

Çeltik Üretiminde Enerji Bilançosunun Belirlenmesi (Çorum İli Osmancık İlçesi Örneği)

Determination of Energy Balance in Paddy Production (Example of Osmancık District of Çorum Province)

Harun HACIOĞLU¹, Ebubekir ALTUNTAŞ², Mehmet Fırat BARAN^{3*}

Öz

Bu çalışmada, Çorum ili Osmancık İlçesinde çeltik üretiminde kullanılan enerji girdi ve çıktıları belirlenerek, üretimin enerji etkinliğinin saptanması amaçlanmıştır. 2020-2021 yılı üretim sezonunda Çorum ili Osmancık ilçesi örneği için çeltik üretimi yapan işletmelerin üretimdeki enerji parametrelerini belirlemek amacıyla anket yöntemi ile 8 köyden 166 işletmeyle yüz yüze görüşülmüştür. Çalışılan işletme sayısını belirlemek için tesadüf örnekleme metodu kullanılmıştır. Bu işletmeler büyüklüklerine göre 5.00-30.00, 30.01-60.00, 60.01-90.00 ve 90.01-110.00 da olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma sonucunda belirlenen bulgu ve etkinlik göstergelerine bağlı olarak, mevcut üretimin iyileştirilmesine yönelik çözüm önerileri verilmiştir. Çeltik üretiminde enerji kullanımının hesaplanmasındaki girdiler arasında insan işgücü, tarım makineleri imalatı, elektrik, yakıt-yağ, kimyasal gübre, kimyasal ilaç, sulama ve tohum girdisi yer almıştır. Sonuçlarda Osmancık ilçesi için toplam girdi ve çıktı enerjisi çeltik tarımında sırasıyla 275 729.24 MJha⁻¹ ve 534 472.11 MJha⁻¹ olarak belirlenmiştir. En yüksek enerji girdileri sırasıyla sulama (%31.56), yakıt-yağ (%30.55), elektrik (%18.73) ve kimyasal ilaç enerjisi (%6.84) girdileri olarak belirlenmiştir. Çeltik tarımında enerji oranı ve enerji üretkenliği sırasıyla 2.17 ve 0.13 kgMJ⁻¹ olarak belirlenmiştir. Sonuçlar açısından çeltik tarımında sulama sulama uygulaması ve elektrikli pompa kullanımıyla sulama girdilerinde önemli bir yer tutmaktadır. Çorum ili Osmancık ilçesindeki çeltik üreticisi işletmelerin uyguladıkları üretim sisteminde enerji etkinliği parametreleri çerçevesinde öncelikle işletme bazlı, enerji oranını ve enerji karlılığını düşüren parametreleri dikkate alınabilecek tedbirler, üretim girdilerinin daha etkin kullanımına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, teknolojik bir kullanım olan Drone ile ilaçlamanın girdi olarak hesaplamalara katılması da enerji hesaplamalarında önemli bir adımdır. Girdiler içerisinde en yüksek tüketim girdisi olan sulamada etkin sulama ile kaynakların korunmasına yönelik girdi miktarlarının azaltılmasıyla enerji etkinliğinin artırılması sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: Çeltik, İşletme büyüklüğü, Enerji oranı, Enerji üretkenliği

¹Harun Hacıoğlu, Tokat Gaziosmanpaşa University, Agriculture Faculty, Biosystem Engineering Department, Tokat, Turkey. E-mail: hhacioglu38@gmail.com

²Ebubekir Altuntaş, Tokat Gaziosmanpaşa University, Agriculture Faculty, Biosystem Engineering Department, Tokat, Turkey. E-mail: ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

³Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Mehmet Fırat Baran, Siirt University, Agriculture Faculty, Biosystem Engineering Department, Siirt, Turkey. E-mail: mfb197272@gmail.com

OrçID: 0000-0002-7657-1227

Atıf: 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.

/Citation: Hacıoğlu, H., Altuntaş, E., Baran M. F. (2024). Determination of energy balance in paddy production (example of Osmancık District of Çorum Province). *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 21(2): 468-481.

*Bu Çalışma Harun Hacıoğlu'nun Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2024

Abstract

In this study, It is aimed to determine the energy efficiency of production by determining the energy inputs and outputs used in paddy production in Osmancık District of Çorum province. 166 enterprises from 8 villages were interviewed face-to-face with the survey method in order to determine the energy parameters of paddy production in the enterprises in Osmancık district of Çorum province in the production season of 2020-2021. The simple random sampling method was used to determine survey volume. These enterprises were classified as 5.00-30.00, 30.01-60.00, 60.01-90.00 and 90.01-110.00 according to their sizes. Depending on the findings and efficiency indicators determined as a result of the study, solution suggestions were given for the improvement of the current production. Inputs in the calculation of energy use in paddy production included human labor, agricultural machinery, electricity, fuel-oil, chemical fertilizers, chemical pesticides, irrigation and seed inputs. In the results, the total input and output energy in paddy production were determined as 275 729.24 MJha⁻¹ and 534 472.11 MJha⁻¹, respectively, for Osmancık district. The highest energy inputs were determined as irrigation (31.56%), fuel-oil (30.55%), electricity (18.73%) and chemical pesticide energy (6.84). The energy ratio and energy productivity in rice farming were determined as 2.17 and 0.13 kgMJ⁻¹, respectively. In terms of the results, irrigation with the application of flood irrigation and the use of electric pumps had an important place in paddy agriculture. It is thought that the measures that can be taken by taking into account the parameters that reduce the energy rate and energy profitability, primarily enterprise-based, within the framework of energy efficiency parameters in the production system implemented by the paddy producers in the Osmancık district of Çorum will contribute to the more effective use of production inputs. In addition, the inclusion of spraying with drone, which is a technological use, to the calculations as an input is an important step in energy calculations. In irrigation, which is the highest consumption input among inputs, energy efficiency can be increased by reducing the amount of inputs for the protection of resources with efficient irrigation.

Keywords: Paddy, Enterprise size, Energy ratio, Energy productivity

1. Giriş

Tarımsal faaliyetlerdeki kullanılan tüm girdilerin etkin şekilde kullanımını arttırmaya yönelik planlamaların yapılmasıyla üretimdeki sürdürülebilirliğin sağlanmasının yanında, tarımda verimlilik artmaktadır. Sürdürülebilir bir tarımda enerji ve ekonomik boyut yanında çevrenin korunması da önemlidir. Genellikle enerji etkinliğini ve çevre boyutunu ölçmek için yapılan çalışmalarda üretimde kullanılan enerji analizleri içerisinde girdi ve çıktı değerleri dikkate alınmaktadır (Göktolga ve ark., 2006). Tarımsal verimliliği ortaya koymada ana değişkenler girdi ve çıktı ilişkisidir. Tarımsal üretimdeki girdi ve çıktı değerlerini bilimsel ve güncel rakamlarla hesaplamak yöntemsel olarak ele alınması gerekli temel konulardır (Işıklı ve Işın, 1991). Hem kârlı ve hem de başarılı bir tarımsal üretimde, birim alandan elde edilen çıktı ürünün enerjisi ile tüketilen toplam girdi enerjisinin oranlanmasıyla elde edilen enerji oranı hesaplanması önemli bir kıstas olarak değerlendirilir.

Enerji oranını arttırmada verimin artırılması yanında tüketilen girdilerin de azaltılması gereklidir. Enerji girdileri toplamı içinde önemli bir pay olan kimyasal gübre, kimyasal ilaç, yakıt-yağ, traktör ve tarım makineleri girdilerinin de azaltılması önemlidir. Verimi arttırmak belli sınırlar dahilinde sağlansa da enerji etkinlik değerini artırabilmek için üretimde tüketilen kimyasal ilaç, makine ve kimyasal gübre kullanımını belirli oranda ve bilinçli düzeyde azaltmak gerekmektedir (Gözübüyük ve ark., 2012).

Enerjinin ne kadar verimli kullanılıp kullanılmadığı, üretimdeki enerji girdi ve çıktı analizleri ile görülebilecektir. Enerji girdi ve çıktı analizleri, çoğunlukla enerji etkinliğini ve çevre boyutunu ölçmek için uygulanan çalışmalardır. Çıktı miktarlarının düşük çıkması, kullanılan girdilerin verimli halde kullanılmadığını göstermektedir. Girdilerin verimli halde kullanılmaması bazı olumsuzluklara neden olabilmektedir. Üretimde, bilinçli kullanılmayan gübre ve ilaç, hem girdilerin israfına ve hem de çevrenin zarar görmesine neden olmaktadır (Göktolga ve ark., 2006).

Dünyanın çeltik üretimi için iklim şartları açısından en uygun bölgesi, Doğu Asya olup, Türkiye de toprak ve iklim yapısı itibarıyla çeltik yetiştiriciliğine elverişli imkanlara sahiptir. Dünya nüfusunun %21'inin ve Doğu Asya Bölgesi ülkeleri nüfusunun %76'sının kalori ihtiyacı çeltik ürününden karşılanmaktadır. Çeltik üretimi, genelde ılıman iklim kuşağında Güney ve Güneydoğu Asya'da özellikle Pakistan'dan Japonya'ya kadar bulunan ülkelerde yapılmaktadır. Dünya'da en fazla çeltik yetiştiren 25 ülkeden 17'si bu bölgede bulunmaktadır (Taşlıgil ve Şahin, 2011). Çeltik üretimi, özellikle Asya kıtasında ve dünyadaki tarım alanlarının yaklaşık %10'unda yapılmaktadır (Bal ve Altuntaş, 2019).

Dünya'daki çeltik üretim değerlerinde yıllara göre dalgalanmalar görülse de ekim alanı, üretim ve verim değerlerinde artış söz konusudur. FAO'nun 2022 yılı verilerine göre, 2010 yılındaki 160 833 727 ha olan ekim alanı, 2020 yılında 164 192 164 ha olarak %2 oranında artış göstermiştir. Çeltik üretim miktarı 2010-2020 yılları arasında ise %9 artarak 2020 yılında 756 743 722 tona ulaşmıştır. Çeltik verimi ise belirtilen yıllarda %7 oranında artarak 2020 yılında 461 kg/da olarak gerçekleşmiştir.

Türkiye'de çeltik üretimi yıllara göre dalgalansa da ekim alanı ve üretim miktarı değerlerinde önemli oranda artışlar söz konusudur. TÜİK (2022) yılı verilerine göre, 2010 yılında 990 000 ha olan ekim alanı, 2021 yılında 1 294 904 ha olup %31 oranında artış göstermiştir. Türkiye'de çeltik üretim miktarı 2010-2021 yılları arasında %16 oranında artarak 1 000 000 tona ulaşmıştır. Çeltik verimi ise ekim alanı ve üretim miktarının aksine belirtilen yıllarda %11 oranında azalarak 2021 yılında 772 kgda⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Çeltik ekim alanındaki artış, verimdeki azalıştan fazla olduğundan üretim miktarı artışını sürdürmüştür (Kaya ve Ateş, 2022).

Tarımsal üretimde etkin enerji kullanımı, tüm girdilerin etkin kullanımı, işletmelerin ekonomik kazanımı ve girdilerin çevreye olan etkisini en iyi hale getirmek açısından önemlidir. Enerji analizleri ile bulunan sonuçlar, işletmelerde enerjinin ne derece etkin kullanıldığı dolayısıyla kaynakların verimli yönetimi açısından oldukça önemlidir. Türkiye'de Karadeniz Bölgesinde çeltik tarımında ve özellikle yoğun üretimin yapıldığı yerlerden olan Osmancık ilçesinde enerji kullanım etkinliklerinin belirlenmesine yönelik yapılmış bilimsel bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada Karadeniz Bölgesi, Çorum ili Osmancık ilçesindeki çeltik tarımındaki enerji kullanım etkinliği belirlenmiştir.

Bu çalışmada bulunan veriler ile Çorum ili ve Osmancık ilçesindeki çiftçilerin çeltik üretiminde kullandıkları girdiler olarak insan işgücü, alet makine/traktör kullanımı, kimyasal gübre ve ilaç kullanımı, sulama, tohum, yakıt-yağ enerjisi ve elektrik enerjisiyle üretimdeki enerji kullanım enerji parametrelerinin belirlenmesiyle, işletmelerin

çeltik üretim planlamasını gerçekleştirmede kullanılan yüksek enerji girdilerini azaltma yönünde önlemler almasına katkıda bulunabilecektir. Enerji bilançosunun belirlenmesiyle elde edilen sonuçlar, işletmelerin tüm enerji kalemlerinin ne derece etkin kullanıldığını dolayısıyla kaynakların verimli yönetimi açısından da büyük yararlar sağlamaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

2.1.1. Anket uygulanacak işletme sayısının belirlenmesi

Araştırmada kullanılan veriler, Çorum ili Osmancık ilçesinde çeltik üretimi yapan 8 köydeki 166 işletme sahibi ile bire bir görüşülüp anket çalışması yapılarak elde edilmiş ve gerçek bilgiler oluşturulmuştur. Bununla beraber araştırma konusuna benzer daha önce yapılan diğer çalışmalardan, mevcut istatistiki bilgilerden, araştırmanın yapıldığı bölgede faaliyet gösteren İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Osmancık İlçesi Ziraat Odasından ve ilgili diğer kurum ve kuruluşların verilerinden faydalanılmıştır.

Osmancık İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nden alınan verilere göre, Çorum ili Osmancık ilçesine bağlı 25 köyde 776 üretici toplamda 22.832 da, mahalle statüsünde olan 18 mahallede ise 346 üretici 11.447 da alanda olmak üzere toplamda 34.279 da alanda çeltik üretimi yapılmaktadır. Çalışmada 'Basit Tesadüfi Örnekleme' yöntemine göre 166 üretici ile yüz yüze görüşme sağlanmış olup anket uygulaması yapılmıştır.

$$n = \frac{N \cdot S^2 \cdot t^2}{(N-1) \cdot d^2 + S^2 \cdot t^2} \quad (\text{Eş.1})$$

Eşitlikte;

n : Örnek hacmi

S : Standart sapma

t : Güven sınırı

N : Örnekleme çerçevesine ait toplam birim sayısı (ana popülasyon)

d : Kabul edilebilir hata payı

Tablo 1. Çeltik üretimi yapan işletmelerin büyüklüklerine göre dağılımı

Table 1. Distribution of the paddy production enterprises by size

İşletme Büyüklükleri (da)	Toplam İşletme Sayısı	%
5.00-30.00	17	10.24
30.01-60.00	92	55.42
60.01-90.00	45	27.11
90.01-110.00	12	7.23
Toplam	166	100.00

Anketlerde, üretim alanı, yapılan işlemler ve sayısı, kullanılan alet-makine ve traktör özellikleri, iş gücü, kullanılan kimyasal gübre ve kimyasal ilacın miktarları, arazinin sulama şekli, hasat uygulaması, hasat verimi ve tüm uygulamalarda sarf edilmiş toplam yakıt miktarı ve araziye atılan tohum miktarı sorulmuştur. Elde edilen veriler 2021 yılı üretim dönemine ait verilerdir. Anket çalışması ile ulaşılan veriler için daha önceki paragraflarda bahsedildiği gibi 5 da altında ve 110 da üzerindeki işletmeler ankete dahil edilmemiştir. İşletmelerdeki enerji etkinlikleri hesaplamaları, üretim yapılan arazi büyüklüğüne göre; 5.00-30.00 da, 30.01-60.00 da, 60.01-90.00 da ve 90.01-110.00 da olmak üzere dört farklı grupta sınıflandırılmış olup, buna göre hesaplamalar yapılmıştır. Osmancık ilçesinde ankete dâhil edilen köylerde yer alan işletmelerin büyüklüklerine göre dağılımları ve yüzdeleri *Tablo1*'de verilmiştir.

2.2. Enerji analizi

Çeltik yetiştiriciliğinde girdilerin hesaplanmasında kullanılan enerji eşdeğerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo2. Çeltik yetiştiriciliğinde girdilerin hesaplanmasında kullanılan enerji eşdeğerleri

Table 2. Energy equivalents used in the calculation of inputs in paddy cultivation

Girdiler ve Çıktılar	Birim	Değerler (MJ/birim)	Kaynaklar
Girdiler			
İnsan işgücü	h	1.96	Mani ve ark. (2007); Karaağaç ve ark. (2011); Baran ve Gökdoğan (2014)
Traktör		158.5	Barut ve ark. (2011)
Makine ve Ekipman		64.8	Gökdoğan ve Erdoğan (2018)
Kimyasal gübreler			
Azot	kg	66.14	Shrestha (2002).
Fosfor	kg	12.44	Shrestha (2002).
Potasyum	kg	11.15	Shrestha (2002).
Kükürt	kg	1.12	Mohammadi ve ark. (2008); Esengün ve ark. (2007)
İlaçlama	kg	101.2	Yaldız ve ark. (1993)
Yakıt-yağ	l	56.31	Demircan ve ark. (2006)
Su	m ³	0.63	Yaldız ve ark. (1993)
Elektrik	kWh	11.93	Özkan ve ark. (2004b); Zangeneh ve ark. (2010)
Tohum	kg	15.20	Yadav ve ark. (2013)
Çıktılar			
Çeltik	kg	17	Kitani (1999)

2.2.1. Doğrudan enerji girdileri

Elektrik, kömür, doğalgaz, petrol ürünleri ve biyokütle enerjisi doğrudan enerji kaynakları olarak sınıflandırılabilir. Üretim esnasında harcanan girdilerin en başında yakıt-yağ ve elektrik gelmekte ve doğrudan enerji girdilerinin büyük bir kısmını kapsamaktadır.

Yakıt-yağ enerjisi

Çeltik üretiminde kullanılan traktörün harcadığı yakıt tüketimi değerleri anket yardımıyla işletme sahiplerinden elde edilen verilerle belirlenmiştir. Yağ tüketimi ise yakıt tüketiminin %4.5’i alınacak şekilde hesaplamaya dahil edilmiştir (Özcan, 1985; AlpKent, 1984). Çeltik üretimi ile ilgili ele alınan enerji analizinde yağ-yakıt tüketimi değerleri Eşitlik 2 yardımıyla hesaplanmıştır (Demircan ve ark., 2006; Singh, 2002).

$$YYE = YYT \times YED \quad (\text{Eş.2})$$

YYE : Yakıt-yağ Enerjisi (MJ/ha)

YYT : Yakıt-yağ Tüketimi (l/ha)

YED : Yakıt-yağ Enerji Eşdeğeri (MJ/l) (Tablo 2)

Elektrik enerjisi

Sulama amaçlı olarak kullanılan pompanın elektrik enerjisi İlaçlama ve gübreleme amaçlı da son yıllarda kullanılan Drone (insansız hava aracı), bataryasının harcadığı elektrik enerjisi de, elektrik enerji girdisine eklenerek hesaplamalar yapılmıştır. Dolayısıyla Drone’un bataryasının tükettiği elektrik enerjisi miktarı ile sulama amaçlı pompa ile harcanan elektrik enerji eşdeğeri için 11.93 MJ/m³ değeri dikkate alınmıştır (Zangeneh ve ark., 2010; Özkan ve ark., 2004a).

$$EE = (\text{E} \times \text{ha}) / \text{kWh} \times \text{EED} \quad (\text{Eş.3})$$

EE : Elektrik Enerjisi (kWhha-1)

₺ : Üretim Sezonunda 1 ha alan için ödenen ücret (TL)

ha : İşletme Büyüklüğü

kw₺ : 2021 Yılı İçin 1 kw elektrik ücreti (TL/kWh)

EED : Elektrik Enerji Eşdeğeri (Tablo2)

2.2.2 Dolaylı enerji girdileri

Alet ve makine üretimi, tohum, insan işgücü, sulama, kimyasal ilaç ve kimyasal gübre enerjileri dolaylı enerji kaynakları içerisinde yer almaktadır.

Kimyasal gübre enerjisi

Osmancık ilçesindeki çeltik üretiminde ankete dahil olan köylerdeki işletmelerde üretim boyunca, çeltik tarımında kimyasal gübre olarak; ekimden önce DAP veya 15/15/15 kompoze toprak gübresi ekimden 35-40 gün sonrasında üre gübresi Ekimden 65-70 gün sonra ise amonyum sülfat gübresi uygulanmaktadır.

Kimyasal ilaç enerjisi

Osmancık ilçesindeki çeltik üretiminde ankete dahil olan köylerdeki işletmelerde; ekimden 15-17 gün sonra birinci ilaçlama işlemi, ekimden 30-35 gün sonra ise, 2. ilaçlama işlemi yapılır. Çeltik ürününde ülkemizde sık görülen birtakım hastalıklar mevcuttur. Özellikle çeltik yanıklığı, kahverengi yaprak lekesi, kök boğaz çürüklüğü, beyaz uç nematodu gibi hastalıklarla mücadele edilebilmek için ilaçlamaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Sulama suyu enerjisi

Çeltik tarımında sulamada pompanın tahrikinde kullanılan, Elektrik motorunun enerji tüketimi belirlenerek, hesaplamalarda dolaylı enerji girdisi olarak ifade edilmiştir.

Tohum enerjisi

Çeltik tarımında tohumluğun enerji girdisi belirlenirken; uygulanan anketlerden elde edilen veriler yardımıyla birim alana atılan tohum miktarı bulunmuş ve çeltik tohumunun enerji eşdeğeri yardımıyla da hesaplamalar yapılmıştır.

Makine/traktör imalat enerjisi (Agregat enerjisi)

Çeltik tarımında kullanılan traktör ile tarımsal aletler ve makinelerin imalat enerji değerleri, Makine/traktör imalat enerji girdisini meydana getirmektedir. Bu girdinin bulunmasında anketlerden elde edilen veriler ve Eşitlik 4'den yararlanılmıştır.

$$MİE = MG \times MÜE/TMKÖ \times TİB \quad (Eş. 4)$$

Belirtilen formülde;

MİE : Makine İmalat Enerjisi/ Agregat Enerjisi (MJ ha⁻¹)

MG : Traktör/Makine Ağırlığı (kg)

TMKÖ : Traktör/Makine Kullanım Ömrü (h)

TİB : Tarla kapasitesi/İş başarısı (ha h⁻¹)

MÜE : Traktör/Makine Üretimi İçin Gerekli Olan Enerji Eşdeğeri (MJ kg⁻¹)

Eşitlik 4'de geçen TİB (Tarla kapasitesi/İş başarısı) ise, Eşitlik 5 yardımıyla hesaplanmıştır (Şehri, 2012).

$$TİB = (S W Ef)/10 \quad (Eş. 5)$$

TİB: Tarla kapasitesi/İş başarısı (ha h⁻¹)

S: Çalışma Hızı (km h⁻¹)

Ef: Tarla Etkinliği

W: Makine İş Genişliği (m)

İnsan işgücü enerjisi

Çeltik insan işgücüne fazlaca ihtiyaç duyulmaktadır. Araştırmada insan iş gücü değerlerinin bulunmasında uygulanan anketten ve Eşitlik 6'dan yararlanılmıştır.

$$\text{İİGE} = \text{İİG} \times \text{BİİG} \quad (\text{Eş. 6})$$

Yukarıda yer alan formülde;

İİGE : İnsan İşgücü Enerjisi (MJ ha⁻¹)

İİG : İnsan İşgücü (h ha⁻¹)

BİİG : Birim Alanda Yapılan İnsan İşgücü Enerji Eşdeğeri (MJh⁻¹)

2.2.2.1. Enerji etkinliği analizi

Enerji oranı

Enerji oranı hesaplamaları, üretim esnasında harcanan girdiler ve elde edilen çıktıların oranlanması ile hesaplanmaktadır. Enerji oranı, işletmedeki girdi faktörlerinin etkin kullanılıp kullanılmadığını ve çıktıya ne kadar verimli yansıdığını göstermektedir. Çalışmadaki her bir girdinin enerji eşdeğeri ile ortaya çıkan ürünlerin enerji karşılığı oranı olan enerji oranı aşağıda yer alan Eşitlik 7 yardımıyla hesaplanmıştır (Erdoğan, 2009; Şehri, 2012).

$$\text{EO} = \text{TEÇ}/\text{TEG} \quad (\text{Eş.7})$$

EO : Enerji oranı

TEÇ : Toplam Enerji Çıktısı (MJ ha⁻¹)

TEG : Toplam Enerji Girdisi (MJ ha⁻¹)

Özgül enerji

Üretim sırasında yapılan bütün işlemlerin enerjilerinin, hasadı gerçekleştirilen ürünün miktarına yapılan oranlama şeklinde ifade edilir (Erdoğan, 2009; Şehri, 2012).

$$\text{ÖE} = \text{TEG}/\text{TÜM} \quad (\text{Eş. 8})$$

ÖE : Özgül Enerji (MJ kg⁻¹)

TEG : Toplam Enerji Girdisi (MJ ha⁻¹)

TÜM : Toplam Ürün Miktarı (kg ha⁻¹)

Enerji üretkenliği

Hasat işlemi gerçekleştirilen ürünün tamamının, üretim aşamasında uygulanan tüm girdi enerjisine oranlanmasıyla elde edilir (Erdoğan, 2009; Şehri, 2012).

$$\text{EÜ} = \text{TÜM}/\text{TEG} \quad (\text{Eş. 9})$$

EÜ : Enerji Üretkenliği (kg MJ⁻¹)

TÜM : Toplam Ürün Miktarı (MJ ha⁻¹)

TEG : Toplam Enerji Girdisi (MJ ha⁻¹)

Net enerji

Üretimde uygulanan işlemlerin yani çıktılarının tamamıyla, üretim sonunda elde edilen toplam girdi miktarından çıkarılmasıyla hesaplanan değerdir (Erdoğan, 2009; Şehri, 2012).

$$\text{NE} = \text{TEÇ} - \text{TEG} \quad (\text{Eş.10})$$

NE : Net Enerji (MJ/ha)

TEÇ : Toplam Enerji Çıktısı (MJ ha⁻¹)

TEG : Toplam Enerji Girdisi (MJ ha⁻¹)

Enerji kârlılığı

Yapılan üretimde uygulanan işlemlerdeki toplam enerji çıktısı ile toplam enerji girdisi arasındaki farkı oluşturan Net enerjinin (NE) toplam enerji girdisine oranlamasıyla hesaplanan değerdir (Erdoğan, 2009: Şehri, 2012).

$$EK = NE/TEG \quad (\text{Eş. 11})$$

EK : Enerji Karlılığı (MJ ha⁻¹)

NE : Net Enerji (MJ ha⁻¹)

TEG : Toplam Enerji Girdisi (MJ ha⁻¹)

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Elde edilen verilere göre Çorum ili Osmancık ilçesi çeltik üretimindeki toplam enerji girdisi, toplam enerji çıktısı ve enerji etkinliği analizi sonuçları Materyal ve Yöntem bölümündeki belirtilen sıraya göre verilmiştir.

3.1. Çorum ili Osmancık ilçesi çeltik üretiminde kullanılan girdi ortalama değerleri

Anket verileri ile elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucu ortalama üretim girdi miktarları ile çeltik verim değerleri *Tablo 3*'te gösterilmiştir.

Tablo3. Çeltik üretiminde girdi miktarları ve verim değeri*Table3. Input amounts and yield value in paddy production*

Girdiler		İşletme Grupları (da)			
		5.00-30.00	30.01-60.00	60.01-90.00	90.01-110.00
Yakıt (l ha ⁻¹)	Toprak işleme	215.93	275.37	395.96	526.25
	Ekim	2.63	2.37	1.99	2.38
	Gübreleme	9.45	11.17	9.94	13.93
	İlaçlama	7.91	7.45	5.76	6.86
	Hasat	0.17	0.17	0.17	0.17
Elektrik (kWhha ⁻¹)		194.59	607.27	803.31	2723.26
Makine-İmalat	Tarım Alet ve Makinaları	18.30	20.15	23.70	19.82
	Traktör	0.223	0.164	0.159	0.104
İş gücü (h ha ⁻¹)	Toprak işleme	21.94	15.20	15.23	14.54
	Ekim	4.48	4.61	5.29	4.13
	Gübreleme	11.66	11.33	10.31	7.50
	İlaçlama	8.99	12.67	6.05	4.57
	Hasat	5.99	5.99	5.99	5.99
Gübre (kg ha ⁻¹)	Azot	47.10	43.64	52.36	72.90
	Fosfor	22.29	28.67	30.23	34.38
İlaç (kg ha ⁻¹)	Herbisit	26.44	39.44	52.38	68.15
Tohum (kg ha ⁻¹)		207.35	205.82	200.30	206.00
Sulama (m ³ ha ⁻¹)		29201.16	35155.70	40552.09	33240.03
Verim (kg ha ⁻¹)		7958.82	7867.93	8037.78	7575.00

Araştırma kapsamında çeltik üretimi yapan işletmelerde girdi miktarları incelendiğinde, tohum kullanımı açısından 5.00-30.00 da arası işletmelerde 207.35 kg ha⁻¹ ile en yüksek sonuç elde edilmiştir. İnsan iş gücü girdisinin ise 5.00-30.00 da işletmelerde 21.94 h ha⁻¹ değerle toprak işlemede en fazla olduğu hesaplanmıştır. Toplam gübre tüketimi ise 90.01-110.00 da işletmelerde 107.28 kg ha⁻¹ değerle en yüksek değerdedir. 90.01-110.00 da işletmelerde ilaç girdisi 68.15 kg ha⁻¹ değerle diğer işletme gruplarından daha fazladır.

Makine imalat girdisi olarak 23.70 h ha⁻¹ ile 60.01-90.00 da büyüklüğündeki işletmelerde en yüksek değer olarak bulunmuştur. Sulama girdisi 40552.09 m³ha⁻¹ ile 60.01-90.00 da büyüklüğündeki işletmelerde en fazladır. Yakıt-yağ tüketiminin 526.25 l ha⁻¹ değerle 90.01-110.00 da işletmelerde yüksek olduğu hesaplanmıştır. Elektrik

girdisinin en fazla olduğu işletme ise 2723.26 MJ ha⁻¹ ile 90.01-110.00 da işletmelerde bulunmuştur. Toplanan veriler doğrultusunda ortalama çeltik veriminin 8037.78 kg ha⁻¹ değerle 60.01-90.00 da işletme grubunda yüksek olduğu görülmüştür.

3.2. Enerji etkinliğinin değerlendirilmesi

Araştırma kapsamında çeltik üretimi yapan işletmelerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda, çeltik üretimi için tüketilen toplam enerji ile birim çeltik üretim alanı başına enerji tüketimleri hesaplanmıştır. *Tablo 4*'te enerji girdi bileşenleri toplu şekilde özetlenmiştir. *Tablo 4*'te ayrıca, çeltik veriminden hareketle incelenen bütün işletmeler için hesaplanmış toplam enerji çıktı değerleri verilmiştir.

Tablo 4. Osmaniye ilçesi genelinde çeltik üretiminde toplam girdi ve toplam çıktı enerjileri ve yüzdeleri

Table 4. Total input and total output energies and percentages in paddy production throughout Osmaniye

Girdiler	Enerji değeri (MJ ha ⁻¹)	Yüzde (%)	Toplam (%)	Toplam Girdi Enerjisi %
Yakıt-yağ	84 241.06	62.00		30.55
Elektrik	51 638.21	38.00		18.73
Doğrudan enerji toplamı	135 879.27	100.00	49.28	
Makine imalat	5 414.54	3.87		1.96
İnsan iş gücü	357.57	0.26		0.13
Kimyasal gübre	15 723.87	11.24		5.70
Kimyasal ilaç	18 864.16	13.49		6.84
Tohum	12 455.97	8.91		4.52
Sulama	87 033.86	62.23		31.56
Dolaylı enerji toplamı	139 849.97	100.00	50.72	
Girdi Enerjileri Toplamı	275 729.24		100.00	100.00

Araştırma kapsamında çeltik üretiminde toplam enerji girdisinin değeri 275 729.24 MJ ha⁻¹ olarak toplam enerji çıktısı ise 534 472.11 MJ ha⁻¹ olarak bulunmuştur. Doğrudan enerji girdisi 135 879.27 MJ ha⁻¹, dolaylı enerji girdisi ise 139 849.97 MJ ha⁻¹ olarak bulunmuştur. Doğrudan ve dolaylı enerji girdileri oranlandığında ise, toplam enerji girdisinin %49.28'inin doğrudan enerji, %50.72'sinin ise dolaylı enerji girdisi olduğu hesaplanmıştır. Benzer şekilde Pishgar-Komleh ve ark. (2011) İran'ın Guilan eyaletindeki işletmelerde çeltik üretimindeki doğrudan enerji girdileri toplamını 18 072.93 MJ ha⁻¹ ile hesaplarken, Baran ve ark. (2015) ise, Trakya Bölgesi, Kırklareli ilindeki çeltik üretiminde toplam doğrudan enerji girdi enerjisini 12 050.34 MJ ha⁻¹ olarak bulmuşlardır.

Doğrudan enerji girdilerine bakıldığında zaman, en yüksek girdi 84 241.06 MJ ha⁻¹ değeri ve %62.00 oranı ile yakıt-yağ enerjisi, 51 638.21 MJ ha⁻¹ değeri ve %38.00 oranı ile de elektrik enerjisi olarak bulunmuştur. Dolaylı enerji girdileri içerisinde en yüksek girdiyi, 87 033.86 MJ ha⁻¹ değeri ve %62.23 oranıyla sulama enerjisi oluştururken, bunu %13.49 oranıyla kimyasal ilaç enerjisi ve %11.24 oranıyla kimyasal gübre enerji girdisi takip etmiştir. Toplam enerji girdisi oranlarına bakıldığında zaman; sırasıyla en yüksek girdi oranı %31.56 ile sulama enerjisi, %30.55 ile yakıt-yağ enerjisi, %18.73 ile elektrik enerjisi ve %6.84 ile kimyasal ilaç enerjisi olarak hesaplanmıştır.

Alipour ve ark. (2012), İran-Guilan eyaletindeki çeltik üretimindeki işletmelerin toplam girdi enerjileri içerisindeki kimyasal gübre enerjisi girdisinin 9 459.13 MJ ha⁻¹ (%19.88) değeri ile sulama enerjisi (%38.84), elektrik (%27.87) enerjisinden sonra üçüncü sırada yer aldığını belirlemiştir.

Baran ve ark. (2015), Trakya Bölgesi, Kırklareli ilindeki çeltik üretiminde dolaylı enerji girdileri toplamının 50 412.21 MJ ha⁻¹ olduğunu ve en yüksek girdi enerjisinin 19 293.75 MJ ha⁻¹ değeri ve %38.27 oranı ile sulama enerjisi olduğunu, 11 211 MJ ha⁻¹ ile kimyasal gübre enerjisinin ise %22.14 ile üçüncü sırada yer aldığını ifade etmişlerdir.

Nabavi-Pelesaraei ve ark. (2017), İran'ın Guilan eyaletindeki işletmelerin çeltik üretiminde dolaylı enerji girdi toplamı içerisindeki en yüksek oranın %65.02 ile kimyasal gübre enerjisinin, en düşük oranın ise %3.75 ile makine imalat enerjisinin olduğunu belirlemiştir. Çalışmada, sulama enerjisi dolaylı enerjiler içerisinde %66.33 ile en yüksek dolaylı girdi enerjisini oluşturmaktadır.

Literatürle karşılaştırmalar yapıldığında, Alipour ve ark. (2012) ve Baran ve ark. (2015)'in bulunduğu sonuçlarda yer alan sulama enerjisinin en yüksek girdi olması noktasında yapılan bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Diğer yapılan çalışmalarda Baran ve Gökdoğan (2017) kimyasal gübre enerjisini, Baran ve ark. (2019) sulama enerjisini, Baran ve ark. (2021) elektrik enerjisini, Demir ve ark. (2022) çiftlik gübresi enerjisini, Seydoşoğlu ve ark. (2023) yakıt enerjisini, Güngörmez ve ark. (2023) yakıt enerjisini, Turan ve ark. (2023) kimyasal gübre enerjisini üretimde en yüksek girdi olarak hesaplamışlardır.

İşletmelerde çeltik üretiminin enerji bilançosunun belirlenmesinde yer alan; enerji oranı, özgül enerji, enerji üretkenliği, net enerji ve enerji kârlılığı parametreleri ayrı ayrı *Tablo 5*'te verilmiştir.

Enerji hesaplamalarında yer alan enerji oranı, özgül enerji, enerji üretkenliği, net enerji ve enerji kârlılığı parametreleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Enerji etkinlik hesaplamaları, üretim esnasında yapılan girdiler ve bunun sonucunda elde edilen çıktıların karşılaştırılması, özgül enerji, üretim sırasında yapılan bütün işlemlerdeki enerjilerin, hasadı gerçekleştirilen ürünün miktarına oranlanması ile belirlenir.

Enerji üretkenliği değeri, hasat işlemi gerçekleştirilen ürünün tamamının, üretim aşamasında uygulanan tüm enerjiye oranlanmasıyla elde edilirken, net enerji ise yapılan üretimde uygulanan işlemlerin yani çıktılarının tamamıyla, üretim sonunda elde edilen ürünün yani girdinin miktarından çıkarılmasıyla hesaplanarak, enerji kârlılığı da yapılan üretimde uygulanan işlemlerdeki toplam enerji çıktısı ile toplam enerji girdisi arasındaki farkı oluşturan net enerjinin toplam enerji girdisine oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

Enerji oranı, birim üretim alanında (ha) tüketilen birim miktar (MJ) enerji miktarına karşılık, üretim sonucunda birim üretim alanından (ha) kazanılan enerji miktarını (MJ) belirtir (Öztürk, 2011) ve toplam enerji çıktısının toplam enerji girdisine bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Tablo 5. Enerji oranı, özgül enerji, enerji üretkenliği, net enerji ve enerji kârlılığı parametrelerinin göstergeleri

Table 5. Indicators of energy ratio, specific energy, energy productivity, net energy and energy profitability parameters

İşletme Büyüklükleri (da)	Enerji Oranı (MJ ha ⁻¹)	Özgül Enerji (MJ kg ⁻¹)	Enerji Üretkenliği (kg MJ ⁻¹)	Net Enerji (MJ ha ⁻¹)	Enerji Kârlılığı
5.00-30.00	3.07	5.54	0.18	91 206.32	2.07
30.01-60.00	2.36	7.21	0.14	76 990.69	1.36
60.01-90.00	2.05	8.31	0.12	69 844.76	1.05
90.01-110.00	1.20	14.14	0.07	21 657.33	0.20
Toplam	2.17	8.80	0.13	64 924.78	1.17

Tablo 5'e göre, enerji oranı için en yüksek değer 3.07 ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunurken, en düşük değer 1.20 ile 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunmuştur. Tüm işletmeler için ortalama enerji oranı ise Osmancık ilçesi için 2.17 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Enerji oranı değerinin yüksek olması üretimde enerjinin etkin kullanıldığını göstergesidir.

Özgül enerji, toplam enerji girdisinin hasat edilen toplam ürün miktarına bölünmesiyle elde edilen bir değerdir. Üretimdeki enerji üretkenliği ile ters orantılı olup, özgül enerjinin düşük olması üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması olarak ifade edilir. Yapılan hesaplamalara göre en yüksek değer 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde 14.14 MJkg⁻¹ olarak bulunurken, en düşük değer 5.54 MJkg⁻¹ ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunmuştur. Ortalama özgül enerji değeri ise 8.80 MJ kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Enerji üretkenliği, hasat edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarına oranı olarak ifade edilir. Tüketilen birim miktar (MJ) enerji miktarına karşılık üretilen ürün miktarını (kg) belirtir. Sonucun büyük olması, enerjinin etkin kullanıldığını göstermektedir (Öztürk, 2011).

Tablo 5'e baktığımızda, enerji üretkenliği en fazla 0.18 kgMJ⁻¹ ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmeler çıkarken, en düşük değer ise 0.07 kgMJ⁻¹ değeriyle 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunmuştur. Ortalama enerji üretkenliği değeri ise 0.13 kgMJ⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Net enerji verimi değeri üretim girdileri enerjisi toplamının üretilen ürün enerjisinden çıkarılmasıyla elde edilmekte, net enerji verimi değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir. Buna göre, net enerji değeri en yüksek 91 206.32 MJha⁻¹ ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunurken, en düşük değer ise 21 657.33 MJha⁻¹ ile 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunmuştur. Ortalama net enerji değeri ise 64 924.78 MJha⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Enerji kârlılığı, net enerji değerinin enerji girdisi değerine oranlanmasıyla bulunmaktadır. Enerji kârlılığı için en yüksek değer 2.07 ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerde hesaplanırken, en düşük değer ise 0.20 ile 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunmuş olup, ortalama enerji kârlılığı ise 1.17 olarak belirlenmiştir.

Baran ve Karaağaç (2014), Kırklareli ili ikinci ürün ayçiçeği üretimindeki enerji etkinliği için enerji çıktı/girdi oranını 3.21 MJha⁻¹, özgül enerji değerini 8.19 MJkg⁻¹, net enerjiyi 34 404.90 MJha⁻¹ olarak bulmuştur. Pishgar-Komleh ve ark. (2011), İran'ın Guilan eyaletinde çeltik üretiminin enerji kullanım etkinliği ve enerji verimliliği değerlerini sırasıyla 1.53 MJha⁻¹ ve 0.09 kgMJ⁻¹ olarak bulmuşlardır.

Alipour ve ark. (2012), çeltikte enerji oranı ve enerji verimliliği sırasıyla 2.19 MJha⁻¹ ve 0.064 kgMJ⁻¹ olarak belirlemiştir. Çalışmada, enerji oranı, özgül enerji, enerji verimliliği ve enerji üretkenliğini sırasıyla 2.17 MJ ha⁻¹; 8.80 MJkg⁻¹; 0.12 kgMJ⁻¹ ve 64 924.78 MJha⁻¹ olarak belirlenmiştir. Buna göre çalışmada bulunan enerji oranı değeri, literatür değerleri aralığında bulunmuştur.

Özgül enerji değeri ortalama Osmancık ilçesi geneli için Baran ve Karaağaç (2014)'ın belirttiği değere yakın değerdedir. Enerji verimliliği (enerji üretkenliği) değeri açısından bakıldığında, Alipour ve ark. (2012) ile Pishgar-Komleh ve ark. (2011) belirttiği değerlere göre bu çalışmadaki değer daha yüksek bulunmuştur.

4. Sonuç ve Öneriler

Araştırma kapsamında Çorum ili Osmancık ilçesinde çeltik üretimi yapılan ve anket uygulanan işletmelerin çeltik üretimindeki enerji bilançoları belirlenmiş, çeltik üretimi yapan işletmelerin enerji kullanım etkinliği tüm işlemler dikkate alınarak toprak hazırlığı, ekim-bakım gübreleme, ilaçlama, sulama, hasat işlemleri için belirlenerek, enerji parametreleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Enerji bilançosunun belirlenmesinde, doğrudan ve dolaylı enerji tüketimleri ve enerji parametreleri olarak enerji oranı, özgül enerji, enerji üretkenliği, net enerji ve enerji kârlılığı gibi çok önemli parametrelere ait sonuçlar elde edilmiştir.

Çorum ili Osmancık ilçesindeki çiftçilerin çeltik üretiminde kullandıkları traktör ve tarım alet-makinelerinin yanında, bu makinelerin kullanım etkinliğinin belirlenmesi ile çeltik üretiminin genel olarak enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi, üretim planlaması açısından büyük önem arz etmektedir. Enerji bilançosunun belirlenmesiyle bulunan sonuçlar, işletmelerde enerjinin ne derece etkin kullanıldığını belirlemeye, dolayısıyla kaynakların verimli yönetimi açısından da büyük yararlar sağlayacaktır.

Çeltik tarımında salma sulama uygulaması ve elektrikli pompa kullanımıyla sulamanın girdiler içerisinde önemli bir yer tuttuğu, teknolojik bir kullanım olan Drone ile ilaçlamanın girdi olarak hesaplamalara katılması da enerji hesaplamalarında önemli bir adımdır. Girdiler içerisinde en yüksek tüketim girdisi olan sulamada etkin sulama ile kaynakların korunmasına yönelik girdi miktarlarının azaltılmasıyla enerji etkinliğinin artırılması mümkün olabilecektir.

Bu çalışma ile çeltik üreticisi işletmelerin uyguladıkları üretim sisteminde enerji etkinliği parametreleri çerçevesinde öncelikle işletme bazlı, enerji oranını ve enerji karlılığını düşüren parametreleri dikkate alarak alınabilecek tedbirlerin üretim girdilerinin daha etkin kullanımına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu'ndan 01/10/2021 tarih ve 01-17 sayılı izin kapsamında hazırlanmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları olarak aramızda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz

Yazarlık Katkı Beyanı

Çalışma bir yüksek lisans tezi kapsamında gerçekleştirilmiş olup planlanması, yürütülmesi ve sonuçlandırılması aşamaları 2. yazar olan Prof. Dr. Ebubekir Altuntaş ve Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran tarafından gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması, deneylerin gerçekleştirilerek verilerin toplanması ve işlenmesi, istatistiksel analizlerin ve değerlendirmelerin yapılması 1. yazar olan Harun HACIOĞLU tarafından gerçekleştirilmiştir. Makalenin yazımı her üç yazar tarafından ortak bir şekilde gerçekleştirilerek makalenin incelenmesi ve son düzeltmeler Prof. Dr. Ebubekir Altuntaş ve Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran tarafından tamamlanmıştır.

Kaynakça

- Alipour A., Veisi H., Darijani F., Mirbagheri B. and Behbahani A. G. (2012). Study and Determination of Energy Consumption to Produce Conventional Rice of the Guilan Province. *Research. Agriculture Engineering*, 58: 99-106.
- Alpkent, N. (1984). Tarımda Enerji Kullanımı ve Enerji Tasarrufu. Milli Produktivite Merkezi Yayınları No: 296, Ankara.
- Bal, M. ve Altuntaş, E. (2019). Çorum İlinde Çeltik Üretimi Yapan İşletmelerin Tarımsal Mekanizasyon Durumu, *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(1): 63-76.
- Baran M. F. and Gökdoğan, O. (2017). Determination of energy use efficiency of sesame production, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 14(3): 73–79.
- Baran, M. F. ve Gökdoğan, O. (2014). Karpuz ve kavun yetiştiriciliğinde enerji girdi-çıkışı analizi: Kırklareli İli örneği, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3): 217-224.
- Baran, M. F. ve Karaağaç, H. A., (2014). Kırklareli koşullarında ikinci ürün ayçiçeği üretiminde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2): 117-123.
- Baran, M. F., Gokdogan, O., Bagdatli, M. C. and Belliturk, K. (2015). Energy balance of rice production in Turkey: A Case study for Kırklareli Province. *EC Agriculture*, 1(3): 167-173.
- Baran, M. F., Gökdoğan, O. and Bayhan, Y. (2021). Determination of energy balance and greenhouse gas emissions GHG of cotton cultivation in Turkey A case study from Bismil district of Diyarbakır province. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 18(2): 322–332.
- Baran, M. F., Karaağaç, H. A., Bolat, A., Çil, A. ve Çil, A. N. (2019). Yerfıstığı üretiminde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi (Adana ili örneği). *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (15): 103-111. <https://doi.org/10.31590/ejosat.501576>
- Barut, Z. B., Ertekin, C. ve Karaağaç, H. A. (2011). Tillage effects on energy use for corn silage in mediterranean coastal of Turkey. *Energy*, 36(9): 5466-5475.
- Demir, C., Baran, M. F. and Gökdoğan, O. (2022). Determination of energy usage and greenhouse gas emissions in lavender production, *Revista De Investigaciones Universidad Del Quindío*, 34(5): 192-202.
- Demircan, V., Ekinci., K., Keener., H. M., Akbolat, D. ve Ekinci, C. (2006). Energy and economic analysis of sweet cherry production in Turkey: A case study from Isparta province. *Energy Conversion and Management*, 47: 1761-1769.
- Erdoğan, Y., (2009). *Tarımsal üretimde enerji girdi çıktı analizlerinde kullanılacak internet tabanlı bir yazılımın geliştirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Adana.
- Esengun, K., Gunduz, O. ve Erdal. G. (2007). Input-output energy analysis in dry apricot production of Turkey. *Energy Conversion and Management*, 48: 592-598.
- FAO (2022). Food and Agriculture Organization, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi:12.12.2022)
- Gökdoğan, O. ve Erdoğan, O. (2018). Evaluation of energy balance in organic olive (*Olea Europaea* L.) production in Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 60: 47–52.
- Göktoğa, Z. G., Gözener, B. ve Karkacier, 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 Makineleri Bilimi Dergisi*, 8(1): 25-34.
- Güngörmez, M., Tan, F. and Baran, M. F. (2023). Energy consumption in alfalfa production A Comparison between harvesting systems, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 20(1): 80–93.
- Işıklı E. ve Işın, Ş. (1991). Son On Yılda Türkiye’de Tarım Sektörünün Verimlilik Açısından Değerlendirilmesi, *I. Verimlilik Kongresi*, Bildiriler, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, No: 5454, s. 345, Ankara.
- Karaagac, M. A., Aykanat, S., Cakir, B., Eren, O., Turgut, M. M., Barut, Z. B. and Ozturk H. H. (2011). Energy Balance of Wheat And Maize Crops Production in Haciali Undertaking, *11th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture Congress*, 21-23 September, Istanbul, Turkey, p. 388-391.
- Kaya A. ve Ateş, M., (2022). Türkiye’de Çeltik Üretiminde Yıllar İtibarıyla Değişimi. *Anadolu 11th International Conference On Applied Science* – December 29- 30, 2022 – Diyarbakır, Türkiye.
- Kitani, O. (1999). Energy for Biological Systems. In: The International Commission of Agricultural Engineering, editor, CIGR handbook of agricultural engineering: Energy and biomass engineering, Vol. V. *American Society of Agricultural Engineers*, p. 13-42. J. Ortiz-Canavate, J. and J. L. Hernanz. Energy for biological systems, p. 22.
- Mani, I., Kumar, P., Panwar, J. S. and Kant, K. (2007). Variation in energy consumption in production of wheat-maize with varying altitudes in Hill Regions of Himachal Prades, India. *Energy*, 32: 2336-2339.
- Mohammadi, A., Tabatabaefar, A., Shahin, S., Rafiee, S. and Keyhani, A. (2008). Energy use economical analysis of potato production in Iran A Case Study; Ardabil Province. *Energy Conversion & Management*, 49: 3566-3570.

- Nabavi-Pelesaraei A., Rafiee, S., Mohtasebi, S. S., Hosseinzadeh-Bandbafha, H. and Kwok-wing Chau, K. W., (2017). Energy consumption enhancement and environmental life cycle assessment in paddy production using optimization techniques, *Journal of Cleaner Production*, 162: 571-586.
- 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*. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, Adana.
- Özkan, B., Akcaoz, H. and Fert, C. (2004a). Energy input output analysis in Turkish agriculture. *Renewable Energy*, 29: 39-51.
- Özkan, B., Kürklü, A. and Akçaöz, H. (2004b). An input-output analysis in greenhouse vegetable production: A Case study for Antalya Region of Turkey. *Biomass & Bioenergy*, 26: 89-95.
- Öztürk, H. H. (2011). Bitkisel Üretimde Enerji Yönetimi. *Hasad Yayıncılık*, İstanbul
- Pishgar-Komleh, S. H., Sefeedpari, P. and Rafiee S. (2011). Energy and economic analysis of rice production under different farm levels in Guilan province of Iran, *Energy*, 36(10): 5824-5831.
- Seydoşoğlu, S., Baran, M. F., Turan, N., Alfarraj, S. and Albasher, G. A. (2023). Greenhouse gas emission and energy analysis of vetch *Vicia sativa* L. Cultivation. *Journal of King Saud University - Science*, 35(3): 1-5.
- Shrestha, D. S. (2002). Energy Use Efficiency Indicator For Agriculture. s.28-30.
- Singh, J. M. (2002). *On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India*. (MSc. Thesis). International Institute of Management University of Flensburg, Germany.
- Şehri, M. (2012). *Adana yöresi pamuk üretiminde enerji kullanım etkinliği ve maliyet analizi*. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Taşlıgil, N. ve Şahin, G. (2011). Türkiye'de çeltik (*Oryza sativa* L.) yetiştiriciliği ve coğrafi dağılımı. *Journal of Social Sciences*, 4(6): 182-203.
- Turan, N., Seydoşoğlu, S., Baran, M. F. and Demir, C. (2022). Determination of energy utilization efficiency and greenhouse gas GHG emissions for forage pea production at Muş province in Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 55 (4): 1-6.
- TÜİK (2022). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 12.01.2023).
- Yadav, S. N., Chandra, R., Khura, T. K., Chauhan, N. S. (2013). Energy input-output analysis and mechanization status for cultivation of rice and maize crops in Sikkim. *Agriculture Engineering Int: CIGR Journal*, 15(3): 108-116.
- Yaldız, O., Ozturk, H. H., Zeren, Y. and Bascetincelik, A., (1993). Energy Usage in Production of Field Crops in Turkey. *5th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture*, October, 11-14, pp. 527-536, Kusadasi, Turkey.
- Zangeneh, M., Omid, M. and Akram, A. A. (2010). Comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamadan Province of Iran. *Energy*, 35: 2927-2933.