



Güneydoğu Anadolu Bölgesinde mercimek üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen karbondioksit emisyonlarının değerlendirilmesi

Assessment of carbon dioxide emissions due to fuel consumption in lentil production in Southeastern Anatolia Region

Gürsel KÜSEK¹

¹Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Ankara

To cite this article:

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. DOI: 10.29050/harranziraat.392120

Address for Correspondence:

Gürsel KÜSEK
e-mail:
gkusek@gmail.com

Received Date:

08.02.2018

Accepted Date:

12.10.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ÖZ

Küresel iklim değişikliği nedeniyle, tarımsal üretim sistemleri için sera gazı analizlerinin enerji analizleriyle birlikte yapılması giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde (GDAB) kuru koşullarda kırmızı mercimek üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen karbondioksit (CO₂) emisyonları değerlendirilmiştir. GDAB'nde yer alan illerde toplam 165 kırmızı mercimek üreticisi ile yüz yüze anket yapılmış ve üretim işlemlerinde yakıt tüketimine ilişkin veriler toplanmıştır. Kırmızı mercimek üretimi sonucunda açığa çıkan CO₂ emisyonlarının belirlenmesi için yapılan hesaplamalarda, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinde (IPCC) önerilen, yakıt esaslı CO₂ emisyonu hesaplama yöntemi dikkate alınmıştır. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı (ha) başına toplam yakıt ve yağ tüketimi 144.34 l ha⁻¹ gerçekleşmektedir. Birim üretim alanında toplam yakıt ve yağ tüketimi, 5356.05 MJ ha⁻¹ enerji kullanımına karşılık gelmekte ve bu tüketim sonucunda hektar başına toplam 396.38 kgCO₂ ha⁻¹ emisyonu gerçekleşmektedir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde özgül yakıt tüketimi 0.137 l kg⁻¹, özgül enerji üretkenliği 0.196 kg MJ⁻¹, özgül CO₂ emisyonu 0.378 kgCO₂ kg⁻¹, özgül tane verimi 7.27 kg l⁻¹, özgül enerji tüketimi 5.1 MJ kg⁻¹ ve özgül verim 2.65 kg kgCO₂⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mercimek, Yakıt tüketimi, Karbondioksit emisyonu, Güneydoğu Anadolu

ABSTRACT

Due to global climate change, greenhouse gas analyzes for agricultural production systems are becoming more common with energy analyzes. In this study, carbon dioxide (CO₂) emissions in the South Eastern Anatolian Region (GDAB) due to fuel consumption in dry lentil production were evaluated. A total of 165 face-to-face surveys were conducted with a total of 165 red lentils producers in GDAB and data were collected on fuel consumption in production processes. The calculations to determine the CO₂ emissions released as a result of red lentil production are based on the proposed method of calculation of the fuel-based CO₂ emissions in the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The total fuel and oil consumption per unit production area (ha) for different field applications in red lentil production is 144.34 l ha⁻¹ in GDAB. The total fuel and oil consumption in unit production corresponds to 5356.05 MJ ha⁻¹ of energy consumption, resulting in a total of 396.38 kg CO₂ emissions per hectare. The specific fuel consumption, the specific energy productivity, the specific CO₂ emission, the specific grain yield, the specific energy consumption and the specific yield in the production of red lentils in GDAB were determined to be 0.137 l kg⁻¹, 0.196 kg MJ⁻¹, 0.378 kgCO₂ kg⁻¹, 7.27 kg l⁻¹, 5.1 MJ kg⁻¹ and 2.65 kg kgCO₂⁻¹, respectively.

Key Words: Lentil, Fuel consumption, Carbon dioxide emission, Southeastern Anatolia,

Giriş

Endüstri devriminin başlangıcından bu yana gerçekleşen insan faaliyetleri, atmosferdeki karbondioksit (CO₂) ve diğer sera gazlarının konsantrasyonlarının artmasına neden olmuştur (IPCC, 2013). Tarımsal üretimin verimliliği ve karlılığı enerji tüketimine bağlıdır. Günümüzde tarımsal üretim teknolojileri hızla gelişmekte ve daha yüksek kârlılık hedeflemektedir. Bununla birlikte, tüm çabalara rağmen, traktörlerin ve diğer tarım makinalarının yakıt ve motor yağı tüketiminden kaynaklanan egzoz emisyonları halen izin verilen limitleri aşmaktadır. Tarım alet ve makinalarının güç ve tasarım özelliklerinin, yapılan üretim işlemlerine uygun olarak seçilmemesi ve motorların aşırı yüklenmesi nedeniyle işletme koşullarının uygun olmamasının çevre üzerinde olumsuz etkileri vardır. Bu gibi durumlarda, egzoz emisyonlarındaki zararlı maddeler, petrol ürünleri ve dumanlar atmosfere salınır. Bu emisyonlar doğal ekosistemlere önemli düzeyde zarar verir (Öztürk ve ark., 2017).

Doğrudan ve dolaylı fosil yakıt tüketimi, başta karbondioksit (CO₂), nitrik oksit (N₂O) ve metan (CH₄) olmak üzere değişik sera gazı emisyonlarına neden olmaktadır. Tarım ve diğer insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonları, atmosferik kızılötesi ışınım ve ısı enerjisini soğurarak dünya yüzeyini ısıtmaktadır. Bu ısınma etkisi, 20. yüzyılda yeryüzünde küresel sıcaklığın artmasına neden olmuştur. Fosil yakıt kullanımı, insan etkisi ile oluşan sera gazı emisyonlarının % 75'inden daha fazlasına neden olmaktadır. Günümüzde tarımsal üretimi büyük oranda yenilenemez fosil yakıtların tüketimine dayanmaktadır. Fosil enerji tüketimi, CO₂ ve diğer sera gazlarının salınması yoluyla çevreye doğrudan olumsuz etkilere neden olur. Tarımsal üretimde, fosil enerjinin kullanımını azaltarak sürdürülebilir tarımsal ürün üretimi çok önemlidir. Sürdürülebilir tarımsal üretim, tarımsal üretim işlemlerinde enerjiyi daha etkin kullanarak ve fosil yakıt kullanımı azaltılarak gerçekleştirilebilir. Daha az fosil enerjiye ihtiyaç duyan ve aynı zamanda tatmin edici bir verimlilik sağlayan ve sera gazı

emisyonlarını azaltacak sürdürülebilir üretim sistemleri geliştirmek için, tarımsal sistemlerde fosil enerjinin verimli kullanılması gerekmektedir (Öztürk ve Vulkan, 2017).

Tarım sektörü, küresel enerji kullanımı ve sera gazı emisyonlarına önemli düzeyde katkıda bulunmaktadır. Giderek artan dünya nüfusunu beslemek için daha fazla tarımsal üretim gerekecektir. Bu durumda, tarımın çevreye olan olumsuz etkileri de artacaktır. Tarım sektörü, dünya genelinde 2014 yılında sera gazı emisyonlarının % 9'u tarımsal üretim işlemlerinden kaynaklanmıştır (IPCC, 2013). Karbondioksit emisyonları çeşitli doğal kaynaklardan kaynaklanmakla birlikte, endüstri devriminden bu yana atmosferde meydana gelen emisyon artışları insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Tarımsal arazi kullanımı ve bitki örtüsü değişiklikleri, yıllık küresel CO₂ emisyonlarının yaklaşık % 20'sini oluşturmaktadır. Tarımsal faaliyetten kaynaklanan CO₂ emisyonlarının önemli bir kısmı korumalı ve azaltılmış tarımsal üretim işlemleriyle azaltılabilir (IPCC, 2011). Tarımsal faaliyetler, küresel boyutta yaklaşık 35%'lik emisyon payı ile önemli bir sera gazı kaynağıdır (Tubiello ve ark., 2013). Tarımsal üretim, karbon ve azot dengelerine katkı yaptığı için karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve nitrik oksit (N₂O) gibi sera gazları tarımsal işlemlerin başlıca sonuçlarıdır.

CO₂ emisyonu 1990 yılında 20.9 Gt (Gigaton) iken 2007 yılında 28.8 Gt'a yükselmiş olup, yıllık % 1.5 artış oranı ile 2020 yılında 34.5 Gt düzeyine, 2030 yılında ise 40.2 Gt düzeyine yükseleceği tahmin edilmektedir (Li, 2016). Bunun yanında, gelişmekte olan ülkelerin gelecek 20 yılda yapacakları enerji üretimi sebebiyle ortaya çıkacak sera gazlarının, % 50 civarında artması beklenmektedir (Özer, 2016). Fosil yakıtların; sera gazı emisyon şiddetlerinin arttırması dışında, asit yağmuruna sebep olması, sera etkisini artırması, uçucu organik bileşikler ve radyoaktif maddeler açığa çıkarması ve ozon tabakasına zarar vermesi gibi olumsuz sonuçları da kullanımları sırasında meydana getirmektedir (Yılmaz, 2005). Son üç yılda yaklaşık olarak sabit kalan, küresel CO₂

emisyonlarının 2017 yılında tekrar yükselebileceği öngörülmektedir. Global Carbon Project (GCP, 2017) tarafından, henüz kesinleşmemiş verilere dayalı olarak yapılan açıklamaya göre, insan faaliyetleri kaynaklı CO₂ emisyonları 2017 yılında % 2 oranında artış gösterecek. Bu artışta ana etken ise Çin'de kömür tüketiminin tekrar artış eğilimine girmiş olmasıdır. 2017 yılında CO₂ emisyonları % 3.5 oranında yükselecek olan Çin, küresel emisyonların % 30'undan tek başına sorumlu olacaktır. ABD ve Avrupa ülkelerinin ekonomilerinin karbonsuzlaştırmada yavaş kalmaları, emisyonların yükselmesinde diğer önemli bir etken olacağı bildirilmektedir. Atmosferdeki CO₂ yoğunluğu 2017 yılı Kasım ayı ortalaması 406.82 ppm olarak gerçekleşmiştir (YE, 2018). ABD Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresine bağlı olarak Havai'de faaliyet gösteren Mauna Loa İstasyonu verilerine göre, aynı değer 2016'nın Aralık ayında ise 404.42 ppm olarak gerçekleşmiştir. Atmosferdeki milyon parçacık

içindeki CO₂ yoğunluğunu gösteren bu değer 350 ppm'i aşması iklim değişikliği açısından güvenilir sınırın aşıldığı anlamına gelmektedir. Bu değer Mauna Loa İstasyonu'nda ilk ölçümün yapıldığı 1958 yılının Mart ayında 317.71 ppm olarak belirlenmiştir. 350 ppm'lik güvenilir sınır aylık ortalama bakımından ilk defa 1988'in Ocak ayında ölçülen 350.39 ppm ile aşılmıştır. Sanayileşme öncesi 280 ppm düzeyinde olan bu değer son 800 bin yıldır 300 ppm seviyesini aşmamıştır (YE, 2018).

Türkiye'de 2010–2016 yılları arasında kırmızı ve yeşil mercimek; ekim alanları, üretim miktarları ve verim değerlerinin değişimi Çizelge 1'de verilmiştir. Belirtilen yıllar arasındaki 6 yıllık dönemde ortalama olarak 222 085.6 ha alanda kırmızı mercimek üretimi yapılmıştır. Kırmızı mercimek üretimi ortalama 373 857 ton olarak gerçekleşmiştir. Kırmızı mercimek için 6 yıllık ortalama verim 1 700 kg ha⁻¹ düzeyindedir.

Çizelge 1. Türkiye'de mercimek üretim alanları ve verim değerleri (TİK, 2016)

Table 1. Lentil production area and production values

Yıllar Years	Üretim alanı (da) Sown area (da)		Üretim miktarı (ton) Production (ton)		Verim (kg da ⁻¹) Yield (kg da ⁻¹)	
	Kırmızı Red	Yeşil Green	Kırmızı Red	Yeşil Green	Kırmızı Red	Yeşil Green
2010	2 116 000	228 922	422 000	25 400	199	111
2011	1 923 225	225 248	380 000	25 952	198	115
2012	2 147 875	226 903	410 000	28 000	191	123
2013	2 605 000	206 783	395 000	22 000	152	106
2014	2 324 461	170 476	325 000	20 000	140	117
2015	2 074 690	163 881	340 000	20 000	164	122
2016	2 354 743	167 617	345 000	20 000	147	119
Ortalama Average	2 220 856	198 547	373 857	23 050	170	116

Güney Doğu Anadolu Bölgesi (GDAB) ülkemizin önemli bir tarımsal üretim bölgesidir. GDAB'nde yetiştirilen başlıca tarımsal ürünler; buğday, pamuk, arpa ve kırmızı mercimek olup, bu ürünler bölgede yapılan tarımsal üretimin % 75'ini oluşturmaktadır. GDAB'nde baklagillerin ekim alanı toplam ekim alanının % 25'ini kapsamaktadır. Yemelik dane baklagiller içerisinde ise kırmızı mercimek % 85'lik ekim sahası ile birinci sırada yer almaktadır. Küresel iklim değişikliği nedeniyle, sera gazı analizlerinin tarımsal üretim sistemleri için enerji analizleriyle

birlikte yapılması giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada, GDAB'nde kuru koşullarda kırmızı mercimek üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen CO₂ emisyonları değerlendirilmiştir. Kırmızı mercimek üretimi sonucunda açığa çıkan CO₂ emisyonlarının belirlenmesi için yapılan hesaplamalarda, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinde (IPCC, 1996) önerilen, *yakıt esaslı CO₂ emisyonu hesaplama yöntemi* dikkate alınmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmanın esas materyalini GDAB'nde kırmızı mercimek üreticileriyle yüz yüze anket yapılarak toplanan birincil veriler oluşturmaktadır. Anket sayısının belirlenmesi için, örnekleme büyüklüğü eşitlik (1)'de formülü verilen *Neyman* yöntemi (Yamane, 1967) ile hesaplanmıştır.

$$n = \frac{(\sum N_h S_h)}{N^2 D^2 + \sum N_h S_h^2} \quad (1)$$

Bu eşitlikte;

- n örnek hacmi,
- N toplam üretici sayısı,
- N_h tabakadaki üretici sayısı,
- D d/z
- d öngörülen sapma miktarı,
- z standart normal dağılım değeri ve
- S_h^2 tabaka varyansdır.



Şekil 1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi (GDAB) haritası
Figure 1. Map of Southeastern Anatolia region

GDAB'nde anket uygulanacak örnek sayısı, ortalamadan % 5 sapma ve % 95 güven derecesi ile belirlenmiştir. GDAB'nde yer alan (Şekil 1); Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak illerinde toplam 165 kırmızı mercimek üreticisi ile yüz yüze anket yapılmış ve üretim işlemlerinde yakıt tüketimine ilişkin veriler toplanmıştır. Anket yapılan üreticilerin % 5'i 5 ha'dan daha az, % 50'si ise 10 ha'dan daha az üretim alanına sahiptir. Anket uygulanan üreticilerin sadece % 6'sı, 50 ha'dan daha fazla üretim alanına sahiptirler. Ortalama işletme büyüklüğü 18.3 ha olup, bu işletmelerin % 37.2'sinde sulu tarım yapılmaktadır.

Mercimek yetiştirme tekniği

Toprak hazırlığı

Mercimek yetiştiriciliğinde toprak işleme iki farklı yöntemle yapılır. Tahıl hasadından sonra, toprak gölge tavındayken, 15-20 cm derinlikte ilk sürüm yapılarak anız bozma işlemi yapılır. Sonbahara kadar beklenir. İlk yağmurlar düşüp toprak tava geldiğinde ve yabancı otlar çimlenmeye başladığında mercimek ekilecek olan ikinci bir toprak işlemeden geçirilir. İkileme kültivatör + tapan veya gobledisk + tapan formülasyonlarından biri ile yapılarak mercimek için gerekli olan tohum yatağı hazırlanır. İkinci yöntem ise; tahıl hasadından sonra anız bozma işlemi yapılmamışsa, sonbahara kadar tarla hiç bir işlem yapılmadan bekletilir. Sonbaharın ilk yağmurları düşüp, yabancı otlar çimlenmeye başladığında ve toprak tavda iken, 15-20 cm derinlikte pullukla toprak işleme yapılır. Bunun arkasından kültivatör + tapan veya goble disk + tapan kombinasyonlarından birisi ile ikinci bir toprak işleme yapılarak ekime hazır hale getirilir.

Ekim

Mercimeğin ekim zamanı iklim ve çevre koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte, genellikle Ekim ayı ortalarında Kasım ayı sonlarına kadar ekimi yapılmaktadır. Ekim işlemi mibzerle yapılmaktadır. Ekimde tohumluk olarak yerli çeşit kullanılıyorsa 9 kg da⁻¹ tohum kullanılır. Ekim derinliği toprağın yapısına bağlı olarak 4-5 cm arasında değişir. Ekim işlemi, 15-20 cm sıra arası mesafelerde yapılmaktadır. Mercimek ekiminden sonra merdane geçirilerek, toprak yüzeyinin düz olmasını sağlanmaktadır.

Gübreleme

Bölge için 2-3 kg da⁻¹ saf azot (N) olarak önerilmektedir. Azotlu gübrelerdeki durumun aksine mercimeğin fosforlu (P) gübrelere olan gereksinimi oldukça fazladır. Bölgede araştırma kuruluşlarınca yapılan çalışmalar sonucunda ekonomik gübre seviyesi 10 kg da⁻¹ P₂O₅ olarak belirlenmiştir. Gübrelemede %18 N ve %46 P₂O₅ içeren diamonyum fosfat gübresinin kullanılmaktadır. Ancak fosforlu gübrelerin

tohumla karıştırılarak verilmesi, tohumların çimlenme ve çıkışı üzerinde olumsuz etkisi olduğundan, bu olumsuz etkiyi önlemek için gübrelerin tohum sıralarının yan ve biraz alt kısmına gelecek biçimde (bant halinde) verilmektedir.

Sulama: Mercimek kuru şartlarda yetiştiriciliği yapılan bir bitkidir. Bu yüzden sulama yapılmamaktadır. Aşırı kurak geçen yıllarda imkan olursa 1-2 su verilmektedir.

Bakım

Mercimek yetiştiriciliğinde üstün verim alınmasını engelleyen en önemli unsur yabancı otlardır. Bu nedenle, mercimek ekimi ilk yağmurlardan sonraya bırakılmakta ve yabancı otlar çimlenip tarla bir daha işlendikten sonra ekim yapılmaktadır. Mercimek tohum böceği, apion ve mercimek hortumlu böceği gibi zararlılara mücadele yapılmaktadır.

Hasat, harman ve depolanması

Bölgede hasat zamanı mayıs ayı ortasında başlayıp sonuna kadar devam etmektedir. Mercimek hasadı; tırpan, çayır biçme makinası ve biçerdöverle yapılmaktadır. Hasat edilen ürün, daha sonra harman yerlerine taşınarak harman edilir, temizlenir, çuvallanır. Verim, kuru koşullarda 105-120 kg da⁻¹, sulu koşullarda ise 180-200 kg da⁻¹ olmaktadır.

Analitik yöntem

Mercimek Üretiminde Doğrudan Enerji Girdilerinin Belirlenmesi

GDAB'nde kuru koşullarda mercimek üretimindeki doğrudan enerji girdileri, üretim işlemleri sırasında kullanılan traktör ve hasat işleminde kullanılan biçerdöverin yakıt ve yağ tüketimleri dikkate alınarak incelenmiştir. Bu anlamda, üretim işlemleri sırasında, tarım alet ve makinaları tarafından tüketilen yakıt ve yağ enerjileri doğrudan enerji tüketimi olarak değerlendirilmiştir (Eşitlik 2).

$$ET = E_{yk} + E_{yg} \quad (2)$$

Burada;

E_{T} doğrudan enerji tüketimi(MJ ha⁻¹),
 E_{yk} alan başına yakıt enerjisi tüketimi (MJ ha⁻¹) ve
 E_{yg} alan başına yağ enerjisi tüketimidir (MJ ha⁻¹).

Yakıt Enerjisi

GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde, tarım alet ve makinaları ile gerçekleştirilen üretim işlemleri sırasında, traktör tarafından tüketilen yakıt miktarı üreticilerle yapılan anket çalışmaları ile belirlenmiştir. Kuru koşullarda mercimek üretiminde birim üretim alanı (ha) için tüketilen yakıt enerjisi miktarı, üretim işlemleri sırasında traktör tarafından tüketilen yakıt miktarı ve tüketilen kırsal motorinin ısı değerine bağlı olarak eşitlik (3) ile hesaplanmıştır.

$$E_{yk} = (m_{ykt} + m_{ykb}) \times LHV_{yk} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Burada;

E_{yk} alan başına yakıt enerjisi tüketimi (MJ ha⁻¹),
 m_{ykt} alan başına traktörün yakıt tüketimi (l ha⁻¹),
 m_{ykb} alan başına biçerdöverin yakıt tüketimi (l ha⁻¹) ve
 LHV_{yk} yakıtın alt ısı değeridir (MJ l⁻¹).

Yağ Enerjisi

Kırmızı mercimek üretiminde motor yağı tüketimi nedeniyle gerçekleşen yağ enerjisi girdisi, üretim işlemleri sırasında kullanılan tarım traktörünün ve hasat işleminde kullanılan biçerdöverin saatlik yağ tüketimi ve alan iş verimi değerleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Birim üretim alanı başına toplam yağ enerjisi tüketimi eşitlik (4) ile hesaplanmıştır.

$$E_{yg} = [m_{ygt} + m_{ygb}] \times LHV_{yg} \quad (4)$$

Burada;

E_{yg} = alan başına yağ enerjisi tüketimi (MJ ha⁻¹),
 m_{ygt} = alan başına traktörün yağ tüketimi (l ha⁻¹),
 m_{ygb} alan başına biçerdöverin yağ tüketimi (l ha⁻¹) ve
 LHV_g = yağın alt ısı değeridir (MJ l⁻¹).

Tarım traktörünün saatlik yağ tüketimi, traktörün en yüksek kuyruk mili gücüne bağlı olarak eşitlik (5) ile belirlenmiştir (Öztürk, 2010).

$$m_{ykt} = 0.00059 \times KMG_{max} + 0.02169 \quad .. (5)$$

Burada;

m_{ykt} traktörün saatlik yağ tüketimi ($l h^{-1}$)
ve

KM traktörün maksimum kuyruk mili
 G_{max} gücüdür (kW).

Kırmızı mercimek üretim işlemleri için kullanılan tarım traktörünün maksimum kuyruk mili gücü (KMG_{max}), traktör anma gücünün (TAG , kW) % 88'i olarak dikkate alınmış ve eşitlik (6) ile belirlenmiştir (Sabancı ve ark., 2010).

$$KMG_{max} = 0.88 \times TAG \quad (6)$$

Mercimek hasadında kullanılan biçerdöverin saatlik yağ tüketimi, motor gücüne bağlı olarak eşitlik (7) ile belirlenmiştir (ASAE, 1994).

$$m_{ygb} = 0.004 \times P_b \quad (7)$$

Burada;

m_{gb} = biçerdöver yağ tüketimi ($l h^{-1}$) ve
 P_b = biçerdöver motorunun gücüdür (kW).

Tarım alet ve makinaları ile tarlada üretim işlemleri sırasında traktör ve biçerdöver motoru tarafından tüketilen motorin ve yağlama yağının ısı değerleri sırasıyla, $37.1 MJ l^{-1}$ ve $38.2 MJ l^{-1}$ olarak dikkate alınmıştır (IPCC, 1996).

Karbondiyoksit Emisyonlarının Hesaplanması

Fosil yakıt yakan bütün motorlu taşıtlardan açığa çıkan CO_2 emisyonları, tüketilen yakıt miktarı ve kat edilen mesafe dikkate alınarak hesaplanabilir. Tüketilen yakıt miktarı dikkate alınarak CO_2 emisyonlarının hesaplanması yönteminde, yakıt tüketimi değeri her yakıt türü için CO_2 emisyon faktörü ile çarpılır. Bu emisyon faktörü, yakıtın ısı değeri ve yakıtta okside olan karbon fraksiyonu ve karbon içeriğine bağlı olarak

geliştirilir. Bu yaklaşımda ortalama yakıt tüketimi verileri kullandığından, *yakıt esaslı CO_2 emisyonu hesaplama yöntemi* olarak tanımlanır. Yakıt tüketimi esaslı yaklaşım, yakıt tüketiminin hesaplanmasını sağlayan araç etkinliği verileri ve yakıt ekonomisi faktörleri dikkate alınarak uygulanabilir. Mesafeye dayalı yöntemle emisyonların hesaplanmasında, mesafeye dayalı emisyon faktörleri dikkate alınır. Tüketilen yakıtla ilişkin veriler genellikle daha güvenilir olduğu için, *yakıt esaslı CO_2 emisyonu hesaplama yöntemi* tercih edilen bir yaklaşımdır. Bununla birlikte, CO_2 tahminlerinde belirsizlik düzeyin oldukça yüksek seviyelerde olabileceği için, mesafe dayalı yöntem son çare olarak kullanılmalıdır.

Yakıt Isıl Değeri ve Emisyon Faktörlerini Seçimi

Yakıt tüketimi verileri olarak, GDAB'nde geleneksel olarak kırmızı mercimek üretim işlemlerinde birim üretim alanı (ha) için tüketilen dizel yakıtı değerleri dikkate alınmıştır. Traktörün motorunun yağlama yağı tüketimi de dikkate alınarak, yağ tüketimine ilişkin CO_2 emisyonları da hesaplanabilir. Dizel yakıtı ve motor yağının ısı değerleri ile yakıt türüne bağlı CO_2 emisyon faktörleri için Çizelge 2'de verilen değerler kullanılmıştır.

Çizelge 2. Dizel yakıtı ve yağlama yağının ısı değerleri ve karbondiyoksit (CO_2) emisyon faktörleri (IPCC, 1996)

Table 2. Thermal values and CO_2 emission factors of diesel fuel and oil

Yakıt Fuel	Alt ısı değeri Lower heating value ($GJ l^{-1}$)	CO_2 emisyon faktörü CO_2 emission factor ($kg_{CO_2} GJ^{-1}$)
Dizel	0.0371	74.01
Motor yağı	0.0382	73.28

Karbondiyoksit Emisyonlarının Hesaplanması

GDAB'nde kırmızı mercimek üretimi sonucunda açığa çıkan CO_2 emisyonlarının belirlenmesi için yapılan hesaplamalarda, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinde önerilen, *yakıt esaslı CO_2 emisyonu hesaplama yöntemi* dikkate alınmıştır (IPCC, 1996). Yakıt tüketimine dayalı CO_2 emisyonlarının hesaplanması için önerilen yaklaşım aşağıdaki eşitlik (8) ve (9)'da özetlenmiştir.

Toplam CO₂ emisyonu = Yakıt esaslı CO₂ emisyonları + Yağ esaslı CO₂ emisyonları

CO₂ emisyonları = Kullanılan yakıt miktarı × Yakıtın alt ısı değeri × Emisyon faktörü

Yakıt esaslı CO₂ emisyonları = Kullanılan dizel miktarı × Alt ısı değeri × Emisyon faktörü

Yakıt esaslı CO₂ emisyonları = $l \text{ ha}^{-1} \times 0.0371 \text{ GJ l}^{-1} \times 74.01 \text{ kg}_{\text{CO}_2} \text{ GJ}^{-1}$(8)

Yakıt esaslı CO₂ emisyonları = $\text{kg}_{\text{CO}_2} \text{ ha}^{-1}$

Yağ esaslı CO₂ emisyonları = Kullanılan yağ miktarı × Alt ısı değeri × Emisyon faktörü

Yağ esaslı CO₂ emisyonları = $l \text{ ha}^{-1} \times 0.0382 \text{ GJ l}^{-1} \times 73.28 \text{ kg}_{\text{CO}_2} \text{ GJ}^{-1}$ (9)

Yağ esaslı CO₂ emisyonları = $\text{kg}_{\text{CO}_2} \text{ ha}^{-1}$

Kırmızı mercimek üretimi için özgül değerlerin hesaplanması

Özgül yakıt tüketiminin hesaplanması

Herhangi bir ürünün üretimi için özgül yakıt tüketimi, üretilen birim ürün için ne kadar yakıt tüketildiğini belirtir ve eşitlik (10) ile tanımlanır:

$$\text{ÖYT} = \frac{YT}{\text{ÜM}} = \frac{l_{yk}}{kg_{ur}} \quad (10)$$

Burada;

ÖYT = Özgül yakıt tüketimi ($l_{yk} \text{ kg}_{ur}^{-1}$),
YT = Tüketilen yakıt miktarı (l_{yk}) ve
ÜM = Üretilen ürün miktarıdır (kg_{ur}).

Özgül Tane Veriminin Hesaplanması

Herhangi bir ürünün üretimi için özgül tane verimi, özgül yakıt tüketimi değerinin tersi olup, üretim işlemlerinde tüketilen toplam yakıt miktarı başına ne kadar ürün üretildiğini belirtir ve eşitlik (11) ile tanımlanır:

$$\text{ÖTV} = \frac{YT}{\text{ÜM}} = \frac{l_{yk}}{kg_{ur}} \quad (11)$$

Burada;

ÖTV = Özgül tane verimi ($\text{kg}_{ur} \text{ l}_{yk}^{-1}$),
YT = Tüketilen yakıt miktarı (l_{yk}) ve
ÜM = Üretilen ürün miktarıdır (kg_{ur}).

Özgül Karbondioksit Emisyonunun Hesaplanması

Herhangi bir ürünün üretim işlemleri sırasında gerçekleşen özgül CO₂ emisyonu, üretilen birim ürün için ne kadar CO₂ emisyonu oluştuğunu belirtir ve eşitlik (12) ile tanımlanır:

$$\text{ÖCE} = \frac{CE}{\text{ÜM}} = \frac{kg_{\text{CO}_2}}{kg_{ur}} \quad (12)$$

Burada;

ÖCE = Özgül CO₂ emisyonu ($\text{kg}_{\text{CO}_2} \text{ kg}_{ur}^{-1}$),
CE = CO₂ emisyonu (kg_{CO_2}) ve
ÜM = Üretilen ürün miktarıdır (kg_{ur}).

Özgül Verimin Hesaplanması

Herhangi bir ürünün üretim işlemleri sırasında gerçekleşen özgül verim, üretim işlemlerinde yakıt ve yağ tüketimine ilişkin oluşan birim CO₂ emisyonu başına ne kadar ürün üretildiğini belirtir ve eşitlik (13) ile tanımlanır:

$$\text{ÖV} = \frac{\text{ÜM}}{CE} = \frac{kg_{ur}}{kg_{\text{CO}_2}} \quad (13)$$

Burada;

ÖV = Özgül verim ($\text{kg}_{ur} \text{ kg}_{\text{CO}_2}^{-1}$),
CE = CO₂ emisyonu (kg_{CO_2}) ve
ÜM = Üretilen ürün miktarıdır (kg_{ur}).

Özgül Enerji Tüketiminin Hesaplanması

Herhangi bir ürünün üretiminde gerçekleşen özgül enerji tüketimi, üretim sonucunda elde edilen ürünün birim miktarı başına, üretim işlemlerinde yakıt ve yağ tüketimine ilişkin ne kadar enerji kullanıldığını belirtir ve eşitlik (14) ile tanımlanır:

$$\text{ÖET} = \frac{TEM}{\text{ÜM}} = \frac{kg_{ur}}{MJ} \quad (14)$$

Burada;

ÖET = Özgül enerji tüketimi (MJ kg_{ur}^{-1}),
ÜM = Üretilen ürün miktarı (kg_{ur}) ve
TEM = Tüketilen enerji miktarı (MJ).

Özgül Enerji Üretkenliğinin Hesaplanması

Herhangi bir ürünün üretiminde gerçekleşen özgül enerji üretkenliği, özgül enerji tüketiminin tersi olup, üretim işlemlerinde yakıt ve yağ tüketimine ilişkin kullanılan birim enerji başına ne kadar ürün üretildiğini belirtir ve eşitlik (15) ile tanımlanır:

$$\text{ÖEÜ} = \frac{\text{ÜM}}{\text{TEM}} = \frac{\text{kg}_{\text{ur}}}{\text{MJ}} \quad (15)$$

Burada;

ÖEÜ = Özgül enerji üretkenliği ($\text{kg}_{\text{ur}} \text{MJ}^{-1}$),

ÜM = Üretilen ürün miktarı (kg_{ur}) ve

TE = Tüketilen enerji miktarı (MJ).

M

Bulgular ve Tartışma

Yakıt Tüketimi ve Karbondioksit Emisyonu

GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı başına (ha) yakıt ve yakıt enerjisi tüketimi ile CO₂ emisyonu değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde birim alan (ha) başına toplam 143 l dizel yakıtı tüketilmektedir. Kullanılan bu değerdeki yakıt miktarına karşılık olarak, birim alan (ha) için

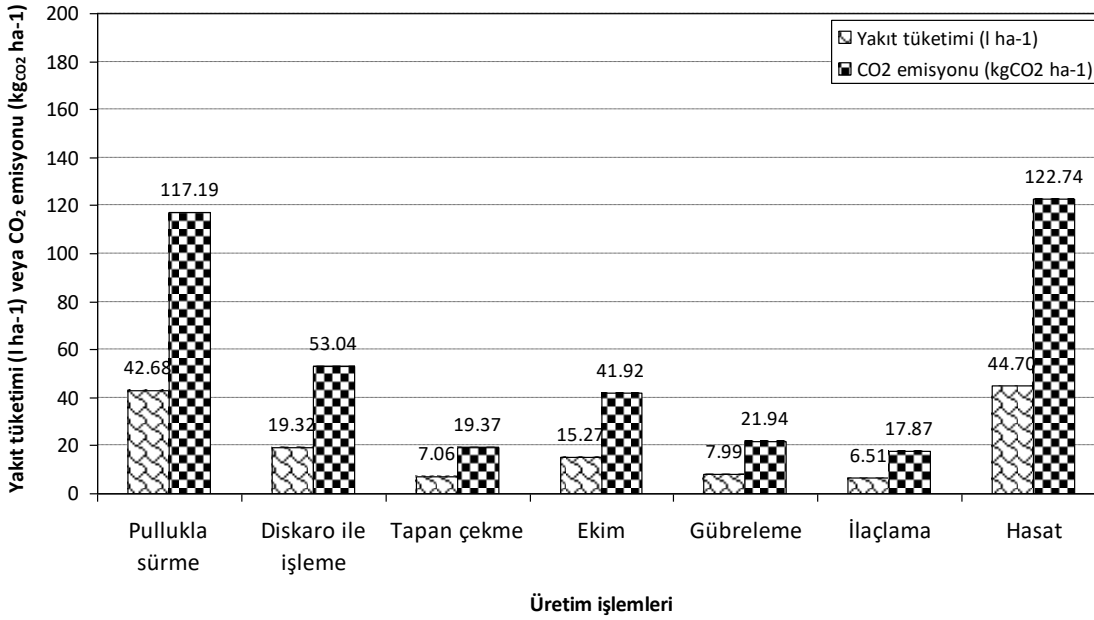
toplam 5324.5 MJ yakıt enerjisi tüketilmektedir. Kırmızı mercimek üretim işlemleri arasında, en fazla yakıt tüketimi (44.7 l ha^{-1}) hasat işleminde gerçekleşmektedir. Pullukla 15–20 cm derinlikte toprak işleme sırasında 42.68 l ha^{-1} yakıt tüketimi gerçekleşmekte ve bu değer toplam yakıt enerjisinin % 29.74'ü oranında ($1583.38 \text{ MJ ha}^{-1}$) enerji tüketimine karşılık gelmektedir (Çizelge 3). Kırmızı mercimek üretiminde yakıt enerjisi tüketimi bakımından, pullukla toprak işlemini sırasıyla, diskaro uygulaması (19.32 l ha^{-1} ve $716.65 \text{ MJ ha}^{-1}$) ve ekim işlemi (15.27 l ha^{-1} ve $566.37 \text{ MJ ha}^{-1}$) izlemektedir.

GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı başına yakıt tüketimi ve yakıt tüketimi sonucunda gerçekleşen CO₂ emisyonu değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Kırmızı mercimek üretiminde birim üretim alanı (ha) başına toplam 394.07 kg CO₂ emisyonu oluşmaktadır. En fazla yakıt tüketimi gerçekleşen iki işlem olan biçerdöverle hasat ve pullukla sürme işlemlerinde en fazla CO₂ emisyonu oluşmaktadır. Birim üretim alanı (ha) CO₂ emisyonu hasat işleminde 122.74 kg, pullukla sürme işleminde ise 117.19 kg olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. Kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı başına yakıt ve yakıt enerjisi tüketimi değerleri

Table 3. Values of fuel and fuel energy consumption per unit production area for different field applications in red lentil production

Üretim işlemleri Applications	Yakıt tüketimi Fuel consumption (l ha^{-1})	Toplam enerji eşdeğeri Energy equivalent (MJ ha^{-1})	CO ₂ emisyonu CO ₂ emission ($\text{kg}_{\text{CO}_2} \text{ha}^{-1}$)	Toplam değere oranı Ratio (%)
Pullukla sürme	42.68	1583.38	117.19	29.74
Diskaro ile işleme	19.32	716.65	53.04	13.46
Tapan çekme	7.06	261.78	19.37	4.92
Ekim	15.27	566.37	41.92	10.64
Gübreleme	7.99	296.42	21.94	5.57
İlaçlama	6.51	241.52	17.87	4.54
Hasat	44.70	1658.37	122.74	31.15
<i>Toplam</i>	<i>143.52</i>	<i>5324.5</i>	<i>394.07</i>	<i>100</i>



Şekil 2. Kırmızı mercimek üretim işlemlerinde yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu
Figure 2. Fuel consumption and CO₂ emission for red lentil production processes

Yağ Tüketimi ve CO₂ Emisyonu

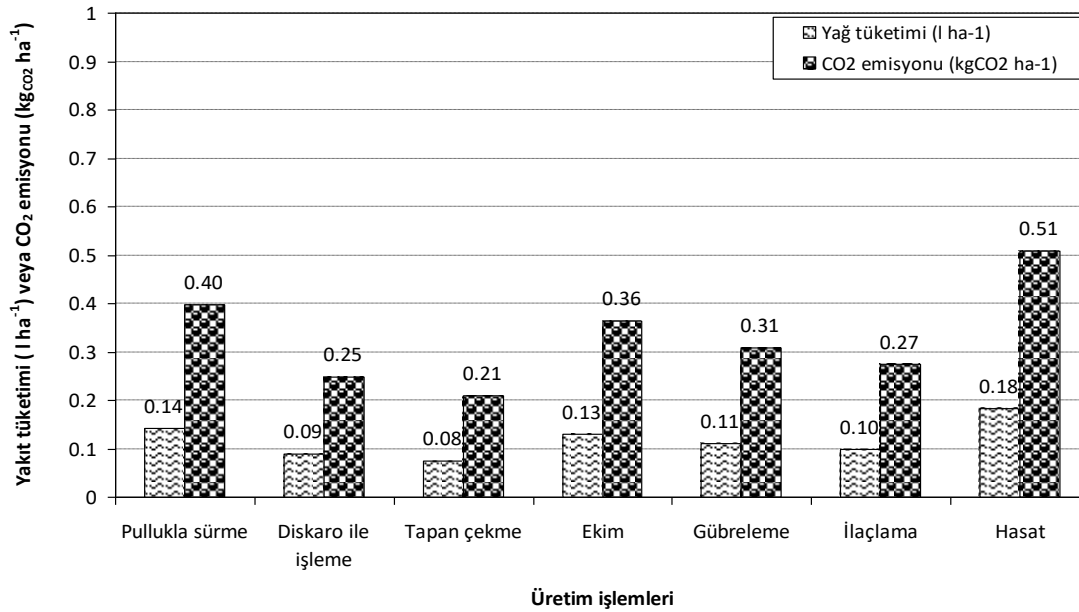
GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı (ha) başına yağ ve yakıt enerjisi tüketimi ile CO₂ emisyonu değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde birim alan (ha) başına toplam 0.83 litre traktör ve biçerdöver motorları için yağlama yağı tüketilmektedir. Kullanılan bu değerdeki yağ miktarına karşılık olarak, birim alan (ha) için toplam 31.55 MJ yakıt

enerjisi tüketilmektedir. Kırmızı mercimek üretim işlemleri arasında, en fazla yağ tüketimi (0.182 l ha⁻¹) hasat işleminde gerçekleşmektedir. Pullukla 20–25 cm derinlikte toprak işleme sırasında 0.142 l ha⁻¹ yakıt tüketimi gerçekleşmektedir (Çizelge 3). Kırmızı mercimek üretiminde yağ enerjisi tüketimi bakımından, pullukla toprak işlemini sırasıyla, ekim işlemi (0.13 l ha⁻¹ ve 4.97 MJ ha⁻¹) gübre uygulaması (0.11 l ha⁻¹ ve 4.20 MJ ha⁻¹) ve izlemektedir.

Çizelge 4. Kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı başına yağ ve yağ enerjisi tüketimi değerleri

Table 4. Values of oil and oil energy consumption per unit production area for different field applications in red lentil production

Üretim İşlemleri Applications	Hektar (ha) başına yakıt tüketimi Fuel consumption (l ha ⁻¹)	Toplam enerji eşdeğeri Energy equivalent (MJ ha ⁻¹)	CO ₂ emisyonu CO ₂ emissions (kgCO ₂ ha ⁻¹)
Pullukla sürme	0.142	5.42	0.40
Diskaro ile işleme	0.089	3.40	0.25
Tapan çekme	0.075	2.87	0.21
Ekim	0.13	4.97	0.36
Gübreleme	0.11	4.20	0.31
İlaçlama	0.098	3.74	0.27
Hasat	0.182	6.95	0.51
<i>Toplam</i>	<i>0.83</i>	<i>31.55</i>	<i>2.31</i>



Şekil 3. Kırmızı mercimek üretim işlemlerinde yağ tüketimi ve CO₂ emisyonu
Figure 3. Oil consumption and CO₂ emission for red lentil production processes

GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı başına yağ tüketimi ve yağ tüketimi sonucunda gerçekleşen CO₂ emisyonu değerleri Şekil 3'de verilmiştir. Kırmızı mercimek üretiminde birim üretim alanı (ha) başına toplam 2.31 kgCO₂ emisyonu oluşmaktadır. Yakıt tüketiminde olduğu gibi, en fazla yağ tüketimi gerçekleşen iki işlem olan biçerdöverle hasat ve pullukla sürme işlemlerinde en fazla CO₂ emisyonu oluşmaktadır. Motor yağı tüketimi sonucunda gerçekleşen birim üretim alanı (ha) CO₂ emisyonu, hasat işleminde 0.51 kg, pullukla sürme işleminde ise 0.40 kg olarak belirlenmiştir.

Yakıt ve Yağ Tüketimine Karşılık Toplam Enerji Kullanımı ve CO₂ Emisyonu

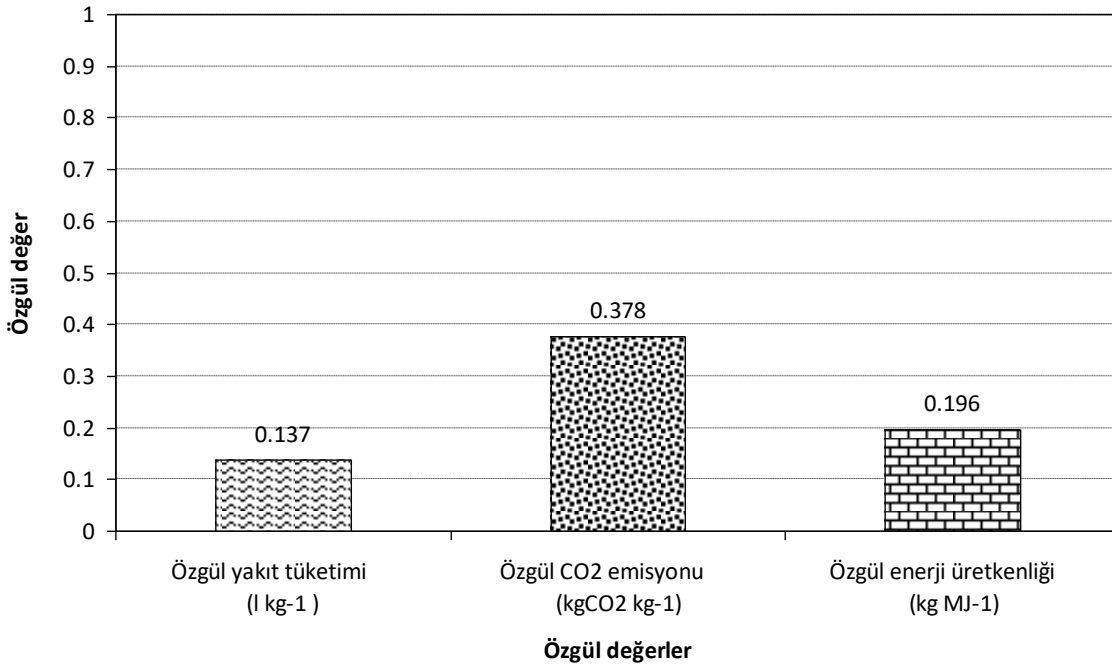
GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı (ha) başına 144.34 l ha⁻¹ toplam yakıt ve yağ tüketimi gerçekleşmektedir. Birim üretim alanında toplam yakıt ve yağ tüketimi, 5356.05 MJ ha⁻¹ enerji kullanımına karşılık gelmekte bu tüketim sonucunda hektar başına toplam 396.38 kg CO₂ emisyonu gerçekleşmektedir.

Özgül Yakıt Tüketimi

GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamalarında yakıt ve yağ tüketimine t

ilişkin; özgül yakıt tüketimi, özgül enerji üretkenliği ve özgül CO₂ emisyonu değerlerinin değişimi Şekil 4'de verilmiştir. *Özgül yakıt tüketimi* (l kg⁻¹), üretim işlemlerinde tüketilen toplam yakıt miktarının, hasat edilen toplam ürün miktarına oranı olarak tanımlanır. Özgül yakıt tüketimi, birim miktar (kg) ürün üretmek için tüketilen yakıt miktarını (l) belirtir. Özgül yakıt tüketimi değerinin düşük olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde özgül yakıt tüketimi 0.137 l kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu durumda, GDAB'nde 1 kg kırmızı mercimek üretimi için 0.137 l yakıt tüketilmektedir.

Özgül enerji üretkenliği (kg MJ⁻¹), hasat edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarına oranı olarak tanımlanır. Özgül enerji üretkenliği, kullanılan birim miktar yakıt enerjisi (MJ) başına ne kadar ürün (kg) üretildiğini belirtir. Özgül enerji üretkenliği değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde özgül enerji üretkenliği değeri 0.196 kg MJ⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu durumda, GDAB'nde 1 MJ yakıt enerjisi kullanımına karşılık 0.196 kg kırmızı mercimek üretilmektedir (Şekil 4).



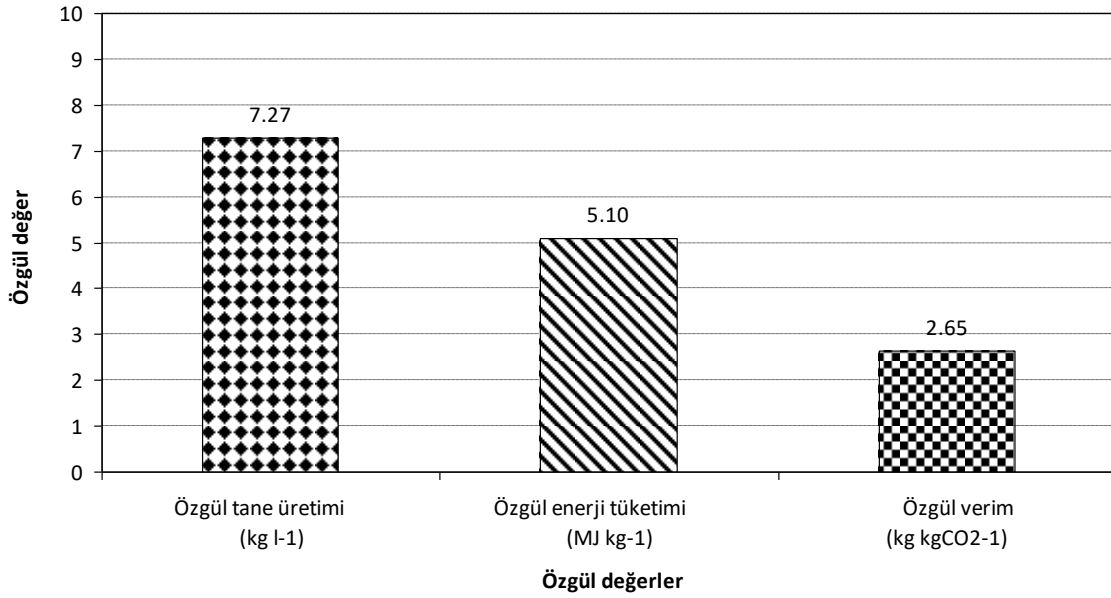
Şekil 4. Kırmızı mercimek üretiminde özgül değerlerin değişimi
Figure 4. Change of specific values in red lentil production

Özgül CO₂ emisyonu (kg_{CO2} kg⁻¹), üretim işlemlerinde tüketilen toplam yakıt miktarı sonucunda gerçekleşen CO₂ emisyonunun, hasat edilen toplam ürün miktarına oranı olarak tanımlanır. Özgül CO₂ emisyonu, birim miktar (kg) ürün üretmek için yakıt tüketimi sonucunda gerçekleşen CO₂ emisyonu (kg_{CO2}) değerini belirtir. Özgül CO₂ emisyonu değerinin düşük olması, üretimdeki enerji verimliliğinin yüksek, çevreye verilen olumsuz etkilerin düşük olduğu anlamına gelir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde özgül CO₂ emisyonu 0.378 kg_{CO2} kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu durumda, GDAB'nde 1 kg kırmızı mercimek üretimi için yakıt tüketimi sonucunda 0.378 kg_{CO2} emisyonu gerçekleşmektedir (Şekil 4).

GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamalarında yakıt ve yağ tüketimine ilişkin; özgül tane verimi, özgül enerji tüketimi ve özgül verim değerlerinin değişimi Şekil 5'de verilmiştir. Özgül tane verimi (kg l⁻¹), hasat edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde tüketilen toplam yakıt miktarına oranı olarak tanımlanır. Özgül tane verimi, özgül yakıt tüketimi (l kg⁻¹) değerinin tersi olup, üretim işlemleri için

birim miktar (l) yakıt tüketimi sonucunda hasat edilen ürün miktarını (kg) belirtir. Özgül tane verimi değerinin yüksek olması, üretimin enerji verimliliğinin yüksek olduğu anlamına gelir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde özgül tane verimi 7.27 kg l⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu durumda, GDAB'nde üretim işlemleri için 1 l yakıt tüketimi sonucunda 7.27 kg kırmızı mercimek üretilmektedir (Şekil 5).

Özgül enerji tüketimi (MJ kg⁻¹), üretim işlemlerinde yakıt tüketimine ilişkin kullanılan toplam enerji miktarının, hasat edilen toplam ürün miktarına oranı olarak tanımlanır. Özgül enerji tüketimi değeri, birim miktar (kg) ürün üretmek için üretim işlemlerinde tüketilen enerji miktarını (MJ) belirtir. Özgül enerji değerinin düşük olması, üretimdeki enerji verimliliği ve çevresel etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde özgül enerji tüketimi 5.1 MJ kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu durumda, GDAB'nde 1 kg kırmızı mercimek üretmek için yakıt tüketimi sonucunda 5.1 MJ enerji kullanılmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Kırmızı mercimek üretiminde özgül değerlerin değişimi
Figure 5. Change of specific values in red lentil production

Özgül verim (kg kgCO_2^{-1}), hasat edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde tüketilen toplam yakıt miktarı sonucunda gerçekleşen CO_2 emisyonuna oranı olarak tanımlanır. Özgül verim değeri, özgül CO_2 emisyonu değerinin tersi olup, üretim işlemleri için yakıt tüketimi sonucunda gerçekleşen birim CO_2 emisyonu (kgCO_2) başına üretilen ürün miktarını (kg) belirtir. Özgül verim değerinin düşük olması, üretimdeki enerji verimliliğinin yüksek, çevreye verilen olumsuz etkilerin düşük olduğu anlamına gelir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde özgül verim $2.65 \text{ kg kgCO}_2^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bu durumda, GDAB'nde kırmızı mercimek üretimi için yakıt tüketimi sonucunda gerçekleşen 1 kgCO_2 emisyonu başına 2.65 kg mercimek üretilmektedir (Şekil 5).

Sonuç ve Öneriler

İklim değişikliği, insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan küresel bir sorundur. Enerji kullanımında daha etkin kullanımın mümkün olabilir, böylece daha az enerji kullanımı ve daha az emisyonla aynı düzeyde kalkınma gerçekleşebilir. Küresel ısınmaya yönelik çalışmalar yapan birçok kuruluş temel olarak küresel ısınmanın önüne geçebilmek için, enerji, sanayi, ulaşım ve tarım sektörlerinde, başta fosil yakıt kullanımının azaltılması yoluyla, gerekli

politika değişikliklerine gidilerek sera gazı üretiminin sınırlandırılmasının gerekli olduğunu bildirmektedirler.

Tarımsal faaliyetten kaynaklanan CO_2 emisyonlarının önemli bir kısmı, korumalı ve azaltılmış tarımsal üretim işlemleriyle azaltılabilir. Türkiye'nin, ortak bir sorun olan iklim değişikliğine karşı önlemler alması ve sanayi ve diğer sektörlerde iklim değişikliğiyle mücadele politikaları ile uyumlu reformlar yapması gerekmektedir. Bu durum, gerek üretim yöntemlerinde gerekse bireysel olarak tüketim kalıpları ve yaşam şekillerinde önemli bir yeniden değerlendirme ve dönüşüm sürecini getirecektir. Toplumsal bilinçlenmenin artırılması ile Türkiye sürdürülebilir kalkınma hedeflerini daha iyi şekillendirebilecek ve gerçekleştirebilecektir.

Kaynaklar

- American Society of Agricultural Engineers. (1994). *Agricultural machinery management*. ASAE Standards (AP 391.1), 34th Ed. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI, 49085-9659, USA.
- Global Carbon Project. (2017). *An annual update of the global carbon budget and trends*. Published 13 November 2017.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (1996). *Guidelines for national greenhouse gas inventories*. Volume 2, Section 1.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2011). *Renewable energy sources and climate change*

- mitigation*. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edenhofer, O., Madrugá, P.R., Sokona, Y. Cambridge University Press, 1076 pp.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). *Climate change 2013: The physical science basis*. In T. F. Stocker et al. (Eds.), Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press: New York, NY, 1535 pp.
- Li, G. (2016). Sensible heat thermal storage energy and exergy performance evaluations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 897-923.
- Özer, Y.E. (2016). Türkiye'nin yenilenebilir ve temiz enerjisi ve ABD, Çin ve Avrupa Birliğiyle karşılaştırmalı analiz. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 137-155.
- Öztürk, H.H. (2010). *Tarımsal üretimde enerji yönetimi*. Hasat Yayınevi, İstanbul.
- 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*. (pp. 13-23) 23-25 Ağustos, Roma, İtalya.
- Sabancı, A., Başçetinçelik, A., Özgüven, F., Öztürk, H.H., & Say, S. (2010). *Tarım Makinaları 1*. (Editör: S.M. SAY), Nobel Kitabevi, Adana.
- Tubiello, F., Salvatore, N., Rossi, S., Ferrara, A., Fitton, N., & Smith, P. (2013). The FAOSTAT database of greenhouse gas emissions from agriculture. *Environmental Research Letters*, 8(1), 150-159.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2016). *Bitkisel üretim istatistikleri*. Ankara.
- Yamane, T. (1967). Elementary sampling theory. *Prentice Hall Englewood Cliffs*. (pp. 367). USA.
- YE. (2018). http://yesilekonomi.com/iklim/Erişim_tarihi:24.05.2018.
- Yılmaz, M.Ö. (2005). *Yeraltı Termal Enerji Depolamada Kullanılan Farklı Dolgu maddelerinin termal özelliklerinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.