

Buğday Üretiminde Fosil Yakıt Tüketim Kaynaklı Karbondioksit Emisyonu Ve Projeksiyon Tahmini-Sivas İli Örneği

Carbon dioxide emissions from fossil fuel consumption in wheat production and projection estimation-A Case in Sivas Province

Ebubekir Altuntaş^{1,*} Engin Özgöz¹

¹; Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tokat, Türkiye.

* Corresponding author (Sorumlu Yazar): E. Altuntaş, e-mail (e-posta): ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 16.09.2024
Düzeltilme tarihi : 12.12.2024
Kabul tarihi : 16.12.2024

Anahtar Kelimeler:

Buğday,
Özgül yakıt tüketimi,
Özgül CO₂ emisyonu,
Projeksiyon

Altuntaş, E., Özgöz, E. "Buğday Üretiminde Fosil Yakıt Tüketim Kaynaklı Karbondioksit Emisyonu Ve Projeksiyon Tahmini-Sivas İli Örneği" Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 20(3): 156-170

ÖZET

Bu çalışmada, Sivas ilinde buğday üretiminde fosil yakıt tüketim kaynaklı karbondioksit emisyonunu belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada, Sivas ilinde, 2014-2023 yılları arasında ana ürün buğday üretim alanı, üretim miktarı ve verim değerleri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarım istatistiklerinden alınmıştır. Sivas ilinde buğday üretiminde yakıt tüketim değeri olarak Altuntaş ve ark. (2019) tarafından açıklanan değerler kullanılmıştır. Sivas ilinde buğday üretimi için fosil (yakıt ve yağ) kaynaklı meydana gelen CO₂ emisyonlarının tespitine ait yapılan hesaplamalarda, Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC, 1996)'inde açıklanan yakıt ve yağ kaynaklı toplam CO₂ emisyonu hesaplamaları göz önüne alınmıştır. Bu amaçla, Sivas ilinde buğday üretiminde 2014-2023 yılları arasında oluşan toplam fosil yakıt kaynaklı ortalama CO₂ emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO₂ emisyonu değerleri sırasıyla 41.70 ktCO₂, 21.32 g_{yakıt} kg_{ürün}⁻¹ ve 72.87 g_{CO2} kg_{ürün}⁻¹ olarak belirlenmiştir. Sivas ilindeki buğday üretiminin 2024-2033 yıllarına ait projeksiyon tahminlerine göre, toplam CO₂ emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO₂ emisyon değerlerinin düşme eğilimi göstereceği tahmin edilmektedir.

Article Info

Received date : 16.09.2024
Revised date : 12.12.2024
Accepted date : 16.12.2024

Keywords:

Wheat,
Specific fuel consumption,
Specific CO₂ emission,
Projection

Altuntaş, E., Özgöz, E. "Buğday Üretiminde Fosil Yakıt Tüketim Kaynaklı Karbondioksit Emisyonu Ve Projeksiyon Tahmini-Sivas İli Örneği" Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 20(3): 156-170

ABSTRACT

In this study, it is aimed to determine the carbon dioxide emission from fossil fuel consumption in wheat production in Sivas province. In the study, the wheat production area, production amount and yield values in Sivas province between 2014-2023 were obtained from Turkish Statistical Institute (TurkStat). As fuel consumption value in wheat production in Sivas province, the values described by Altuntaş et al. (2019) were used. In the calculations for the determination of CO₂ emissions from fossil (fuel and oil) sources for wheat production in Sivas province, the total CO₂ emissions from fuel and oil as described in the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1996) were taken into consideration. For this purpose, after the calculations made for the periods between 2014-2023 in Sivas province, the total fossil fuel-derived CO₂ emission, specific fuel consumption and specific CO₂ emission values were determined as 41.70 ktCO₂, 21.32 g_{fuel} crop⁻¹ and 72.87 g_{CO2} kg_{crop-1} in wheat production, respectively. According to the projection estimates for the years 2024-2033, total CO₂ emissions, specific fuel consumption and specific CO₂ emission values are estimated to show a decreasing trend in wheat production in Sivas province.

1. GİRİŞ

Küresel ısınma ve bu nedenle oluşan iklimsel değişiklikler, dünyadaki tüm ülkeler ve bu kapsamda Türkiye için de yakından takip edilmesi gereken en önemli sorunlardan birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Sanayi devrimiyle başlayan yoğun üretim ve yoğun tüketim için ihtiyaç duyulan enerjinin tedarikinde yenilenemeyen fosil kaynaklı yakıtların kullanımının artışıyla meydana gelen ekonomik düzeydeki büyümeye paralel olarak, atmosfere salınan CO₂, CH₄ ve N₂O (diazot monotoksit) gibi sera gazlarının büyük oranda artışı küresel ısınmanın ve iklimsel değişiklik problemlerinin oluşumuna zemin oluşturmuştur (Massey ve ark., 2019). Bugün de iklimsel değişiklikler etkilerini artırarak ülkesel, bölgesel ve yerel bazda farklı şekillerde göstermektedir (Aydın, 2023).

Türkiye yarı kurak bölgede bulunduğu için iklimsel değişikliğinin etkilerine en hassas ülkelerden birisi olup, gelecek yıllarda da daha kurak ve daha sıcak aynı zamanda yağışlar bakımından da daha belirsiz bir iklim yapısına sahip olacağı düşünülmektedir (IPCC, 2013). Tarımsal üretim verimliliğini etkileyen iklim değişikliğinin etkisiyle yağış rejimindeki değişim, sıcaklıklarda artma (sıcak hava dalgaları), kuraklıkla birlikte çölleşme ve doğal afetlerin (seller ve fırtınalar) oluşturacağı olumsuz etkiler; tarım sektörünü, ekosistemi ve ekonomiyi önemli düzeyde tehdit etmektedir (Hayaloğlu, 2018). Türkiye, mevcut tarımsal ekosistemleriyle, iklimsel değişikliklerden önemli düzeyde olumsuz olarak etkilenmektedir. Bu etkinin sonuçları; Türkiye için hem ekolojik hem de ekonomik ve sosyal olarak gözlenebilmektedir (Aydın ve Aktuz, 2023). İklim değişikliğinin sebeplerini ortadan kaldırmadan sürdürülebilir bir kalkınmayı sağlayabilmek olası değildir (Smagulova ve ark., 2017).

Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin raporunda; iklimsel değişikliğin %95 oranında insan kaynaklı olduğu ve iklimsel değişikliğin olumsuz etkilerini önlemeye yönelik olarak sera gazları emisyonlarının azaltılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır (IPCC, 2014). Sera gazları emisyonlarını azaltmak, sadece belli başlı bazı ülkelerin değil, gelişimlerini tamamlayan ülkelerin üst düzey yatırımlarıyla mümkün olacağı görülmektedir (Aydın, 2023).

Tarımsal üretim sektöründe, tohum yatağı hazırlığı, ekim, bakım, çapalama, sulama, ilaçlama, hasat ve hasat sonrası ürünün depolanmasına kadar ki süreçte oluşan sera gazı emisyonları iklim değişikliğini tetikleyici bir rol oynamaktadır (Lal, 2004). Tarımsal üretimde enerji tüketimiyle verimlilik ve kârlılık birlikte değerlendirilir. Tarımsal üretim teknolojilerinin günümüzdeki hızlı değişimi ve gelişimiyle daha fazla kârlılık hedeflenmektedir. Buna karşın, güç kaynağı olan traktörler ve diğer tarım makinalarının yakıt ve motor yağı tüketimi kaynaklı egzoz emisyonları oldukça yüksektir (Küsek, 2018). Tarımsal üretim sisteminde yakıt ve motor yağının enerji kaynağı olarak kullanımı, traktör ile tarım alet ve makinalarının uyumlu olarak seçilmemesi ve aşırı yükte motor kullanımı gibi nedenlerle egzoz emisyonlarında duman, zehirli ve zararlı maddeler atmosfere salınabilmekte ve doğal ekosistem kirlenmektedir (Öztürk ve Vulkan, 2017). İklimsel değişikliğin gıdaya erişim ve gıda güvenliğini tehdit etmesine karşı atılabilecek en önemli adım, küresel ısınmaya neden olan sera gazları emisyonlarının azaltılmasıdır.

Tarımsal üretim sektörü, iklimsel değişikliklerden etkilenmekte ve bir yandan da iklimsel değişikliğe neden olmaktadır. Dünya ölçeğinde önemli oranda artan ve büyüyen endüstriyel tarım ve gıda üretim sistemi verimli olmasının yanı sıra sağlık, çevre ve ekonomik açıdan birçok soruna sebep olmaktadır (IFOAM, 1996; Vatansever ve ark., 2017).

Sera gazları emisyonlarını azaltmaya ilişkin yapılması düşünülen uygulamaların IPCC yöntemlerine uyumlu olmasının yanında, ülkesel, bölgesel ve yereli tam olarak yansıtacak verilerle emisyon tahminlerinin doğru bir şekilde yapıyor olması büyük önem arz etmektedir.

Sürdürülebilir tarım için tüm üretim periyotlarında enerjiyi daha etkin kullanmak ve fosil kaynaklı yakıt tüketiminin azaltılması gerekmektedir. Minimum düzeyde fosil kaynaklı yakıt tüketimi sera gazları emisyonlarının azaltılmasına ve daha etkin sürdürülebilir tarım sistemlerinin geliştirilmesine neden olacaktır (Öztürk, 2017). İklim değişikliğinin tarıma etkilerine yönelik olarak tarımsal üretimde yakıt kaynaklı sera gazı emisyonlarının tahmini, artışının kontrol altına alınabilmesi ve minimize edilmesine yönelik birçok il, bölge ve ülkesel bazda çalışmalar yapılmaktadır (Gořasa ve ark., 2021). Dolayısıyla birçok ürünün üretimine ait meydana gelecek sera gazları emisyonlarının belirlenmesi ve gelecek projeksiyonlarının ve buna göre analizler ve planlamaların yapılması için çalışmalardan elde edilen sonuçlar önemlidir. Bu çalışmada, Sivas ilinde yoğun olarak üretimi yapılan ana ürün buğday üretiminde fosil yakıt kaynaklı karbondioksit emisyon değerleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Sivas ili, 27 202 km²'lik alanıyla Türkiye'nin 2. büyük yüzölçümüne sahip ilidir. Sivas ilinde bitkisel üretim alanlarında tahıl üretimi ağırlıktadır. 2023 yılı istatistiklerine göre Sivas ilinde, tahıllar ve diğer bitkisel ürünler 526 887 ha, nadas alanları 250 674 ha, meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanları 4 961 ha, sebze alanları ise 1 117 ha olmak üzere, toplam tarım alanlarının içinde buğday tarım alanı %31.42 oranla oldukça önemli bir yere sahiptir (TÜİK, 2024).

Sivas ilinde bitkisel üretimde genel olarak buğday ana ürün olup kuru tarım alanlarında yapılmaktadır. Buğday tarımında büyük oranda geleneksel toprak işleme yöntemi kullanılmaktadır. Bu uygulamanın doğal bir sonucu olarak ortaya çıkan rüzgâr ve su erozyonu ile il topraklarının sürdürülebilir tarımsal etkinliğinin azalması çok önemli bir sorundur. Birinci ve ikinci sınıf arazilerin büyük bir bölümü dışında tüm topraklar, toprak erozyonunun etkisi ve tehdidi altındadır (Anonim, 2014a). Dolayısıyla sürdürülebilir bir tarımsal üretimin sağlanması ve verim göz önüne alındığında toprak, su ve çevrenin muhafazasını sağlayan üretim planlamalarının yapılabilmesi önem arz etmektedir. Zira, Sivas ili tarım alanlarının 2.5 milyon hektardan fazla olan alanı su ve rüzgâr erozyonu etkisine maruz kalması nedeniyle, tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi, su ve toprak kaynaklarını muhafazaya yönelik ve erozyonu minimize edecek alternatif toprak işleme sistemleri ve üretim planlamasının yapılmasını gerekli kılmaktadır (Anonim, 2014a). Sivas ilinde korumalı tarım uygulamaları, 2010 yılından itibaren ÇATAK (Çevre Amaçlı Tarım Arazilerinin Korunması) Projesi ile başlamıştır (Anonim, 2014b).

Sivas ilinde buğday ekimi, Eylül-Ekim aylarında yapılmakta olup, geleneksel üretimde toprak işlemede kulaklı pulluk ve diskli tırmık, ekim işleminde hububat ekim makinası kullanılmaktadır. Kulaklı pulluk ile 25-30 cm derinlikte esas sürüm yapıp, diskli tırmık ile 10 cm derinlikte yüzeysel işleme yapılmakta ve hububat ekim makinesi ile 5 cm derinlikte ve 20 kg da⁻¹ ekim normunda ekim yapılmakta olup, ekimde sıra arası uzaklığı 13-14 cm aralığında olabilmektedir. Tohumluk olarak Gerek-79, Bezostaja-1, Siyez buğdayı vb. çeşitler kullanılmaktadır. Ekimle birlikte, yöredeki çiftçi uygulaması olarak 15 kg da⁻¹ DAP gübresi yapılmakta ve ayrıca bitkilere kardeşlenme sonrası azot farklı formlarda verilebilmektedir. Çiftçiler, geleneksel olarak yabancı ot ilaçlaması yapmamaktadır (Bulut, 2015; Yılmaz, Şimşek, 2013).

TÜİK tarafından yapılan 'VII. Genel Tarım Sayımı Tarımsal İşletmeler Anketi'ne göre, Sivas'ta yer alan tarımsal işletme başına düşen ortalama alan 95 da olup, 60 da olan Türkiye ortalamasından 35 da daha fazladır (Anonim, 2024). Sivas ilinde 2023 yılında 218 adedi tek akslı traktörler ve 27 279 adet iki akslı traktörler olmak üzere toplam traktör sayısı 27 497 adettir. Traktör güçleri incelendiğinde, toplam iki akslı traktörlerin %49.5'inin, 51-70 BG grubunda olduğu ve ortalama traktör gücünün 59.35 BG olduğu belirlenmiştir. Buğday üretimine göre tarımsal mekanizasyon düzeyi kriterlerinde birim buğday üretim alanı başına gücün 7.13 BG ha⁻¹, 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısının 120.15 traktör 1000 ha⁻¹ ve birim traktör başına düşen buğday işlenen alanının da 8.32 ha traktör⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Sivas ilinde, 2014-2023 yılları arasında ana ürün buğday üretim alanı, üretim miktarı ve verim değerleri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarım istatistiklerinden alınmış (TÜİK, 2024) ve Çizelge 1'de verilmiştir. Sivas ilinde, 2014-2023 yılları arasında buğday ekili alanlarda %13.86 azalış görülürken, üretim miktarlarında %21.53 ve verim değerlerinde %39.18'lik bir artış kaydedilmiştir (Çizelge 1).

Bu çalışmada, Sivas ilinde buğday üretiminde yakıt tüketim değeri olarak Altuntaş ve ark. (2019) tarafından açıklanan değerler kullanılmıştır. Altuntaş ve ark. (2019) Sivas ili için buğday üretiminde çiftçinin uyguladığı geleneksel toprak işleme ve ekim makinalarının yakıt tüketimi değerlerini ASAE (1999), ASAE (2011) ve Heller ve ark. (2003)'de verilen eşitlikleri kullanılarak 45.07 l ha⁻¹, gübreleme için kullanılan santrifüj gübre dağıtma makinası ve biçerdöverin toplam yakıt tüketimi değerini ise Özden ve Soğancı (1996)'dan 55.92 l ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Sivas ilinde buğday üretimi için yağ tüketimi değerleri ise toplam yakıt tüketiminin %4.5'i (Özcan, 1985 ve AlpKent, 1984) olacak şekilde hesap edilmiş ve tüketilen yağ miktarı 2.52 l ha⁻¹ olarak belirlenmiştir (Altuntaş ve ark., 2019). Buğday üretiminde kullanılan yakıt ve yağın ısı değerleri ile CO₂ emisyon faktörleri Çizelge 2'de verilmiştir (IPCC, 1996; Öztürk ve ark., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018).

Çizelge 1. Sivas ilinde buğday üretim alanı, üretilen ürün miktarı ve ürün verim değerleri (TÜİK, 2024)

Yıllar	Ekili alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)	Verim (ton ha ⁻¹)
2014	285 844	497 328	1.71
2015	296 708	751 925	2.68
2016	275 380	578 709	2.35
2017	284 213	569 158	2.49
2018	269 979	624 119	2.32
2019	249 766	550 805	2.44
2020	238 858	585 838	2.52
2021	237 085	391 692	1.81
2022	238 968	585 931	2.61
2023	246 199	604 399	2.38
Ortalama	262 300	573 990	2.33

Çizelge 2. Buğday üretiminde tüketilen dizel yakıt ve kullanılan motor yağının ısı değerleri ve CO₂ emisyon faktörleri

Yakıt	Yakıt Alt Isıl Değeri (GJ l ⁻¹)	CO ₂ Emisyon Faktörü (kg _{CO2} GJ ⁻¹)
Dizel	0.0371	74.01
Motor yağı	0.0382	73.28

Sivas ilinde buğday üretimi için fosil (yakıt ve yağ) kaynaklı meydana gelen CO₂ emisyonlarının tespitine ait yapılan hesaplamalarda, Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC, 1996)'inde açıklanan yakıt ve yağ kaynaklı toplam CO₂ emisyonu hesaplamaları göz önüne alınmıştır (Öztürk ve ark., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018). Fosil kaynaklı CO₂ emisyonlarının hesaplanmasında kullanılan eşitlikler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Fosil (yakıt ve yağ) kaynaklı meydana gelen CO₂ emisyonlarının tespitine ait yapılan hesaplamalarda kullanılan eşitlikler ((IPCC, 1996).

$TCE = YKCE + YaKCE$ <p><i>Toplam CO₂ emisyonu = Yakıt kaynaklı CO₂ emisyonu + Yağ kaynaklı CO₂ emisyonu</i></p>
$YKCE = TTDM \times YAID \times YEF$ <p><i>Yakıt kaynaklı CO₂ emisyonları (kg_{CO2}) = Toplam tüketilen dizel miktarı (l) x Yakıtın alt ısıl değeri (0.0371 GJ l⁻¹) x Yakıt emisyon faktörü (74.01 kg_{CO2} GJ⁻¹)</i></p>
$YaKCE = TTYM \times YaAID \times YaEF$ <p><i>Yağ kaynaklı CO₂ emisyonları (kg_{CO2}) = Toplam tüketilen yağ miktarı (l) x Yağın alt ısıl değeri (0.0382 GJ l⁻¹) x Yağ emisyon faktörü (73.28 kg_{CO2} GJ⁻¹)</i></p>

Buğday üretimine yönelik olarak ürün bazlı yakıt tüketimi ve ürün bazlı CO₂ emisyonun belirlenmesinde, üretilen ürün miktarına düşen yakıt tüketimini ifade eden özgül yakıt tüketimi ve üretilen ürün miktarına düşen CO₂ emisyonu oluşumunu ifade eden özgül CO₂ emisyonu eşitlikleri dikkate alınmıştır (Öztürk ve ark., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018).

$$YTÖ = \frac{TYT}{ÜÜM}$$

Burada;

- YTÖ : Özgül yakıt tüketimi (g_{yakıt} kg_{ürün}⁻¹),
 TYT : Tüketilen yakıt miktarı (g_{yakıt}) ve
 ÜÜM : Üretilen ürün miktarıdır (kg_{ürün}).

Toplam tüketilen yakıt miktarının litre biriminden gram birimine çevrilmesinde, toplam yakıt miktarı dizel yakıtın yoğunluk değeri olan 0.84 g cm⁻³ ile çarpılmıştır (Beşergil, 2009).

$$ÖzCE = \frac{TCE}{ÜÜM}$$

Burada;

- ÖzCE : Özgül CO₂ emisyonu (gCO₂ kg_{ürün}⁻¹),
 TCE : Toplam CO₂ emisyonu (gCO₂) ve
 ÜÜM : Üretilen ürün miktarıdır (kg_{ürün}).

Sivas ilinde buğday üretiminin 2014-2023 yılları arasını kapsayan 10 yıllık periyot için hesaplanan toplam CO₂ emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO₂ emisyonu değerleri dikkate alınarak, bu parametreler için değer artış ve azalışlarının yüzdelik oranları hesaplanmış, bu yüzdelik oranlarının projeksiyon ortalama katsayıları belirlenmiştir. 2014-2023 yılları arası için bir önceki yıla ait toplam CO₂ emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO₂ emisyonu değerleri ile o parametreye ait projeksiyon katsayısının çarpılıp, değerlerdeki azalış veya artışlar doğrultusunda Sivas ili buğday üretimindeki

gelecek 10 yıl (2024-2033) için toplam CO₂ emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO₂ emisyonu projeksiyon tahminleri yapılmıştır (Altuntaş, 2020).

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Sera gazı salınımıyla ilgili olarak incelenen toplam CO₂ emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO₂ emisyonu Sivas ili buğday üretim alanı, toplam üretim miktarı ve verim değerlerinden etkilenmektedir. Sivas ili için bu değerler 2014-2023 dönemi için Çizelge 1’de verilmiştir. Buna göre Sivas İlinde buğday üretiminde 2014-2023 yılları arasında ortalama üretim alanı 262 300 ha, üretilen ürün miktarı 573 990 ton ve verim ise 2.33 ton ha⁻¹ olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1). Sivas ilinde buğday ekim alanı, üretim miktarı ve verim değerlerinin 10 yıllık dönemde 2015 yılında en yüksek ve 2021 yılında en düşük değeri almıştır. Buğday ekim alanı, üretim miktarı ve verim değerlerinin bir önceki yıla göre değişimi Şekil 1’de görülmektedir.

Üretim alanı değerlerinde çok büyük değişim olmamakla birlikte genel olarak azalma eğilimindedir ve son iki yılda küçükte olsa bir artış görülmektedir. Toplam üretim miktarında çok büyük değişim olduğu ve üretim alanındaki değişimden farklı olduğu görülmektedir. Üretim alanı değerleri 2017 yılında bir önceki yıla göre artarken üretim miktarının azaldığı, 2018 ve 2019 yıllarında ise üretim alanı azalırken üretim miktarının arttığı görülmektedir. Üretim alanı 2021 yılında %1 azalırken üretim miktarının %50 azalması ve 2022 yılında ise üretim alanı %1 artarken üretim miktarının %33 artıyor olması dikkat çekicidir. Verim değerlerindeki değişim de üretim miktarında olduğu gibi oldukça yüksektir.

Üretim alanı, üretim miktarı ve verim değerlerindeki değişim birlikte değerlendirildiğinde özellikle 2017 yılında sırasıyla %3 (artış), %2 (azalış) ve %5 (artış), 2018 yılında %5 (azalış), %9 (artış) ve %8 (azalış), 2019 yılında %8 (azalış), %13 (azalış) ve %5 (artış) ve 2023 yılında ise %3 (artış), %3 (artış) ve %10 (azalış) değişim olması verimdeki değişimin üretim alanı ve üretim miktarından doğrusal olarak etkilenmediğini göstermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Sivas ili buğday üretim değerlerindeki yıllara göre değişim

Sivas ilinde son 10 yıllık dönemde (2014-2023 yılları arasında) buğday üretiminde hesaplanan ortalama toplam CO₂ emisyonu (TCE), özgül yakıt tüketimi (YTÖ) ve özgül CO₂ emisyonu (ÖzCE) değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Sivas ilinde buğday üretiminde 2014-2023 yılları arasındaki toplam CO₂ emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO₂ emisyonunun değişimi

Yıllar	TCE (Toplam CO ₂ emisyonu, ktCO ₂)	YTÖ (Özgül yakıt tüketimi, (gyakıt kgürün ⁻¹))	ÖzCE (Özgül CO ₂ emisyonu (gCO ₂ kgürün ⁻¹))
2014	45.90	27.00	92.30
2015	47.65	18.54	63.37
2016	44.22	22.35	76.42
2017	45.64	23.46	80.19
2018	43.36	20.32	69.47
2019	40.11	21.30	72.82
2020	38.36	19.15	65.47
2021	38.07	28.43	97.20
2022	38.38	19.16	65.49
2023	39.54	19.13	65.41
Ortalama	42.12	21.88	74.81

Sivas ili buğday üretiminin 2014-2023 yılları arasındaki fosil yakıt kaynaklı (dizel+yağ) toplam CO₂ emisyonu ortalaması 42.12 ktCO₂, özgül yakıt tüketimi ortalaması 21.88 gyakıt kgürün⁻¹ ve özgül CO₂ emisyonu ortalaması ise 74.81 gCO₂ kgürün⁻¹ olarak belirlenmiştir. Son 10 yıllık dönemde en düşük TCE (toplam CO₂ emisyonu) 2021 yılında 38.07 ktCO₂, en düşük YTÖ (Özgül yakıt tüketimi) 2014 yılında 18.54 gyakıt kgürün⁻¹ ve en düşük ÖzCE (Özgül CO₂ emisyonu)'nun ise 2015 yılında 63.37 gCO₂ kgürün⁻¹ olduğu görülmüştür. Son 10 yıldaki en yüksek TCE, YTÖ ve ÖzCE değerleri ise sırasıyla 2015 yılında 47.65 ktCO₂, 2021 yılında 28.43 gyakıt kgürün⁻¹ ve 2021 yılında 97.21 gCO₂ kgürün⁻¹ olarak hesap edilmiştir (Çizelge 4).

Üretim miktarı ile özgül CO₂ emisyonu değerlerinin 2014-2023 yılları arasındaki değişimine göre üretim miktarı azaldıkça özgül CO₂ emisyonunun arttığı anlaşılmaktadır (Çizelge 1 ve Çizelge 4). Üretim miktarındaki değişimin bir önceki yıla göre en fazla olduğu 2021 (%50 azalış) ve 2022 (%33 artış) yıllarında, özgül CO₂ emisyonundaki değişim sırasıyla %33 artış ve %48 azalış şeklinde olmuştur.

Son 10 yıllık dönemde Sivas ili buğday üretim alanı, üretim miktarı ve verim değerlerindeki ortalama değişim sırasıyla %2.45, %5.44 ve %3.24 azalma şeklinde olurken toplam CO₂ emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO₂ emisyonundaki değişim ise sırasıyla %2.45, %2.02 ve %2.02 azalma şeklinde olmuştur. Burada üretim alanı ile üretim miktarı arasındaki değişimin, iklimsel faktörlerin veya üretimle ilgili diğer faktörlerin etkisiyle farklılık gösterdiği söylenebilir.

Doğu Akdeniz bölgesi için yapılan çalışmada toplam CO₂ emisyonu değerlerinin Adana, Kahramanmaraş, Mersin, Hatay ve Osmaniye illeri için sırasıyla 50.64 ktCO₂, 44.39 ktCO₂, 26.92 ktCO₂, 17.48 ktCO₂ ve 15.07 ktCO₂ olduğu belirtilmiştir (Kuzu ve ark., 2024). Öztürk ve Vulkan (2017) ise

Türkiye geneli için 2010-2015 yılları arasındaki ortalama toplam fosil kaynaklı CO₂ emisyonunun buğday üretiminde 1.4 MtCO₂ yıl⁻¹ olduğunu belirtmektedir. Sivas ili için belirlediğimiz fosil yakıt kaynaklı toplam CO₂ emisyonu değerlerinin literatür sonuçları ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Ortalama özgül yakıt tüketim değerlerinin buğday üretiminde iller bazında değişimine ait Kuzu ve ark. (2024); Hatay için 154.27 g_{yakıt} kg_{ürün}⁻¹, Kahramanmaraş için 153.59 g_{yakıt} kg_{ürün}⁻¹, Mersin için 150.33 g_{yakıt} kg_{ürün}⁻¹, Osmaniye için 134.76 g_{yakıt} kg_{ürün}⁻¹ ve Adana için 107.81 g_{yakıt} kg_{ürün}⁻¹ olduğu açıklamışlardır. Öztürk ve Vulkan (2017) ise, Türkiye geneli için 2010-2015 yılları arasındaki değişimlerin ortalama özgül yakıt tüketiminin buğday üretiminde 20,7 g_{dizel} kg_{buğday}⁻¹ olduğunu açıklamıştır. Koga ve ark. (2003) Japonya'da geleneksel toprak işlemenin uygulandığı sistemde yakıt kaynaklı sera gazı emisyonunun 826.2 kg_{CO₂} ha⁻¹ ve Khoshroo (2014) ise İran'da yürüttükleri çalışmada 2008, 2009 ve 2010 yılları için sırasıyla 69.12 kg_{CO₂} ha⁻¹, 74.92 kg_{CO₂} ha⁻¹ ve 83.17 kg_{CO₂} ha⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlara göre çalışmada belirlenen Sivas için fosil yakıt kaynaklı özgül yakıt tüketimi değerlerinin hem iller bazında ve Türkiye geneli değerlerinin oldukça altında olduğu görülmektedir.

Ortalama özgül CO₂ emisyonun değerleri için buğday üretimi için Kuzu ve ark. (2024), Hatay ili için 327.49 g_{CO₂} kg_{ürün}⁻¹, Kahramanmaraş için 326.05 g_{CO₂} kg_{ürün}⁻¹, Mersin için 319.13 g_{CO₂} kg_{ürün}⁻¹, Osmaniye için 286.07 g_{CO₂} kg_{ürün}⁻¹, Adana için 228.87 g_{CO₂} kg_{ürün}⁻¹ değerlerinin olduğunu açıklamışlardır. Öztürk ve Vulkan (2017) ise, Türkiye geneli için 2010-2015 yılları arasındaki dönem için ortalama özgül CO₂ emisyonunun buğday üretiminde 67.7 g_{CO₂} kg_{buğday}⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuca göre çalışmada belirlenen Sivas için fosil yakıt kaynaklı özgül CO₂ emisyonunun hem iller bazında ve Türkiye geneli değerlerine göre biraz daha yüksek, ancak, iller bazındaki değerlere göre daha düşük değerde olduğu görülmektedir.

Sivas ili buğday üretiminde 2014-2023 yıllarına ait TCE, YTÖ ve ÖzCE değerleri dikkate alınarak 2024-2033 yıllarına ait projeksiyonları tahminleri hesaplanmış ve Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5'te, Sivas ilindeki buğday üretiminde 2014-2023 yıllar için TCE, YTÖ ve ÖzCE değerleri dikkate alınarak 2024-2033 yıllarına ait geçmiş yıllardaki değişim oranlarına göre elde edilen projeksiyon katsayıları incelendiğinde, TCE için -1.550, YTÖ için -0.975 ve ÖzCE için -0.971 olduğu görülmüştür. Gelecek yıllara göre toplam CO₂ emisyonunun, özgül yakıt tüketiminin ve özgül CO₂ emisyon değerlerinin düşme eğilimi göstereceği tahmin edilmektedir. 2033 yılında Sivas ilinde buğday üretiminde TCE, YTÖ ve ÖzCE değerlerinin sırasıyla 33.82 ktCO₂, 17.34 g_{yakıt} kg_{ürün}⁻¹ ve 59.33 g_{CO₂} kg_{ürün}⁻¹ olacağı ön görülmektedir. Bu durum buğday üretiminde geçmiş yıllara göre gelecek yıllar açısından yakıt tüketimindeki azalmaya göre emisyon değerlerinde bir azalışın beklendiği sonucunu doğurmaktadır.

Sivas ilindeki buğday üretiminde yakıt tüketimi ve CO₂ emisyon değerleri dikkate alındığında, buğday üretiminde en fazla toprak işleme uygulamasında kullanılan ekipmanlardan kaynaklandığı, en düşük ise gübreleme işleminde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Sivas ili buğday üretiminde 2014-2023 yıllarına ait TCE, YTÖ ve ÖzCE değerleri dikkate alınarak 2024- 2033 yıllarına ait projeksiyonları tahminleri.

Yıllar	TCE	YTÖ	ÖzCE
2014	45.90	27.00	92.30
2015	47.65	18.54	63.37
2016	44.22	22.35	76.42
2017	45.64	23.46	80.19
2018	43.36	20.32	69.47
2019	40.11	21.30	72.82
2020	38.36	19.15	65.47
2021	38.07	28.43	97.20
2022	38.38	19.16	65.49
2023	39.54	19.13	65.41
Geçmiş yılların değişim oranları			
2014-2015	3.813	-31.333	-31.343
2015-2016	-7.198	20.550	20.593
2016-2017	3.211	4.966	4.933
2017-2018	-4.996	-13.384	-13.368
2018-2019	-7.495	4.823	4.822
2019-2020	-4.363	-10.094	-10.093
2020-2021	-0.756	48.460	48.465
2021-2022	0.814	-32.606	-32.623
2022-2023	3.022	-0.157	-0.122
Projeksiyon katsayısı (%)	-1.550	-0.975	-0.971
Gelecek yıllara ait projeksiyon tahmini			
2024	38.93	18.94	64.78
2025	38.32	18.76	64.15
2026	37.73	18.58	63.52
2027	37.15	18.39	62.91
2028	36.57	18.22	62.30
2029	36.00	18.04	61.69
2030	35.44	17.86	61.09
2031	34.90	17.69	60.50
2032	34.35	17.52	59.91
2033	33.82	17.34	59.33

Khoshroo (2014) buğday üretiminde en yüksek enerji girdisinin sırasıyla kimyasal gübre enerjisi ve diesel yakıt enerji girdilerinin olduğunu ve toplam sera gazı emisyonuna da en büyük katkısı kimyasal gübre (%67) ve diesel yakıt (%24) tüketiminin yaptığını belirtmiştir. Yakıt tüketiminin büyük kısmının toprak işlemede olduğu ve azaltılmış toprak işleme ile toprak işlemez uygulamalarda geleneksel toprak işlemeye göre yakıt tüketiminin daha az olduğu bilinmektedir. Koga ve ark. (2003) buğday üretiminde yakıt kaynaklı sera gazı salınımının yaklaşık %23-24'ünün toprak işlemede olduğunu ve azaltılmış toprak işleme uygulandığında CO₂ emisyonunun %15-29 azaldığını belirlemişlerdir. Lu ve ark. (2018) buğday üretiminde en yüksek sera gazı emisyonunun azotlu

kimyasal gübre kullanımından sonra diesel yakıt tüketimi kaynaklı olduğunu, en yüksek sera gazı salınımının anızlı ve anızsız uygulamalarda sırasıyla geleneksel toprak işleme, çizelin kullanıldığı koruyucu toprak işleme ve toprak işlemez uygulamalarda olduğunu belirtmişlerdir.

Altuntaş ve ark. (2019) Sivas yöresinde buğday tarımında en yüksek enerji girdisinin kimyasal gübre, tohum ve yakıt enerji girdisi şeklinde sıralandığını belirlemişlerdir. Ayrıca, toprak işleme sistemlerine göre yakıt enerji girdisinin değiştiğini ve sistemlerin, geleneksel toprak işleme > azaltılmış toprak işleme > koruyucu toprak işleme ve toprak işlemez şeklinde sıralandığını ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar; kimyasal gübrelerin etkin kullanımı ve yakıt tüketimini azaltmanın buğday üretiminde toplam sera gazı emisyonlarının azaltılmasına önemli katkı sağlayacağını (Koga ve ark., 2003; Khoshroo, 2014; Lu ve ark., 2018; Altuntaş ve ark., 2019) göstermektedir.

Tarım makina ve ekipmanlarının uygun kullanımı, tarım alanı büyüklüğü ile makina tarla kapasitesinin uygun eşleştirilmesi ve geleneksel toprak işlemeden koruyucu toprak işleme geçilmesinin fosil yakıt tüketimini azaltacak ve çevresel profili iyileştirecektir (Mohammadi ve ark., 2014). Tarımsal üretim faaliyetlerinde ortaya çıkan fosil kaynaklı CO₂ emisyonlarının küresel ısınma ve dolayısıyla iklim değişikliğine neden olduğu bilinmektedir. İklim değişikliği de kuraklık etkisiyle tarımsal üretimde azalmaya, verim ve kalite düşüklüğüne, gıda arzı azalmasına, gıda fiyatlarında artmaya, yetersiz beslenmeye dayalı problemlerin ve hatta üretimdeki istikrarsızlık nedeniyle ekonomik büyümeyi de etkileyebilecektir (Dellal 2014; Dellal ve ark., 2015).

4. SONUÇ

Yapılan çalışmada, Sivas ilinde buğday üretiminde fosil yakıt tüketim kaynaklı karbondioksit emisyonunu belirlenmiş, çalışmada belirlenen Sivas için fosil yakıt kaynaklı özgül CO₂ emisyonunun Türkiye geneli değerlerine göre biraz daha yüksek, ancak iller bazındaki değerlere göre daha düşük değerde olduğu görülmüştür.

Sanayi devriminin doğal bir sonucu olarak gerekli enerji ihtiyacının karşılanmasına yönelik fosil yakıtların kullanımı sera gazı emisyonlarının artışına neden olmuştur. Sera gazı emisyonlarını düşürmek ve sürdürülebilir tarımsal üretim için kurum ve kuruluşları aracılığı ile enerji, sanayi, ulaşım ve tarım sektörlerinde özellikle fosil yakıt kullanımını sınırlandırabilmek için politikalar veya yeniden yapılandırılmalar oluşturulmaktadır.

Buğday üretimi ve diğer tüm ürün üretim sistemlerinde CO₂ emisyon değerlerinin düşürülmesi için çevreyle dost yeni üretim planlamalarının yapılması ve bu konuda çiftçilerin yönlendirilmesi gerekmektedir. Türkiye ölçeğinde, üretimi yapılan ürünlerin il, yöre, bölge ve ülkesel bazda CO₂ emisyonlarının fosil yakıt kaynaklı üretimlerde yakıt tüketiminin azaltılmasına yönelik Tarım ve Orman Bakanlığı Teşkilatları, Üniversiteler ve Çiftçi Birliklerinin ortak bir çatı altında hem üretimi ve kaliteyi artıracak hem de karbondioksit emisyonlarının azaltılmasına yönelik önlemlerin alınması için daha ciddi çalışmalar ve planlamalar yapılmalıdır.

Sivas ilindeki buğday üretiminde elde edilen 2024-2033 yıllarına ait projeksiyon katsayılarına göre TCE, YTÖ ve ÖzCE değerlerinin düşme eğilimi göstereceği tahmin edilmektedir. Ancak, il düzeyinde traktör sayısındaki artışın içerisinde yüksek güç grubunda yer alan traktör sayısındaki artış daha fazladır. Büyük güçlü traktör sayısındaki artış, işletme büyüklüğü ve tarım alet ve makinası eşleşmesi olumsuz yönde bozulursa yakıt tüketiminin ve sera gazı emisyonunun artmasına neden olacağı açıktır. Dolayısıyla sürdürülebilir üretim ve mekanizasyon açısından arazi büyüklüğü-güç ve makinanın

uyumlu seçimi, traktör ve makinaların doğru kullanımı ve üretimde kullanılan yöntemlerin bölge şartları dikkate alınarak seçimi konusunda üreticilere gerekli bilgilendirmenin yapılması önem arz etmektedir.

Doğal çevreye zarar veren yenilenemeyen fosil kaynaklı yakıtlara alternatif verimli ve çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına ilaveten kimyasal gübre ve tarımsal ilaç kullanımının da sınırlandırılması gerekmektedir. Tarımsal üretimde lokomotif rolü olan traktör ve tarım makinalarının girdilerinin azaltılması, güç ve makina uyumunun sağlanması, üretimde özellikle en fazla yakıt tüketimine neden olan geleneksel toprak işleme sistemleri yerine korumalı toprak işleme sistemlerinin kullanılması ve parsel büyüklüklerini artırılmasıyla ilgili uygulamalar; bitkisel üretim için gerekli olan girdilerin daha etkin kullanılmasını ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasını sağlayacaktır. Bu şekilde, tarımsal üretimde Sivas, diğer iller, bölge ve Türkiye ölçeğinde enerji kullanımının etkinliği iyileşebilecek ve CO₂ emisyonunun azaltılması mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

- Alpkent, N., (1984). Tarımda Enerji Kullanımı ve Enerji Tasarrufu. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 296. Ankara.
- Altuntaş, E. (2020). Türkiye'deki tarım makineleri kullanım projeksiyonunun tahmini. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD), 6 (3), 506-516.
- Altuntaş, E., Bulut, O.N., Özgöz, E. (2019). Kuru tarımda farklı toprak işleme sistemleri ile buğday üretiminin enerji kullanım etkinliği analizi. Anadolu Tarım Bilim. Dergisi, 34, 57-64.
- Anonim (2014a). Sivas İl Özel İdaresi Stratejik Plan. Bilgi İşlem Müdürlüğü, Kasım 2014. Sivas.
- Anonim (2014b). İstatistikî Bilgiler Raporu. İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Koordinasyon ve Tarımsal Veriler Şube Müdürlüğü, Sivas.
- Anonim (2024). Sivas İli Tarım ve Orman İl Müdürlüğü 2018 Yılı Faaliyet Raporu, <https://sivas.tarimorman.gov.tr/Menu/21/Faaliyet-Raporu> (Erişim Tarihi: 11.12.2024).
- ASAE (1999). ASAE Standarts. D497.4 MAR99: Agricultural Machinery Data. pp. 350-357 ASAE 2950 Niles Rd., St. Joseph, MI, 49085-9659, USA.
- ASAE (2011). ASAE Standarts. D497.7 MAR2011 (R2015): Agricultural Machinery Data. pp. 1-14 ASABE 2950 Niles Rd., St. Joseph, MI, 49085-9659, USA.
- Aydın, A. (2023). Tarım sektöründen kaynaklı sera gazı emisyonlarının hesaplanması; enterik fermantasyon. Uluslararası Gıda Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 3 (1), 40-54.
- Aydın, A., Aktuz, N.C. (2023). Sürdürülebilir tarım için iklim değişikliğine ekosistem tabanlı uyum faaliyetleri. Çevre, Şehir ve İklim Dergisi, 2 (3), 132-157.
- Beşergil, B. (2009). Yakıtlar Yağlar. Gazi Kitabevi, 1. basım (1 Ocak 2009), 978-9754837933, s. 451, Ankara.
- Bilgili, M.E., Aybek, A. (2018). 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.
- Bulut, O.N. (2015). Bulut, O.N. (2015). Buğday Tarımında Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Toprak Özellikleri, Tarla Filiz Çıkışı ve Verim Üzerine Etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği A.B.D., Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), s.88, Tokat.

- Dellal, İ., Engürülü B., Ulukan, H., Özevren A.Ş., Ünal, M. (2015). İklim değişikliğinin tarım sektörüne ekonomik yansımaları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, 12-16 Ocak 2015, Sayfa no:62-80, Ankara.
- Gołasa, P., Wysokiński, M., Bieńkowska-Gołasa, W., Gradziuk, P., Golonko, M., Gradziuk, B., Siedlecka, A., Gromada, A. (2021). Sources of greenhouse gas emissions in agriculture, with particular emphasis on emissions from energy used. *Energies*, 14 (13), 3784.
- Hayaloğlu, P. (2018). İklim değişikliğinin tarım sektörü ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(25): 51-62.
- Heller, M.C., Keoleian, G.A., Volk, T.A. (2003). Life cycle assessment of a willow bioenergy cropping system. *Biomass and Bioenergy*, 25: 147-165.
- IFOAM (1996). IFOAM EU GROUP. Working for Organic Farming in Europe Annual Report 2009. https://www.organicseurope.bio/content/uploads/2021/04/ifoameu_comm_annual_report_2009.pdf (Erişim Tarihi: 04.08.2024).
- IPCC (1996). Intergovernmental Panel on Climate Change, GHG protokolü - mobil kılavuz (03/21/05) v1.3., 1996.
- IPCC (2013). The Physical Science Basis. Contribution of Working Group 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.
- IPCC (2014). Intergovernmental Panel on Climate Change AR5-Fifth Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press.
- Khoshroo, A. (2014). Energy use pattern and greenhouse gas emission of wheat production: A case study in Iran. *Agricultural Communications*, 2 (2), 9-14.
- Koga, N., Tsuruta, H., Tsuji H., Nakano, H. (2003). Fuel consumption-derived CO₂ emissions under conventional and reduced tillage cropping systems in northern Japan. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 99, 213–219.
- Kuzu, H., Bilgili, M.E., Aybek, A., Özekin, M. (2024). Doğu Akdeniz Bölgesinde buğday ve mısır üretiminde yakıt tüketiminden kaynaklı karbondioksit emisyonunun belirlenmesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7 (2), 684-693.
- 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.
- Lal, R. (2004). Carbon emission from farm operations. *Environment International*, 30 (7), 981-990.
- Lu, X., Lu, X., Cui Y., Liao, Y. (2018). Tillage and crop straw methods affect energy use efficiency, economics and greenhouse gas emissions in rainfed winter wheat field of Loess Plateau in China. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 68 (6), 562-574.
- Massey, R., McClure, H., Schneider, R. (2019). Agriculture and greenhouse gas emissions. University of Missouri: Columbia-Extension Publication, 2019. <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/handle/10355/71743/> (Erişim Tarihi: 12.09.2024).
- Mohammadi, A., Rafiee, S., Jafari, A., Keyhani, A., Mousavi-Avval, S.H., Nonhebel, S. (2014). Energy use efficiency and greenhouse gas emissions of farming systems in north Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30: 724–733.

- Özcan, M.T. (1985). Mercimek Hasat ve Harman Yöntemlerinin İş Verimi Kalitesi. Enerji Tüketimi ve Maliyet Yönünden Karşılaştırılması ve Uygun Bir Hasat Makinası Geliştirilmesi Üzerine Araştırmalar. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü. Adana.
- Özden, M., Soğancı, A. (1996). Türkiye Tarım Alet ve Makinaları İşletme Değerleri Rehberi Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü A.P.K. Dairesi Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Yayın No: 92, Ankara.
- Öztürk, H.H. (2017). Energetic and Environmental Comparison of Rapeseed Cultivation Systems. LAMBERT Academic Publishing, Deutschland, 2017.
- 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, 16-18 Kasım 2017, Sayfa no: 21-30, Antalya.
- 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 2017, Sayfa no:13-23, Roma.
- Smagulova, S., Adil, J., Tanzharikova, A., Imashev, A. (2017). The economic impact of the energy and agricultural complex on greenhouse gas emissions in Kazakhstan. International Journal of Energy Economics and Policy, 7 (4), 252-259.
- TÜİK (2024). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel üretim istatistikleri, (2024). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=134&locale=tr> (Erişim tarihi: 02.08.2024).
- Vatansever Deviren, N., Çelik, N. (2017). Dünyada ve Türkiye’de Organik Tarımın Ekonomik Açından Değerlendirilmesi, Uluslararası Sosyal Araştırmalar 201, <https://www.researchgate.net>, (17 Ağustos 2017).
- Yılmaz, N., Şimşek, S. (2013). Sivas ekolojik koşullarında ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) üst gübrelemede kullanılacak azotlu gübre form ve miktarının belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 1(2), 91-96.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction and Research Questions & Purpose

In the agricultural production sector, greenhouse gas emissions generated in the process from seed bed preparation, sowing, maintenance, hoeing, irrigation, spraying, harvesting and storage of the product after harvesting play a triggering role in climate change (Lal, 2004). The agricultural production sector is affected by climatic changes and also causes climatic changes. For sustainable agriculture, it is necessary to use energy more efficiently and reduce fossil fuel consumption in all production periods. Minimal consumption of fossil fuels will lead to the reduction of greenhouse gas emissions and the development of more effective sustainable agricultural systems (Öztürk, 2017). For the effects of climate change on agriculture, many provincial, regional and national studies are carried out to estimate, control and minimize the increase of fuel-based greenhouse gas emissions in agricultural production (Gołasa et al., 2021). Therefore, the results obtained from the studies are important for determining the greenhouse gas emissions that will occur in the production of many products and making future projections and analysis and planning accordingly. In this study, it was tried to determine the fossil fuel-induced carbon dioxide emission values in wheat production, which is the main crop intensively produced in Sivas province.

Methodology

In this study, the values described by Altuntaş et al. (2019) were used as fuel consumption values for wheat production in Sivas province. In the calculations for the determination of CO₂ emissions from fossil (fuel and oil) sources for wheat production in Sivas province, the calculations of total CO₂ emissions from fuel and oil sources described in the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1996) were taken into consideration (Öztürk et al., 2017; Bilgili and Aybek 2018; Küsek, 2018). Taking into account the total CO₂ emission, specific fuel consumption and specific CO₂ emission values of wheat production in Sivas province calculated for the 10-year period between 2014-2023, the percentage rates of increase and decrease of these parameters were calculated and the projection average coefficients of these percentage rates were determined. For the years 2014-2023, total CO₂ emission, specific fuel consumption and specific CO₂ emission values of the previous year were multiplied by the projection coefficient for that parameter and total CO₂ emission, specific fuel consumption and specific CO₂ emission projection estimates were made for the next 10 years (2024-2033) in Sivas province wheat production in line with the decreases or increases in values (Altuntaş, 2020).

Results and Conclusions

The average total CO₂ emission from fossil fuel (diesel + oil) of Sivas province wheat production between 2014 and 2023 is 42.12 ktCO₂, the average specific fuel consumption is 21.88 g_{fuel crop}⁻¹ and the average specific CO₂ emission is 74.81 g_{CO₂} kg_{crop}⁻¹. In the last 10-year period, the lowest total CO₂ emissions was 38.07 ktCO₂ in 2021, the lowest specific fuel consumption) was 18.54 g_{fuel crop}⁻¹ in 2014 and the lowest specific CO₂ emission was 63.37 g_{CO₂} kg_{crop}⁻¹ in 2015. The highest total CO₂ emissions, specific fuel consumption and specific CO₂ emission values in the last 10 years were calculated as 47.65 ktCO₂ in 2015, 28.43 g_{fuel crop}⁻¹ in 2021 and 97.21 g_{CO₂} kg_{crop}⁻¹ in 2021, respectively (Table 4). According to the change in production amount and specific CO₂ emission values between 2014 and 2023, it is understood that the specific CO₂ emission increases as the production amount decreases (Table 1 and Table 4). In 2021 (50% decrease) and 2022 (33% increase), when the change in production amount was the highest compared to the previous year, the change in specific CO₂ emission was 33% increase and 48% decrease, respectively. In the last 10 years, the average change in Sivas province wheat production area, production amount and yield values have decreased by 2.45%, 5.44% and 3.24% respectively, while the change in total CO₂ emission, specific fuel consumption and specific CO₂ emission has been 2.45%, 2.02% and 2.02% respectively. Here, it can be said that the change between production area and production amount differs due to the effect of climatic factors or other factors related to production.

Yazarların Biyografisi

Ebubekir ALTUNTAŞ



1967 yılında Sivas'ta doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sivas'ta yaptı. Lisans eğitimini 1985-1989 yılları arasında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümünde tamamladı. Yüksek lisans eğitimini 1992-1994 yılları arasında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları A.B.Dalında; doktora eğitimini ise 1994-1998 yılları arasında Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları A.B.Dalında tamamladı. 1993 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Aynı bölüme 2000 yılında Yardımcı Doçent, 2006 yılında Doçent olarak ve 2012 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Tarımda Makine Sistemleri bilim dalına Profesör olarak atandı. Halen aynı üniversitede görev yapmaktadır. Birçok bilimsel ve akademik çalışma ve faaliyetlerde görev almış olup, 150'nin üzerinde bilimsel makale ve yayını bulunmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.

İletişim ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

ORCID Adresi <https://orcid.org/0000-0003-3835-1538>

Engin ÖZGÖZ



1968 yılında Tokat'ta doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Tokat'ta yaptı. Lisans eğitimini 1987-1991 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümünde tamamladı. Yüksek lisans eğitimini 1992-1994 yılları arasında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında; doktora eğitimini ise 1995-1999 yılları arasında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında tamamladı. 1992 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı ve aynı yıl Gaziosmanpaşa Üniversitesinin kurulmasıyla görevine Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde devam etti. Aynı bölüme 2003 yılında Yardımcı Doçent, 2007 yılında Doçent olarak atandı. 2013 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Tarımda Makine Sistemleri bilim dalına Profesör olarak atandı. Halen aynı üniversitede görev yapmaktadır. Tarım Makinaları konusunda yayınlanmış yurt içi ve yurt dışı birçok yayını, kitap bölüm yazarlığı ve Ulusal ve uluslararası projede yürütücü ve araştırmacı olarak görevi bulunmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.

İletişim engin.ozgoz@gop.edu.tr

ORCID Adresi <https://orcid.org/0000-0003-0615-9613>