Öztürk, 2017).

Karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) ve nitroksit (N<sub>2</sub>O) gibi gazlar güneşten gelen ışınları tuttuğu için aşırı sera etkisi oluşturarak yeryüzünde sıcaklığın giderek artmasına neden olmakta ve küresel ısınmaya yol açmaktadır (Uzel, 2015). Küresel ısınmanın sonucu olarak yaşanan iklim değişikliği bütün dünya ülkelerini ilgilendiren önemli bir sorundur (Zou ve ark., 2022). Fosil yakıtların aşırı kullanılması, ormanların tahrip edilmesi ve bitki örtüsünün değişmesi, arazi kullanımındaki hatalar, bilinçsizce doğal kaynakların tüketilmesi ve atmosfere salınan zararlı gazlar iklim değişikliğine yol açmaktadır (Kayıkçıoğlu ve Okur, 2012). Endüstri devrimiyle artan üretim ve tüketim talebinin yanında insan faaliyetlerinin de etkisiyle iklim değişikliği süreci hız kazanmıştır (Aydın, 2023).

Küresel sera gazı emisyonlarının 2000 ile 2030 yılları arasında yaklaşık %50 oranında artacağı öngörülmektedir (Verge ve ark., 2007). Artan sera gazlarının yaklaşık %20'si tarımsal üretim işlemlerinden kaynaklanmaktadır (Pathak ve Wassmann, 2007). Küresel insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının yaklaşık %12'si tarımsal üretimle oluşmaktadır (Linguist ve ark., 2012). Türkiye'de tarımsal üretim kaynaklı sera gazı emisyonları ise 1990 yılına göre 2021 yılında %56.5 oranında artmıştır (TÜİK, 2023a). 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 pamuk bitkisi yetiştirilmesinden kaynaklı yakıt tüketimi sonucunda oluşan karbondioksit emisyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

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 oluşur. Bölgede sulu tarım yaygın olup, iklim yapısından dolayı yılda 2-3 ürün almak mümkündür. Ekolojinin sağladığı üstün avantajlar, bölgede birçok tarla bitkisinin yetiştirilmesine olanak vermiş olup bu bitkilerden birisi de pamuk bitkisidir.

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde pamuk bitkisi üretim alanı, üretim miktarı ve verim değeri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ham verilerinden hesaplanarak Çizelge 1'de verilmiştir. Hesaplanan değerler bölgedeki illerin 5 yıllık (2018-2022) verilerinin ortalamasıdır. Bölge değerleri, ele alınan 5 ilin ortalamaları belirlenerek verilmiştir.

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

Yıllar	Üretim alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)	Verim (ton ha <sup>-1</sup> )
2018	98 966	548 301	5.54
2019	95 287	478 209	5.02
2020	63 162	331 782	5.25
2021	67 822	358 275	5.28
2022	88 250	438 870	4.97
<b>Ortalama</b>	<b>82 698</b>	<b>431 087</b>	<b>5.21</b>

Pamuk için bölgede son beş yılda yaklaşık olarak üretim alanlarının 63 000-99 000 ha arasında, üretim miktarlarının 330 000-550 000 ton arasında ve ürün verim değerlerinin ise 4.9-5.6 ton ha<sup>-1</sup> arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 1). 2018-2022 yılları arasındaki ortalama üretim alanı 82 698 ha, üretim miktarı 431 087 ton ve ürün verimi ise 5.21 ton ha<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

Bölgede pamuk üretiminde birim alanda tüketilen yakıt değerleri (L ha<sup>-1</sup>) Çizelge 2’de verilmiştir. Yakıt tüketim değerleri üretici koşullarındaki tarımsal üretim girdi maliyetleri çalışmasından (Bilgili ve ark., 2022), yağ tüketim değerleri ise literatüre göre yakıt tüketiminin %4’ü olarak alınmıştır (Bilgili ve Aybek, 2018).

Çizelge 2. Pamuk üretiminde birim alanda tüketilen yakıt ve yağ değerleri

Tarımsal ürün	Tüketilen dizel yakıtı (L ha <sup>-1</sup> ) <sup>1)</sup>	Tüketilen motor yağı (L ha <sup>-1</sup> ) <sup>1)</sup>
Pamuk	150.68	6.03

Dizel yakıtı ve motor yağının ısı değerleri ile yakıt türüne bağlı CO<sub>2</sub> emisyon faktörleri için Çizelge 3’te verilen değerler kullanılmıştır (IPCC, 1996; Öztürk ve ark., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018).

Çizelge 3. Dizel yakıtı ve yağlama yağının ısı değerleri ve CO<sub>2</sub> emisyon faktörleri

Yakıt	Yakıt Alt Isıl Değeri (GJ L <sup>-1</sup> )	CO <sub>2</sub> Emisyon Faktörü (kgCO <sub>2</sub> GJ <sup>-1</sup> )
Dizel	0.0371	74.01
Motor yağı	0.0382	73.28

Doğu Akdeniz Bölgesi’nde pamuk üretimi sonucunda açığa çıkan CO<sub>2</sub> emisyonlarının belirlenmesi için yapılan hesaplamalarda, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinde (IPCC, 1996) önerilen, yakıt esaslı CO<sub>2</sub> emisyonu hesaplama yöntemi dikkate alınmıştır (Öztürk ve ark., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018). Yakıt tüketimine dayalı CO<sub>2</sub> emisyonlarının hesaplanması için önerilen yaklaşım Eşitlik 1-5’te verilmiştir.

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

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

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

$$\text{Yakıt esaslı CO}_2 \text{ emisyonları (kgCO}_2 \text{ ha}^{-1}) = L \text{ ha}^{-1} \times 0.0371 \text{ GJ L}^{-1} \times 74.01 \text{ kgCO}_2 \text{ GJ}^{-1} \quad (2)$$

Yağ esaslı CO<sub>2</sub> emisyonları = Kullanılan yağ miktarı × Alt ısııl değeri × Emisyon faktörü

$$\text{Yağ esaslı CO}_2 \text{ emisyonları (kgCO}_2 \text{ ha}^{-1}) = L \text{ ha}^{-1} \times 0.0382 \text{ GJ L}^{-1} \times 73.28 \text{ kgCO}_2 \text{ GJ}^{-1} \quad (3)$$

Herhangi bir ürünün üretiminde özgül yakıt tüketimi, üretilen birim ürün için ne kadar yakıt tüketildiğini belirtmektedir (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 (L), ortalama olarak  $0.84 \text{ g cm}^{-3}$  (Beşergil, 2009 ) yoğunluk değeri ile çarpılarak gram cinsine çevrilmiştir.

Herhangi bir ürünün üretim işlemleri sırasında gerçekleşen özgül CO<sub>2</sub> emisyonu, üretilen birim ürün için ne kadar CO<sub>2</sub> emisyonu oluştuğunu ifade etmektedir (Öztürk ve ark., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018).

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

Burada;

ÖCE : Özgül CO<sub>2</sub> emisyonu ( $\text{g}_{\text{CO}_2} \text{ kg}_{\text{ürün}}^{-1}$ ),

CE : CO<sub>2</sub> emisyonu ( $\text{g}_{\text{CO}_2}$ ) ve

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

### 3. Bulgular ve Tartışma

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yıllara göre ortalama pamuk üretiminde hesaplanan CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Bölgede son beş yılda pamuk için yaklaşık olarak CO<sub>2</sub> emisyonu 27.2-42.7 ktCO<sub>2</sub> arasında, özgül yakıt tüketimi 22.8-25.5  $\text{g}_{\text{yakıt}} \text{ kg}_{\text{ürün}}^{-1}$  arasında ve özgül CO<sub>2</sub> tüketimi ise 77.7-86.6  $\text{g}_{\text{CO}_2} \text{ kg}_{\text{ürün}}^{-1}$  arasında değişmiştir (Çizelge 4). Bölgede pamuk bitkisinde 2018-2022 yılları arasındaki ortalama CO<sub>2</sub> emisyonu 35.61 ktCO<sub>2</sub>, özgül yakıt tüketimi 24.31  $\text{g}_{\text{yakıt}} \text{ kg}_{\text{ürün}}^{-1}$  ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu 82.72  $\text{g}_{\text{CO}_2} \text{ kg}_{\text{ürün}}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Burada bir bölge için yoğun mekanizasyon işlemleri gerektiren sadece pamuk bitkisi için CO<sub>2</sub> emisyon değerleri

belirlenmiştir. Yetiştiriciliği yapılan tüm tarla bitkilerinin CO<sub>2</sub> emisyon değerlerinin ortaya konulması için konuya ilişkin çalışmaların artırılması gerekmektedir.

Çizelge 4. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yıllara göre pamuk CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu

Yıllar	CO <sub>2</sub> emisyonu (ktCO <sub>2</sub> )	Özgül yakıt tüketimi (gyakıt kgürün <sup>-1</sup> )	Özgül CO <sub>2</sub> emisyonu (gco <sub>2</sub> kgürün <sup>-1</sup> )
2018	42.61	22.85	77.72
2019	41.03	25.22	85.80
2020	27.20	24.10	81.97
2021	29.20	23.96	81.51
2022	38.00	25.45	86.59
<b>Ortalama</b>	<b>35.61</b>	<b>24.31</b>	<b>82.72</b>

Tarımsal üretim süreçlerinde ortaya çıkan CO<sub>2</sub> emisyonları iklim değişikliğine neden olmaktadır. Doğal çevreye bağlı yapısından dolayı iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek olan yine tarımsal üretim süreçleri olmaktadır. Başka bir ifade ile tarım, iklim değişikliğini tetikleyen ve aynı zamanda iklim değişikliğinden etkilenen bir sektör olmaktadır. İklim değişikliği etkisiyle tarım sektöründe ürün veriminin azalması, üretim maliyetlerinin artması, artan gıda talebinin karşılanamaması gibi yaşanabilecek olumsuzluklar sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı da olumsuz etkileyebilecektir.

#### 4. Sonuç

Küresel bir sorun olan iklim değişikliği, insan faaliyetleriyle ortaya çıkan sera gazları emisyonunun olumsuz bir sonucudur. Endüstri devrimiyle artan üretim ve tüketim talebi enerji kullanımını da arttırmıştır. Birçok ülke ve kuruluş küresel ısınmayı engelleyebilmek adına enerji, sanayi, ulaşım ve tarım sektörlerinde özellikle fosil yakıt kullanımını azaltmak ve sınırlandırabilmek için politikalar geliştirmekte ve bunu sürdürülebilir kalkınmanın bir parçası olarak görmektedir. Tüklenen ve çevreye zarar veren fosil yakıtlar yerine yenilenebilir, verimli ve çevre dostu enerji kaynaklarının kullanılması gerekmektedir. Böylece daha etkin ve verimli enerji kullanımı 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 korumalı ve azaltılmış toprak işleme yöntemleri tercih edilmesi ve yeni teknolojilerin üretim işlemlerinde kullanılması ile CO<sub>2</sub> emisyonları

azaltılabilecektir. Özellikle Türkiye’de parçalı, küçük ve şekilsiz tarla parsellerinde arazi toplulaştırma çalışmaları tamamlanmalı ve tarım daha elverişli hale getirilebilmelidir. Böylece yol ve sürüm mesafeleri kısılacığından daha az yakıt tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu gerçekleşebilecektir.

## Kaynaklar

- Aydın, A. (2023). Tarım Sektöründen Kaynaklı Sera Gazı Emisyonlarının Hesaplanması; Enterik Fermantasyon. *Uluslararası Gıda Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 3(1): 40-54.
- Beşergil, B. (2009). Yakıtlar Yağlar. *Ege Üniversitesi Basımevi*, İzmir, ISBN: 978-975-483-793-3, s.144.
- Bilgili, M. E. & Aybek, A. (2018). Doğu Akdeniz’de Zeytin Üretiminde Yakıt Tüketimi Sonucunda Oluşan Karbondioksit Emisyonu Durumu. *3<sup>rd</sup> International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2018)*, Çukurova University, Congress Center, October 24-26, 2018, Adana, TURKEY.
- Bilgili, M. E., Kuzu, H. & 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.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), (1996). GHG Protokolü - Mobil Kılavuz (03/21/05) v1.3.
- Kayıkçıoğlu, H. H. & Okur, N. (2012). Sera Gazı Salınımlarında Tarımın Rolü. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2): 25-38.
- 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.
- Linquist, B., Van Groenigen, K. J., Adviento- Borbe, M. A., Pittelkow, C. & Van Kessel, C. (2012). An agronomic assessment of greenhouse gas emissions from major cereal crops. *Global Change Biology*, 18(1): 194-209.
- Öztürk, H. H. & Vulkan, E.V. (2017). Türkiye’de buğday ve mısır üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen karbondioksit emisyonlarının değerlendirilmesi. *4. Uluslararası Multidisipliner Avrasya Kongresi (IMCOFE)*. 23-25 Ağustos, Roma, İtalya.
- Öztürk, H. H. (2017). Energetic and Environmental Comparison of Rapeseed Cultivation Systems. *LAMBERT Academic Publishing*, ISBN: 978-3-330-03152-4, Saarbrücken, Deutschland, Germany.
- Öztürk, H. H., Gözübüyük, Z. & Atay, U. (2017). Türkiye’de Pamuk Üretiminde Yakıt Tüketimine Bağlı Olarak Gerçekleşen Karbondioksit Emisyonlarının Değerlendirilmesi. *3. Uluslararası Tarım ve Çevre Kongresi Bildiriler Kitabı*, ISBN: 978-605-83551-7-0, Antalya, Türkiye.
- Pathak, H. & 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.
- Şahin, G. & Avcıoğlu, A. O. (2016). Tarımsal üretimde sera gazları ve karbon ayak izi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12(3): 157-162.

- Temur, B. (2017). Küresel Isınmanın Türkiye’de Tarım sektörü Üzerine Etkisi: Bir ARDL Modeli Uygulaması. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- TÜİK, (2023a). Haber Bülteni, Sera Gazı Emisyon İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672> (Erişim tarihi: 23.04.2023)
- TÜİK, (2023b). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=134&locale=tr> (Erişim tarihi: 01.02.2023)
- Uzel, G. (2015). Türkiye ve Bursa’da Tarımdan Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları Ekonomisi ve Politika Önerileri. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Verge, X. P. C., DeKimpe, C. & Desjardins, R. L. (2007). Agricultural Production, Greenhouse Gas Emissions and Mitigation Potential. *Agricultural and Forest Meteorology*, 142: 255-269.
- Vurarak, Y. & Bilgili, M. (2015). Tarımsal mekanizasyon, erozyon ve karbon salınımı: Bir bakış. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(3): 307-316.
- Zou, C., Feng, M. A., Pan, S., Lin, M., Zhang, G., Xiong, B., Wang, Y., Liang, Y. & Yang, Z. (2022). Earth energy evolution, human development and carbon neutral strategy, *Petroleum Exploration and Development*, 49(2): 468–488.