

## KETENCİK BİTKİSİNİN (*Camelina sativa* (L.) Crantz) YEM POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

Dr. Öğr. Üyesi Seyithan SEYDOŞOĞLU

Siirt Üniversitesi, seyithanseydosoglu@siirt.edu.tr (corresponding author)

Dr. Uğur SEVİLMİŞ

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, sevilmisugur@yahoo.com

Zir. Yük. Müh. Deniz SEVİLMİŞ

Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, deniz@hotmail.com

### ÖZET

Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz), tek yıllık yağlı tohumlu bir bitkidir. Marjinal alanlarda yetiştirmeye elverişli, düşük girdi gerektiren, yüksek yağ içeriğine (>%30) sahip olması ve insan tüketimine uygun olmaması nedeniyle ketenciği biyo-yakıtlar için çekici bir ürün haline dönüştürmektedir. Gıda amaçlı tarımsal üretimin sürdürülebilirliği için, biyoyakıt üretiminde kullanılan yağlı tohumlu bitkilerin insan gıdası harici kaynaklarından ve marjinal tarım alanlarından üretilmesi gerekmektedir. Bu özellikleri nedeniyle biyodizel üretimi için alternatif kaynak olarak son yıllarda popülerite kazanmaya başlamıştır. Ketencik tohumlarının yağ ekstraksiyonundan sonraki yan ürünleri, yaklaşık %45 protein, %13 lif ve %5 mineral içeriği ile, kolza tohumu küspesi ile benzer özellikler göstermektedir. Son yıllarda ketencik küspesi ile ilgili birçok yeni çalışma yapılmaya başlanmıştır. Bu derleme, ketenciğin hayvan beslemedeki potansiyel kullanım alanları üzerine yapılmış uluslararası çalışmaları incelemeyi amaçlamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Ketencik, *Camelina sativa*, küspe, hayvan besleme

### INVESTIGATION OF FEED POTENTIAL OF (*Comalina sativa* (L.) Crantz) CAMELINA PLANT

### ABSTRACT

Camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) is an annual oilseed crop. Due to its low input requirement, high oil content (> 30%) and suitability to marginal areas, its popularity is increasing as a biofuel product. For the sustainability of agricultural production, the oilseed plants used in the production of biofuels must be produced from non-food sources and marginal agricultural areas. Due to these features, it has gained popularity as an alternative source for biodiesel production in recent years. The by-products of the camelina seeds after oil extraction show similar characteristics to the rapeseed meal with about 45% protein, 13% fiber and 5% mineral content. In recent years, many new studies have started to be carried out on camelina meal. This review aims to analyze the international studies on the potential uses of camelina meal in animal feeding.

**Keywords:** Camelina, *Camelina sativa*, meal, animal feeding

## GİRİŞ

Ketencik bitkisi (*Camelina sativa* (L.) Crantz.), ılıman iklimlerde iyi yetişen Brassicaceae familyasına ait tek yıllık geniş yapraklı yağlı tohumlu bir bitkidir. Ketencik bitkisinin birçok avantajları mevcut olup, düşük tarımsal girdi gereksinimi, soğuğa karşı toleransı, kısa büyüme mevsimi gereksinimi (85-100 gün), mevcut tarımsal ekipmanlarıyla uyumluluğu, yarı kurak bölgelerde, kıraç ve tuzlu topraklarda iyi yetişme özelliğine sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı yağlı tohumlar içerisinde sıra dışıdır (Sawyer, 2008).

Ketencik bitkisinin tohumunda %43'e varan seviyelerde yağ içerir. Aynı zamanda bitkide tokoferol grubundan antioksidanlar içerdiğinden, bitkinin yağı 6 ay kadar raf ömrüne sahiptir. 1 kg ketencik yağında 17-18 mg E vitamini mevcuttur. Ayrıca, herhangi bir yabancı aroma karıştırmadan, kendine özgü ve hoş bir tada sahiptir (Abramovic ve ark., 2007).

Yağ ekstraksiyonundan elde edilen yan ürün olan ketencik küspesinde yaklaşık %45 protein, %13 lif ve %5 mineral bulunmaktadır. Bu özelliğinden dolayı kolza tohumu küspesi ile benzer özelliktedir (Acamovic ve ark., 1999). Ketencik yağı, mekanik presleme, yağlı tohumlardan çözücü ekstraksiyonu veya bu işlemlerin kombinasyonu ile elde edilebilir (Giampietro ve ark., 1997). Ketencik yağı temel olarak, ısı veya kimyasal madde uygulanmadan, mekanik prosedürlerle, soğuk presleme yoluyla elde edilmektedir ki bu, Codex Alimentarius'a uygundur (Codex, 2005). Bu tür yağlar kimyasal olarak rafine edilmemekte ve sadece su ile yıkayarak, santrifüjleme, filtreleme veya çökeltilme yoluyla saflaştırılabilmektedirler (Hrastar ve ark., 2012; Codex, 2005). *Camelina sativa*'da, mekanik presleme, farklı şekillerde gerçekleştirilebilen, tohumların işlenmesinde ana yöntemdir. Bir diğer yöntem ise, ketencik tohumlarını mekanik baskıda kavrulmuş macun olarak preslemedir (Rode, 2002). Bu yöntemde, tohumlar, karışıma hamurlu bir görünüm verecek şekilde eşit miktarda su ile karıştırılmaktadır. Daha sonra macun 60 - 90 °C'de kavrulur. Kavurma işleminden sonra, karışım kumsu hale gelir. Daha sonra, kavrulmuş macun mekanik bir presle sıkılır ve yağı çıkarılır. Son olarak, yağ berraklaştırmak için süzülür (Rode, 2002). Ketencik tohumlarından yağ, su eklenmeden bir expellerpress ile çıkarılabilmektedir. Tohumları temizledikten sonra, doğrudan bir expeller presiyle preslenmektedirler. Expeller-press içinde üretilen basınç ve ısı, yağlı tohumlardan kolayca çıkarmaktadır. Bu işlemlerin ikisi de, ketencik yağı ve yağlı tohum keki üretmektedir. Son olarak, yağlı tohum keki, hayvan yemi amaçlı küspe yapmak için öğütülmektedir (Rajapakse, 2015). Ketencik yağı, soğuk presleme ve çözücü ekstraksiyonu dışında süper kritik CO<sub>2</sub> ekstraksiyonu gibi yöntemle detohumlardan ekstrakte edilebilmektedir (Moslavac ve ark., 2014).

Ketencik tohumlarının yağı çözücü olarak çıkarıldığında, Mustakas ve ark., (1981) tarafından tarif edildiği şekilde işlenebilmektedir. Ryhanen ve ark., (2007) ketencik expeller kekinde kuru madde bazında % 35.6 ham protein içerdiğini bildirmiştir. Ketencik tohumlarından yağ mekanik yollarla çıkarıldığında, küspede önemli miktarda yağ kalmaktadır. Pekel ve ark., (2009) kalıntı yağ içeriğini %13.6 civarında bulduklarını belirtmişlerdir. Ryhanen ve ark., (2007) ve Almeida ve ark., (2013), artık yağ içeriğini sırasıyla %17 ve %11 bulduklarını bildirmişlerdir. Ketencik yağı önemli bir omega-3 yağ asidi kaynağıdır (Leonard, 1998). Tohumları β-glukanlar içermemektedir (Budin ve ark., 1995). Yüksek erusik asit varlığı (%2.3 ila 4.5), ketencik yağının insan gıdası olarak tüketimini güvensiz hale getirmektedir (Zubr ve Matthäus, 2002; Pavlista ve ark., 2012). Ketencik yağı ayrıca, yüksek seviyelerde γ-tokoferol (E vitamini) içermektedir (Zubr ve Matthäus, 2002). Yağındaki erusik asit (22:3, n-9) içeriği ise yaklaşık %3'tür (Zubr, 1997; Zubr ve Matthäus, 2002). Doymamış yağ asitleri, yağın yaklaşık %90'ını oluşturmaktadır ve toplam yağ asitlerinin % 50'si çoklu-doymamış-linoleik asit (18:2, n-6) ve α-linoleik asit (18:3, n) olmaktadır. Çalışmalar, ketencikteki linolenik asit içeriğinin kanola, soya ve zeytinyağından yaklaşık 2-4 kat daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (Crowley ve Fröhlich, 1998; Karvonen ve ark., 2002). Soğuk preslenmiş yağdaki yağ asitlerinin % 50'sinden fazlası çoklu doymamış yağ asidi içeriğindedir (Budin ve ark., 1995; Abramovic ve ark., 2007)

**Çizelge 1.** Bazı Önemli Yağlı Tohumlu Bitkilerin Yağ Asidi Kompozisyonları (yağda %)

Yağ asidi	Ketencik	Kanola	Soya	Ayçiçeği	Keten
Palmitic (16:0)	7.8	6.2	10.4	6.1	5.1
Stearic (18:0)	3.0	0	4.0	3.8	4.6
Oleic (18:1)	16.8	61.3	27.2	17.4	24.3
Linoleic (18:2)	23.1	21.6	45.5	69.3	16.3
Linolenic (18:3)	31.2	6.6	7.2	0	45.1
Arachidic (20:0)	0	0	0	0	0
Eicosenoic (20:1)	12.0	0	0	0	0
Erucic (22:1)	2.8	0	0	0	0.9
Diğerleri	3.4	4.4	5.8	3.5	3.8

Kaynak: Putnam ve ark., (1993)

Küspesi % 5-10 artık yağ (oldukça yüksek seviyede omega 3 yağ asitleri içerir), yüksek kalitede protein ve bazı potansiyel fonksiyonel fitokimyasallar içermektedir. *C. sativa*, tohumlarında üç glukozinolatı önemli düzeyde biriktirmektedir: glukoarabin (9- (metilsülfinil) nonylglucosinolate-GS9), glukokamelinin (10-(metilsülfinil) desilglukosinolat - GS10) ve 11- (metilsülfinil) undekilglukosinolat (GS11) (eteksikiller) ve (Daxenbichler ve ark., 1991; Lange ve ark., 1995; Schuster ve Friedt, 1998; Vaughn ve Berhow, 2005). Ketencik glukozinolatları potansiyel olarak insan diyetinde potansiyel olarak anti-kanser besleyicidir (Berhow ve ark., 2013). Tohumdan yağ ekstraksiyonu sonucu elde edilen ketencik küspesi, yüksek ham protein (%35-40), brüt enerji (4688 kcal kg<sup>-1</sup>) ve a-linolenik asit (18:3 n-3) (%30) içerdiği için hayvan beslemede değerlendirilebilmektedir (Aziza ve ark., 2010). Küspesi ayrıca antioksidan bileşikler ve tokoferoller bakımından da zengindir (Matthäus 2002). Glukosinolatlar, tiroid ve karaciğer fonksiyonunu etkileyebilmektedir (Tripathi ve Mishra, 2007). Bununla birlikte, ketencik küspesindeki glukozinolatlar (22 µmol g<sup>-1</sup>), kolza tohumu küspesinden (118 µmol g<sup>-1</sup>) daha düşük miktarlardadır (De Lange ve ark., 2000). Tohum küspesinin glukozinolat içeriği (13-36 µmol g<sup>-1</sup> kuru tohum) diğer hardalgiillere göre oldukça düşüktür (Schuster ve Friedt, 1998). Küspesi dengeli bir amino asit içeriğine sahiptir (Zubr, 1997; 2003) (Çizelge 2).

Bu özellikleri onu kümes hayvanları ve ruminantlar için potansiyel olarak değerli bir yem haline getirmektedir (Putnam ve ark., 1993; Zubr, 1997; Schuster ve Friedt, 1998). Küspesi yüksek seviyelerde omega-3 yağ asitleri (>% 35), E vitamini, ham protein (>% 45) ve lif (10-11) içerdiğinden çok besleyicidir (Meadus ve ark., 2014).

Ketencikten elde edilen yem, orta ila yüksek miktarlarda erusik asit (%2.4-5) (Zubr ve Matthus, 2002; Pavlista ve ark., 2012), sinapin (2-4 mg kg<sup>-1</sup>) ve glukosinolatlar (19-25 mmol kg<sup>-1</sup>) içermektedir ki bunlar besleme özelliklerini azaltıcı bileşiklerdendir (Colombini ve ark., 2014; Russo ve Reggiani, 2012). Morris (1980), yemindeki yüksek erusik asidin, deney hayvanlarının kalp kaslarında yağ birikmesine ve miyokard lezyonlarına neden olduğunu gözlemlemiştir.

**Çizelge 2.** Bazı Önemli Yağlı Tohumlu Bitkilerin Amino Asit Kompozisyonları (%)

Amino asit	Ketencik	Kolza	Soya	Keten
Alanine	4.6	4.0	4.8	5.5
Arginine	8.2	6.7	7.5	11.1
Aspartik Asit	8.7	6.6	12.7	12.4
Cystine	2.1	3.0	1.3	4.3
Glutamik Asit	16.4	18.1	19.0	26.4
Glycine	5.4	4.7	4.5	7.1
Histidine	2.6	3.1	3.2	3.1
İsoleucine	4.0	4.1	3.1	5.0
Leucine	6.6	6.3	7.3	7.1
Lysine	5.0	6.5	6.1	4.3
Methionine	1.7	1.7	1.3	2.5
Fenilalanin	4.2	3.5	5.0	5.3
Proline	5.1	6.0	6.0	5.5
Serine	5.0	4.0	5.6	5.9
Threonine	4.3	4.5	4.2	5.1
Trypophan	1.2	0	1.3	1.7
Tyrosine	3.0	2.4	3.9	3.1
Valine	5.4	6.0	3.2	5.6

Kaynak: Zubr (2003).

Küspesindeki glukosinolatlar, gastro-intestinal mukozanın tahriş olmasının yanı sıra, hayvancılıkta lokal nekrozu takip eden büyüme ve doğurganlığın bozulmasına neden olmuştur (Russo ve Reggiani, 2012). Glukosinolatlar, ketenciğin ticarileşmesinde olası kısıtlayıcı faktörlerden biridir. Ketenciğin glukosinolat içeriği yaklaşık  $24 \mu\text{mol g}^{-1}$  olup, farklı genotiplerde 13.2 ila  $36.2 \mu\text{mol g}^{-1}$  kuru tohum arasında değişmektedir (Schuster ve Friedt, 1998). Bununla birlikte, ketencik tohumu ve küspesi düşük glukosinolat içeriği nedeniyle doğrudan hayvan yemi olarak kullanılabilir (Imbrea ve ark., 2011).

Zubr (2010), yağı alınca geriye kalan keten küspesinin yaklaşık %10 artı yağ, %45 protein, %15'e kadar çözünmeyen lif, %10'a kadar çözünür karbonhidrat, %5 mineral, yaklaşık %0.2 nükleik asit ve %14 fitokimyasal bileşenlerin karışımından (çoğunlukla glukosinolatlar ve flavonoidlerden) oluştuğunu tespit etmiştir. Ketencik tohumlarında önemli miktarda iki alifatik glukosinolat biriktirmektedir: glukoarabin (9-(metilsülfinil) nonylglucosinolate; GSL 9) ve glukocamelinin (10-(metilsülfinil) desilglukosinolat; GSL 10). Ayrıca eser miktarda üçüncü bir alifatik glukosinolat olan

11 (metilsülfinil) undecylglucosinolate (GSL 11) de mevcuttur (Vaughn ve Berhow, 2005). Olgun ketencik tohumu, bol miktarda flavonol quercetin de içermektedir (Onyilagha ve ark., 2003). Ketencik tohumlarında ortalama 2.2 mg g<sup>-1</sup> tanen, 19 mg g<sup>-1</sup> fitik asit ve 2 mg g<sup>-1</sup> sinapın tespit edilmiştir (Matthas, 1997). Kolza küspesine kıyasla ketencik küspesinde ölçülen sinapın (1.7-4.2 mg g<sup>-1</sup>'ye karşı 7 mg g<sup>-1</sup>) ve yoğunlaştırılmış tanen (1.0-2.4 mg g<sup>-1</sup>'ye göre 3.84 mg g<sup>-1</sup>) içeriği daha düşüktür, ancak fitik asit daha yüksektir (% 21.9-30.1 ve 17.4 mg g<sup>-1</sup>) (Matthaus ve Zubr, 2000). Tohumları %6.7 müsilaj içermektedir (Zubr, 2010). Taninler proteinler, nişasta ve sindirim enzimleriyle daha az sindirilebilir kompleksler oluşturarak sindirimi azaltabilmektedir (Reed, 1995). Fitik asit (fitat) ise mineral kullanımını bozabilmektedir (Francis ve ark., 2001). Müsilaj, suda çözünürlüğü yüksek nişasta olmayan bir polisakarit türüdür (NSP) ve bir jel oluşturmaktadır (Mazza ve Biliaderis, 1989). Bu nedenle, müsilaj, gastrointestinal kanaldaki gıda geçiş hızını yavaşlatabilmektedir (Storebakken, 1985) ve sindirim enzimleriyle teması engellemektedir (Francis ve ark., 2001). Ketencik tohumu yüksek seviyede E Vitamini içermektedir (17.4 mg 100g<sup>-1</sup>tohum) ki bu düzey, kanola (9.27 mg 100g<sup>-1</sup>), keten (12.74 mg 100g<sup>-1</sup>), soya fasulyesi (10.99 mg 100g<sup>-1</sup>) ve ayçiçeği (13.29 mg 100g<sup>-1</sup>) ile karşılaştırıldığında daha yüksektir (Budin ve ark., 1995). E vitamini, ketencik yağının stabilitesi üzerinde olumlu etkilere sahiptir (Eidhin ve ark., 2003).

Ketenciğin küspesi, kanatlı diyetlerinde protein bakımından zengin bir kaynak olarak kullanılabilir (Zubr, 1997). Tavuk (*Gallus gallus domesticus*) yemi ile karıştırılan ketencik yağı, yumurtadaki n-3 (omega-3) içeriğini, keten yağı kullanıldığında sıkça gelen, tatsız bir lezzet oluşturmadan, arttırmıştır (Rokka ve ark. 2002). Finlandiya'da piliç tavuklarının yemlerine karıştırılan ketencik küspesinin ise yüksek glukozinat içeriği nedeniyle uygun olmadığı tespit edilmiştir. Yem alımını, yem dönüşüm oranını ve büyümeyi düşürdüğü belirtilmiştir. Bununla birlikte, ketencik küspesinin broiler tavukların beslenmesinde kullanılmasının, insan beslenmesinde yararlı olan n-3 yağ asidi içeriğini iyileştirdiğini ve etin duyu kalitesi üzerinde olumsuz bir etki buldurmadığını gözlemlemiştir (Ryhanen ve ark., 2007). Glukosinolatların kendisinin hayvanlar için toksik olmadığı, fakat bunların parçalanmasıyla ortaya çıkan enzimatik metabolik ürünlerin hayvanlarda toksik etkileri olduğu gösterilmiştir (Schuster ve Friedt, 1998). Diğer Brassica türleriyle karşılaştırıldığında, ketenciğin glukosinolat içeriği nispeten düşüktür (Ryhanen ve ark., 2007; Antonious ve ark., 2009). *C. Sativa* küspesinin, soya fasulyesi küspesi ile benzer özelliklere sahip olduğu ve yem karışımında %15 w/w oranında kullanıldığında, yumurta veya etin organoleptik kalitesi üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığı gösterilmiştir (Zubr, 1997). Bununla birlikte, küspesi yem karışımlarına %15'den fazla eklendiğinde, yumurta aroması üzerinde olumsuz bir etkisi olmaktadır (Zubr, 1993). Kamelina küspesinin broiler kuşlarının büyüme performansına etkisi, çelişkili sonuçlar göstermektedir. Aziza ve ark., (2010) broiler tavuklarına yüzde 2.5 - 5 ve 10 oranında ketencik küspesi vermiş ve mısır-soya temelli kontrole kıyasla 42 günlük vücut ağırlığı artışı, karkas ağırlığı veya yem etkinliği (kazanç: ağırlık) arasında bir fark olmadığını bildirmiştir. Bununla birlikte, Pekel ve ark. (2009), piliç tavuklarında yüzde 10'luk ketencik küspesi beslemenin 15 ila 37 gün arasında büyümeyi bozduğunu, başlangıç aşamasında yem alımını azalttığını, yem etkinliğini azalttığını ve nihai vücut ağırlığını yüzde 7-10 düşürdüğünü bildirmiştir. Diyete yüzde 5 oranında ketencik küspesi katılması hindilerin büyümesini ise azaltmamıştır fakat %5 üzeri seviyeler dikkatli kullanılmalıdır (Frame ve ark., 2007). Hindi diyetlerindeki diğer bitkisel yağlar, ketencik yağı ile ikame edilebilmektedir (Frame ve ark., 2007). ABD Gıda ve İlaç İdaresi, sığır ve broiler tavukları için toplam rasyon ağırlığının % 10'una kadar *C. sativa* küspesi kullanımını onaylamıştır (Davis, 2010). Avrupa Gıda Güvenliği Kurumu, toplam glukozinolat içeriğinin, monogastrik hayvanlar için kg yem başına 1-1.5 mmol ile sınırlandırmakta ve genç hayvanlar için yemdeki konsantrasyonların daha da düşük olmasını önermektedir (Directive 2008/76/CE) (European Commission, 2008).

Ketencik kekinin, koyun sütündeki doymamış yağ asitlerini arttırdığı gösterilmiştir (Szumacher-Strabel ve ark., 2011). Ketencik tohumu ve küspesi, süt ineklerinin (*Bos primigenius*) diyetlerinde kullanıldığında, süt yağını azalttığı ve daha yumuşak hale getirdiği görülmüştür (Hurtaud ve Peyraud,

2007). Steppa ve ark., (2017), süt koyunlarına uygulanan ketencik kekinin kandaki yağ asidi içeriğini ve hormonların ve biyokimyasal parametrelerin konsantrasyonunu değiştirdiğini bildirmiştir.

Moriel ve ark., (2011), ketencik unu ile besledikleri düvelerde serum tiroksin,  $\beta$ -hidroksibutirat, glukoz veya insülin konsantrasyonlarının etkilenmediğini, triyodotironin serum konsantrasyonları daha yüksek bulduklarını bildirmişlerdir. Sonuçta ketencik yan ürünlerinin, gelişen sığır düvelerinin diyetlerdeki geleneksel mısır-soya fasulyesi besin takviyelerinin yerini alabileceği sonucuna varmışlardır. Cappelozza ve ark., (2012), düvelere ketencik takviyesinin, kuru madde alımını (DMI) azalttığını, tiroid bezi fonksiyonunu değiştirmedeğini ve nöroendokrin stres reaksiyonu ile ortaya çıkan akut faz protein reaksiyonunu azalttığını bildirmiştir. Ruminant türleri, glukosinolatlara monogastriklerden daha toleranslı oldukları, ancak uzun süreli, yüksek glukozinolat beslemelerinin biyolojik olarak aktif ürünlerin seviyelerini arttırdığı ve sığır eti sığırlarında T4'ü baskıladığı gösterilmiştir (Vincent ve ark., 1988). Uzun süreli, yüksek glukozinolat beslemelerinin süt ineklerinde ise yem alımını, süt üretimini ve üreme performansını azalttığı görülmüştür (Laarveld ve ark., 1981; Ahlin, 1994).

Peiretti ve ark. (2007), diyetle farklı miktarlarda ketencik tohumu ilavesinin tavşanların (*Oryctolagus cuniculus*) büyüme performansına, bazı karkas özelliklerine ve et ve yağ asidi profiline etkilerini incelemişlerdir. Tavşanların, diyetin % 15'ine kadar olan seviyelerde ketencik tohumu ile beslenebileceklerini ve bunun büyüme performansını ve karkas özelliklerine etki etmediğini bulduklarını belirtmişlerdir. Diyetle % 15'e varan seviyede ketencik tohumu içeriği, tavşanların büyümesini ve karkas kompozisyonunu etkilememiştir (Peiretti ve ark., 2007).

*Camelina sativa*, balık yemi kritik bileşenleri olan  $\omega$ 3 çoklu doymamış yağ asitleri ve protein açısından zengindir. Bu nedenle su ürünleri yetiştiriciliğinde balık temelli yemlere ucuz ve sürdürülebilir bir katkı olarak kullanılabilir (Tuziak ve ark., 2014). Balık unu ile karşılaştırıldığında, ketencik küspesi dokuz tanesi esansiyel olan 18 amino asit içeriği ve sadece metiyonin ve lisin takviyesi gerektirmesi nedeniyle yeterli durumdadır (Cherian, 2012). Yüksek yağ kalıntısı içeren ketencik küspesi, gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin diyetlerine %20 oranında katıldığında büyümeyi baskılamamıştır (Buller3well ve Anderson, 2012). Gökkuşağı alabalığı karkas kompozisyonu, % 16 oranında, yüksek yağ kalıntısı içeren ketencik küspesi ile beslendiğinde, kontrole kıyasla değişmemiştir (Pan ve ark., 2011).

## SONUÇ

Tohumlarında yüksek miktarda yağ barındıran ketencik, gıda ürünleri ile rekabet etmeden ve düşük girdi gereksinimiyle, marjinal alanlarda biyodizel üretimi için kullanıma çok uygun bir türdür. Keza son yıllarda bu amaçla gerek araştırma gerekse de ticari girişimler hızla artmaktadır ve önemli bir potansiyel söz konusudur. Yağı alındıktan sonra geriye kalan ketencik küspesi, gerek içerdiği kalıntı yağda bulunan önemli yağ asitleri, gerekse de zengin amino asit içeriği ve diğer besleyici içerikler sayesinde önemli bir yem kaynağı olma potansiyeline sahiptir. Fakat içerdiği glukozinolatlar bu ürünün yem olarak kullanımını kısıtlamaktadır. Bununla birlikte sığır ve tavuklarda rasyona düşük miktarlarda girmesi uygun görünmektedir. Zira ABD Gıda ve İlaç İdaresi, sığır ve broiler tavukları için toplam rasyon ağırlığının %10'una kadar *C. sativa* küspesi kullanımını onaylamıştır. Avrupa Gıda Güvenliği Kurumu, toplam glukozinolat içeriğinin, monogastrik hayvanlar için kg yem başına 1-1.5 mmol ile sınırlandırmakta ve genç hayvanlar için yemdeki konsantrasyonların daha da düşük olmasını önermektedir. Ketencik küspesi veya ununun hayvan diyetlerinde kullanımını daha fazla artırmak için düşük glukozinolat içerikli çeşitlerin geliştirilmesi gereklidir.

**KAYNAKLAR**

- Abramovic H, Butinar B, Nikolič V, 2007. Changes Occurring In Phenolic Content, Tocopherol Composition And Oxidative Stability Of Camelina Sativa Oil During Storage. *Food Chemistry*, 104 (3): 903-909.
- Acamovic T, Gilbert C, Lamb K, Walker K.C, 1999. Nutritive Value Of Camelina Sativa Meal For Poultry. *British Poultry Science*, 40(S1): 27-27.
- Ahlin K.A, Emanuelson M, Wiktorsson H, 1994. Rapeseed Products From Double-Low Cultivars As Feed For Dairy Cows: Effects Of Long-Term Feeding On Thyroid Function, Fertility And Animal Health. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 35(1): 37-53.
- Almeida F.N, Htoo J.K, Thomson J, Stein, H.H, 2013. Amino Acid Digestibility In Camelina Products Fed To Growing Pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 93(3):335-343.
- Antonious G.F, Bomford M, Vincelli P, 2009. Screening Brassica Species For Glucosinolate Content. *Journal Of Environmental Science And Health Part B*, 44(3): 311-316.
- Aziza A.E, Quezada N, Cherian G, 2010. Feeding Camelina Sativa Meal To Meat-Type Chickens: Effect On Production Performance And Tissue Fatty Acid Composition. *Journal of Applied Poultry Research*, 19(2): 157-168.
- Berhow M.A, Polat U, Glinski J.A, Glensk M, Vaughn S.F, Isbell T, Gardner C, 2013. Optimized Analysis And Quantification Of Glucosinolates From Camelina Sativa Seeds By Reverse-Phase Liquid Chromatography. *Industrial Crops and Products*, 43: 119-125.
- Budin J.T, Breene W.M, Putnam D.H, 1995. Some Compositional Properties Of Camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) Seeds And Oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 72(3): 309-315.
- Bullerwell C, Anderson D.M, 2012. Performance Of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fed Camelina Sativa Seeds And High Oil Residue Meal. In *Proc. Aquaculture Association of Canada Annual Conference, Charlottetown, PEI. pp (Vol. 137)*.
- Cappellozza B.I, Cooke R.F, Bohnert D.W, Cherian G, Carroll J.A, 2012. Effects Of Camelina Meal Supplementation On Ruminant Forage Degradability, Performance, And Physiological Responses Of Beef Cattle. *Journal of Animal Science*, 90(11): 4042-4054.
- Cherian G, 2012. Camelina sativa In Poultry Diets: Opportunities And Challenges. *Biofuel Co-Products As Livestock Feed: Opportunities and Challenges*. Rome: FAO: 303-310.
- CODEX S, 2005. STAN 210-1999. Codex standard for named vegetable oil. *Codex Alimentarius*.
- Colombini S, Broderick G.A, Galasso I, Martinelli T, Rapetti L, Russo R, Reggiani R, 2014. Evaluation of Camelina sativa (L.) Crantz Meal As An Alternative Protein Source In Ruminant Rations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(4): 736-743.
- Crowley J.G, Fröhlich A, 1998. Factors affecting the composition and use of camelina. *Teagasc*.
- Davis P.B, 2010. The Invasion Potential And Competitive Ability Of Camelina sativa (L.) Crantz (camelina) In Rangeland Ecosystems (Doctoral dissertation, Montana State University-Bozeman, College of Agriculture).
- Daxenbichler M.E, Spencer G.F, Carlson D.G, Rose G.B, Brinker A.M, Powell R.G, 1991. Glucosinolate Composition Of Seeds From 297 Species Of Wild Plants. *Phytochemistry*, 30(8): 2623-2638.
- De Lange C.F.M, Nyachoti C.M, Verstegen M.W.A, 2000. The significance Of Antinutritional Factors In Feedstuffs For Monogastric Animals. *Feed Evaluation: Principles And Practice*, 169-188.

- Eidhin D.N, Burke J, O'beirne D. 2003. Oxidative Stability Of  $\Omega$ 3-Rich Camelina Oil And Camelina Oil-Based Spread Compared With Plant And Fish Oils And Sunflower Spread. *Journal of Food Science*, 68(1): 345-353.
- European Commission. 2008. Directive 2008/76/ CE 2008. Available from: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:198:0037:01:IT:HTML>
- Frame D.D, Palmer M, Peterson B, 2007. Use Of Camelina Sativa In The Diets Of Young Turkeys. *Journal Of Applied Poultry Research*, 16(3): 381-386.
- Francis G, Makkar H.P, Becker K, 2001. Antinutritional Factors Present In Plant-Derived Alternate Fish Feed Ingredients And Their Effects In Fish. *Aquaculture*, 199(3-4): 197-227.
- Giampietro M, Ulgiati S, Pimentel D, 1997. Feasibility Of Large-Scale Biofuel Production. *Bioscience*, 47(9): 587-600.
- Hrastar R, Abramovič H, Košir I.J, 2012. In Situ Quality Evaluation Of Camelina Sativa Landrace. *European Journal Of Lipid Science And Technology*, 114(3): 343-351.
- Hurtaud C, Peyraud J.L, 2007. Effects Of Feeding Camelina (Seeds Or Meal) On Milk Fatty Acid Composition And Butter Spreadability. *Journal of Dairy Science*, 90(11): 5134-5145.
- Imbrea F, Jurcoane S, Halmajan H.V, Duda M, Botos L, 2011. Camelina Sativa: A New Source Of Vegetal Oils. *Romanian Biotechnological Letters*, 16(3): 6263-6270.
- Karvonen H.M, Aro A, Tapola N.S, Salminen I, Uusitupa M.I, Sarkkinen E.S, 2002. Effect Of [Alpha]-Linolenic Acid Rich Camelina Sativa Oil On Serum Fatty Acid Composition And Serum Lipids In Hypercholesterolemic Subjects. *Metabolism-Clinical and Experimental*, 51(10): 1253-1260.
- Laarveld B, Christensen D, Brockman R, 1981. The Goitrogenic Potential Of Tower And Midas Rapeseed Meal In Dairy Cows Determined By Thyrotropin-Releasing Hormone Test. *Canadian Journal of Animal Science*, 61(1): 141-149.
- Lange R, Schumann W, Petrzika M, Busch H, Marquard R, 1995. Glucosinolates in linseed dodder. *Fett Wissenschaft Technologie-Fat Science Technology*, 97(4): 146-152.
- Leonard E.C, 1998. Specialty Oils: The Hume Company Provides Information About Camelina Sativa, A Potential Commercial Source Of A-Linolenic Acid. *Inform-Champaign-*, 9: 830-838.
- Matthas B, 1997. Antinutritive compounds in different oilseeds. *Lipid/Fett*, 99(5): 170-174.
- Matthäus B, 2002. Antioxidant Activity Of Extracts Obtained From Residues Of Different Oilseeds. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 50(12): 3444-3452.
- Matthaus B, Zubr J, 2000. Variability Of Specific Components In Camelina Sativa Oilseed Cakes. *Industrial Crops And Products*, 12(1): 9-18.
- Mazza G, Biliaderis C.G, 1989. Functional Properties Of Flax Seed Mucilage. *Journal Of Food Science*, 54(5): 1302-1305.
- Meadus W.J, Duff P, McDonald T, Caine W.R, 2014. Pigs Fed Camelina Meal Increase Hepatic Gene Expression Of Cytochrome 8b1, Aldehyde Dehydrogenase, And Thiosulfate Transferase. *Journal Of Animal Science And Biotechnology*, 5(1): 1.
- Moriel P, Nayigihugu V, Cappelozza B.I, Gonçalves E.P, Krall J.M, Foulke T, Hess B.W, 2011. Camelina Meal And Crude Glycerin As Feed Supplements For Developing Replacement Beef Heifers. *Journal Of Animal Science*, 89(12): 4314-4324.
- Morris E, 1980. Erucic Acid Again. *Food Cosmet Toxicol* 18(2): 197- 199.
- Moslavac T, Jokić S, Šubarić D, Aladić K, Vukoja J, Prce N, 2014. Pressing And Supercritical CO<sub>2</sub> Extraction Of Camelina Sativa Oil. *Industrial Crops And Products*, 54: 122-129.



- Mustakas G.C, Moulton K.J, Baker E.C, Kwolek W.F, 1981. Critical Processing Factors In Desolventizing-Toasting Soybean Meal For Feed. Journal Of The American Oil Chemists' Society, 58(3): 300-305.
- Onyilagha J, Bala A, Hallett R, Gruber M, Soroka J, Westcott N, 2003. Leaf Flavonoids Of The Cruciferous Species, Camelina Sativa, Crambe Spp., Thlaspi Arvense And Several Other Genera Of The Family Brassicaceae. Biochemical Systematics And Ecology, 31(11): 1309-1322.
- Pan X, Xie W, Caldwell C.D, Anderson, D.M, 2011. Growth Performance And Carcass Composition Of Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) Fed Practical Diets Containing Graded Levels Of High Fat Residue Camelina Meal. In Canadian Journal Of Animal Science 91(3): 484-494.
- Pavlista A.D, Baltensperger D.D, Isbell T.A, Hergert G.W, 2012. Comparative Growth Of Spring-Planted Canola, Brown Mustard And Camelina. Industrial Crops And Products, 36(1): 9-13.
- Peiretti P.G, Mussa P.P, Prola L, Meineri G, 2007. Use Of Different Levels Of False Flax (*Camelina sativa* L.) Seed In Diets For Fattening Rabbits. Livestock Science, 107(2-3): 192-198.
- Pekel A.Y, Patterson P.H, Hulet R.M, Acar N, Cravener T.L, Dowler D.B, Hunter J.M, 2009. Dietary Camelina Meal Versus Flaxseed With And Without Supplemental Copper For Broiler Chickens: Live Performance And Processing Yield. Poultry Science, 88(11): 2392-2398.
- Putnam D.H, Budin J.T, Field L.A, Breene W.M, 1993. Camelina: A Promising Low-Input Oilseed. New Crops. Wiley, New York, 314.
- Rajapakse B, 2015. Nutritive Evaluation Of Mechanically-Pressed Camelina (*Camelina sativa*), Carinata (*Brassica carinata*) and Soybean (*Glycine max*) Meals For Broiler Chickens.
- Reed J.D, 1995. Nutritional Toxicology Of Tannins And Related Polyphenols In Forage Legumes. Journal Of Animal Science, 73(5): 1516-1528.
- Rode J, 2002. Study Of Autochthon *Camelina sativa* (L.) Crantz In Slovenia. Journal of Herbs, spices and Medicinal Plants, 9(4): 313-318.
- Rokka T, Alén K, Valaja J, Ryhänen E.L, 2002. The Effect Of A Camelina Sativa Enriched Diet On The Composition And Sensory Quality Of Hen Eggs. Food Research International, 35(2-3): 253-256.
- Russo R, Reggiani R, 2012. Antinutritive Compounds In Twelve Camelina Sativa Genotypes. American Journal Of Plant Sciences, 3(10): 1408.
- Ryhanen E.L, Perttilä S, Tupasela T, Valaja J, Eriksson C, Larkka K, 2007. Effect Of Camelina Sativa Expeller Cake On Performance And Meat Quality Of Broilers. Journal Of The Science Of Food And Agriculture, 87(8): 1489-1494.
- Sawyer K, 2008. Is there room for camelina. Biodiesel Mag, 5(7): 83-87.
- Schuster A, Friedt W, 1998. Glucosinolate Content And Composition As Parameters Of Quality Of Camelina Seed. Industrial Crops And Products, 7(2-3): 297-302.
- Steppa R, Cieślak A, Szumacher-Strabel M, Bielińska-Nowak S, Bryszak M, Stanisiz M, Szkudelska K, 2017. Blood Serum Metabolic Profile And Fatty Acid Composition In Sheep Fed Concentrates With Camelina Sativa Cake And Distillers Dried Grains With Solubles. Small Ruminant Research, 156, 20-26.
- Storebakken T, 1985. Binders In Fish Feeds: I. Effect Of Alginate And Guar Gum On Growth, Digestibility, Feed Intake And Passage Through The Gastrointestinal Tract Of Rainbow Trout. Aquaculture, 47(1): 11-26.

- Szumacher-Strabel M, Cieślak A, Zmora P, Pers-Kamczyc E, Bielińska S, Stanisław M, Wójtowski J, 2011. Camelina Sativa Cake Improved Unsaturated Fatty Acids In Ewe's Milk. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 91(11): 2031-2037.
- Tripathi M.K, Mishra A.S, 2007. Glucosinolates In Animal Nutrition: A Review. *Animal Feed Science And Technology*, 132(1-2): 1-27.
- Tuziak S.M, Rise M.L, Volkoff H, 2014. An Investigation Of Appetite-Related Peptide Transcript Expression In Atlantic Cod (*Gadus Morhua*) Brain Following A Camelina Sativa Meal-Supplemented Feeding Trial. *Gene*, 550(2): 253-263.
- Vaughn S.F, Berhow M.A, 2005. Glucosinolate Hydrolysis Products From Various Plant Sources: Ph Effects, Isolation, And Purification. *Industrial Crops And Products*, 21(2): 193-202.
- Vincent I.C, Hill R, Williams H.L, 1988. Rapeseed Meal In The Diet Of Pubertal Heifers During Early Pregnancy. *Animal Science*, 47(1): 39-44.
- Zubr J, 1993. New Source Of Protein For Laying Hens. *Feed Compounder*, 13: 23-23.
- Zubr J 1997. Oil-Seed Crop: Camelina sativa. *Industrial Crops And Products*, 6(2): 113-119.
- Zubr J, 2003. Dietary Fatty Acids And Amino Acids Of Camelina Sativa Seed. *Journal Of Food Quality*, 26(6): 451-462.
- Zubr J, 2010. Carbohydrates, Vitamins And Minerals Of Camelina Sativa Seed. *Nutrition & Food Science*, 40(5): 523-531.
- Zubr J, Matthäus B, 2002. Effects Of Growth Conditions On Fatty Acids And Tocopherols In Camelina Sativa Oil. *Industrial Crops And Products*, 15(2): 155-162.