


**Yonca Üretiminde Enerji Tüketimi: Hasat Sistemleri Arasında Bir Karşılaştırma\***


## Energy Consumption in Alfalfa Production: A Comparison Between Harvesting Systems

**Muttalip GÜNGÖRMEZ<sup>1</sup>, Fulya TAN<sup>2</sup>, Mehmet Fırat BARAN<sup>3\*</sup>****Öz**

Bu çalışmanın temel amacı, Tekirdağ ilinde balya formunda yonca kuru otu üretiminde kullanılan farklı hasat sistemlerinin girdi ve çıktı enerjilerini belirlemektir. Veriler 2019 yılında 176 yonca işletmesinden toplanmıştır. Çalışılan işletme sayısını belirlemek için tesadüf örnekleme metodu kullanılmıştır. Hasat sistemleri, yonca üretiminde kullanılan farklı alet ve makina kombinasyonlarından oluşmaktadır. Kullanılan makinelerin özellikleri ve kapasitesi birbirinden oldukça farklıdır. Hasat sistemlerinde; balya makinası (dikdörtgenler prizması/silindirik), şartlandırıcı tırmıkların kullanım sıklığı ve sayıları dikkate alınmıştır. Bu nedenle, çalışma gruplarında 6 farklı hasat sistemi oluşturulmuştur (H/1-6). İlave olarak, biçim sayısına göre (1,2,3,4,5,6) hasat sistemlerinin enerji tüketimleri de incelenmiştir. İlk biçim prosesi olarak yonca üretimi dikkate alınırken, tek biçim prosesi olarak kesme işleminden sonraki uygulamalar dikkate alınmıştır. Araştırma sonuçları enerji kullanım etkinliği, enerji üretkenliği, net enerji üretiminin balya makinası çeşidine, şartlandırıcı kullanım sayısına göre değiştiğini göstermiştir. Hasat sistemlerinde toplam girdi ve çıktı enerji değerleri oldukça değişken olmuştur. En yüksek enerji girdisi oranı yakıt (38.77%) ve azotlu gübrelemede (24.89%) kaydedilmiştir. En yüksek kullanılan yakıt miktarına karşılık olarak birim alan için toplam H6 sisteminde 3244.57 MJha<sup>-1</sup> yakıt enerjisi hesaplanmıştır. Şartlandırıcı ekipman kullanım sayısının artışı ve biçim sayısının artmasına bağlı olarak enerji tüketimleri de artmıştır. Altı biçim yapıldığında; dikdörtgenler prizması şeklinde balya yapan balya makinası kullanılan hasat sisteminde 1248.57 MJha<sup>-1</sup> makina enerjisi tüketimi, silindirik balya makinası kullanılan hasat sisteminde ise 1751.07 MJha<sup>-1</sup> makina enerjisi tüketimi hesaplanmıştır. En yüksek toplam enerji girdisi (ilk biçim) silindirik balya makinasının kullanıldığı sistemlerde (H5-H6) 8179.41 MJha<sup>-1</sup>, 8377.54 MJha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. En düşük özgül enerji dikdörtgen balya makinası kullanılan sistemlerde (H3-H4) 2.94 MJkg<sup>-1</sup>, 3.17 MJkg<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yonca, Girdi enerjisi, Çıktı enerjisi, Enerji etkinliği, Biçme, Balya makinası

<sup>1</sup>Muttalip Güngörmez, Tekirdağ İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Tekirdağ. E-mail: [muttalip\\_59@hotmail.com](mailto:muttalip_59@hotmail.com)  OrcID: 0000-0003-2630-3002.

<sup>2</sup>Fulya Tan, Tekirdağ Namık Kemal University, Agriculture Faculty, Biosystem Engineering Department, Tekirdağ, Turkey. E-mail: [ftan@nku.edu.tr](mailto:ftan@nku.edu.tr)  OrcID: 0000-0002-0037-4251.

<sup>3</sup>\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Mehmet Fırat Baran, Siirt University, Agriculture Faculty, Biosystem Engineering Department, Siirt, Turkey.

E-mail: [mfb197272@gmail.com](mailto:mfb197272@gmail.com)  OrcID: 0000-0002-7657-1227.

**Atıf/Citation:** Güngörmez, M., Tan, F., Baran, M.F. Yonca üretiminde enerji tüketimi: Türkiye’de hasat sistemleri arasında bir karşılaştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 80-93.

\*Yüksek Lisans Çalışmasından türetilmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2023

## **Abstract**

The purpose of this study was to determine the amount of input-output energy used in different harvest systems in baled alfalfa hay production in Tekirdağ province, Turkey. Data were collected from 176 alfalfa farms in 2019-2020. The simple random sampling method was used to determine survey volume. Harvesting systems consisting of different tool-machine combinations are used in alfalfa production. The capacities and features of the machines used are quite different from each other. In harvesting systems; baler type (rectangular/round), number and frequency of use of the conditioner rake were taken into account. Therefore, the studied population was divided into six groups based on different harvesting systems (H/1-6). In addition, according to the number of mowing (1,2,3,4,5,6); The energy consumption of the harvesting systems used was determined. While alfalfa production was taken into consideration in the first cutting process, the applications made after the cutting process were taken into account in the single mowing process. Results showed that the energy use efficiency, energy productivity and net energy varied according to the type of bale machine used and the number of conditioners. The total energy input and output in harvesting systems was highly variable. The highest share of input energy was recorded for diesel fuels-oil (38.77%) and N fertilizer (24.89%). The fuel energy of 3244.57 MJha<sup>-1</sup> was calculated in the H6 system for the highest amount of fuel used per unit area. Due to the increase in the number of use of conditioner equipment and the number of mowing, energy consumption has also increased. When mowing six times; 1248.57 MJha<sup>-1</sup> machine energy consumption was calculated in the harvesting system using rectangular baler, and 1751.07 MJha<sup>-1</sup> machine energy consumption in the harvesting system using round baler. The highest total energy input (first cutting) was 8179.41 MJha<sup>-1</sup>, 8377.54 MJha<sup>-1</sup> in the systems using round baler (H5-H6). The lowest specific energy was calculated 2.94 MJkg<sup>-1</sup>, 3.17 MJkg<sup>-1</sup> in the systems using rectangular baler (H3-H4).

**Keywords:** Alfalfa, Input enegy, Output energy, Energy efficiency, Mowing, Baler machine

## 1. Giriş

Yonca (*Medicago sativa*), baklagiller (*Fabaceae*) familyasından uzun yıllar yaşayan gerek yeşil ot gerekse kuru ot olarak değerlendirilebilen çok yıllık bir serin mevsim yem bitkisi türüdür (Anonim 2021a). Yem bitkilerinin en önemlilerinden biri olup yem değeri de oldukça yüksektir. Dünyada en çok yetiştirilen yem bitkileri arasında yer almaktadır. Türkiye’de en fazla ekilişi yapılan yem bitkisi yoncadır. Ülkemizde yoncanın ekim alanı 2000 yılından 2020 yılına, 2.508.000 da’dan 6.628.887 da’a yükselmiştir. TÜİK 2021 yılı verilerine göre 2020 yılında yoncanın yeşil ot üretimi ekilen alanda 19.290.519 ton olarak gerçekleşmiştir. Yonca üretimi 2020 yılında toplam 22.686.644 da olarak ekilen yem bitkileri içerisinde ekim alanı oranı %29.2 ulaşmıştır (TÜİK, 2021).

Yonca hasat sonrası yeşil ot/ kuru ot ve silaj olarak değerlendirilmekte ve hayvan beslemede kaba yem kaynağı olarak kullanılmaktadır (Tan, 1997; Toruk, 2003). Pelet ve un formunda tüketime sunulabildiği gibi erozyona karşı örtücü bitki ve yeşil gübre olarak da değerlendirilmektedir. Protein, kalsiyum ve diğer mineraller ile B, C, D, E ve K vitamini açısından oldukça zengin olması nedeniyle tercih edilmektedir (Anonim 2021b).

Kuru ot üretiminde genellikle balya formunda üretim yöntemleri kullanılmaktadır. Balyalama işlemlerinde dikdörtgenler prizması şeklinde balya yapan balya makinaları ve silindirik şekilde balya yapan balya makinaları kullanımı görülmekte olup, ülkemizde çoğunlukla dikdörtgen balya yapımında küçük kapasiteli (15-25 kg) balya makinaları kullanımı tercih edilirken, silindirik balya yapımında ise büyük kapasiteli (750 kg-1000 kg) balya makinaları yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu durum şartlandırma ekipmanlarının kullanımına yönelik farklı sayılarda alet-ekipman kullanımına da neden olabilmektedir. Doğal olarak farklı makina kullanımları üretim sistemlerinin enerji tüketimleri açısından da farklar yaratabilmektedir (Toruk, 2003).

Yem bitkileri tarımında önemli bir üretim alanına sahip olan yonca genel olarak yılda, üç veya dört kez hasat edilmektedir. Sulama yapılan bölgelerde ise, yılda beş veya altı kere (Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim) hasat edilmektedir. Artan hasat sayısı, yoncanın değerlendirilmesi amacıyla kullanılan hasat sistemlerinin ve makina kullanımının önemini daha da arttırmaktadır.

Tarımsal üretimle ilgili olarak yapılacak enerji analizleri tarımsal sistemlerin enerji tüketimi açısından tanımlanıp gruplandırılmasında önemli bir yaklaşımdır. Üretimde verimi artırmak ve girdileri azaltmak için üretimde kullanılan girdi ve çıktılar dikkatli bir şekilde analiz edilmesi gereklidir (Sabah, 2010).

Son yıllardaki sürdürülebilir tarım ilkeleri doğrultusunda bir tarımsal üretim projesinin değerlendirilmesinde ekonomi, enerji ve çevre üçlüsü birlikte incelenmektedir (Baran ve Gökdoğan, 2016a). Başka bir açıyla, herhangi bir tarımsal üretim kolunda birim alandaki ürünün enerji eşdeğeri ile üretim için harcanan enerji miktarı arasındaki oran, başarılı ve kârlı bir üretim için bir gösterge ve bir kıyas değeri olarak kullanılabilir gibi, çevresel duyarlılığın hızla arttığı günümüzde enerjinin etkin kullanımı açısından da önemli bir değerdir. Ayrıca, alternatif üretim teknikleri arasındaki farklılığın değerlendirilmesinde birim alan başına maliyet ile birlikte göz önünde bulundurulması gereken önemli bir yaklaşımdır (Erdoğan, 2009).

Enerji etkinliği değerini artırmak için ya verimin artırılması ya da girdilerin azaltılması gerekmektedir. Özellikle toplam enerji girdisi içerisinde büyük yer tutan yakıt, kimyasal gübreler, tarımsal ilaçlar, makina ve traktör girdilerinin azaltılması gerekmektedir. Verimin artırılması belirli sınırlar içerisinde sağlanabilir. Fakat enerji kullanım etkinlik değeri girdilerin bilinçli bir şekilde yapılmasıyla (ilaçlama, mekanizasyon ve gübreleme) azaltılabilir (Çelen, 2016). Enerji kullanım etkinliğini belirlemek amacıyla yapılan bazı çalışmalarda; yonca (Mobtaker ve ark. 2012; Asgharipour ve ark. 2016), arpa (Baran ve Gökdoğan, 2014), yazlık fiğ (Baran, 2016), ikinci ürün silajlık mısır (Baran ve Gökdoğan, 2016a), şekerpancarı (Baran ve Gökdoğan, 2016b), buğday + fiğ (Baran ve ark., 2016), susam (Baran ve Gökdoğan, 2017), fiğ ve yem bezelyesi, (Kökten ve ark., 2017a), adi fiğ ve macar fiğ (Kökten ve ark., 2017b), mısır (Kökten ve ark, 2018; Abbas ve ark., 2018), pamuk (Baran ve ark., 2021) ürünlerin üretiminde enerji kullanım etkinlikleri belirlenmiştir.

Yonca bitkisinin yıl içerisinde birden fazla sayıda hasat edilmesi, farklı hasat sistemlerinin kullanılması, farklı değerlendirme yöntemlerinin uygulanması, yonca üretiminde enerji etkinliğinin önemini daha çok arttırmaktadır. Hasat işlemlerinde kuru ot ve silajlık olmak üzere farklı hasat sistemleri uygulanmaktadır. Bu çalışmada balya formunda kuru ot üretiminde uygulanan hasat sistemleri arasında enerji tüketimleri açısından bir karşılaştırma yapılması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Anket uygulanacak işletme sayısının belirlenmesi

Çalışma, hayvancılık ve yonca üretiminde önemli bir bölge olan Tekirdağ bölgesinde yürütülmüştür. Çalışmanın ana materyalini oluşturan veriler, il ve ilçelerindeki yonca üreticileriyle yüz yüze anket yapılarak toplanmıştır. Örnek hacmi sonlu bir popülasyon için belli bir özelliği taşıyanların bilinen veya tahmin edilen oranına göre aşağıdaki eşitlik (1) ile hesaplanmıştır.

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q}{(N-1) \cdot \alpha^2 p + p \cdot q} \quad (\text{Eş.1})$$

Eşitlikte;

- n : Örnek büyüklüğü,  
 N : Popülasyondaki işletme sayısı,  
 $\alpha^2 p$  : Oranın varyansı,  
 r : Ortalamadan sapma (%5)  
 $\alpha^2 p = r/Z \alpha/2$

P değeri daha, önceki araştırmalardan elde edilebileceği gibi sezgisel olarak da tahmin edilebilir. Maksimum örnek hacmine ulaşmak için  $P = 0.5$  alınmalıdır. P'nin 0.5'ten daha az veya daha yüksek değerleri örnek hacmini düşürür. O nedenle P'nin bilinmediği durumlarda maksimum örnek hacmiyle çalışmak olası hatayı azaltacağından  $P = 0.5$  alınmalıdır (Miran, 2002).

Örnek sayısının belirlenmesinde ortalamadan % 5 sapma ve % 95 güven derecesi ile çalışılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, çalışılması gereken örnek işletme sayısı 175 olarak bulunmuştur. Araştırmada yonca üreticilerine uygulanan anket sayısı ise 176 adettir.

#### 2.1.2. Yonca üretiminde enerji girdilerinin belirlenmesi

Enerji girdileri insan gücü enerjisi, makina enerjisi, yakıt-yağ enerjisi, tohum enerjisi, su enerjisi, gübre enerjisi ve ilaç enerjisinden oluşmaktadır. Enerji girdisinin belirlenmesinde Farrel ve ark. (2006)'dan uyarlanan eşitlik 2, 3' den faydalanılmıştır:

$$TEG = \sum_{i=1}^n R(i) \times E_{eş}(i) \quad (\text{Eş.2})$$

Burada;

- TEG : Tarımsal enerji girdisi ( $\text{MJ ha}^{-1}$ ),  
 R(i) : i girdisinin uygulama miktarı ( $\text{birim}_{girdi} \text{ ha}^{-1}$ ),  
 $E_{eş}(i)$  : i girdisinin enerji eşdeğeri ( $\text{MJ birim}_{girdi}^{-1}$ ) dir.

Enerji çıktısı ise birim alandan elde edilen ürün ve yan üründen oluşmaktadır. Enerji çıktısının belirlenmesinde uyarlanan aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır:

$$TEÇ = Y * LHV \quad (\text{Eş.3})$$

Burada;

- TEÇ : Tarımsal enerji çıktısı ( $\text{MJ ha}^{-1}$ ),  
 Y : Verim ( $\text{kg ha}^{-1}$ )  
 LHV : Alt ısı değer ( $\text{MJ kg}^{-1}$ )'dir.

Tablo 1' de enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesinde kullanılan 4, 5, 6 ve 7 numaralı eşitlikler verilmiştir. (Yılmaz ve ark., 2010).

Tarımsal üretimde kullanılan girdi ve çıktıların enerji eşdeğerleri Tablo 2'de verilmiştir. Enerji çıktısı, birim alandan elde edilen ürün ve yan üründen oluşmaktadır. Enerji girdisinin ve enerji çıktısının hesaplanmasında girdi ve çıktı çeşitlerinin enerji eş değerlerinin bilinmesi gerekir. Enerji eşdeğerlerinin belirlenmesinde daha önce yapılan araştırmalardan faydalanılmıştır.

Yonca üretimindeki enerji girdileri, doğrudan ve dolaylı enerji girdileri olarak iki grupta hesaplanmıştır. Yonca üretiminde tarım alet ve makinaları tarafından tüketilen yakıt ve yağ enerji değeri doğrudan enerji girdisi olarak, kullanılan insan işgücü, tarım alet ve makinaları, gübre, ilaç ve tohumluk için tüketilen enerji değerleri

dolaylı enerji girdisi olarak dikkate alınmıştır (Koçtürk ve Engindeniz, 2009). Hasat sistemlerinde kullanılan balya makineleri (küçük dikdörtgen-büyük silindirik) için her biri ayrı ayrı hesaplanmıştır.

**Tablo 1. Enerji etkinliği eşitlikleri**

Table 1. Energy efficiency equations

Eşitlikler			
Toplam enerji girdisi (TEG)	$\sum_{i=1}^n R(i) \times E_{es}(i)$	MJ ha <sup>-1</sup>	(2)
Toplam enerji çıktısı (TEÇ)	$Y * LHV$	MJ ha <sup>-1</sup>	(3)
Enerji oranı	$\frac{TEÇ}{TEG}$	-	(4)
Özgül enerji	$\frac{TEG}{Y}$	MJ kg <sup>-1</sup>	(5)
Enerji üretkenliği	$\frac{Y}{TEG}$	kg MJ <sup>-1</sup>	(6)
Net enerji verimi	TEÇ – TEG	MJ ha <sup>-1</sup>	(7)

**Tablo 2. Tarımsal üretimde girdi ve çıktıların enerji eşdeğerleri**

Table 2. Energy equivalents of inputs and outputs in agricultural production

Girdiler	Enerji eşdeğeri Katsayısı (MJbirim <sup>-1</sup> )	Referanslar
İnsan İşgücü (h)	1.96	Bojaca ve Schrevens (2010); Mousavi Avval ve ark., 2011
Makina Üretim Enerjisi (kg)		
Traktör	158.50	Keener ve Roller, (1975); Gözübüyük ve ark., (2012)
Toprak İşleme Aletleri	121.30	Keener ve Roller, (1975); Gözübüyük ve ark., (2012)
Tırmık		
Yakıt ve yağ (L)		
Dizel	39.60	Rathke ve Diepenbrock, (2006);
Yağ	6.51	Eren,(2011); Arıkan,(2011)
Kimyasal Gübreler (kg)		
Azot (N)	60.60	Singh, (2002)
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	11.10	Singh, (2002); Hedau ve ark. (2014)
Potasyum	6.70	Singh, (2002); Hedau ve ark. (2014)
İlaçlar (kg)		
Herbisit	269	Baran ve ark.(2019)
İnsektisit	363.60	Pimentel, (1980)
Tohum (kg)		
Yonca	6.9	Hoepfner ve ark. (2005)
<b>Çıktı</b>		
Yonca otu	17.17	Hoepfner ve ark. (2005)

### 2.1.3. Hasat sistemleri

Balya halinde kuru ot üretiminde; çayır biçme makinası (diskli tip) + Tırmıklar (şartlandırıcılar) +Balya makinası (dikdörtgen tip balya makinası-silindirik tip balya makinası) aşamaları olmak üzere bir sistemden oluşmaktadır. Bu sistem zincirinde makina kullanımları işletmelere göre farklılıklar göstermektedir. Balya makineleri kullanımında dikdörtgen tip makina kullanımında küçük kapasiteli makineler kullanılır iken, silindirik balya makinelerinde büyük kapasiteli makina kullanımı belirlendiğinden araştırmada her iki makina tipi esas alınmıştır. Makina kullanımına göre altı farklı hasat sistemi dikkate alınmıştır. Hasat sistemleri ile, yonca kuru otu üretiminde farklı balya makinası kullanımı, farklı sayıda şartlandırıcı kullanımı durumlarında enerji etkinliği farklarının etkisini ortaya koyabilmek ve her farklı durum için bir fikir ediniminin sağlanması hedeflenmiştir. Tablo 3’de incelenen hasat sistemleri verilmiştir.

**Tablo 3. Hasat sistemleri**

Table 3. Harvest systems

Hasat Sistemleri	Çayır biçme makinası Diskli tip	Tırmık (Şartlandırıcı)			Balya makinası	
		1	2	4	Dikdörtgen (küçük)	Silindirik (büyük)
H1	✓					
H2	✓	✓				
H3	✓		✓		✓	
H4	✓			✓	✓	
H5	✓		✓			✓
H6	✓			✓		✓

#### 2.1.4. Biçim

Yonca bitkisinin bir hasat dönemi içerisinde farklı sayılarda biçim yapılması nedeni ile biçme sayısı ve işlemi dikkate alınmıştır. İlk biçim, toprak işleme, ekim ve bakım işlemlerinin dahil edilerek hesaplandığı biçimi ifade etmektedir. Tek biçim, ilk biçim harici biçimdir ve biçim sonrası uygulanan gübreleme işleminin dahil edilerek hesaplandığı biçimdir. Böylelikle işletmeler her hasat dönemi içerisinde uyguladıkları biçim sayısını dikkate alarak enerji tüketimi ve etkinliğini hakkında da fikir edinebilecektir.

### 3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

#### 3.1. Doğrudan Enerji Girdileri (yakıt +yağ)

Hasat sistemlerine göre oluşturulan yakıt, yağ, toplam enerji eşdeğeri ve toplam enerji girdisine oranları Tablo 4' de verilmiştir.

**Tablo 4. Hasat sistemlerinde hesaplanan yakıt, yağ, toplam enerji eşdeğeri (MJha<sup>-1</sup>) ve toplam enerji girdisine oranı (%)**

Table 4. The ratio of fuel, oil, total energy equivalent (MJha<sup>-1</sup>) and total energy input calculated in harvesting systems (%)

Sistemler	Yakıt tüketimi (L/ha)	Toplam enerji eşdeğeri (MJha <sup>-1</sup> )	Toplam enerji girdisine oranı (%)	Yağ tüketimi (L/ha)	Toplam enerji eşdeğeri (MJha <sup>-1</sup> )	Toplam enerji girdisine oranı (%)	Yakıt+yağ tüketimi (L/ha)	Toplam enerji eşdeğeri (MJha <sup>-1</sup> )	Toplam enerji girdisine oranı (%)
H1	55.71	1988.28	11.54	0.300	1.95	0.0113	56.01	1990.23	11.55
H2	65.71	2345.18	13.61	0.348	2.26	0.0131	66.05	2347.44	13.62
H3	77.71	2773.47	16.09	0.426	2.77	0.0161	78.13	2776.24	16.11
H4	82.91	2959.05	17.17	0.474	3.08	0.0179	83.38	2962.13	17.19
H5	85.71	3058.98	15.72	0.412	2.68	0.0138	86.12	3061.66	15.74
H6	90.91	3244.57	16.67	0.460	2.99	0.0154	91.37	3247.56	16.69

Hasat sistemlerinde makina kullanımı ve sayılarına bağlı olarak sistemlerde yakıt ve yağ tüketimlerinde artışlar belirlenmiştir. Yonca üretiminde birim alan (ha) başına toplam yakıt tüketimi H1 sisteminde hektara 55.71 litre en düşük, 90.91 litre ile H6 sisteminde en yüksek olarak hesaplanmıştır. Kullanılan yakıt miktarına karşılık olarak birim alan için toplam H1 sisteminde 1988.28 MJha<sup>-1</sup> yakıt enerjisi tüketilirken H6 sisteminde 3244.57 MJha<sup>-1</sup> yakıt enerjisi hesaplanmıştır. Yonca üretiminde birim alan (ha) başına toplam yağ tüketimi H1 sisteminde hektara 0.30 litre en düşük, 0.47 litre ile H4 sisteminde en yüksek olarak hesaplanmıştır. Kullanılan yağ miktarına karşılık olarak birim alan için toplam H1 sisteminde 1.95 MJha<sup>-1</sup> yağ enerjisi tüketilirken H4 sisteminde 3.08 MJha<sup>-1</sup> yağ enerjisi hesaplanmıştır. Toplam doğrudan enerji girdilerine bakıldığında birim alan (ha) başına en yüksek değer sırasıyla sistemlerde H6>H5>H4>H3>H2 ve H1 de şeklinde hesaplanmıştır. H1 sisteminde 1990.23 MJha<sup>-1</sup> yakıt+yağ enerjisi tüketilirken, H6 sisteminde 3247.56 MJha<sup>-1</sup> yakıt+yağ enerjisi hesaplanmıştır. En yüksek toplam enerji girdisine oranı ise % 17.19 ile H4' de, %16.69 ile H6 da olmuştur. Bunun temel nedeni tırmık sayısının kullanımının artması ile ifade edilebilir. Ayrıca, büyük kapasiteli balya makinaları kullanımında toplam enerji

eşdeğeri küçük balya makinası kullanımına göre elde edilen değerlerden fazla saptanırken, toplam enerji girdisine oranı dikkate alındığında küçük balya makinalarında daha yüksek olduğu görülmektedir.

*Tablo 5'* te yılda çok kez biçim yapılan yonca otu için ilk biçim, tek biçim ve altı biçim olarak hesaplanan yakıt+yağ tüketimleri ve toplam enerji eşdeğerleri verilmiştir. Bu nedenle, biçimlere ilişkin toplam enerji eşdeğerleri ayrıca hesaplanmıştır. İlk biçim, tüm uygulamaların dahil olduğu bitkisel üretim yöntemidir. Tek biçim olarak ifade edilen hesaplamalar, işletmelerin 3,4,5 veya 6 gibi çok sayıda biçim yapması durumunda hesaplama yapabilmeleri adına verilmiştir. Bölgemizde ve sulamaya bağlı olarak genellikle ortalama 6 biçim kullanımının yoğun olması nedeni ile değerlendirilmiştir. İşletmede 3 biçim yapılması durumunda [ilk biçim + (tek biçim x 2)] olarak hesaplama yapılması gereklidir. Artan biçim sayısına bağlı olarak katsayı artarak hesaplanmalıdır.

**Tablo 5. Yonca otu ilk biçim, tek biçim, altı biçim için yakıt tüketimleri ve toplam enerji eşdeğerleri**

*Table 5. Fuel consumptions and total energy equivalents for alfalfa first cut, single crop, and six crops*

Sistemler	İlk biçim		Tek biçim		6 biçim	
	Yakıt+yağ tüketimi (L/ha)	Toplam enerji eşdeğeri (MJha <sup>-1</sup> )	Yakıt + yağ tüketimi (L/ha)	Toplam enerji eşdeğeri (MJha <sup>-1</sup> )	Yakıt+ yağ tüketimi (L/ha)	Toplam enerji eşdeğeri (MJha <sup>-1</sup> )
H1	56.01	1990.23	10.03	357.10	106.17	2519.85
H2	66.05	2347.44	15.28	543.00	142.46	3058.62
H3	78.14	2776.24	32.60	1157.69	241.17	8564.76
H4	83.38	2962.13	43.10	1529.47	298.89	10609.49
H5	86.12	3061.66	40.59	1443.11	287.08	10277.24
H6	91.37	3247.56	51.08	1814.90	346.81	12322.06

Hasat sistemleri arasında her bir biçme işleminde yakıt+yağ tüketimleri ve toplam enerji eşdeğerleri farklılıklar hesaplanmıştır. En yüksek toplam enerji eşdeğeri ve yakıt+yağ tüketimi H6 (1814.9 MJha<sup>-1</sup>, 51.08 L/ha) ve H4 (1529.47 MJha<sup>-1</sup>, 43.10 L/ha) ile tırmık kullanımı sayısının fazla olduğu sistemlerde bulunmuştur. Balya makinası kullanımı dikkate alındığında ise, silindirik balya makinası kullanılan hasat sistemlerinde daha yüksek hesaplanmıştır. Bu durum balya makinası kullanımının etkinliğini göstermektedir.

### 3.2. Dolaylı Enerji Girdileri

Dolaylı enerji girdileri; incelenen hasat sistemleri için farklılık gösteren girdiler (insan işgücü girdisi, makina girdisi) ve hasat sistemleri için benzer olan girdiler (gübre, ilaç ve tohum girdileri) şekilde verilmiştir. *Tablo 6'* da insan işgücü ve makina girdisine ilişkin toplam enerji eşdeğeri ve toplam enerji girdisine oranları, *Tablo 7'* de ise, ilk biçim, tek biçim ve altı biçim dikkate alınarak hesaplanan insan işgücü ve makina girdileri, toplam enerji eşdeğerleri verilmiştir. *Tablo 8* de tüm hasat sistemleri için ortak olan gübre, ilaç ve tohum girdileri verilmiştir.

**Tablo 6. Dolaylı enerji girdileri (insan işgücü, makina girdisi, toplam enerji eşdeğeri ve toplam enerji girdisine oranları)**

*Table 6. Indirect energy inputs (human labor, machine input, total energy equivalent and their ratio to total energy input)*

Sistemler	İnsan işgücü girdisi (h/ha)	Toplam enerji eşdeğeri (MJha <sup>-1</sup> )	Toplam enerji girdisine oranı (%)	Makina girdisi (h/ha)	Toplam enerji eşdeğeri (MJha <sup>-1</sup> )	Toplam enerji girdisine oranı (%)
H1	7.75	17.64	0.102	16.00	484.86	2.81
H2	8.25	18.62	0.108	16.50	496.11	2.88
H3	9.00	20.09	0.117	17.25	551.22	3.20
H4	9.50	21.07	0.122	17.75	562.47	3.26
H5	9.25	20.58	0.106	17.50	634.97	3.26
H6	9.75	21.56	0.111	18.00	646.22	3.32

**Tablo 7. İlk biçim, tek biçim ve altı biçim dikkate alınarak hesaplanan insan işgücü, makina girdileri ve toplam enerji eşdeğerleri**

Table 7. Human labor and machine inputs, total energy equivalents calculated considering the first form, uniform and six forms

Sistemler	İlk biçim		Tek biçim		Altı biçim	
	İnsan işgücü girdisi (h/ha)	Toplam enerji eşdeğeri (MJha <sup>-1</sup> )	İnsan işgücü girdisi (h/ha)	Toplam enerji eşdeğeri (MJha <sup>-1</sup> )	İnsan işgücü girdisi (h/ha)	Toplam enerji eşdeğeri (MJha <sup>-1</sup> )
H1	7.75	17.64	1.25	1.96	14.00	27.44
H2	8.25	18.62	1.50	2.94	15.75	33.32
H3	9.00	20.09	2.75	5.39	22.75	47.04
H4	9.50	21.07	3.75	7.35	28.25	57.82
H5	9.25	20.58	3.00	5.88	24.25	49.98
H6	9.75	21.56	4.00	7.84	29.75	60.76

Sistemler	İlk biçim		Tek biçim		Altı biçim	
	Makina girdisi (h/ha)	Toplam enerji eşdeğeri (MJha <sup>-1</sup> )	Makina girdisi (h/ha)	Toplam enerji eşdeğeri (MJha <sup>-1</sup> )	Makina girdisi (h/ha)	Toplam enerji eşdeğeri (MJha <sup>-1</sup> )
H1	16.00	484.86	1.00	37.11	21.00	670.41
H2	16.50	496.11	1.50	48.36	24.00	737.91
H3	17.25	551.22	2.75	114.72	31.00	1124.82
H4	17.75	562.47	3.75	137.22	36.50	1248.57
H5	17.50	634.97	3.00	198.47	32.50	1627.32
H6	18.00	646.22	4.00	220.97	38.00	1751.07

Yonca kuru ot üretiminde toplam olarak (dikdörtgenler prizması şeklinde balya yapan balya makinası kullanımında) birim alan başına toplam en yüksek 9.50 saat insan işgücü kullanımı hesaplanmıştır. Bu süre içerisinde birim alan için hektara 21.07 MJ insan işgücü enerjisi tüketimi hesaplanmıştır. Silindirik balya makinası kullanılan hasat sisteminde ise, 9.75 h/ha insan işgücü kullanımı ve 21.56 MJha<sup>-1</sup> insan işgücü enerjisi tüketimi hesaplanmıştır. Altı biçim yapıldığında; kuru ot üretiminde toplam olarak (dikdörtgenler prizması şeklinde balya yapan balya makinası kullanımında) 28.25 h/ha insan işgücü kullanımı ve 57.82 MJha<sup>-1</sup> insan işgücü enerjisi tüketimi, silindirik balya makinası kullanımında 29.75 h/ha insan işgücü kullanımı ve 60.76 MJha<sup>-1</sup> insan işgücü enerjisi tüketimi hesaplanmıştır (Tablo 7).

Makina girdisi hasat sistemlerine göre değişkenlik göstermiştir ve dikdörtgenler prizması şeklinde balya yapan balya makinası kullanımında birim alan başına toplam en yüksek H4 de 17.75 saat makina kullanımı hesaplanmıştır. Bu süre içerisinde birim alan için hektara 562.47 MJ makina enerjisi tüketimi hesaplanmıştır. Hasat sisteminde silindirik balya makinası kullanımında ise, en yüksek 18.00 h/ha makina kullanımı ile H6 da ve 646.22 MJha<sup>-1</sup> makina enerjisi tüketimi hesaplanmıştır (Tablo 7).

**Tablo 8. Hasat sistemleri için ortak olan gübre, ilaç, sulama ve tohum girdileri**

Table 8. Fertilizer, pesticide, irrigation and seed inputs common to harvesting systems

Girdiler (ha)		Toplam enerji eşdeğeri (MJha <sup>-1</sup> )	Toplam enerji girdisine oranı (%)
Gübre	(Ekim yılı)	182.5	24.78
	(Bakım yılı)	142.0	24.89
İlaç	İki biçim arası	40	14.06
	Herbisit	0.5	0.78
Tohum	İnsektisit	0.5	0.78
	Yonca	8.0	55.2

Yılda altı kez biçim yapılan yonca otu için ilk biçim, sonraki biçim ve toplam biçim (6 biçim) için birim üretim alanı başına makina miktarı ve makina enerjisi tüketimi hesaplanmıştır. Altı biçim yapıldığında; kuru ot üretiminde toplam olarak (dikdörtgenler prizması şeklinde balya yapan balya makinası kullanımında) 36.50 h/ha makina



kullanımı ve 1248.57 MJha<sup>-1</sup> makina enerjisi tüketimi, silindirik balya makinası kullanımında 38.00 h/ha makina kullanımı ve 1751.07 MJha<sup>-1</sup> makina enerjisi tüketimi hesaplanmıştır. Toplam olarak yonca üretiminde ekim yılı için birim alan başına 182.5 kg/ha gübre kullanılmaktadır. Bu gübrelerin kullanımına bağlı olarak tüketilen üretim enerjisinden birim alan (ha) için toplam 4272.5 MJ enerji tüketilmektedir. Bu miktar yonca bitkisinin diğer bakım yılları için düşmekte ve ortalama kullanılan toplam gübre miktarı 142.0 kg/ha olmaktadır. Bu miktarda gübre kullanımı ile hesaplanan enerji tüketim değerleri ise toplam 4291.2 MJha<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır (Tablo 8). Yonca üretiminde etkili madde olarak, hektara 0.5 kg herbisit uygulaması yapılmakta ve toplam birim alan başına 134.5 MJha<sup>-1</sup> enerji tüketimi yapılmaktadır. Yonca üretiminde etkili madde olarak, hektara 0.5 kg tohum uygulanmakta ve toplam birim alan başına 55.2 MJha<sup>-1</sup> enerji tüketimi yapılmaktadır.

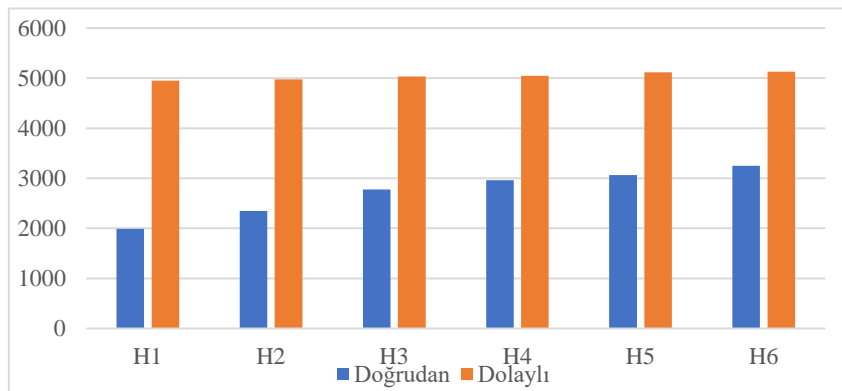
### 3.3. Toplam Enerji Girdisi

Toplam enerji girdisi hasat sistemlerine göre hesaplanarak Tablo 9' da verilmiştir. Şekil 1' de dolaylı ve doğrudan enerji girdilerinin değişimi gösterilmiştir.

**Tablo 9. Toplam enerji girdileri**

Table 9. Total energy inputs

Girdiler	Uygulama	İlk biçim		Altı biçim	
		Enerji girdisi (MJha <sup>-1</sup> )	Toplam enerji girdisine oranı (%)	Enerji girdisi (MJha <sup>-1</sup> )	Toplam enerji girdisine oranı (%)
Doğrudan enerji girdisi	H1	1990.23	28.69	2519.85	12.30
	H2	2347.44	32.05	3058.62	14.47
	H3	2776.24	35.55	8564.76	31.73
	H4	2962.13	37.00	10609.49	36.37
	H5	3061.66	37.43	10277.24	35.18
	H6	3247.56	38.77	12322.06	39.25
Dolaylı enerji girdisi	H1	4947.16	71.31	17897.35	87.69
	H2	4976.93	67.95	17970.73	85.52
	H3	5033.51	64.45	18371.36	68.26
	H4	5045.74	63.00	18505.89	63.62
	H5	5117.75	62.57	18876.80	64.81
	H6	5129.98	61.23	19011.33	60.74
Toplam	H1	6937.39	100	20417.2	100
	H2	7324.37	100	21029.35	100
	H3	7809.75	100	26936.12	100
	H4	8007.87	100	29115.38	100
	H5	8179.41	100	29154.04	100
	H6	8377.54	100	31333.39	100



**Şekil 1. Dolaylı ve doğrudan enerji girdilerinin değişimi**

Figure 1. Variation of indirect and direct energy inputs

Tablo 9 incelendiğinde yonca üretiminde kuru ot üretim sisteminde en yüksek girdi, silindirik tip balya makinası kullanımı ile doğrudan H6 sisteminde (3247.56 MJha<sup>-1</sup>) ve dolaylı enerji tüketimi ise (5129.98 MJha<sup>-1</sup>)

toplamı 8377.54 MJha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Toplam enerji tüketiminin; % 38.77'si doğrudan, % 61.23'ü ise dolaylı enerji tüketimleri oluşturmaktadır. İlk biçim sonrası biçim işlemlerinde doğrudan enerji tüketimleri daha yüksek olmuştur ve en yüksek enerji girdisi kuru ot üretim sistemlerinde hesaplanmıştır. Altı biçim yapan yonca işletmesinde toplamda en yüksek doğrudan enerji tüketimi % 52.83 dolaylı enerji girdisi ise %47.17 olarak hesaplanmıştır. Şekil 1' de hasat sistemleri arasında en büyük farklılıkların doğrudan enerji girdileri ile meydana geldiği görülmektedir.

### 3.4. Toplam Enerji Çıktısı

Yonca üretiminde birim üretim alanı için ortalama 16800 kg ha<sup>-1</sup> yeşil ot elde edilmiştir. Yonca için enerji eşdeğeri 17.7 enerji çıktısı ise 28845.60 MJha<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir (Tablo 10). Eren (2011) Tatlı sorgum toplam enerji çıktısını 199024.50 MJha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır (Eren 2011), Baran ve ark. (2016) ikinci ürün silajlık mısırdaki farklı uygulamalarda toplam enerji çıktısını 221940,21 MJha<sup>-1</sup>, 245594.16 MJha<sup>-1</sup> 201999.28 MJha<sup>-1</sup>, Kökten ve ark. (2018) dane mısır da toplam enerji çıktısını 28504.54 MJha<sup>-1</sup> olarak hesaplamışlardır.

**Tablo 10. Yonca üretiminde enerji çıktısı**

Table 10. Energy output in alfalfa production

Çıktı	Verim(kg ha <sup>-1</sup> )	Enerji değeri (MJha <sup>-1</sup> )	Enerji çıktısı (MJha <sup>-1</sup> )	Toplam enerji çıktısına oranı (%)
Yonca otu	16800	17.17	28845.60	100
Tek biçim	1500	17.17	25775.0	100
Beş biçim	7500	17.17	128775.0	100

### 3.5. Yonca Üretiminde Enerji Etkinliği

Yonca üretimi için hesaplanan enerji etkinliği değerleri Tablo 11' te verilmiştir.

**Tablo 11. Yonca üretiminde enerji etkinliği**

Table 11. Energy efficiency in alfalfa production

Sistemler	H1	H2	H3	H4	H5	H6
Enerji oranı	7.69	7.45	5.83	5.40	5.39	5.02
Özgül Enerji (MJ kg <sup>-1</sup> )	2.23	2.30	2.94	3.17	3.18	3.41
Enerji Üretkenliği (kg MJ <sup>-1</sup> )	0.44	0.43	0.34	0.31	0.31	0.29
*Net Enerji Üretimi (MJ ha <sup>-1</sup> )	137148.2	136486.1	130629.3	128450.0	128411.4	126232.0

\*Tüm biçim dahil edilmiştir.

Tablo 11'i incelediğimizde enerji oranı, üretim sonucunda kazanılan toplam enerji miktarının, üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarına oranıdır. Birim üretim alanı (ha) için tüketilen birim enerji (MJ) miktarına karşılık, üretim sonucunda birim üretim alanından (ha) kazanılan enerji miktarını (MJ) belirtir. Enerji oranının yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olduğunu ifade etmektedir. Yonca üretiminde kuru ot üretimi için hesaplanan enerji oranları; en yüksek küçük balya yapımında kullanılan kuru ot üretiminde 5.83, en düşük silindirik balya makinasının kullanıldığı sistemlerde 5.39, 5.02 olarak hesaplanmıştır. Mobtaker ve ark. (2012) yonca çalışmalarında 1.88, Baran ve ark. (2016) İkinci ürün silajlık mısırdaki üç farklı toprak işleme uygulamasında enerji oranını 9.06-10.36, Baran, (2016) yazlık fiğ çalışmasında enerji oranını 9.51, Kökten ve ark. (2018) mısır çalışmalarında enerji oranını 4.23, Baran (2017) kışlık fiğ çalışmasında enerji oranının 8.05 olarak hesaplamışlardır.

Yonca üretiminde hesaplanan özgül enerji, sadece birim üretim alanından (ha) alınan yonca otu miktarı dikkate alındığında; dikdörtgen balya makinası kullanılarak yapılan küçük balya üretim sisteminde kuru ot üretiminde, 1 kg yonca otu üretimi için 2.94 MJ, 3.17 MJ enerji, silindirik balya makinası kullanımı ile büyük balya yapımında 1 kg yonca otu üretimi için 3.18, 3.41 MJ enerji, olarak tespit edilmiştir. Şartlandırıcı ekipman kullanımının artmasına bağlı olarak özgül enerji değeri artış gösterirken, en yüksek artış silindirik balya üretim sisteminde hesaplanmıştır.

Enerji üretkenliği ise, özgül enerji değerinin tersi olup, hasat edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarına oranıdır. Enerji üretkenliği değeri, tüketilen birim miktar (MJ) enerji miktarına karşılık üretilen ürün miktarını (kg) belirtir. Enerji üretkenliği değerinin yüksek olması, üretimde enerji etkinliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Yonca üretiminde hesaplanan enerji üretkenliği, sadece birim üretim alanından (ha) alınan yonca otu miktarı dikkate alındığında; dikdörtgen balya makinası kullanılan küçük balya üretim sisteminde kuru ot üretiminde, 1 MJ enerji tüketimi karşılığında 0.34 kg yonca otu balyalanmış, silindirik balya makinası kullanımı ile büyük balya yapımında 1 MJ enerji tüketimi karşılığında 0.31 kg yonca otu balya yapıldığı hesaplanmıştır. Şartlandırıcı ekipman kullanımına bağlı olarak enerji üretkenliği değerlerinde azalma olduğu da belirlenmiştir. 1MJ enerji tüketimi karşılığında; Mobtaker ve ark. (2012) 0.119, Asgharipour ve ark. (2016) 0.209, Baran (2016) yazlık fiğ 'de 0.39, Baran (2017) kışlık fiğ 'de 0.47, Kökten ve ark. (2018) dane mısırdı 0.21, olarak hesaplamışlardır.

Net enerji üretimi değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Yonca üretiminde aynı yıl içerisinde altı biçim yapılarak altı hasat işleminin uygulanması, her biçim sonrası gübreleme işleminin uygulanması yonca üretiminde enerji verimini arttırmaktadır. Yonca üretiminde net enerji üretimi, sadece birim üretim alanından (ha) alınan yonca otu miktarı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Ekim yılı ilk biçim dahil kullanılan hasat sistemlerine göre; dikdörtgen balya makinası kullanılarak küçük balya yapılan üretim sisteminde, birim üretim alanından (ha), 128450.0 MJ net enerji, silindirik balya makinası kullanımı ile büyük balya yapımında birim üretim alanından (ha), 126232.0MJ net enerji kazanılmıştır.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Tarımda enerji kullanımı, artan nüfus, sınırlı ekilebilir arazi arzı ve daha yüksek yaşam standartları arzusuna yanıt olarak artmaktadır. Artan gıda üretimindeki sürekli talep, kimyasal gübre, böcek ilacı, tarım makineleri ve diğer doğal kaynakların yoğun kullanımına neden olmuştur. Ancak enerjinin yoğun kullanımı, halk sağlığını ve çevreyi tehdit eden sorunlar yaratmaktadır. Tarımda enerjinin verimli kullanılması çevre sorunlarını en aza indirebilir, doğal kaynakların tahribatını önleyebilir ve ekonomik bir üretim sistemi olarak sürdürülebilir tarımı teşvik edebilir. Fosil yakıtların sınırlı bir kullanım süresine sahip olması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre dostu ve sürdürülebilir enerji sistemleri olması nedeniyle enerjinin önemi her geçen gün artmaktadır (Baran, 2016a).

Çalışma kapsamında yonca üretimi yapan 176 işletmeden toplanan veriler üzerinde enerji kullanım etkinliği ve girdi/çıktı maliyetine ilişkin hesaplamalar yapılmıştır.

- Yonca kuru ot üretiminde dikdörtgen tip balya makinası kullanımı ile doğrudan (8564.76 MJha<sup>-1</sup>) ve dolaylı (18371.36 MJha<sup>-1</sup>) enerji tüketimlerin toplamı 26936.12 MJha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Silindirik balya makinası kullanımında ise enerji tüketimi ortalama %7.61 oranında daha yüksek hesaplanmıştır.
- Toplam enerji tüketiminin; yaklaşık %40'ı doğrudan, %60'sı ise dolaylı enerji tüketimleri oluşturmaktadır.
- Dikdörtgen tip balya makinası kullanımı ile 1 kg yonca otu üretimi için 2.94 MJ-3.17 MJ enerji, silindirik balya makinası kullanımı ile büyük balya yapımında 1 kg yonca otu üretimi için 3.18, 3.41 MJ enerji, olarak tespit edilmiştir.
- İlk biçim sonrası biçim işlemlerinde doğrudan enerji tüketimleri daha yüksek bulunmuştur.
- Birim üretim alanı (ha) için tüketilen birim enerji (MJ) miktarına karşılık, üretim sonucunda birim üretim alanından (ha) kazanılan enerji miktarını (MJ) en yüksek silindirik balya makinası kullanılan sistemlerde hesaplanmıştır.
- Dikdörtgen balya makinası kullanılan hasat sistemlerinde enerji etkinliği silindirik balya makinası kullanılan sistemlere oranla %1.73'lük bir fark sağlayabilmiştir.
- Şartlandırıcı kullanımının sayısındaki artış ise; dikdörtgen balya makinası kullanılan hasat sistemlerinde %1.67'lik bir fark sağlarken, bu fark silindirik balya makinası kullanılan sistemlerde %1.7 olarak hesaplanmıştır.

Ülke tarımının geleceği açısından birim üretim alanı başına harcanan bütün girdilerden en yüksek değerde verim alınarak üretimin sürdürülmesi son derece önemlidir. Ülkemiz koşullarını yansıtır şekilde; gübre, ilaç ve mekanizasyon unsurlarına ilişkin birim üretim enerjisi gereksinim değerlerinin öncelikle belirlenmesi bir zorunluluktur. Bu sayede gerçek koşulları yansıtır daha doğru sonuçların üretilmesi mümkün olacaktır. Ayrıca, anket çalışmalarıyla toplanan verilerle ilgili büyük sorunlar yaşanmakta, daha doğru sonuçların elde edilmesine

katkısı olacak fazla sayıda anket verilerinin değerlendirilmesi, çelişkili yanıtlar ve anket iptali nedeniyle mümkün olmamaktadır. Bu amaçla, bilişim teknolojilerinin kullanılmasıyla uygun sayısal hesap ve depolama ortamlarının oluşturulması oldukça önemlidir. Bu gibi ortamlardan süzülecek verilerin optimum işletmecilik ilkeleriyle harmanlanmasıyla, krlılığı ve enerji etkinliğini düşüren etmenlerle ilgili doğru değerlendirmeler yapılabilmesi mümkün olacaktır.

## Kaynakça

- Abbas, A., Yang, M., Yousaf, K., Khan, K.A, Iqbal T., Hassan S.G. (2018). Comparative analysis of energy use efficiency in food grain production systems of Pakistan. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(2):1053-1059.
- Anonim (2021a). Yonca Bitkisi; Erişim linki: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Yonca>, Erişim tarihi: 20.04.2021.
- Anonim (2021b). Yem Bitkileri (yonca), Erişim linki: <https://www.amasyadsyb.org/sut/yembitki/15>, Erişim tarihi: 15.10.2021.
- Arıkan, M. (2011). *Adana ilinde kolza üretiminde enerji kullanımı*. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaleri Anabilim Dalı, Adana.
- Asgharipour, M.R., Mousavinik, S.M., Enayat, F.F. (2016) Evaluation of energy input and greenhouse gases emissions from alfalfa production in the Sistan region, Iran. *Energy Reports*, 2:135-140.
- Baran, M.F. (2016). Energy analysis of summery vetch production in Turkey: A case study for Kırklareli Province. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 16(2): 209-215. DOI: 10.5829/idosi.aejaes.2016.16.2.12856
- Baran, M.F. (2017). Energy and economic analysis of vetch production in Turkey: A case study from Thrace Region. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(3):1996-1972.
- Baran, M.F., Gökdoğan, O. (2014). Energy input-output analysis of barley production in Thrace Region of Turkey. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 14 (11): 1255-1261. DOI: 10.5829/idosi.aejaes.2014.14.11.21882
- Baran, M.F., Gökdoğan, O. (2016a). Comparison of energy use efficiency of different tillage methods on the secondary crop silage production. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(9): 3808-3814.
- Baran, M.F., Gökdoğan, O. (2016b). Determination of energy balance of sugar beet production in Turkey: A case study for Kırklareli Province. *Springer Energy Efficiency*, 9(2): 487-494. DOI: 10.1007/s12053-015-9375-x
- Baran, M.F., Gökdoğan, O. (2017). Determination of energy use efficiency of sesame production, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(3): 73-79.
- Baran, M.F., Gökdoğan, O., Yılmaz, 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. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 322-332.
- Baran M.F., Karaağaç, H.A., Bolat, A., Çil, A., Çil, A.N. (2019). Yerfıstığı üretiminde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi (Adana ili örneği). *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (15): 103-111.
- Baran, M.F., Karaağaç, H.A., Gökdoğan, O. (2016). Kışlık ara ürün sonrası (buğday - fiğ) ikinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısır üretiminde farklı toprak işleme ve ekim yöntemlerinin enerji bilançosu (2. Yıl Sonuçları). *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1):1-6.
- Bojaca, C.R., Schrevens, E. (2010). Energy assessment of peri-urban horticulture and its uncertainty: case study for Bogota, Colombia. *Energy*, 35(5): 2109-2118.
- Çelen, İ. H. (2016). Tarımsal uygulamalarda enerji kullanımı üzerine bir değerlendirme. *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 6(3): 18-29.
- Erdoğan, Y. (2009). *Tarımsal üretimde enerji girdi çıktı analizlerinde kullanılacak internet tabanlı bir yazılımın geliştirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adana.
- Eren, Ö. (2011). *Çukurova bölgesinde taltı sorgum (Sorghum bicolor (L.) Moench) üretiminde yaşam döngüsü enerji ve çevresel etki analizi*. (Doktora Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı. Adana.
- Farrell, A.E., Plevin, R.J., Turner, B.T., Jones, A.D., O'hare, M., Kammen, D.M., (2006). Ethanol can contribute to energy and environmental goals. *Science*, 311:506-508.
- 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 Makinaleri Bilimi Dergisi*, 8(1):25-34.
- Hedau, N.K., Tuti, M.D., Stanley, J., Mina, B.L., Agrawal, P. K., Bisht, J. K., Bhatt, J.C. (2014). Energy-use efficiency and economic analysis of vegetable cropping sequences under greenhouse condition, *Energy Efficiency*, 7:507-515. DOI 10.1007/s12053-013-9239-1
- Hoepfner, J.W., Entz, M.H., McConkey, B.G., Zentner, R.P., Nagy, C.N. (2005). Energy use and efficiency in two Canadian organic and conventional crop production systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 21(1): 60-67.
- Keener, H.M., Roller, W.L. (1975). *Energy Production By Field Crops*. Asea Paper No: 75 -3021, St Joseph, Michigan 49085.
- Koçtürk, O.M., Engindeniz, S. (2009). Energy and cost analysis of sultana grape growing: A case study of Manisa, west Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 4(10): 938-943
- Kökten, K., Kaplan, M., Gökdoğan, O., Baran, M.F. (2018). Determination of energy use efficiency of maize (*Zea mays intendata*) production in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(3): 1973-1978.
- Kökten, K., Tutar, H., Baran, M.F., Gökdoğan, O. (2017a). Energy balance of bitter vetch and forage pea production in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(39): 2035-2040.

- Kökten, K., Tutar, H., Gökdogan, O., Baran, M.F. (2017b). Determination of energy balance of common vetch (*Vicia Sativa* L.), Hungarian vetch (*Vicia pannonica* C.) and Narbonne vetch (*Vicia narbonensis* L.) production in Turkey. *Legume Research*, 40(3): 491-496. DOI:10.18805/lr.v0i0.6842
- Miran, B. (2002). Temel İstatistik. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir
- Mobtaker, H.G., Akram, A., Keyhani, A. (2012). Energy use and sensitivity analysis of energy inputs for alfalfa production in Iran. *Energy for Sustainable Development*, 16:84–89.
- Mousavi-Avval, S.H., Rafiee, S., Jafari, A., Mohammadi, A., (2011). Energy flow modeling and sensitivity analysis of inputs for canola production in Iran. *Journal of Cleaner Production*, 19: 1464-1470.
- Pimentel, D., Oltenacu, P.A., Nesheim, M.C., Krummel, J., Allen, M.S., Chick, S. (1980). The potential for grass-fed livestock: resource constraints. *Science*, 207: 843-848.
- Rathke, G.W., Diepenbrock, W. (2006). Energy balance of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cropping as related to nitrogen supply and preceding crop. *European Journal of Agronomy*, 24: 35–44.
- Sabah M. (2010). *Söke ovasında ikinci ürün yağlık ayçiçeği üretiminde enerji kullanımı*. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana.
- 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, *Sustainable Energy Systems and Management*, Germany.
- Tan, F., (1997). *Yonca hasadında farklı hasat sistemlerinin otun kuruma olgusu ve kalitesi üzerine etkilerinin saptanması*. (Doktora Tezi) Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Toruk, F. (2003). Effects of harvesting methods on field drying rates and cutting times of alfalfa. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 9(5-6): 639-645.
- TUIK, (2021) Bitkisel Üretim, erişim linki: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249>, Erişim tarihi: 15.12.2021.
- Yılmaz, İ., Özalp A., Aydoğmuş, F. (2010). Antalya ili bodur elma üretiminde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi: Elmalı ilçesi örneği. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2): 93-97.