



Alınış tarihi (Received): 25.08.2024

Kabul tarihi (Accepted): 20.10.2024

## TR 83 Bölgesinde Çeltik Üretiminde Yakıt Kaynaklı Karbondioksit Emisyonunun Belirlenmesi Gelecek Projeksiyon Tahmini

Ebubekir ALTUNTAŞ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tokat

\*Sorumlu yazar: ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

**ÖZET:** Bu çalışmada, Amasya, Çorum, Tokat ve Samsun illerini kapsayan TR83 Bölgesinin 2014-2023 yılları arasındaki çeltik üretiminde fosil yakıt tüketimi kaynaklı karbondioksit emisyonunu belirlenmiş, gelecek yıllara ait projeksiyon tahmini yapılmıştır. TR83 Bölgesinin 2014-2023 yılları arasındaki çeltik üretimindeki yakıt tüketimi kaynaklı oluşan ortalama CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu değerleri sırasıyla 17.05 ktCO<sub>2</sub>, 25.31 g<sub>yakıt</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> ve 86.53 gCO<sub>2</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. TR83 Bölgesinin çeltik üretiminde 2024-2033 yıllarına ait hesaplanan gelecek projeksiyon tahminlerine göre, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyon değerleri azalma eğilimi gösterirken, toplam CO<sub>2</sub> emisyonunun genel olarak artma eğiliminde olacağı öngörülmektedir. Dolayısıyla toplam CO<sub>2</sub> emisyonunun yıllara göre artış göstereceği düşünüldüğünde, CO<sub>2</sub> gazının salınımının etkisinin azaltılması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler** – Projeksiyon katsayısı, ortalama CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi

### Determination of Fuel Produced Emissions from Paddy Production in the TR 83 Region, Future Projection Estimation

**ABSTRACT:** In this study, the carbon dioxide emission resulting from fossil fuel consumption in paddy production between 2014 and 2023 of the TR83 Region, which includes the provinces of Amasya, Çorum, Tokat and Samsun, were determined and projections were made for the coming years. The average CO<sub>2</sub> emission, specific fuel consumption and specific CO<sub>2</sub> emission values resulting from fuel consumption in paddy production in the TR83 Region between 2014 and 2023 were determined as 17.05 ktCO<sub>2</sub>, 25.31 g<sub>fuel</sub> kg<sub>product</sub><sup>-1</sup> and 86.53 gCO<sub>2</sub> kg<sub>product</sub><sup>-1</sup>, respectively. According to the future projections calculated between 2024 and 2033 in the paddy production of the TR83 Region, it is predicted that specific fuel consumption and specific CO<sub>2</sub> emission will tend to decrease, while total CO<sub>2</sub> emissions values will generally increase. Therefore, since the total CO<sub>2</sub> emissions have been increasing year by year, necessary measures need to be taken to reduce the impact of CO<sub>2</sub> emissions.

**Keywords** – Projection coefficient, average CO<sub>2</sub> emission, specific CO<sub>2</sub> emission, specific fuel consumption

## 1. Giriş

Sanayi devrimiyle başlayan yoğun üretim ve tüketim dolayısıyla fosil kaynaklı yakıtların kullanılmasıyla atmosfere salınan sera gazlarında önemli artışlar görülmüştür (Massey ve ark., 2019). Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri atmosferde sera gazlarının zaman içinde birikimiyle küresel ısınma meydana gelmektedir (Tokay, 2018). Küresel ısınma; ülkesel, bölgesel ve yerel baz da farklı şekillerde görülmektedir. Hem dünya için ve hem de Türkiye için küresel ısınma ve iklim değişikliği en önemli sorunlardan birisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Aydın, 2023). Küresel ısınmaya neden olan en etkin sera gazları CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O olup, tarımsal faaliyetler sonucunda doğrudan meydana çıkan sera gazları N<sub>2</sub>O ve CH<sub>4</sub>

gazlarıdır. Tarımsal üretimde genellikle kullanılan toprak işleme, ekim-bakım-çapalama, sulama, ilaçlama, hasat ve hasat sonrası işlemler sera gazı emisyonlarının oluşumuna neden olmaktadır (Lal, 2004; Vatansever ve Çelik, 2017). Küsek, 2018).

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında Türkiye tarafından 2017 yılında sunulan ulusal envanter raporuna göre, 2015 yılı için toplam sera gazı emisyonunun %12'sinin (57 MtCO<sub>2</sub> eşdeğeri) tarımdan kaynaklandığı açıklanmaktadır (Ağaçayak ve Öztürk, 2017; Tokay, 2018). TÜİK 2020 yılı sera gazları envanter sonuçlarına göre, toplam sera gazları emisyonunun 523,9 MtCO<sub>2</sub> eşdeğeri olduğu, tarım sektöründeki sera gazları emisyonlarının 2020 yılında, 73,2 MtCO<sub>2</sub> eşdeğeri olarak hesaplandığı açıklanmıştır (TÜİK, 2020).

İklim değişikliğinin etkisiyle üretim verimliliği, ekosistem ve dolaylı olarak da ekonomi de önemli düzeyde tehdit altında kalmaktadır (Hayaloğlu, 2018). İklimsel değişikliğin etkilerine en fazla maruz kalan ülkelerden birisi de Türkiye'dir. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change/Uluslararası İklim Değişikliği Paneli) (2013) raporuna göre, Türkiye'nin gelecek yıllarda da daha kurak ve daha sıcak aynı zamanda yağışlar bakımından da daha belirsiz bir iklim yapısına sahip olacağı açıklanmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'nin mevcut tarımsal ekosistemiyle, iklimsel değişikliklerden büyük oranda olumsuz yönde etkileneceği, bu sebeple iklim değişikliğinin etkilerini ortadan kaldırmadan sürdürülebilir bir kalkınmanın sağlanabilmesinin mümkün olmadığı açıklanmaktadır (Smagulova ve ark., 2017; Aydın ve Aktuz, 2023).

Uluslararası İklim Değişikliği Paneli raporuna göre, iklim değişikliğinin nedeninin %95 oranında insan kaynaklı olduğu bildirilmekte, dolayısıyla iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini önlemek için sera gazları emisyonlarının azaltılması gerektiği vurgulanmıştır (IPCC, 2014), bu açıdan sera gazları emisyonlarını azaltmak için tüm ülkelerin üst düzey yatırımlar yapması zorunludur (Aydın, 2023). Öztürk ve Vulkan (2017), sera gazları emisyonlarının azaltılması için, tarımsal üretimde yakıt ve motor yağının enerji kaynağı olarak kullanılması nedeniyle, traktör ile tarım makinelerinin güç dengesinin uyumunun sağlanması ve aşırı yükte motor kullanılmaması gerekliliğini vurgulamaktadır.

Sürdürülebilir tarımsal üretimde etkin enerji kullanımı yanında ekonomi ve çevrenin de korunması büyük önem arz etmektedir (Göktoğa ve ark., 2006). Ürün verimini arttırmak yanında, enerji kullanım etkinliğini de artırabilmek için üretim için tüketilen traktör ve tarım makinelerinin tükettiği yakıt-yağ ile kimyasal ilaç ve gübre girdilerinin de azaltılması gereklidir (Gözübüyük ve ark., 2012). Sürdürülebilir tarım için enerjinin tüm üretim periyotlarında daha etkin kullanılabilmesi, fosil kaynaklı yakıt tüketimini azaltmakla sera gazları emisyonlarının azaltılması ve daha etkin tarımsal üretim sistemlerinin geliştirilmesi gereklidir (Öztürk, 2017). Bu amaca yönelik olarak sera gazları emisyonlarının artışı kontrol altına alabilmek ve asgariye indirilmek için birçok il, bölge ve ülkesel bazda çalışmalar yürütülmesine rağmen bu çalışmaların artırılması gereklidir (Gołasa ve ark., 2021). Bu amaçla yapılan ve yapılması planlanan çalışmalar ile il, bölge ve Türkiye ölçeğinde IPCC yöntemlerine uyumlu olarak emisyon hesaplamalarının ve geleceğe yönelik de tahminlerin doğru bir şekilde yapılması çok önemlidir.

Dünya tarım alanlarının yaklaşık %10'unda çeltik üretimi yapılmaktadır (Bal ve Altuntaş, 2019). İklim ve toprak yapısı yönünden Türkiye çeltik üretimine oldukça elverişlidir. Dünyada toplam nüfusun %21 ile Doğu Asya Bölgesinde bulunan ülkelerin %76'sının kalori gereksinimi çeltikten sağlanmaktadır (Taşlıgil ve Şahin, 2011). FAO verilerine göre, dünyada 2020 yılındaki toplam çeltik ekim alanları 164 192 164 ha olup, 2010 yılına göre

%2 oranında bir artış, üretim miktarında 2020 yılında 756 743 722 ton ile 2010 yılına göre %9'luk bir artış, verimde de 2020 yılında 461 kg/da ile 2010 yılına göre %7 artış gözlenmiştir (FAO, 2022).

Türkiye çeltik üretiminde ekim alanı ve üretim miktarlarında belirgin artışlar görülmüştür. TÜİK verilerine göre, 2021 yılında çeltik ekim alanı 2021 yılında 1 294 904 ha olup, 2010 yılı (990 000 ha)'na göre %31 oranında bir artış, üretim miktarlarında 2021 yılında 1 000 000 ton ile 2010-2021 aralığında %16 oranında bir artış, verim değerlerinde ise 2021 yılında 772 kg da<sup>-1</sup> değeriyle 2010 yılına göre %11 oranında azalış görülmüştür (TÜİK, 2022). Kaya ve Ateş (2022), Türkiye çeltik üretiminde 2021 yılı ekim alanlarında önde gelen bölgelerin Batı Marmara (854 263 da) ve Batı Karadeniz (367 918 da) şeklinde sıralandığını ifade etmişlerdir.

Sera gazları emisyonlarının belirlenmesine ait yönelik daha önceki yapılan çalışmalarda birçok il, bölge ve Türkiye ölçeğinde farklı ürünlere yönelik olarak Bilgili ve ark. (2018), Doğu Akdeniz Bölgesi için zeytin üretiminde; Kuzu ve ark. (2024), Doğu Akdeniz Bölgesi için buğday ve mısır üretiminde; Küsek (2018), Güneydoğu Anadolu Bölgesi için mercimek üretiminde; Öztürk ve ark. (2017) ise Türkiye ölçeğinde pamuk üretimi karbondioksit emisyonunu incelemiştir.

Çeltik yetiştiriciliği uygulamaları yüksek miktarda sera gazı salınımına neden olmakta ve atmosfere salınan metan (CH<sub>4</sub>) emisyonu, karbondioksit oranla 32 kat daha fazla sera etkisi göstermektedir. Bunun sebebi organik maddelerin oksijensiz veya çok az oksijenli ortamda çürümesidir. Çeltik yetiştiriciliğinde uygun sulama, gübreleme ve drenaj faaliyetlerinin yanında dünyada örnekleri bulunan pek çok farklı yeni yöntemlerin kullanılması ile metan salınımında azaltım yapılması sonucu iklim değişikliği ile tarımsal mücadele konusunda ciddi katkılar sağlanabilmektedir (Denef, 2011; Anonim, 2024).

Tokay (2018) yaptığı çalışmada, TÜİK (2017) verilerine göre, Türkiye'de TR83 Bölgesi kapsamında bulunan Samsun ve Çorum illerinin de olduğu 10 ilde 2004-2017 yılları arasındaki çeltik üretimi kaynaklı CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O gazlarına ait emisyon miktarlarını, IPCC (Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli) 2006 rehberindeki önerilen TIER 1 metodunu kullanarak hesaplamış ve çeltik üretimindeki su rejimi uygulamalarının CH<sub>4</sub> sera gazı emisyon miktarına etkisini incelemiştir. Çalışmada 2017 yılı için çeltik üretiminde değerlendirilen 10 il için toplam CH<sub>4</sub> emisyonunu 167 kt/yıl CO<sub>2</sub> eşdeğeri olarak hesaplamıştır. 2007 yılına göre çeltik üretimi kaynaklı toplam CH<sub>4</sub> emisyonunun 10 yıl içinde %21.4 oranında arttığını da açıklamıştır.

Eren ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada, Türkiye'de farklı ürünlerin (arpa, nohut, mısır, pamuk, mercimek, acı bakla, pirinç, şeker pancarı, ayçiçeği, fiğ ve buğday) üretim sürecindeki sera gazı emisyonlarını belirlemiştir. Çalışmada, çeltik üretiminde birim alanda tüketilen 214 l ha<sup>-1</sup> yakıtı karşılık sera gazı emisyonlarının 594.64 kgCO<sub>2</sub>-eq ha<sup>-1</sup> olduğunu açıklamışlardır.

Şimdiye kadar, tarımsal mekanizasyon düzeyleri, farklı tarımda makine ve teknoloji kullanımına yönelik ülkemiz genelinde, bölge ve farklı iller bazında güncel veriler üzerinden projeksiyon tahminleri içerikli pek çok çalışmalar yapılmıştır (Demir ve ark., 2013; Malaslı ve ark., 2015; Altuntaş, 2020; Bal ve Altuntaş, 2020; Altuntaş ve Bal, 2021; Aybek ve ark., 2021; Kuzu ve ark., 2021; Gül ve ark., 2022; Gül ve ark., 2023; Ersoy ve Altuntaş, 2023).

Yapılan sera gazlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar sonucu bulunan değerlendirmeler; il, bölge ve Türkiye ölçeğinde farklı ürünler için mevcut durumun belirlemeyi amaçlamakta, bu çalışma sonuçlarının bundan sonra alınması gereken önlemler ve yeni planlamalar için büyük önem arz edebileceği düşünülebilir. Bu çalışmada da ayrıca TR83 Bölgesinde önemli bir üretim potansiyeli olan çeltik üretiminde fosil yakıt kaynaklı tüketime yönelik olarak karbondioksit emisyon değerleri belirlenmiş ve gelecek yıllara ait emisyon projeksiyonu tahmin edilmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Türkiye yüzölçümünün %4.9'unu kapsayan TR-83 Bölgesi içinde Amasya, Çorum, Samsun ve Tokat illeri yer almaktadır (Şekil 1). Orta Karadeniz Bölgesi coğrafi konumuyla, Doğu ve Batı Karadeniz'in birleşim noktasında bulunup, her iki bölgeye de açılan bir kapı durumunda ve tarıma uygun arazi varlığı, turizm potansiyeli, yerüstü ve yeraltı kaynakları ve gelişmiş sanayi yapısı ile Türkiye ekonomisinde önemli bir potansiyele sahiptir (Anonim, 2020).



**Şekil 1.** TR-83 Bölgesi (Hazneci ve Ceyhan, 2017).

**Figure 1.** TR-83 Region (Hazneci and Ceyhan, 2017).

TR83 Bölgesinde tarım sektörünün daha ön plana çıktığı görülmekte ve tarımın gelişimi için teknoloji kullanımı da önemli oranda artmaktadır. Bu nedenle, bölgeye yönelik olarak tarımsal üretim içerisinde traktör ve tarım makineleri kullanımı teknolojik gelişim için önemlidir. 2023 yılı istatistiklerine göre TR83 Bölgesinde toplam çeltik ekili alanları 25150 ha olup, Samsun ili toplam ekili alanın yaklaşık %75'ini ve Çorum ise %24'ini karşılamaktadır. Toplam çeltik üretim miktarı ise 2023 yılında TR83 Bölgesinde 212 014 ton olup, verim ise Bölge için  $8.72 \text{ t ha}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (TÜİK, 2024).

TR83 Bölgesi için 2014-2023 yılları arasında ana ürün çeltik üretiminde ekili alanı, üretim miktarı ve verim değerleri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarım istatistiklerinden alınmıştır (TÜİK, 2024), Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

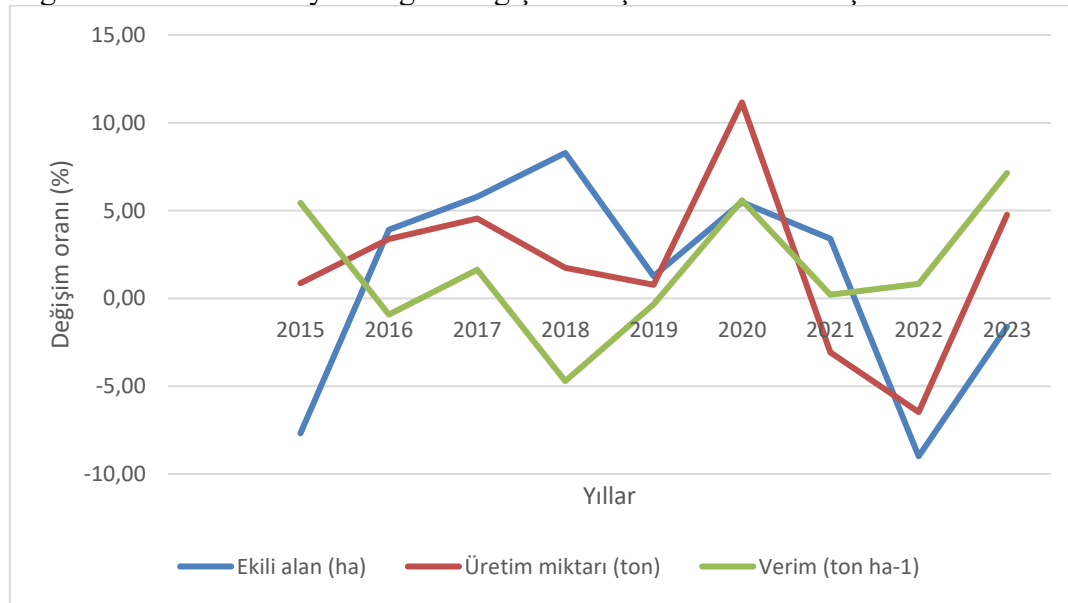
**Çizelge 1.** TR83 Bölgesindeki çeltik ekili alanı, üretilen ürün miktarı ve ürün verim değerleri (TÜİK, 2024).

**Table 1.** Paddy cultivated area, amount of product produced and product yield values in TR83 Region.

| Yıllar      | Ekili alanı (ha) | Üretim miktarı (ton) | Verim (ton ha <sup>-1</sup> ) |
|-------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| 2014        | 23 137           | 175 410              | 7.46                          |
| 2015        | 21 485           | 176 942              | 7.89                          |
| 2016        | 22 361           | 183 135              | 7.82                          |
| 2017        | 23 733           | 191 874              | 7.95                          |
| 2018        | 25 875           | 195 280              | 7.59                          |
| 2019        | 26 209           | 196 816              | 7.57                          |
| 2020        | 27 729           | 221 542              | 8.02                          |
| 2021        | 28 707           | 214 960              | 8.03                          |
| 2022        | 26 340           | 201 892              | 8.10                          |
| 2023        | 25 920           | 212 014              | 8.72                          |
| <b>Ort.</b> | <b>25 150</b>    | <b>196 987</b>       | <b>7.92</b>                   |

Çizelge 1'e göre, 2014-2023 yılları arasında çeltik ekili alanlarda %12.03, üretim miktarlarında %20.87 ve verim değerlerinde ise %16.88'lik bir artış kaydedilmiştir.

TR83 Bölgesi için sera gazları salınımına dayalı olarak hesaplanan toplam CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu, Bölgeye ait çeltik üretim alanı, toplam üretim miktarı ve verim değerleriyle ilişkili olarak değerlendirilebilir (Çizelge 1). Buna göre TR83 Bölgesi için çeltik üretiminde 2014-2023 yılları için ekili alan, üretim miktarı ve verim değerlerinin bir önceki yıllara göre değişimleri Şekil 2'de verilmiştir.



**Şekil 2.** TR83 Bölgesi için çeltik üretim değerlerindeki yıllara göre değişim.

**Figure 2.** Changes in paddy production values for TR83 Region by years.

Şekil 2'de, yıllara göre değişimler incelendiğinde, ekim alanlarının yıllara göre dalgalı bir seyir izlediği, ekim alanlarının artış ve azalışına göre üretim miktarlarının ve hatta verim değerlerinin genel olarak aynı paralellikte bir eğilim gösterdiği söylenebilir.

TR83 Bölgesinde çeltik üretimi için yakıt tüketim değerleri için Hacıoğlu ve ark. (2024)'nın Çeltik Üretiminde Enerji Bilançosunun Belirlenmesi (Çorum İli Osmaniye İlçesi Örneği) çalışmasında açıkladığı değerler dikkate alınmış ve çeltik için birim alanda tüketilen yakıt değeri için 5-30 da işletme büyüklüğü için belirledikleri toplam tüketilen yakıt miktarı değeri 236.09 l ha<sup>-1</sup> karbondioksit emisyon hesaplamalarında kullanılmıştır.

TR83 Bölgesinde çeltik üretimi için yağ tüketimi değerleri ise toplam yakıt tüketiminin %4.5'i olacak şekilde hesap katılmış çeltik üretimi için tüketilen toplam yağ miktarı ise sırasıyla %10.62 l ha<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Hacıoğlu ve ark., 2024).

TR83 Bölgesi için çeltik üretiminde kullanılan yakıt ve yağın ısı değerleri sırasıyla 0,0371 GJ l<sup>-1</sup> ve 0,0382 GJ l<sup>-1</sup> olarak dikkate alınırken; yakıt ve yağ için CO<sub>2</sub> emisyon faktörleri de sırasıyla 74,01 (kgCO<sub>2</sub> GJ<sup>-1</sup>) ve 73,28 GJ l<sup>-1</sup> olarak göz önüne alınmıştır (IPCC, 1996; Küsek, 2018).

TR83 Bölgesinde çeltik üretimi için fosil (yakıt ve yağ) kaynaklı oluşan CO<sub>2</sub> emisyonlarını hesaplarken, Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC, 1996)'inde açıklanan yakıt ve yağ kaynaklı toplam CO<sub>2</sub> emisyonu hesaplamaları göz önüne alınmıştır (Bilgili ve Aybek 2018). Fosil kaynaklı yakıt ve yağ tüketimine dayalı CO<sub>2</sub> emisyonlarının hesaplanmasında kullanılan eşitlikler Çizelge 3'te verilmiştir.

Fosil (yakıt ve yağ) kaynaklı meydana gelen CO<sub>2</sub> emisyonlarının tespitine ait yapılan hesaplamalarda aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır IPCC (IPCC, 1996).

$$\mathbf{TCE = YCE + YaCE}$$

$$[(\text{Toplam CO}_2 \text{ emisyonu} = \text{Yakıtaya dayalı CO}_2 \text{ emisyonu} + \text{Yağ kullanımına ait CO}_2 \text{ emisyonu})]$$

$$\mathbf{YCE = TDM \times YIS \times YEF}$$

$$[(\text{Yakıtaya dayalı CO}_2 \text{ emisyonları (kgCO}_2) = \text{Toplam tüketilen dizel miktarı (l) x Yakıt alt ısı değeri (0.0371 GJ l}^{-1}) \times \text{Yakıt emisyon faktörü (74.01 kgCO}_2 \text{ GJ}^{-1})]$$

$$\mathbf{YaCE = TYM \times YaIS \times YaEF}$$

$$[(\text{Yağ kullanımına dayalı CO}_2 \text{ emisyonları (kgCO}_2) = \text{Toplam tüketilen yağ miktarı (l) x Yağ alt ısı değeri (0.0382 GJ l}^{-1}) \times \text{Yağ emisyon faktörü (73.28 kgCO}_2 \text{ GJ}^{-1})]$$

TR83 Bölgesi için çeltik üretimine yönelik olarak ürün bazlı yakıt tüketimi ve ürün bazlı CO<sub>2</sub> emisyonunun belirlenmesinde aşağıdaki bağıntılar kullanılmıştır:

Özgül yakıt tüketimi; yakıt tüketiminin üretilen ürün miktarına oranlanmasıyla bulunmuştur (Öztürk ve ark., 2017).

$$\mathbf{\text{Toplam tüketilen yakıt miktarı (g}_{\text{yakıt}})}$$

$$\mathbf{\text{Özgül yakıt tüketimi (g}_{\text{yakıt}} \text{ kg}_{\text{ürün}}^{-1}) = \frac{\text{Toplam tüketilen yakıt miktarı (g}_{\text{yakıt}})}{\text{Üretilen ürün miktarı (kg}_{\text{ürün}})}$$

Özgül CO<sub>2</sub> emisyonu: toplam CO<sub>2</sub> emisyonunu üretilen ürün miktarına oranlanmasıyla bulunmuştur (Öztürk ve ark., 2017).

$$\text{Özgül CO}_2 \text{ emisyonu (gCO}_2 \text{ kg}_{\text{ürün}}^{-1}) = \frac{\text{Toplam CO}_2 \text{ emisyonu (gCO}_2\text{)}}{\text{Üretilen ürün miktarı (kg}_{\text{ürün}}\text{)}}$$

Toplam tüketilen yakıt miktarının gram birimine çevirirken dizel yakıtın yoğunluk değeri  $0.84 \text{ g cm}^{-3}$  dikkate alınmıştır (Beşergil, 2009).

TR83 Bölgesi için çeltik üretiminde 2014-2023 yıllarına ait 10 yıllık hesaplanan toplam CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun değışimi değerleri dikkate alınarak, bu parametreler için değer artış ve azalışlarına ait yüzde oranları hesaplanmış, bu yüzde oranların projeksiyon ortalama katsayıları belirlenmiştir.

Örnek iki yıla ait değışim oranı için hesaplamalar aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

$$D_o = [(Y_1 - Y_0) / Y_0] \times 100 \quad (1)$$

Burada:

D<sub>o</sub>: Örnekleme iki yıla ilişkin CO<sub>2</sub> emisyon değışim oranı (%)

Y<sub>1</sub>= Mevcut yıla ait CO<sub>2</sub> emisyon değeri

Y<sub>0</sub>= Bir önceki yıla ait CO<sub>2</sub> emisyon değeri'dir.

2014-2023 yılları için bir önceki yıla ait TCE (Toplam CO<sub>2</sub> emisyonu), ÖYT (Özgül yakıt tüketimi) ve ÖCE (Özgül CO<sub>2</sub> emisyonu) değerleri ile o parametreye ait projeksiyon katsayıları çarpılmıştır. Hesaplanan katsayılardaki azalış veya artışlar doğrultusunda TR83 Bölgesindeki çeltik üretimindeki toplam CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu için gelecek 2024-2033 yılları arasındaki projeksiyonları hesaplanmıştır (Altuntaş, 2020).

### 3. Bulgular ve Tartışma

TR83 Bölgesinde 2014-2023 yıllarına göre son 10 yıllık dönemde çeltik üretiminde hesaplanan ortalama toplam CO<sub>2</sub> emisyonu (TCE), özgül yakıt tüketimi (ÖYT) ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu (ÖCE) değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

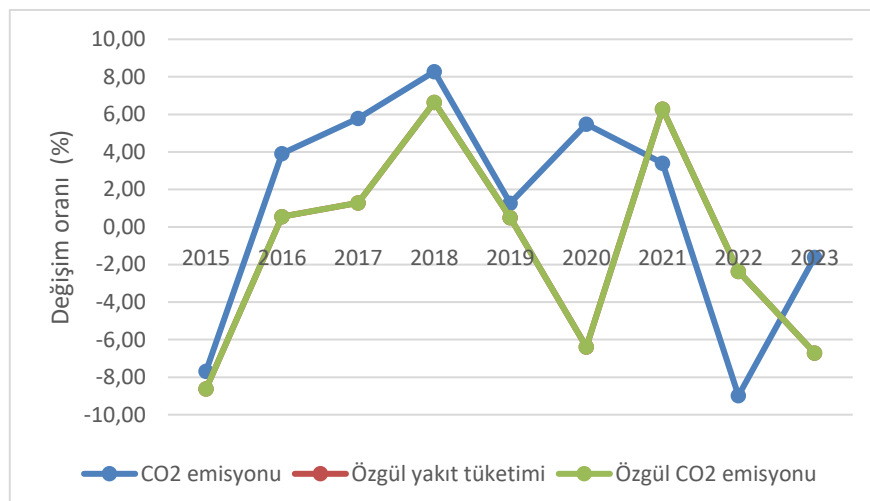


**Çizelge 2.** TR83 Bölgesi için çeltik üretiminde 2014-2023 yılları arasındaki toplam CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun değişimi

**Table 2.** Changes in total CO<sub>2</sub> emissions, specific fuel consumption and specific CO<sub>2</sub> emissions in paddy production for TR83 Region between 2014-2023.

| Yıllar          | TCE<br>(Toplam CO <sub>2</sub> emisyonu,<br>ktCO <sub>2</sub> ) | ÖYT<br>(Özgül yakıt tüketimi,<br>(gyakıt kgürün <sup>-1</sup> )) | ÖCE<br>(Özgül CO <sub>2</sub> emisyonu<br>(gCO <sub>2</sub> kgürün <sup>-1</sup> )) |
|-----------------|---|--|---|
| 2014            | 15.69   | 26.16  | 89.43   |
| 2015            | 14.57   | 24.08  | 82.32   |
| 2016            | 15.16   | 24.21  | 82.78   |
| 2017            | 16.09   | 24.53  | 83.86   |
| 2018            | 17.54   | 26.28  | 89.83   |
| 2019            | 17.77   | 26.41  | 90.28   |
| 2020            | 18.80   | 24.82  | 84.86   |
| 2021            | 19.46   | 26.48  | 90.54   |
| 2022            | 17.86   | 25.87  | 88.45   |
| 2023            | 17.57   | 24.25  | 82.89   |
| <b>Ortalama</b> | 17.05   | 25.31  | 86.53   |

TR83 Bölgesi için çeltik üretiminin 2014-2023 yılları arasındaki fosil yakıt kaynaklı (dizel+yağ) toplam CO<sub>2</sub> emisyonunu ortalaması 17.05 ktCO<sub>2</sub>, özgül yakıt tüketimi ortalaması 25.31 gyakıt kgürün<sup>-1</sup> ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu ortalaması ise 86.53 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Çizelge 2'ye göre, 2014-2023 yılları arasında çeltik üretiminde, toplam CO<sub>2</sub> emisyonunda %12.03 oranında artış görülürken, hem özgül yakıt tüketiminde ve hem de özgül CO<sub>2</sub> emisyonunda da sırasıyla %7.31'lik bir azalış gözlenmiştir. Şekil 3'te ise, TR83 Bölgesi için 2014-2023 yılları arasındaki çeltik üretiminde bir önceki yıla ait toplam CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun değişimi verilmiştir.



**Şekil 3.** TR83 Bölgesi için çeltik üretimindeki toplam CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun değerlerindeki yıllara göre değişim.

**Figure 3.** Changes according to the years in the values of total CO<sub>2</sub> emissions, specific fuel consumption and specific CO<sub>2</sub> emissions in paddy production for TR83 Region



TR83 Bölgesi için buğday üretiminde, son 10 yıllık dönemde en düşük toplam CO<sub>2</sub> emisyonu 2015 yılında 14.57 ktCO<sub>2</sub>, en düşük özgül yakıt tüketimi 2015 yılında 24.08 g<sub>yakıt</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> ve en düşük özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun ise 2015 yılında 82.32 gCO<sub>2</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. TR83 Bölgesi için çeltik üretiminde, son 10 yıldaki en yüksek toplam CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun ise sırasıyla 2021 yılında 19.46 ktCO<sub>2</sub>, 2021 yılında 26.48 g<sub>yakıt</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> ve 2021 yılında 90.54 gCO<sub>2</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir.

Özgül CO<sub>2</sub> emisyonu ile çeltik üretim miktarları birlikte değerlendirildiğinde yıllara göre değişimler incelenirse, genel olarak çeltik üretim miktarı arttıkça özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun azaldığı görülmektedir. Buna karşın toplam CO<sub>2</sub> emisyon değerinin yıllar bazında artış göstereceği söylenebilir. 2020 yılında en yüksek 221542 ton üretim miktarına göre özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun 84.86 gCO<sub>2</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> olduğu gözlenmiş, 2014 yılında en düşük 175410 ton üretim miktarına göre özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun 89.43 gCO<sub>2</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> olduğu gözlenmiştir.

Eren ve ark. (2019), çeltik üretiminde birim alanda tüketilen 214 l ha<sup>-1</sup> yakıt karşılık sera gazı emisyonlarının 594.64 kgCO<sub>2</sub>-eq ha<sup>-1</sup> olduğunu açıklamışlardır. Çalışmamızda, TR83 Bölgesi için 2014-2023 yılları arasındaki çeltik üretimindeki yakıt kaynaklı sera gazı emisyonları içinde ortalama CO<sub>2</sub> emisyonu değerleri, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonları değerlerinin sırasıyla 17.05 ktCO<sub>2</sub>, 25.31 g<sub>yakıt</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> ve 86.53 gCO<sub>2</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir.

TR83 Bölgesi için çeltik üretiminde 2014-2023 yıllarına ait TCE, ÖYT ve ÖCE değerleri dikkate alınarak 2024- 2033 yıllarına ait projeksiyonları tahminleri hesaplanarak, Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3'te, TR83 Bölgesi için çeltik üretiminde 2014-2023 yıllar için CO<sub>2</sub> emisyonu değerleri, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu değerleri dikkate alınarak 2024-2033 yıllarına ait geçmiş yıllardaki değişim oranlarına göre elde edilen projeksiyon katsayıları incelendiğinde, TCE için 1.431, ÖYT ve ÖCE parametreleri için -0.708 olduğu görülmüştür. Gelecek yıllara göre her bir parametre olarak özgül yakıt tüketiminin ve özgül CO<sub>2</sub> emisyon değerlerinin ise azalma eğilimi göstereceği, ancak toplam CO<sub>2</sub> emisyonunun genel olarak artma eğiliminde olduğu tahmin edilmektedir. 2033 yılında TR83 Bölgesi için çeltik üretiminde TCE, ÖYT ve ÖCE değerlerinin sırasıyla 20.26 ktCO<sub>2</sub>, 22.58 g<sub>yakıt</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> ve 77.20 gCO<sub>2</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> olacağı ön görülmektedir.

**Çizelge 3.** TR83 Bölgesi için çeltik üretiminde 2014-2023 yıllarına ait toplam CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonun değerleri dikkate alınarak 2024-2033 yıllarına ait projeksiyonları tahminleri.

**Table 3.** *Projection estimates of paddy production for TR83 Region for the years 2024-2033 considering the total CO<sub>2</sub> emissions, specific fuel consumption and specific CO<sub>2</sub> emissions.*

| Yıllar                | TCE<br>(ktCO <sub>2</sub> ) | ÖYT<br>(gyakıt kgürün <sup>-1</sup> ) | ÖCE<br>(gCO <sub>2</sub> kgürün <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---|
| 2014                  | 15.69                       | 26.16                                 | 89.43   |
| 2015                  | 14.57                       | 24.08                                 | 82.32   |
| 2016                  | 15.16                       | 24.21                                 | 82.78   |
| 2017                  | 16.09                       | 24.53                                 | 83.86   |
| 2018                  | 17.54                       | 26.28                                 | 89.83   |
| 2019                  | 17.77                       | 26.41                                 | 90.28   |
| 2020                  | 18.80                       | 24.82                                 | 84.86   |
| 2021                  | 19.46                       | 26.48                                 | 90.54   |
| 2022                  | 17.86                       | 25.87                                 | 88.45   |
| 2023                  | 17.57                       | 24.25                                 | 82.89   |
| Projeksiyon katsayısı | 1.431                       | -0.708                                | -0.708  |
| 2024                  | 17.82                       | 24.07                                 | 82.30   |
| 2025                  | 18.08                       | 23.90                                 | 81.72   |
| 2026                  | 18.34                       | 23.73                                 | 81.14   |
| 2027                  | 18.60                       | 23.57                                 | 80.57   |
| 2028                  | 18.87                       | 23.40                                 | 80.00   |
| 2029                  | 19.14                       | 23.23                                 | 79.43   |
| 2030                  | 19.41                       | 23.07                                 | 78.87   |
| 2031                  | 19.69                       | 22.91                                 | 78.31   |
| 2032                  | 19.97                       | 22.74                                 | 77.75   |
| 2033                  | 20.26                       | 22.58                                 | 77.20   |

#### 4. Sonuç

Yapılan çalışmada, TR83 Bölgesinde çeltik üretiminde fosil yakıt tüketimine dayalı karbondioksit emisyonunu belirlenmiştir. Özgül CO<sub>2</sub> emisyonu ile çeltik üretim miktarlarının yıllara göre değişimleri incelendiğinde, çeltik üretim miktarlarının 2014-2019 yılları arasında genel olarak bir artış seyri görülürken, 2020-2023 yılları arasında üretim miktarlarında genel olarak azalmalar olduğu görülmüş, özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun en yüksek değerinin (90.54 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>) ile 214960 ton çeltik üretim miktarına karşılık olduğu gözlenmiştir.

TR83 Bölgesi için çeltik üretiminde 2014-2023 yıllarına ait TCE, ÖYT ve ÖCE değerleri dikkate alınarak 2024- 2033 yıllarına ait projeksiyonları tahminleri incelendiğinde, gelecek yıllara göre her bir parametre olarak toplam CO<sub>2</sub> emisyonunun artma eğiliminde, özgül yakıt tüketiminin ve özgül CO<sub>2</sub> emisyon değerlerinin ise düşme eğilimi göstereceği tahmin edilmektedir.

Çeltik yetiştiriciliği uygulamalarının yüksek miktarda sera gazı salınımına neden olması ve özellikle atmosfere saldığı metan (CH<sub>4</sub>) emisyonu yanında bu çalışmada bulunan sonuçlara göre, toplamda CO<sub>2</sub> emisyonunun gelecek yıllarda genel olarak artma eğiliminde olması nedeniyle sera gazı salınımlarının düşürülmesine yönelik önlemler alınması gerekmektedir. Bu amaçla, metan gazı salınımını azaltmaya yönelik olarak yapılacak uygun sulama, gübreleme ve drenaj faaliyetlerinin yanında sera gazı salınımının azaltılmasına ilave olarak, diğer bölgelerde olduğu gibi, TR83 Bölgesi için çeltik üretiminde diğer tüm ürün üretim sistemlerinde CO<sub>2</sub> emisyon değerlerinin düşürülmesi için çevreyle dost yeni üretim planlamalarının yapılması ve bu konuda çiftçilerin yönlendirilmesine gereksinim duyulmaktadır. Doğal çevreye zarar veren yenilenemeyen fosil kaynaklı yakıtlara alternatif verimli ve çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanmak, yakıt miktarının azalmasını sağlamak, kimyasal gübre ve tarımsal ilaç kullanımının sınırlandırılması gerekmektedir.

## 5. Kaynaklar

- Ağaçayak, T., Öztürk, L., 2017. Türkiye’de tarım sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik stratejiler. İstanbul Politikalar Merkezi (İPM–MERCATOR Politika Notu). İmak Ofset Basım Yayın San. ve Tic. Ltd. Şti. ISBN: 978-605-9178-95-2.
- Altuntaş, E., 2020. Türkiye’deki Tarım Makineleri Kullanım Projeksiyonunun Tahmini. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD), 6(3): 506 – 516.
- Altuntaş, E., Bal, M., 2021. Çorum ilinde ayçiçeği tarımında makine kullanım projeksiyonu. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(2): 355-364.
- Anonim, 2020. TR83 Bölgesi kaynak verimliliği ihtiyaç analizi raporu. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Orta Karadeniz Kalınma Ajansı (OKA), Eylül, 2020, Samsun.
- Anonim (2024). Tarımsal üretimde karbon ayak izi. <https://farmolog.com/tarimsal-uretimde-karbon-ayak-izi/> (Erişim Tarihi: 19.10.2024).
- Aybek, A., Kuzu, H., Karadöl, H., 2021. Türkiye’nin ve tarım bölgelerinin tarımsal mekanizasyon düzeyindeki değişimlerin son on yıl (2010-2019) ve gelecek yıllar (2020-2030) için değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(2): 319-336.
- Aydın, A., Aktuz, N.C., 2023. Sürdürülebilir tarım için iklim değişikliğine ekosistem tabanlı uyum faaliyetleri. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 2(3): 132-157.
- Aydın, A., 2023. Tarım sektöründen kaynaklı sera gazı emisyonlarının hesaplanması; enterik fermantasyon. *Uluslararası Gıda Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 3(1): 40-54.
- Bal, M., Altuntaş, E., 2019. Çorum İlinde Çeltik Üretimi Yapan İşletmelerin Tarımsal Mekanizasyon Durumu, *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(1): 63-76.
- Bal, M., Altuntaş, E., 2020. Çorum ilinde çeltik tarımında makina kullanım projeksiyonunun tahmini. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)*, 1(2): 233-247.
- Beşergil, B., 2009. Yakıtlar yağlar. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- 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.
- Demir, B., Öztürk, İ., Sayıncı, B., Sakarya, A., 2013. Türkiye’nin bitki koruma makineleri projeksiyonu. I. Bitki Koruma Ürünleri ve Makineleri Kongresi, 2-5 Nisan 2013, Antalya
- Denef, K., Archibeque, S., Paustian, K., 2011. Greenhouse Gas Emissions from U.S. Agriculture and Forestry: A Review of Emission Sources, Controlling Factors.
- Eren, Ö., Gokdogan, O., Baran, M.F., 2019. Determination of Greenhouse Gas Emissions (Ghg) in The Production of Different Plants in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(2A): 1040-1043.
- Ersoy, H., Altuntaş, E., 2023. Agricultural mechanization level and projection estimation of soil tillage equipment’s, drills -fertilizer distributors of TR22 region. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University JAFAG*, 40(3): 103-114.
- FAO, 2022. Food and Agriculture Organization, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi:12.12.2022)

- Göktolga, Z. G., Gözener, B., Karkacı, O., 2006. Şeftali Üretiminde Enerji Kullanımı, Tokat İl Örneği. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23(2): 39-44.
- Gözübüyük, Z., Çelik, A., Öztürk, İ., Demir, O. ve Adıgüzel, M.C., 2012. Buğday üretiminde farklı, toprak işleme-ekim sistemlerinin enerji kullanım etkinliği yönünden karşılaştırılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 8(1): 25-34.
- Hacıoğlu, H., Altuntaş, E., Baran, M.F., 2024. Çeltik Üretiminde Enerji Bilançosunun Belirlenmesi (Çorum İli Osmancık İlçesi Örneği). Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2): 468-481.
- Hazneci, K., Ceyhan, V., 2017. TR83 Bölgesinde buğday tohumluğu üretiminde teknik etkinlik ve etkinliği belirleyen faktörler. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 32: 181-188.
- Gołasa, P., Wysokiński, M., Bienkowska-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.
- Gül, E.N., Özgöz, E., Altuntaş, E., 2022. Tokat ilinin tarımsal mekanizasyon düzeyi, toprak işleme alet ve makinaları ve ekim makinaları projeksiyonu. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 11(2): 12-24.
- Gül, E.N., Ersoy, H., Altuntaş, E., 2023. Adana ve Mersin illerinin tarımsal mekanizasyon düzeyi, toprak işleme ve ekim makinaları projeksiyonu. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 19(3): 215-233.
- Hayaloğlu, P., 2018. İklim değişikliğinin tarım sektörü ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9(25): 51-62.
- IPCC, 1996. Intergovernmental Panel on Climate Change, GHG protokolü - mobil kılavuz (03/21/05) v1.3., 1996.
- IPCC, 2013. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2013: The physical science basis. contribution of working group 1 to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, 2013.
- IPCC, 2014. Intergovernmental Panel on Climate Change AR5-Fifth Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kaya, A., Ateş, M., 2022. Türkiye’de Çeltik Üretiminin Yıllar İtibariyle Değişimi. Anadolu 11<sup>th</sup> International Conference On Applied Science – December 29- 30, 2022 – Diyarbakır, Türkiye.
- Kuzu, H., Karadöl, H. ve Aybek, A. 2021. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde tarımsal mekanizasyon düzeyinin 2010-2019 yıllarındaki değişimi ve gelecek yıllar için trend analizi ile belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(1): 41-62.
- Kuzu, H., Bilgili, M.E., Aybek, A., Özekin, M., 2024. Doğu Akdeniz Bölgesinde Çeltik 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.
- Malaslı, M.Z., Çelik, A., Çelik, Ş., 2015. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin toprak işleme alet ve makinaları projeksiyonunun regresyon analizi yöntemiyle belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 2 (1): 126-132.
- Massey R., McClure H., Schneider R. Agriculture and greenhouse gas emissions. University of Missouri: Columbia-Extension Publication, 2019.  
<https://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/handle/10355/71743/g00310-2019MarchRevised.pdf?sequence=1&isAllowed=y> ( Erişim Tarihi: 14.09.2023)
- 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.

- Şin, B., Gül, E.N., Altuntaş, E., 2023. Sakarya İlinin Tarımsal Mekanizasyon Seviyesi ile Bitki Koruma Makinelerinin Projeksiyon Tahmini. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 11(11): 2116-2126.
- Taşlıgil, N., Şahin, G., 2011). Türkiye'de çeltik (*Oryza sativa* L.) yetiştiriciliği ve coğrafi dağılımı. *Journal of Social Sciences*, 4(6): 182203.
- Tokay, Z., 2018. Türkiye'nin çeltik yetiştiriciliği kaynaklı sera gazı emisyonlarının değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği ABD., Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, s. 94, Ankara.
- TÜİK-2017 Bitkisel Üretim İstatistikleri.” [Online]. Available: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 18.10.2024).
- TÜİK, 2020. Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2020. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2020-45862#>. (Erişim tarihi: 10.08.2024).
- TÜİK, 2022. Bitkisel üretim istatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 12.01.2023).
- TÜİK, 2024. 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).