



Kanola Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi (Kırklareli İli Örneği)

^aMehmet Fırat BARAN*, ^bOsman GÖKDOĞAN, ^cHasan Ali KARAAĞAÇ

^aAdıyaman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü - 02040,
Adıyaman / Türkiye

^bBingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü - 12000, Bingöl / Türkiye
^cDoğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana / Türkiye

*Sorumlu yazar: mbaran@adiyaman.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.02.2014 Düzeltme Geliş Tarihi: 06.05.2014 Kabul Tarihi: 15.05.2014

Özet

Bu çalışmada, Kırklareli ilinde kanola üretiminde kullanılan enerji girdi ve çıktıları belirlenerek, üretimin enerji etkinliğinin saptanması amaçlanmıştır. Kanola üretiminde kullanılan dolaylı ve doğrudan enerji girdileri, 2012-2013 üretim yılında üreticilerle yapılan anket çalışmaları ile belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan alet-makinelerin ekonomik ömürleri, iş başarısı, yakıt-yağ tüketimleri, makine ağırlıkları ile gübre, tohum miktarları gibi temel veriler, yapılan anket ve diğer çalışmalardan, çeşitli kaynak ve kataloglardan temin edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda kanola üretiminde enerji çıktı/girdi oranı 17.12, özgül enerji değeri 1.39 MJ/kg, net enerji üretimi 91683.56 MJ/ha olarak hesaplanmıştır. Kanola üretiminde toplam enerji girdileri içerisinde kullanım oranı en yüksek olanın %52.34 ile yakıt-yağ enerjisi olduğu bulunmuştur. Bunu sırasıyla %21.32 ile makina enerjisi, %13.55 ile gübre enerjisi takip etmiştir.

Anahtar kelimeler: Kırklareli, kanola üretimi, enerji oranı, enerji etkinliği

Determining Energy Usage Efficiency in Canola Production (The case of Kırklareli Province)

Abstract

In this study, it has been aimed to define the energy inputs and outputs used for canola production in Kırklareli province, and to determine the energy efficiency of the production. The direct and indirect energy inputs used in canola production have been defined through the surveys performed with the producers during 2012-2013 production years. The basic data such as the economic lives of the tools-machineries used in the production, work success, fuel-oil consumption, machine weights and fertilizers seed amounts have been taken from the survey and other studies, as well as various resources and catalogues. Following the evaluations, the energy input/output rate has been calculated as 17.12, specific energy value as 1.39 MJ/kg, net energy production as 91683.56 MJ/ha in canola production. Among the total energy inputs in canola production, it has been determined that the highest usage rate was in fuel-oil energy with 52.34%, fuel oil was followed by 21.32% machine energy, and 13.55% fertilizer energy, respectively.

Key words: Kırklareli, canola production, energy rate, energy efficiency

Giriş

Kanola (*Brassica napus L.*) ülkemizde rapiska, rapitsa, kolza isimleriyle de bilinmektedir. Kolza, ülkemize 1960 yıllarında Balkanlardan gelen göçmenler tarafından getirilmiş ve Trakya'da ekim alanı bulmuştur. Ancak kolza ürününün yağında insan sağlığına zararlı erusik asit, küspesinde de hayvan sağlığına zararlı Glukosinolat bulunması

nedeniyle 1979 yılında ekimi yasaklanmıştır. İlk olarak Kanada'da insan ve hayvan sağlığına zararlı olmayan çeşitlerin ıslah edilmesi sonucunda Kanola adı verilmiştir (Süzer, 2008; Baran, 2010). Kanola bitkisinin kışlık çeşitlerinin ülkemizde uygun iklim koşullarında buğday ile ekim nöbetine girmesi sonucu ekim nöbeti zenginleşebileceği gibi, yağ açığının kapatılmasına da önemli katkısı olacaktır.

Bu bitkinin yetişmesi için uygun iklim koşulları Ege, Çukurova, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu'nun pamuk tarımı yapılan alanları ile, Marmara bölgesinin Trakya kesiminde ayçiçeği ve buğday tarımı yapılan alanlarında mevcuttur (Süzer, 2004).

Kanola tohumlarından soğuk presleme ile elde edilen ham yağ metanol ile katalizör eşliğinde normal basınç ve ısıda estere dönüştürülür. Tarımsal üretim işlemlerinde kullanılan girdilerin toplam enerji değerinin, elde edilen ürünün enerji değeri ile karşılaştırılması, üretim verimliliğinin değerlendirilmesi için daha gerçekçi bir yaklaşımdır. Traktör ve tarım alet-makinelerinin kullanılmasıyla gerçekleşen enerji tüketimi, üretim sistemleri ve bölgesel koşullara bağlı olarak, mekanizasyon düzeyinin belirlenmesinde dikkate alınmaktadır (Erdoğan, 2009; Arıkan, 2011). Bitkisel üretimde enerji etkinliğini belirlemek amacıyla, enerji çıktı/girdi analizleri ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır.

Davoodi ve Houshyar (2009), İran'ın Fars ilinde kanola ve ayçiçeği üretimi için tüketilen enerji miktarlarını karşılaştırmışlardır. Üretim işlemlerinde girdi ve çıktı olarak kullanılan veriler, rastgele örnekleme yöntemi ile 99 üreticiden elde edilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda; kanola üretimi için, enerji oranı 2.90 enerji üretkenliği 0.12 kg MJ⁻¹ ve özgül enerji değeri; 8.27 MJ kg⁻¹ bulunurken, ayçiçeği üretimi için enerji oranı 2.17; enerji üretkenliği 0.079 kg MJ⁻¹ ve özgül enerji değeri 12.52 MJ kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Üretim alanı başına toplam enerji tüketimi; kanola üretiminde 30889.10 MJ ha⁻¹, ayçiçeği üretiminde ise 22945.30 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Kanola üretiminde toplam enerji tüketiminin %38.93'ünü gübre kullanımı, %27.62'sini elektrik ve %20.085'ini dizel yakıtı oluşturmuştur. Ayçiçeği üretiminde ise toplam enerji tüketiminin %28.64'ünü elektrik, %27.87'sini dizel yakıtı ve %26.64'ünü de gübre kullanımı oluşturmuştur.

Unakıtan ve ark. (2010), Trakya bölgesinde yaptıkları çalışmada, farklı büyüklükteki işletmelerde kanola üretim enerjisi etkinliğinin,

işletme büyüklüğüne göre değişip değişmediğini araştırmışlardır. İşletme büyüklüklerini; küçük ölçekli (< 5 ha), orta ölçekli (5-9.90 ha) ve büyük ölçekli (> 10 ha) olarak 3 grupta sınıflandırmışlardır. Kanola üretim veriminin; küçük ölçekli çiftlik için 2129 kg ha⁻¹, orta ölçekli çiftlik için 3217 kg ha⁻¹ ve büyük ölçekli çiftlik için 3334 kg ha⁻¹ olduğunu saptamışlardır. Enerji verimini; sırasıyla, 4.43, 4.68 ve 5.23, net enerji üretimini de 62584 MJ ha⁻¹, 69836 MJ ha⁻¹ ve 74405 MJ ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Kolza üretimin fayda-maliyet oranını; sırasıyla, 1.94, 2.13 ve 2.38 (ortalama 2.09) olarak bulmuşlardır. Fayda-maliyet oranına göre kıyaslama yaptıklarında Trakya bölgesi için kolzanın ayçiçeğine (fayda-maliyet oranı = 1.73) alternatif bir yağ bitkisi olabileceğini belirtmişlerdir.

Arıkan (2011) tarafından Adana ilinde yapılan kışık kolza üretiminde toplam enerji girdisi 7662.40 MJ ha⁻¹, toplam enerji çıktısı, sadece tohum verimi dikkate alındığında 68332.10 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Enerji girdileri içerisinde en yüksek girdi %38.20 ile gübre enerjisinde belirlenirken bunu %35.70 ile yakıt enerjisi takip etmiştir. Yapılan çalışmada Adana ilinde kışık kolza üretiminde, enerji çıktı/girdi oranı 8.92, özgül enerji 2.97 MJ kg⁻¹, enerji üretkenliği 0.34 kg MJ⁻¹ ve net enerji üretimi 60669.70 MJ ha⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Mousavi-Avval ve ark. (2011), İran'ın Golestan ilinde kanola üretimi için enerji modelleri ve enerji girdilerini incelemişlerdir. Üretim işlemlerinde girdi ve çıktı olarak kullanılan veriler, rastgele örnekleme yöntemi ile 130 üreticiden elde edilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda; kanola üretimi için, enerji kullanım etkinliğini 3.20 enerji üretkenliği 0.12 kg MJ⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Üretim alanı başına toplam enerji tüketimi; 17786.36 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmanın amacı Kırklareli ilinde kanola üretiminde girdi ve çıktı enerjilerini belirleyerek enerji bilançosunu oluşturmak ve kullanılan girdi enerjisinin kanola üretiminin hangi aşamasında ve ne oranlarda kullanıldığını tespit etmektir.

Çizelge 1. Kanola üretiminde kullanılan makinelerin teknik özellikleri

Tarla uygulamaları	Tarım makineleri	Ortalama iş genişliği (cm)	Ortalama ağırlık(kg)
Güç kaynağı	Traktör 65 BG	-	3400
Toprak işleme	Pulluk	105	430
Toprak işleme	Goble disk	210	420
Toprak işleme	Merdane	265	700
Toprak işleme	Tırmık	335	325
Ekim	Hububat ekim makinesi	310	525
Gübreleme	Santrifüj Gübre dağıtma makinesi	1200	250
Tarımsal savaş	Tarla pülverizatörü	1200	250
Hasat	Bıçerdöver	450	12500

Materyal ve Metot

Kırklareli ili asıl olarak Trakya'ya özgü karasal iklimin etkisi altında olmakla birlikte, yağışlı Karadeniz ikliminin de belirli etkisi göze çarpmaktadır. Bu anlamda kışları yağışlı ve soğuk, yazları kurak ve sıcak bir iklime sahiptir. İlde yağışın büyük kısmı yağmur bir kısmı da kar şeklindedir (Çebi ve Tok, 2009).

Kırklareli ilinde kanola üretimi yağlık olarak üretilmekte olup, kanolanın tamamı kışlık olarak ekilmektedir. Kırklareli ilinde 2013 yılında kanola ekilen alan miktarı 20.901 da, ortalama verim ise 340 kg/da'dır (Anonim, 2013). Kanola üretiminde kullanılan tarım alet ve makinelerin teknik özellikleri Çizelge 1'de belirtilmiştir. Çalışmanın esas materyalini, Kırklareli ilinde kanola üreticisiyle yüz yüze anket yapılarak toplanan birincil veriler oluşturmuştur. Yöredeki tüm işletmelerde çalışma yapmak güçtür. Bu nedenle; amacımıza ulaşabileceğimiz özelliğe sahip işletmeler arasından üretici sayısının belirlenmesinde sonlu ana kitle ve oranlar örnekleme formülünden yararlanılarak anket sayısı belirlenmiştir. Kırklareli ilçeleri ve köylerinde kanola üreticisi ile anket çalışması yapılmıştır.

Populasyonlara ait örnek işletmelerin seçilmesinde, işletme büyüklüklerinin dikkate alındığı tabakalı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Neyman yöntemine göre populasyonların örnek hacmi hesaplanmıştır (Yamane, 1967).

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

Çizelge 2. Kırklareli ilinde kanola üretimi için yapılan işlemler ve uygulamalar

Kültürel uygulamalar	Uygulamanın özelliği
Toprak işleme	Tohum yatağı hazırlığında, pulluk ile sürüm yapılır arkasından goble disk, tırmık ve merdane uygulanarak toprak ekime hazır hale getirilir.
Ekim	15 Eylül - 15 Ekim tarihleri arasında hububat ekim makinesi ile, sıra arası 15-16 cm sıra üzeri 4-6 cm olacak şekilde, 1.50-2 cm derinliğe ekim yapılır. Ekim normu tohum yatağının hazırlık koşullarına bağlı olarak 4.50-6.50 kg/ha civarında olmaktadır. Çalışmada ise ortalama 5.50 kg ha ⁻¹ 'dir.
Gübreleme	Toprak işleme öncesinde DAP taban gübresi serpmeye olarak verilir. Ocak ayının sonu veya şubat ayının başlarında üre gübresi, Mart ayında amonyum sülfat gübresi serpmeye olarak verilir.
Yabancı ot mücadelesi	Ekim öncesi toprak işleme sırasında geniş yapraklı yabancı otlara karşı ortalama 200 cc da ⁻¹ kimyasal ilaç kullanılır.
Hasat	Kanola hasat olumuna geldiğinde bitkilerin sap, yaprak ve kapsülleri tamamen kuruyup sararır, sarı bir renk oluşur. Tohum kahverengiye dönüşmüşse hasat zamanı gelmiş demektir. Tohumdaki hasat nemi %10 düzeyinde olmalıdır. Dekardan alınan verim ekilen çeşidin verim gücüne ve toprak verimliliği ile iklim koşullarına bağlı olarak ortalama 290 kg civarında olmuştur.

Formülde;

n = Örnek hacmi

N = Populasyondaki işletme sayısını

N_h = Söz konusu tabakalardaki işletme sayısını

S_h^2 = Söz konusu tabakanın varyansını

$D^2 = d^2/Z^2$

D = Populasyon ortalamasında kabul edilen hata sınırı

d = Ana kitle ortalamasından izin verilen hata miktarını

Z = İzin verilen güvenlik sınırının (t) dağılım tablosundaki değerini ifade etmektedir.

Örnek sayısının belirlenmesinde %5 sapma ve %95 güven derecesi ile çalışılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, çalışılması gereken örnek işletme sayısı 57 adet olarak bulunmuştur. Çalışmada kanola üreticilerine uygulanan anket sayısı 60 adettir.

Kanola üretimindeki üretim işlemlerinin sayısı ve özellikleri, gerçekleştirilen üretimin enerji dengesi üzerinde etkilidir. Bu nedenle kanola üretiminde kanola yetiştiriciliğine ilişkin her türlü uygulamalar ve girdiler, üreticilerle yapılan anket çalışmasından elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler Çizelge 2'de belirtilmiştir.

Uygulanan anketler 2012-2013 üretim yılı verilerinden oluşmaktadır. Kırklareli'nde yıllık yağış miktarı, yeterli verim elde etmek için uygun olduğundan, sulama işlemi dikkate alınmamıştır.

Kırkırelilinde kanola üretiminin enerji etkinliğinin hesaplanabilmesi için öncelikle enerji girdilerinin ve enerji çıktılarının hesaplanması gerekir. Enerji girdileri makine enerjisi, yakıt-yağ enerjisi, tohum enerjisi, gübre enerjisi, ilaç enerjisi ve insan gücü enerjisinden oluşmaktadır. Enerji girdisinin ve enerji çıktısının hesaplanmasında girdi ve çıktı çeşitlerinin enerji eş değerinin bilinmesi

gerekir. Enerji eşdeğeri katsayılarının belirlenmesinde daha önce yapılan araştırmalardan faydalanılmıştır. Bu kaynaklar Çizelge 3'te gösterilmiştir. İnsan iş gücü hesaplamasında ekim, ilaçlama, gübreleme ve hasat işlemlerinde bir sürücü + bir yardımcı, traktörle yapılan diğer işlerde ise sadece bir kişi/sürücü kullanılmıştır.

Çizelge 3. Tarımsal üretimde girdi ve çıktılarının enerji eşdeğerleri

Girdiler	Enerji eşdeğeri Katsayısı (MJ birim ⁻¹)	Kaynaklar
İnsan işgücü (h)	1.96	Davoodi ve Houshyar, 2009; Mousavi Avval ve ark., 2011
Makine 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)
Yakıt (L)		
Dizel	39.60	Rathke and Diepenbrock, 2006
Yağ	6.51	Ejilah ve Asere, 2008; Eren, 2011; Arıkan, 2011
Kimyasal Gübreler (kg)		
Azot (N)	45	Ramirez ve Worrel, 2006
Fosfor (P ₂ O ₅)	8	Ramirez ve Worrel, 2006
İlaç (kg)		
Herbisit	269	Ferrago, 2003
Tohum (kg)		
Kanola	29.20	Arıkan, 2011
Çıktı		
Kanola tohumu	26.50	Bohemel ve ark., 2008
Kanola sapı	17.10	Bohemel ve ark., 2008

Enerji Girdilerinin Hesaplanması:

Makine Enerji Girdisi (MJ ha⁻¹): Makine enerji girdisi aşağıda verilmiş olan formülle hesaplanmıştır (Yaldız ve ark., 1990; Karaağaç ve ark., 2012).

$$ME = \frac{W \times E}{T \times EFC} \quad (2)$$

Eşitlikte;

ME = Makine enerji girdisi (MJ ha⁻¹),

W = Aletin ağırlığı (kg),

E = Tarım makinesinin veya aletin birim ağırlığının üretim enerjisi (MJ kg⁻¹),

T = Traktör veya aletin ekonomik kullanım ömrü (h),

EFC = Efektif alan kapasitesi (ha h⁻¹)'dir.

Yakıt-Yağ Enerji Girdisi (MJ ha⁻¹): Yakıt enerji girdisi ve yağ enerji girdisi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Gözübüyük ve ark., 2012).

$$YKE: YKED \times YKED \quad (3)$$

$$YGE: (YT \times 0,045) \times YGED \quad (4)$$

Eşitlikte;

YKE = Yakıt enerji girdisi (MJ ha⁻¹)

YGE = Yağ enerji girdisi (MJ ha⁻¹)

YT = Yakıt tüketimi (l ha⁻¹)

YKED = Yakıtın enerji değeri (MJ l⁻¹)

YGED = Yağın enerji değeri (MJ l⁻¹)

Tohum enerji girdisi, ilaç enerji girdisi, gübre enerji girdisi ve insan gücü enerji girdisinin enerji hesabı, birim alan başına kullanılan veya harcanan girdi miktarları ile bu girdi çeşitlerinin enerji eş değerinin çarpılması sonucuyla elde edilmiştir.

Ayrıca, kanola üretimindeki enerji girdileri, doğrudan ve dolaylı enerji girdileri olarak iki grupta incelenmiştir. Kanola üretimi için tüketilen insan işgücü enerjisi ve yakıt ve yağ enerjileri doğrudan enerji girdisi olarak değerlendirilmiştir.

Kanola üretiminde kullanılan tarım alet ve makineleri, kimyasal gübre, kimyasal ilaç ve tohumluk üretimi için tüketilen enerjiler, dolaylı enerji girdisi olarak dikkate alınmıştır.

Enerji Çıktılarının Hesaplanması: Birim alan başına elde edilen enerji çıktısı aşağıdaki formülle elde edilmiştir (Öztürk, 2011).

$$TEÇ=(AÜV \times Eaü)+(YÜV \times Eyü) \quad (5)$$

Eşitlikte;

TEÇ = Toplam enerji çıktısı (MJ ha⁻¹),

AÜV = Ana ürün verimi (kg ha⁻¹),

YÜV = Yan ürün verimi (kg ha⁻¹),

Eaü = Ana ürünün enerji eşdeğeri (MJ kg⁻¹) ve

Eyü = Yan ürünün enerji eşdeğeridir (MJ kg⁻¹).

Çizelge 4. Enerji etkinliği göstergeleri*

Parametreler	Tanım
Enerji Oranı	Enerji Çıktısı / Enerji Girdisi
Özgül Enerji (MJ kg ⁻¹)	Toplam Enerji Girdisi / Hasat Edilen Toplam Ürün Miktarı
Enerji Üretkenliği (kg MJ ⁻¹)	Hasat Edilen Toplam Ürün Miktarı / Toplam Enerji Girdisi
Net Enerji Üretimi (MJ ha ⁻¹)	Toplam Enerji çıktısı – Toplam Enerji Girdisi

* Enerji etkinliğinin belirlenmesi için Çizelge 4'te verilen göstergelerden yararlanılmıştır (Eren, 2011)

Sonuçlar

Kanola üretiminde giren ve çıkan toplam enerji değerleri ve enerji etkinliği göstergeleri Çizelge 5'de gösterilmiştir. Çizelge 5 incelendiğinde birim alan başına 29.00 MJ ha⁻¹ insan enerjisi tüketilmiş, bu değer %0.51 ile en düşük girdiyi oluşturmuştur. Kanola üretiminde alet makine⁻¹ enerjisinde 1 ha alan için 1212.38 MJ enerji tüketilmiş, bu değer toplam enerji içerisinde %21.32 oranına karşılık gelmiştir. Tüm girdiler içerisinde yakıt-yag enerji girdisi 2976.02 MJ ha⁻¹ tüketilerek %52.34 oranı ile en yüksek sırada olmuştur. Gübre enerji girdisi 770.44 MJ ha⁻¹ ile %13.55 oranına karşılık gelmiştir. Kanola üretiminde ilaç enerji girdisi 538 MJ/ha değeri ile %9.46 oranına sahipken, tohum enerji girdisi 160.60 MJ ha⁻¹ değeri ile %2.82 oranına sahip olmuştur.

Çizelge 5'de görüldüğü gibi kanola üretiminden elde edilen toplam enerji girdisi 5686.44 MJ ha⁻¹, toplam enerji çıktısı 97370.00 MJ ha⁻¹, enerji oranı 17.12, özgül enerji 1.39 MJ kg⁻¹, enerji üretkenliği 0.72 kg MJ⁻¹ ve net enerji verimi 91683.56 MJ ha⁻¹ olarak gerçekleşmiştir.

Tartışma

Üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarının, hasat edilen toplam ürün miktarına oranı Özgül enerji olarak tanımlanır. Özgül enerji değeri, birim miktar (kg) ürün üretmek için tüketilen enerji miktarını (MJ) belirtir. Özgül enerji değerinin düşük olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir. Kırklareli koşullarında kanola üretiminde özgül enerji değeri 1.39 MJ kg⁻¹ saptanmıştır. Kanola üretiminde enerji oranı; Kırklareli koşullarında 17.12, Almanya koşullarında 29.80 Rathke ve Diepenbrock, (2006), Venturi ve Venturi 2003 yılında farklı Avrupa ülkelerinde farklı ürünlerde yapmış olduğu

çalışmada enerji oranlarını 3.80-44.60 arasında, Fore ve ark. (2011) Amerika'da yaptıkları çalışmada enerji oranını 14.48, Arıkan (2011) Adana'da yapmış olduğu çalışmada ise enerji oranını 8.92 olarak tespit etmişlerdir.

Enerji üretkenliği değeri, tüketilen birim miktar (MJ) enerji değerine karşılık üretilen ürün miktarını (kg) belirtir. Enerji üretkenliği değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir. Kırklareli koşullarında kanola üretiminde enerji üretkenliği, sadece birim üretim alanından (ha) alınan tohum miktarı dikkate alındığında 0.72 kg MJ⁻¹ olarak belirlenmiştir. Kırklareli koşullarında kanola üretiminde, 1 MJ enerji tüketimi karşılığında 0.72 kg kanola tohumu üretilmektedir. Kanola üretiminde bu değer; Arıkan (2011) tarafından Adana'da yapılan çalışmada 0.34 kg MJ⁻¹, Davoodi ve Houshyar (2009) tarafından İran koşullarında Fars ilinde yapılan çalışmada 0.12 kg MJ⁻¹, Mausavi-Avval ve ark. (2011) tarafından İran koşullarında Golestan ilinde yapmış oldukları çalışmada enerji üretkenliğinin 0.12 kg MJ⁻¹ olarak tespit etmişlerdir.

Üretim sonucunda kazanılan toplam enerji miktarı ile üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarı arasındaki fark net enerji verimi (MJ ha⁻¹) olarak tanımlanır. Kırklareli koşullarında Kanola üretiminde net enerji verimi, sadece birim üretim alanından (ha) alınan tohum miktarı dikkate alındığında 91683.56 MJ ha⁻¹, olarak belirlenmiştir. Kanola üretiminde net enerji verimi; Arıkan (2011) Adana'da yapılan çalışmada 60699.70 MJ ha⁻¹, Davoodi ve Houshyar (2009) tarafından İran koşullarında Fars ilinde yapılan çalışmada 58759.58 MJ/ha, Mausavi-Avval ve ark. (2011), İran koşullarında Golestan ilinde yapmış oldukları çalışmada 53798.46 MJ ha⁻¹ olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 5. Kanola üretiminde enerji kullanımı

Girdi	Hektar başına miktar	Toplam enerji girdisi (MJ/ha)	Toplam enerji girdisine oranı (%)
İnsan işgücü (h)	14.80	29.00	
Toprak hazırlama işlemleri	7.00	13.72	0.51
Ekim ve diğer işlemler	4.80	9.40	
Hasat	3.00	5.88	
Makine (h)	19.80	1212.38	
Traktör	9.40	249.59	21.32
Toprak hazırlama işlemleri	7.00	112.80	
Ekim ve diğer işlemler	2.40	190.40	
Hasat	1.00	659.58	
Yakıt + Yağ (L)	77.97	2976.02	
Toprak hazırlama işlemleri	53.30	2034.54	52.34
Ekim ve diğer işlemler	15.26	582.44	
Hasat	9.41	359.04	
Kimyasal gübreler (kg)	25.82	770.44	
Fosfor (P)	10.58	84.64	13.55
Azot (N)	15.24	685.80	
Kimyasallar (kg)	2.00	538.00	9.46
Tohum (kg)	5.50	160.60	2.82
Toplam enerji girdisi (MJ ha ⁻¹)		5686.44	100.00
Doğrudan enerji girdisi		3005.02	52.85
Dolaylı enerji girdisi		2681.42	47.15
Çıktı (kg ha ⁻¹)			
Verim	2900	76850	
Sap	1200	20520	
Toplam enerji çıktısı (MJ ha ⁻¹)		97370.00	
Enerji oranı		17.12	
Özgül enerji (MJ kg ⁻¹)		1.39	
Enerji üretkenliği (kg MJ ⁻¹)		0.72	
Net enerji verimi (MJ)		91683.56	

Hesaplamalar sonucunda, üretim girdileri içerisinde en yüksek payı yakıt-yağ enerjisinin aldığı, bunu sırasıyla makine, gübre, ilaç, tohum ve insan iş gücü enerjilerinin izlediği görülmektedir. Yakıt tüketiminin azaltılması için güç kaynağına uygun alet-makine kullanılmalıdır. Kırklareli'nde kanola tarımında enerji çıktı girdi⁻¹ oranı göz önüne alındığında verimli bir üretim yapıldığı söylenebilir.

Kaynaklar

Anonim, 2013. Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, (www.kirklareli.tarim.gov.tr).
Arıkan, M., 2011. Adana ilinde kolza üretiminde enerji kullanımı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

Baran, M. F., 2010. Kanolanın hasat mekanizasyonu ve hasat kayıplarının saptanması üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Bohemel, C., Lewandowski, I., Claupein, W., 2008. Comparin annual and Perennial energy cropping system with different management intensities. *Agr Syst* 96: 224-236.

Çebi, U., Tok, H. H., 2009. Trakya'da ayçiçeği yetiştiriciliğinde yoğun olarak kullanılan trifluralin'in yeraltı su kaynaklarında yarattığı kirlilik sorunlarının tarla ve lizimetre koşullarında tespiti. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Tekirdağ.

- Davoodi, M. J. Ş., Housyar, E., 2009. Energy consumption of canola and sunflower production in Iran. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 6(4): 381-384. ISSN 1818-6769, IDOSI Publications.
- Ejilal, I. R., Asere, A. A., 2008. A comparative performance and emission analysis of blended groundnut oil and mineral oil based lubricants using a spark ignition engine. *Agricultural Engineering International: The CIGR E journal manuscript EE 07017*. Vol. X.
- Erdoğan, Y., 2009. Tarımsal üretimde enerji girdi çıktı analizlerinde kullanılacak internet tabanlı bir yazılımın geliştirilmesi. ÇÜ. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Eren, Ö., 2011. Çukurova Bölgesinde tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) moench) üretiminde yaşam döngüsü enerji ve çevresel etki analizi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı Doktora Tezi.
- Ferrago, D. O., 2003. Energy Cost/Use in Pesticide Production. *Encyclopedia of Pest Management*.
- Fore, Seth, R., Porter, P., Lazarus, W., 2011. Net energy balance of small-scale on farm biodisel production from canola and soybean, *Biomass and Energy*, ScienceDirect 35, 2234-2244, www.elsevier.com/locate/biombioe. USA.
- Gözübüyük, Z., Çelik, A., Öztürk, İ., Demir, O., Adıgüzel, M., C., 2012. Buğday üretiminde farklı toprak işleme- ekim sistemlerinin enerji kullanım etkinliği yönünden karşılaştırılması. *Tarım Makineleri Bilimi Dergisi*, Cilt 8, Sayı 1.
- Karaağaç, H., A., Aykanat, S., Coşkun, M., A., Şimşek, M., 2012. Buğday tarımında farklı ekim tekniklerinin enerji bilançosu. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 5-7 Eylül 2012 Samsun.
- Keener, H. M., Roller, W. L., 1975. Energy production by field crops. Asea Paper No: 75-3021, St. Joseph, Michigan 49085.
- Mousavi-Avval, S., H., Rafiee, S., Jafari, A., and Mohammadi, A., 2011. Energy flow modeling and sensitivity analysis of inputs for canola production in iran. *Journal of Cleaner Production*,19(2011)-1464-1470, (www.elsevier.com/locate/biombioe, USA).
- Öztürk, H. H., 2011. Bitkisel üretimde enerji yönetimi. Hasad yayıncılık.
- Rathke, G. W., Diepenbrock, W., 2006. Energy balance of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cropping as related to nitrogen supply and preceding crop. *Europ. J. Agronomy* 24: 35-44.
- Ramirez, C. A., Worrell, E., 2006. Feeding fossil fuels to the soil an analysis of energy embedded and technological learning in the fertilizer industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 46: 75-93.
- Süzer, S., 2004. Ege Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi. Çiftçi broşürü: 54, Ekim.
- Süzer, S., 2008. Kanola (Kolza) Tarımı Hasad Yayıncılık ISBN 978-975-8377-61-9, İstanbul.
- Unakıtan, G., Hurma, H., Yılmaz, F., 2010. An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey. *Energy* (2010): 1-5.
- Venturi, P., Venturi, G., 2003. Analysis of energy comparison for crops in European agricultural systems. *Biomass and Bioenergy*, 25(3): 235-255.
- Yaldız, O., Öztürk, H. H., Zeren, Y., Başçetinçelik, A., 1990. Türkiye tarla bitkileri üretiminde enerji kullanımı. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 3(1-2), 51-62, Antalya.
- Yamane, T., 1967. *Elementary Sampling Theory*, Prentice Hall Englewood Cliffs, N. J., USA.