

## TR 71 Bölgesinin Patates Üretiminde Yakıt Kaynaklı Karbondioksit Emisyonu ve Projeksiyon Tahmini

Ebubekir ALTUNTAŞ<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 04694, TOKAT-TÜRKİYE

### Öz

Bu çalışmada, Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir ve Kırşehir illerini kapsayan TR71 Bölgesinin 2014-2023 yılları arasındaki patates üretimindeki yakıt tüketimine dayalı karbondioksit emisyonu belirlenmiş ve gelecek 10 yıla ait projeksiyon tahmini yapılmıştır. 2014-2023 yılları arasındaki TR71 Bölgesinin patates üretimine ait yakıt kaynaklı olarak ortalama CO<sub>2</sub> emisyonu 3.650 ktCO<sub>2</sub>, özgül yakıt tüketimi 0.841 g<sub>yakıt</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu değeri ise 2.877 gCO<sub>2</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. TR71 Bölgesinde patates üretimi için gelecek 10 yıl (2024-2033) için hesaplanan projeksiyon tahminleri incelendiğinde, toplam CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyon değerlerinin her birinin artma eğiliminde olacağı görülmektedir.

### Article Info

Received: 29.09.2024

Accepted: 26.11.2024

### Anahtar Kelimeler

CO<sub>2</sub> emisyonu  
Patates  
Projeksiyon  
Yakıt tüketimi

## Carbon Dioxide Emissions Based on Fuel in Potato Production in TR 71 Region and Projection Estimate

### Abstract

In this study, the carbon dioxide emission based on fuel consumption in potato production of TR71 Region covering Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir and Kırşehir provinces between 2014-2023 was determined and a projection estimate for the next 10 years was made. The average CO<sub>2</sub> emission from potato production in TR71 Region between 2014-2023 was found to be 3.650 ktCO<sub>2</sub>, the specific fuel consumption was found to be 0.841 g<sub>fuel</sub> kg<sub>product</sub><sup>-1</sup> and the specific CO<sub>2</sub> emission value was found to be 2.877 gCO<sub>2</sub> kg<sub>product</sub><sup>-1</sup>. When the projection estimates calculated for the next 10 years (2024-2033) for potato production in TR71 Region are examined, it is seen that total CO<sub>2</sub> emission, specific fuel consumption and specific CO<sub>2</sub> emission values will each have an increasing trend.

### Keywords

CO<sub>2</sub> emission  
Fuel consumption  
Potato  
Projection



Corresponding Author  
ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

### Giriş

Küresel ısınma ve iklim değişikliği, canlı hayatını tehdit etmekte, atmosferde sera gazlarının zamanla birikimi küresel ısınmayı meydana gelmektedir (Tokay, 2018). Sanayi devrimi sonucu oluşan yoğun üretim ve yoğun tüketimler için gereksinilen enerjinin temininde yenilenemeyen fosil kaynaklı yakıtların kullanımının artması sonucu atmosfere salınan CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O vb. sera gazlarının önemli oranda artışı küresel ısınmanın ve iklimsel değişiklik problemlerinin oluşumuna neden olmuştur (Massey vd., 2019). Uluslararası İklim Değişikliği Paneli raporuna göre; iklim değişikliğine %95 oranında insan kaynaklı etkenlerin neden olduğu ve bu açıdan iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini önlemek için, sera gazları emisyonlarının azaltılması gerektiği vurgulanmıştır (IPCC, 2014).

Tarım sektörü bir yandan iklimsel değişikliğe neden olurken, bir yandan da iklimsel değişikliklerden önemli düzeyde etkilenmektedir (Vatansever ve Çelik, 2017). Verimlilik esaslı büyüyen endüstriyel tarım ve gıda üretim sistemi; çevresel, sağlık yönünden ve ekonomik açıdan da birçok soruna neden olmaktadır. Tarımsal üretimde enerji tüketimine bağlı olarak verimlilik ve kârlılık birlikte değerlendirilmektedir. Tarımdaki teknoloji kullanımının hızlı değişimi ve gelişimiyle daha fazla kârlılık hedeflenmekte, buna karşın güç kaynağı traktörler ve tarım makinelerinin yakıt ve motor yağı tüketimi kaynaklı olarak egzoz emisyonları oldukça yüksektir (Küsek, 2018). Tarımsal üretimdeki faaliyetler içerisinde, toprak işleme, ekim-dikim-bakım çalışmaları, sulama, ilaçlama, hasat işlemleriyle beraber hasat sonrası ürünün depolanmasına kadar meydana gelen sera gazı emisyonları, iklim değişikliğini tetiklemektedir (Lal, 2004). 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.

Sürdürülebilir tarım için kullanılan enerjinin tüm üretim periyotlarında daha etkin kullanılabilmesi gerekir, aynı zamanda fosil kaynaklı yakıt tüketimini azaltmak, sera gazları emisyonlarının azaltılmak ve daha etkin tarımsal üretim sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Öztürk, 2017). Tarımsal üretimde enerji kullanım etkinliğini artırabilmek için üretim için gerekli olan traktör ve tarım makinelerinin tükettiği yakıt-yağ ile kimyasal ilaç ve gübre girdilerinin de azaltılması gereklidir (Gözübüyük vd., 2012). Öztürk ve Vulkan (2017), sera gazları emisyonlarının azaltılması için, tarımsal üretimde kullanılan yakıt ve motor yağının enerji kaynağı olması nedeniyle, traktör ile tarım makinelerinin güç dengesi uyumunun sağlanması ve motorun aşırı yükte kullanılmaması gerekliliğini vurgulamışlardır. Bu nedenle sera gazları emisyonlarının artışının kontrol altında tutulabilmesi ve asgariye indirilmesine yönelik birçok il, bölge ve ülkesel bazda çalışmalar yürütülmekte ise de bu çalışmaların artırılması gereklidir (Gołasa vd., 2021). Bu yöndeki yapılacak emisyon belirleme çalışmalarının il, bölge ve ülke geneli için IPCC yöntemlerine uyumlu olarak yapılması ve geleceğe yönelik de tahminlerinin doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Tarımsal üretimde iklim değişikliğinin etkisiyle yağış rejimindeki değişimler, sıcaklıklardaki artışlar, kuraklıklar, çölleşme ve doğal afetlerin oluşturacağı olumsuz etkiler; tarım sektörünü, ekosistemi ve ekonomiyi birlikte önemli düzeyde tehdit etmektedir (Hayaloğlu, 2018). Küresel ısınma ve iklim değişikliği, Türkiye ve diğer dünya ülkeleri için en önemli sorunlardan birisidir. Bugün iklimsel değişikliklerin etkileri her geçen gün artmakta, bu etkiler ülkesel, bölgesel ve yerel baz da farklı şekillerde görülebilmektedir. Bunun için sera gazları emisyonlarını azaltmak için tüm ülkelerin üst düzey yatırımlar yapması zorunludur (Aydın, 2023). Türkiye, iklim değişikliğinin etkilerine en fazla maruz kalan ülkelerden birisidir. IPCC (2013) raporuna göre, Türkiye'nin gelecek yıllarda da daha kurak, daha sıcak ve aynı zamanda yağışlar açısından daha belirsiz bir iklim yapısına sahip olacağı ifade edilmiştir. Türkiye'nin tarımsal ekosistemiyle iklim değişikliğinden önemli oranda etkilenmesi nedeniyle, bu değişikliğin sebeplerini ortadan kaldırmadan sürdürülebilir bir kalkınma sağlayamayacağı açıklanmaktadır (Smagulova vd., 2017; Aydın ve Aktuz, 2023).

Ağaçayak ve Öztürk (2017), İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında Türkiye tarafından 2017 yılında sunulan ulusal envanter raporuna göre, 2015 yılı için toplam sera gazı emisyonu 475 MtCO<sub>2</sub> eşdeğeri olup, toplam emisyonun 340 MtCO<sub>2</sub> eşdeğeri olan %72'sinin enerjiden, 61 MtCO<sub>2</sub> eşdeğeri olan %13'ünün endüstriyel proseslerden, 57 MtCO<sub>2</sub> eşdeğeri olan %12'sinin tarımdan, 17 MtCO<sub>2</sub> eşdeğeri olan %3'ünün atıktan kaynaklandığını açıklamaktadırlar. TÜİK 2020 yılı sera gazları envanter sonuçlarına göre, Türkiye'de toplam sera gazları emisyonunun 523.9 MtCO<sub>2</sub> eşdeğeri olduğu, tarım sektöründeki sera gazları emisyonlarının 2020 yılında, 73.2 Mt CO<sub>2</sub> eşdeğeri olarak hesaplandığı açıklanmıştır (TÜİK, 2020).

Sera gazları emisyonlarının belirlenmesine yönelik olarak bugüne kadar bir çok il, bölge ve ülke ölçeğinde farklı ürünler için yapılan çalışmalar incelendiğinde, Doğu Akdeniz Bölgesinde zeytin (Bilgili vd., 2018), Doğu Akdeniz Bölgesinde buğday ve mısır (Kuzu vd., 2024), Güneydoğu Anadolu Bölgesinde mercimek (Küsek, 2018), Türkiye ölçeğinde buğday ve mısır (Öztürk ve Vulkan, 2017), Türkiye ölçeğinde pamuk (Öztürk vd., 2017), Türkiye'de farklı ürünlerin (arpa, nohut, mısır, pamuk, mercimek, acı bakla, pirinç, şeker pancarı, ayçiçeği, fiğ ve buğday) Eren vd., (2019) üretimlerinde sera gazları emisyonuna ait çalışmalar yapılmıştır.

TR71 Bölgesi Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir ve Kırşehir illerini kapsamakta, 31.823 km<sup>2</sup>'lik bir yüzey alanına sahip olup, Türkiye'nin yüzölçümünün %4.1'ini kaplamaktadır. TR71 Bölgesinin nüfusu 1.611.789 ile Türkiye'nin %2'lik nüfusunu oluşturan Düzey 2 Bölgesi'dir. Bölge içerisinde nüfus dağılımı incelendiğinde, en yoğun nüfus oranına sahip iller Aksaray ve Niğde'dir. En düşük nüfus yoğunluğu ise Kırşehir ilidir (Anonim, 2024).

Patates, karbonhidrat, mineral madde ve vitamin bakımından zengin potansiyele sahiptir. Patates, buğday, mısır, çeltikten sonra 4. sırada önemli bitkisel kaynaktır. Tek yıllık bir kültür bitkisi olan patates, çeşitli iklim bölgelerine kolaylıkla uyum sağlayabildiği için, Dünyanın her yerinde geniş üretim alanlarında üretilen patates, değişik formlarda kullanılmakta ve çok yoğun şekilde tüketilmektedir. Türkiye'de patates

150 927 ha dikim alanından 5 700 000 ton üretim yapılmakta olup, verim ortalaması 37.77 kg ha<sup>-1</sup>'dir (TÜİK, 2024).

Altuntaş ve Asiltürk (2011) yaptıkları çalışmada sonbahar ve ilkbaharda uygulanan farklı toprak işleme sistemlerinin patates verimi ve toprak özelliklerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Yörede patates üretiminde verimi artırırken girdileri azaltarak sürdürülebilirliğin sağlanması için enerji etkinliğinin de analiz edilmesinin gerekli olduğunu vurgulamışlardır. Mohammadi vd. (2008), patates üretiminde toplam enerji girdisi içerisinde en yüksek paya %40.17 ile gübre enerjisinin ve bunu yakıt enerjisinin (%15.8) takip ettiğini; Hamedani vd. (2011), patates üretiminde en yüksek enerji girdilerinin gübre (%46.4) ve yakıt enerjisi (%21) girdisinin olduğunu, Bakhtiari vd., (2015) ise patates üretiminde toplam enerjisi girdisi içerisinde en büyük payın %35.17 ile elektrik enerjisi girdisinde olduğunu ve bunu kimyasal gübre enerjisi (%26.83), yakıt enerjisi (%18.71)'sinin izlediğini belirtmişlerdir.

Özgöz vd., (2017) patates üretiminde toplam enerji girdisi içerisinde en yüksek payın kimyasal gübre enerjisinin olduğu, bunu tohum ve yakıt+yağ enerjisi girdilerinin takip ettiğini açıklamaktadır. Çevre koruma ve sürdürülebilirlik açısından kimyasal gübre ve yakıt enerjisinin azaltılması için etkin gübre kullanımının ve parsel büyüklüklerine bağlı olarak traktör - makine eşleşmesinin doğru yapılmasının önemli olduğunu açıklamışlardır. Bu çalışmada ise, TR71 Bölgesindeki çok yoğun üretilen patates üretiminde yakıt kaynaklı karbondioksit emisyon değerleri belirlenmeye çalışılmıştır.

## Materyal ve Metot

TR71 Bölgesi 3.190.900 ha yüzölçümüne sahip olup, Türkiye yüzölçümünün %4.07'sini kapsamaktadır. Bölgenin en büyük yüzölçümüne sahip ili 762.600 ha ile Aksaray, bunu 736.500 ha ile Niğde ve 657.000 ha ile Kırşehir takip etmektedir (Anonim, 2013).

TR71 Bölgesinde 2023 yılı verilerine göre patates dikim alanı toplamı 305 767 da olup, bölgenin en yoğun patates üretim alanı %63.71 oranında Niğde ilinde yer alırken, Nevşehir ise %27.47 oranına sahiptir. Üretim miktarı açısından en yoğun üretim %51.18 oranıyla Niğde ilinde iken, Nevşehir ve Aksaray illeri sırasıyla %21.53 ve %21.18 oranında bir orana sahiptir. Bölgenin verim ortalaması ise 34.00 kg ha<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Anonim, 2024).

TR71 Bölgesi için 2014-2023 yılları arasında ana ürün patates üretiminde dikim alanı, üretim miktarı ve verim değerleri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarım istatistiklerinden alınmış (TÜİK, 2024), Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** TR71 Bölgesindeki patates dikim alanı, üretilen ürün miktarı ve verim değerleri (TÜİK, 2024).

| Yıllar      | Dikim alanı (ha) | Üretim miktarı (ton) | Verim (ton ha <sup>-1</sup> ) |
|-------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| 2014        | 23098            | 1084221              | 30.47                         |
| 2015        | 29850            | 1222617              | 29.45                         |
| 2016        | 29771            | 1362168              | 31.79                         |
| 2017        | 29734            | 1297952              | 32.80                         |
| 2018        | 26610            | 1207254              | 33.42                         |
| 2019        | 25726            | 1285762              | 35.94                         |
| 2020        | 25967            | 1251220              | 35.73                         |
| 2021        | 22432            | 1207300              | 38.13                         |
| 2022        | 25996            | 1292818              | 36.10                         |
| 2023        | 30577            | 1480073              | 36.13                         |
| <b>Ort.</b> | <b>26976</b>     | <b>1269139</b>       | <b>34.00</b>                  |

Tablo 1'e göre, 2014-2023 yılları arasında patates dikim alanlarda %32.38 ve üretim miktarlarında %36.51 ve verim değerlerinde %18.60'lık bir artış kaydedilmiştir.

TR71 Bölgesinde patates üretimi için yakıt tüketim değerleri için Özgöz vd., (2017)'inin açıkladığı değerler dikkate alınmış ve patates için birim alanda tüketilen yakıt değerleri sırasıyla 47.11 l ha<sup>-1</sup> olarak

karbondioksit emisyon hesaplamalarında kullanılmıştır. TR71 Bölgesinde patates üretimi için yağ tüketimi değerleri ise toplam yakıt tüketiminin %4.5'i (Özcan, 1985; Alpkent, 1984) olacak şekilde dikkate alınmış ve patates üretimi için tüketilen toplam yağ miktarı ise sırasıyla %2.12 l ha<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Özgöz vd., 2017). TR71 Bölgesi için patates üretiminde kullanılan yakıt ve yağın ısı değerleri ile CO<sub>2</sub> emisyon faktörleri, Tablo 2'te verilmiştir (Öztürk vd., 2017; Bilgili ve Aybek, 2018; Küsek, 2018).

**Tablo 2.** TR71 Bölgesindeki patates üretiminde tüketilen dizel yakıt ve kullanılan motor yağının ısı değerleri ve CO<sub>2</sub> emisyon faktörleri

| Yakıt      | Yakıt alt ısı değeri (GJ l <sup>-1</sup> ) | CO <sub>2</sub> emisyon faktörü (kg <sub>CO2</sub> GJ <sup>-1</sup> ) |
|------------|--|---|
| Dizel      | 0.0371                                     | 74.01   |
| Motor yağı | 0.0382                                     | 73.28   |

TR71 Bölgesinde patates 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 (Öztürk vd., 2017; Bilgili ve Aybek, 2018; Küsek, 2018). Fosil kaynaklı yakıt ve yağ tüketimine dayalı CO<sub>2</sub> emisyonlarının hesaplanmasında kullanılan eşitlikler Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Fosil (yakıt ve yağ) kaynaklı meydana gelen CO<sub>2</sub> emisyonlarının tespitine ait yapılan hesaplamalarda kullanılan eşitlikler (IPCC, 1996).

|  |
|--|
| <b>ToCO= YkCO + YaCO</b>   |
| [(Toplam CO <sub>2</sub> emisyonu= Yakıtı dayalı CO <sub>2</sub> emisyonu + Yağ kullanımına ait CO <sub>2</sub> emisyonu)]   |
| <b>YkCE= ToD x Ykl x YEF</b>   |
| [(Yakıtı dayalı CO <sub>2</sub> emisyonları (kg <sub>CO2</sub> ) = Toplam tüketilen dizel miktarı (l) x Yakıt alt ısı değeri (0.0371 GJ l <sup>-1</sup> ) x Yakıt emisyon faktörü (74.01 kg <sub>CO2</sub> GJ <sup>-1</sup> )]   |
| <b>YaCO= ToY x Yal x YaEF</b>  |
| [Yağ kullanımına dayalı CO <sub>2</sub> emisyonları (kg <sub>CO2</sub> ) = Toplam tüketilen yağ miktarı (l) x Yağ alt ısı değeri (0.0382 GJ l <sup>-1</sup> ) x Yağ emisyon faktörü (73.28 kg <sub>CO2</sub> GJ <sup>-1</sup> )] |

TR71 Bölgesi için patates üretimine yönelik olarak ürün bazlı yakıt tüketimi ve ürün bazlı CO<sub>2</sub> emisyonunun belirlenmesinde; özgül yakıt tüketimi (üretilen ürün miktarına düşen yakıt tüketimi) ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu (üretilen ürün miktarına düşen CO<sub>2</sub> emisyonu oluşumu) için aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır (Öztürk vd., 2017; Bilgili ve Aybek, 2018; Küsek, 2018). Toplam tüketilen yakıt miktarı gram birimine çevirirken dizel yakıtın yoğunluk değeri 0.84 g cm<sup>-3</sup> dikkate alınmıştır (Beşergil, 2009).

$$\text{ÖYT} = \frac{TuY}{\text{ÜrM}} \quad (1)$$

Burada;

ÖYT : Özgül yakıt tüketimi (g<sub>yakıt</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup>),

TuY : Tüketilen yakıt miktarı (g<sub>yakıt</sub>) ve

ÜrM : Üretilen ürün miktarıdır (kg<sub>ürün</sub>).

$$\text{ÖCEM} = \frac{ToC}{\text{ÜrM}} \quad (2)$$

Burada;

ÖCEM : Özgül CO<sub>2</sub> emisyonu (gCO<sub>2</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup>),

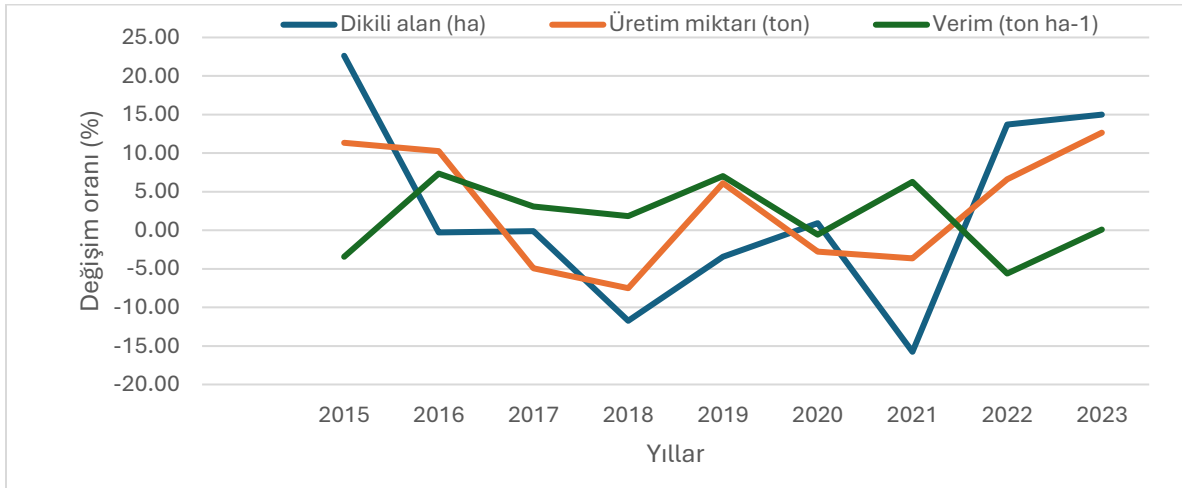
ToC : Toplam CO<sub>2</sub> emisyonu (gCO<sub>2</sub>) ve

ÜrM : Üretilen ürün miktarıdır (kg<sub>ürün</sub>).

TR71 Bölgesi için patates üretiminde 2014-2023 yıllarına ait 10 yıllık hesaplanan toplam CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun değişimi değerleri dikkate alınarak, bu parametreler için değer artış ve azalışlarına ait yüzde oranları hesaplanmış, bu yüzde oranların projeksiyon ortalama katsayıları belirlenmiştir. 2024-2023 yılları için bir önceki yıla ait ToCO, ÖYT ve ÖCEM değerleri ile o parametreye ait projeksiyon katsayıları çarpılıp, katsayılardaki azalış veya artışları doğrultusunda TR71 Bölgesindeki patates üretimindeki toplam CO<sub>2</sub> emisyonu (ToCO), özgül yakıt tüketimi (ÖYT) ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu (ÖCEM) için gelecek 2024-2033 yılları arasındaki projeksiyonları hesaplanmıştır (Altuntaş, 2020).

## Bulgular ve Tartışma

TR71 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 patates dikim alanı, üretim miktarı ve verim değerlerinden etkilenmektedir (Tablo 1). Buna göre TR71 Bölgesi için patates üretiminde 2014-2023 yılları için TR71 Bölgesindeki 2014-2023 yıllarına göre son 10 yıllık dönemde patates üretiminde hesaplanan ortalama toplam CO<sub>2</sub> emisyonu (ToCO), özgül yakıt tüketimi (ÖYT) ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu (ÖCEM) değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Buna göre TR71 Bölgesi için patates üretiminde 2014-2023 yılları için dikim alanı, üretim miktarı ve verim değerlerinin bir önceki yıllara göre değişimleri Şekil 1'de verilmiştir.



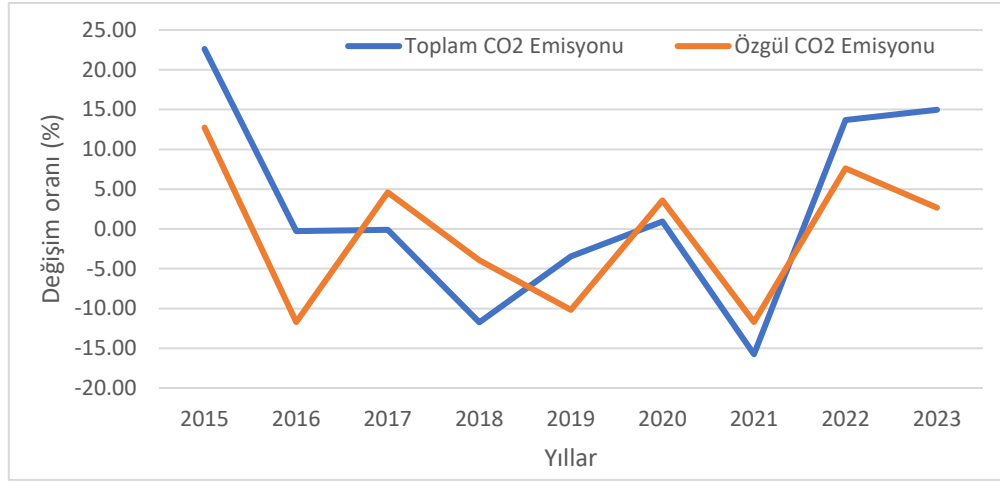
Şekil 1. TR71 Bölgesindeki patates üretimine ait değerlerdeki yıllara göre değişim

Tablo 4. TR71 Bölgesi için patates üretiminde 2014-2023 yılları arasındaki toplam CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun değişimi

| Yıllar          | ToCO<br>(Toplam CO <sub>2</sub> emisyonu,<br>ktCO <sub>2</sub> ) | ÖYT<br>(Özgül yakıt tüketimi,<br>(g <sub>yakıt</sub> kg <sub>ürün</sub> <sup>-1</sup> )) | ÖCEM<br>(Özgül CO <sub>2</sub> emisyonu<br>(gCO <sub>2</sub> kg <sub>ürün</sub> <sup>-1</sup> )) |
|-----------------|--|--|--|
| 2014            | 3.125  | 0.843  | 2.882  |
| 2015            | 4.038  | 0.966  | 3.303  |
| 2016            | 4.028  | 0.865  | 2.957  |
| 2017            | 4.023  | 0.907  | 3.099  |
| 2018            | 3.600  | 0.872  | 2.982  |
| 2019            | 3.480  | 0.792  | 2.707  |
| 2020            | 3.513  | 0.821  | 2.808  |
| 2021            | 3.035  | 0.735  | 2.514  |
| 2022            | 3.517  | 0.796  | 2.720  |
| 2023            | 4.137  | 0.818  | 2.795  |
| <b>Ortalama</b> | <b>3.650</b>   | <b>0.841</b>   | <b>2.877</b>   |



TR71 Bölgesi için patates üretiminin 2014-2023 yılları arasındaki fosil yakıt kaynaklı (dizel+yağ) toplam CO<sub>2</sub> emisyonunu ortalaması 3.650 ktCO<sub>2</sub>, özgül yakıt tüketimi ortalaması 0.841 g<sub>yakıt</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu ortalaması ise 2.877 gCO<sub>2</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Şekil 2'de, TR71 Bölgesi için 2014-2023 yılları arasındaki patates üretiminde bir önceki yıla ait toplam CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun değişimi verilmiştir.



**Şekil 2.** TR71 Bölgesi için patates üretimindeki toplam CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun değerlerindeki yıllara göre değişim

TR71 Bölgesi için patates üretiminde, son 10 yıllık dönemde en düşük toplam CO<sub>2</sub> emisyonu 2021 yılında 3.035 ktCO<sub>2</sub>, en düşük özgül yakıt tüketimi 2021 yılında 0.735 g<sub>yakıt</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> ve en düşük özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun ise 2021 yılında 2.514 gCO<sub>2</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. TR71 Bölgesi için patates üretiminde, son 10 yıldaki en yüksek ToCO, ÖYT ve ÖCEM değerlerinin ise sırasıyla 2023 yılında 4.137 ktCO<sub>2</sub>, 2015 yılında 0.966 g<sub>yakıt</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> ve 2015 yılında 3.303 gCO<sub>2</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir.

Mohammadi vd. (2008), patates üretiminde toplam enerji girdisi içerisinde yakıt enerjisinin (%15.8); Hamedani vd. (2011), patates üretiminde en yüksek enerji girdileri içerisinde yakıt enerjisi (%21) girdisinin olduğunu, Bahktiari vd. (2015) ise patates üretiminde toplam enerjisi girdisi içerisinde yakıt enerjisi (%18.71) oranına sahip olduğunu; Özgöz vd. (2017), toplam enerji girdisi içerisinde yakıt+yağ enerjisi girdilerinin kimyasal gübre ve tohumdan sonra 3. sırada yer aldığını açıklamaktadır.

Pishgar-Komleh vd. (2012), İran-İsfahan eyaletindeki patates üretiminde enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonunu incelemişlerdir. Toplam enerji tüketimi ve sera gazı emisyonunun sırasıyla 47 GJ ha<sup>-1</sup> ve 992.88 kg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> eş değeri olduğunu bulmuşlardır. En önemli enerji kullanımının kimyasal gübre (%49), ve %24'lük pay ile tohumluk girdisi olduğunu açıklamışlardır. Bu çalışmada yakıt ve yağ kullanım kaynaklı sera gazı emisyon değerlerinin 2014-2023 yılları arasındaki ortalamasının 3.650 ktCO<sub>2</sub> olduğu bulunmuştur. TR71 Bölgesi için patates üretiminde 2014-2023 yıllarına ait ToCO, ÖYT ve ÖCEM değerleri dikkate alınarak 2024-2033 yıllarına ait projeksiyonları tahminleri hesaplanarak, Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5'te, TR71 Bölgesi için patates 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, ToCO için 3.983, ÖYT ve ÖCEM parametreleri için 0.016 olduğu görülmüştür. Gelecek yıllara göre her bir parametre olarak toplam CO<sub>2</sub> emisyonunun düşme eğiliminde, özgül yakıt tüketiminin ve özgül CO<sub>2</sub> emisyon değerlerinin ise artma eğilimi göstereceği tahmin edilmektedir. 2033 yılında TR62 Bölgesi için patates üretiminde ToCo, ÖYT ve ÖCEM değerlerinin sırasıyla 4.7529 ktCO<sub>2</sub>, 0.8188 g<sub>yakıt</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> ve 2.7994 gCO<sub>2</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> olacağı ön görülmektedir.

**Tablo 5.** TR71 Bölgesi için patates üretiminde 2014-2023 yıllarına ait ToCO, ÖYT ve ÖCEM değerleri dikkate alınarak 2024- 2033 yıllarına ait projeksiyonları tahminleri.

| Yıllar                | ToCO (ktCO <sub>2</sub> ) | ÖYT (g <sub>yakıt</sub> kg <sub>ürün-1</sub> ) | ÖCEM (gCO <sub>2</sub> kg <sub>ürün-1</sub> ) |
|-----------------------|---------------------------|--|---|
| 2014                  | 3.125                     | 0.843  | 2.882   |
| 2015                  | 4.038                     | 0.966  | 3.303   |
| 2016                  | 4.028                     | 0.865  | 2.957   |
| 2017                  | 4.023                     | 0.907  | 3.099   |
| 2018                  | 3.600                     | 0.872  | 2.982   |
| 2019                  | 3.480                     | 0.792  | 2.707   |
| 2020                  | 3.513                     | 0.821  | 2.808   |
| 2021                  | 3.035                     | 0.735  | 2.514   |
| 2022                  | 3.517                     | 0.796  | 2.720   |
| 2023                  | 4.137                     | 0.818  | 2.795   |
| Projeksiyon katsayısı | 3.983                     | 0.016  | 0.016   |
| 2024                  | 4.1945                    | 0.8177   | 2.7953  |
| 2025                  | 4.2531                    | 0.8178   | 2.7958  |
| 2026                  | 4.3126                    | 0.8179   | 2.7962  |
| 2027                  | 4.3729                    | 0.8180   | 2.7967  |
| 2028                  | 4.4341                    | 0.8182   | 2.7971  |
| 2029                  | 4.4961                    | 0.8183   | 2.7976  |
| 2030                  | 4.5589                    | 0.8184   | 2.7980  |
| 2031                  | 4.6227                    | 0.8186   | 2.7985  |
| 2032                  | 4.6873                    | 0.8187   | 2.7989  |
| 2033                  | 4.7529                    | 0.8188   | 2.7994  |

## Sonuç

Çalışmada, TR71 Bölgesindeki patates üretiminde yakıt kaynaklı karbondioksit emisyonu belirlenmiştir. Özgül CO<sub>2</sub> emisyonu ile patates üretim miktarları birlikte değerlendirildiğinde yıllara göre değişimler incelenirse, genel olarak özgül CO<sub>2</sub> emisyonunun patates üretim miktarları arttıkça artma eğiliminde olduğu görülmüştür.

TR71 Bölgesi için patates üretiminde 2014-2023 yıllarına ait ToCO, ÖYT ve ÖCEM değerleri dikkate alınarak elde edilen 2024-2033 yıllarına ait projeksiyon tahminleri incelendiğinde, gelecek yıllara göre her bir parametre olarak toplam CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketiminin ve özgül CO<sub>2</sub> emisyon değerlerinin ise artma eğilimi göstereceği tahmin edilmektedir. TR71 Bölgesi için patates üretimi ve 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. Patates üretiminde fosil kaynaklı yakıtlara alternatif verimli ve çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak, bunun yanında kimyasal gübre ve tarımsal ilaç kullanımının sınırlandırılması gerekmektedir.

### Yazar Katkı Oranları

Yazar olarak bu çalışmanın tamamının tarafımdan hazırlandığını beyan ederim.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmanın yazarı olarak herhangi bir çıkar çatışması beyanım bulunmadığını bildiririm.

### Etik Kurul Onayı

Bu çalışmanın yazarı olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririm.

## 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.
- Alpkent, N., (1984). Tarımda enerji kullanımı ve enerji tasarrufu. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 296. Ankara.
- Altuntaş, E., & Asiltürk, M. (2011). Plant emergence, potato yield and yield components as affected by timing of tillage systems. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 7(4), 421-428.
- Altuntaş, E. (2020). Türkiye’deki tarım makineleri kullanım projeksiyonunun tahmini. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3), 506 – 516.
- Anonim. (2024). TR71 Bölgesi. <https://www.ahika.gov.tr/bolgemiz/bir-bakista-tr71-bolgesi/> (Erişim tarihi: 1.09.2024).
- Anonim. (2013). TR71 Düzey 2 Bölgesi tarım ve hayvancılık sektöründe mevcut durum ve 2014-2023 yılları stratejileri ve hedefleri raporu. Nisan, 2013. [https://www.ahika.gov.tr/assets/upload/dosyalar/ahika\\_2013\\_tr](https://www.ahika.gov.tr/assets/upload/dosyalar/ahika_2013_tr)
- 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.
- Bakhtiari, A. A., Hematian, A., & Moradipour, M. (2015). Energy, economic and GHG emissions analysis of potato production. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 6(2), 398-406.
- 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.
- 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.
- Gotasa, P., Wysokiński, M., Bieńkowska-gotasa, 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), en14133784
- Gözübüyük, Z., Çelik, A., Öztürk, İ., Demir, O., & Adıgüzel, M.C. (2012). Buğday üretiminde farklı toprak işleme-ekim sistemlerinin enerji kullanım etkinliği yönünden karşılaştırılması. *Tarım Makineleri Bilimi Dergisi*, 8(1), 25-34.
- Hayaloğlu, P., 2018. İklim değişikliğinin tarım sektörü ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri. Gümüşhane Üniversitesi *Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(25), 51-62.
- Hamedani, S. R., Sahabani, Z., & Rafree, S. (2011). Energy inputs and crop yield relationship in potato production in Hamadan province of Iran, *Energy*, 36, 2367-2371.
- IPCC. (1996). Guidelines for national greenhouse gas inventories. Volume 2, Section 1.
- IPCC. (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.
- Kuzu, H., Bilgili, M. E., Aybek, A., & Özekin, M. (2024). Doğu Akdeniz Bölgesinde patates 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.
- 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/g00310-2019MarchRevised.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Erişim Tarihi: 14.09.2023)
- Mohammadi, A., Tabatabaeefar, A., Shahin, S., Rafiee, S., Keyhani, A. (2008). Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. *Energy Conversion and Management*, 49, 3566e70. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2008.07.003>
- Özcan, M. T. (1985). Mercimek hasat ve harman yöntemlerinin iş verimi kalitesi, enerji tüketimi ve maliyet yönünden karşılaştırılması ve uygun bir hasat makinası geliştirilmesi üzerine araştırmalar. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü. Adana



- Özgöz, E., Altuntaş, E., & Asiltürk, M. (2017). Effects of soil tillage on energy use in potato farming in Central Anatolia of Turkey. *Energy*, 141, 1517-1523.
- Öztürk, H. H., & Vulkan, E. V. (2017). Türkiye’de patates ve mısır üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen karbondioksit emisyonlarının değerlendirilmesi. 4. Uluslararası Multidisipliner Avrasya Kongresi (IMCOFE), 23-25 Ağustos 2017, sayfa no:13-23, Roma.
- Öztürk, H. H. (2017). Energetic and environmental comparison of rapeseed cultivation systems. LAMBERT Academic Publishing, Deutschland.
- 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.
- Pishgar-Komleh, S. H., Ghahderijani, M., & Sefeedpari, P. (2012). Energy consumption and CO2 emissions analysis of potato production based on different farm size levels in Iran. *Journal of Cleaner Production*, 33, 183-191.
- 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.
- 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 (2024). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel üretim istatistikleri, 2024. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=134&locale=tr> (Erişim tarihi: 02.08.2024)
- 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).
- Vatansever Deviren, N., & Çelik, N. (2017). Dünyada ve Türkiye’de organik tarımın ekonomik açıdan değerlendirilmesi, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(48), 669-678.