

***Brassica juncea*, *Brassica napus*, *Sinapis alba* ve *Camelina sativa*'nın YAĞ İÇERİĞİ VE YAĞ ASİTLERİ KOMPOZİSYONUNUN BELİRLENMESİ**

Betül GIDİK^{1*}, Fadul ÖNEMLİ²

¹Dr. Öğr. Üyesi, Bayburt Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Bayburt; ORCID: 0000-0002-3617-899X

²Prof. Dr., Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ; ORCID: 0000-0002-0609-3573

Geliş Tarihi / Received: 08.03.2019 Kabul Tarihi / Accepted: 21.10.2019

ÖZ

Bu çalışma Tekirdağ ili iklim koşullarında “Tesadüf Blokları Deneme Deseni” ne göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede yetiştirilen *Brassica juncea*, *Brassica napus*, *Sinapis alba* ve *Camelina sativa* türlerinin yağ oranları ve yağ asitleri kompozisyonları belirlenmiştir. En yüksek yağ oranı, arışidik asit içeriği ve oleik asit içeriği *B. napus* türüne ait Excalibur çeşidinde sırasıyla %42.34, %6.65 ve %62.1 oranlarında belirlenmiştir. Yabani bir tür olan *Brassica juncea* tohumlarının %32.86 oranında yağ ve %0.94 oranında miristik asit içeriğine sahip olduğu gözlemlenmiştir. En düşük yağ içeriğinin %26.46 ile *S. alba* tohumlarında bulunduğu tespit edilmiştir. *S. alba* aynı zamanda %37.89 oranı ile en fazla erusik asit içeriğine sahip tür olmuştur. Bu çalışmanın amacı, *Brassicaceae* familyasında yer alan kültüre alınmış *Brassica napus* ve *Camelina sativa* çeşitleri, ülkemizde köy popülasyonu olarak yetiştirilen *Sinapis alba* türü ve üretici tarlalarında yabancı ot olarak varlığı tespit edilen *Brassica juncea* türünün tarla koşullarında kültüre alınması ile elde edilen üründeki yağ içerikleri ve yağ asitleri kompozisyonlarını belirlemek ve türlerin aralarındaki farklılıklar ile benzerlikleri ortaya koymaktır. Ayrıca bu çalışmada ülkemiz doğal florasında da belirlenen ve çok özel iklim istekleri olamayan *Brassica juncea*'nın yağlı tohum potansiyeli de belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yağ bitkileri, erusik asit, miristik asit, oleik asit, yağ asitleri kompozisyonu, yağ içeriği

ABSTRACT

DETERMINATION OF OIL CONTENT AND FATTY ACID COMPOSITION OF *Brassica juncea*, *Brassica napus*, *Sinapis alba* and *Camelina sativa*

This study was carried out with four replications according to the randomized block design under the ecological conditions of Tekirdağ. The oil contents and fatty acids compositions of *Brassica juncea*, *Brassica napus*, *Sinapis alba* and *Camelina sativa* grown in the experiment field were determined. The highest oil, arichidic acid and oleic acid contents were determined as 4.34%, 6.65% and 62.21% in Excalibur, respectively. It was observed that *Brassica juncea* seeds, which is wild species, contain 32.86% oil and have a myristic acid content of 0.94%. The lowest oil content was determined as 26.46% and the highest erucic acid content as 37.89% was found in *S. alba* seeds. The aim of this study was to determine the similarities and differences between oil contents and fatty acid compositions of *Brassica juncea*, that is a wild species, and cultured species *Brassica napus*, *Sinapis alba* and *Camelina sativa*. It is also to determine the oil seed potential of *Brassica juncea*, which grows wild and cannot have very specific climate requirements.

Keywords: Fatty oil crops, erucic acid, myristic acid, oleic acid, fatty acid composition, oil content

GİRİŞ

Ülkemizin son yıllarda en önemli ihtiyaçları arasında ham yağ yer almaktadır. Bu ihtiyaç

yağlı tohumlu bitkilerin üretiminin artırılması ile giderilebilir. *Brassicaceae* (Turpgiller) familyasına ait taksonlar iklim ve toprak istekleri bakımından ülkemizde yabani ve

*Sorumlu yazar / Corresponding author: betulgidik@bayburt.edu.tr

kültür bitkisi olarak bulunmaktadır. Ayrıca yağlık türleri bulundurması bu familyanın önemini artırmaktadır.

Brassicaceae familyası Dünyada 321 cins ve 3650 tür ile temsil edilirken, Türkiye’de 85 cins ve 567 takson ile temsil edilmektedir. Ekonomik değeri yüksek birçok tür bu familyada yer almaktadır. Özellikle *Sinapis arvensis*, *Brassica juncea*, *Brassica napus* ve *Camelina sativa* gibi taksonlar önemli yağ bitkileri arasındadır [2]. *Brassica napus* iki diploit tür olan *Brassica oleraceae* ve *Brassica rapa*’nın çaprazlanması sonucu ortaya çıkan ekonomik değeri yüksek amfidiploid bir türdür. Özellikle oleik asit bakımından zengin olması ve %40-50 oranındaki yağ içeriği bitkiyi daha önemli hale getirmektedir [4]. Ülkemizin farklı iklim koşullarına sahip olduğu düşünüldüğünde yazlık ve kışlık çeşitlerinin bulunması ve vejetasyon süresinin diğer yağ bitkilerine göre daha kısa olması da bitkinin önemini artırmaktadır. Ayrıca yağ hammaddesi olarak kullanılmasının yanı sıra sabun ve boya sanayiinde, sentetik madde üretiminde ve biyodizel yapımında da kullanılmaktadır.

Sinapis alba (ak hardal) yaklaşık 30-60 cm boylarında sarı çiçekli ve tek yıllık bir bitkidir. Özellikle çeşni bitkisi olarak kullanımının yanı sıra biyolojik mücadelede de bazı zararlıları uzaklaştırmak amacı ile kullanılmaktadır. Ayrıca parlak sarı renkteki çiçekleri ile arıcılıkta önemli yer tutmaktadır. Bitkinin yağlı tohumlarındaki yaklaşık %50 oranına ulaşan erusik asit miktarı da alternatif enerji kaynağı olarak potansiyel olmasını sağlamıştır [22]. Özellikle ülkemizde aktarlarda tescil edilmemiş, köy popülasyonu olarak üretilmiş ürünler satılmaktadır.

Brassica juncea BBCC, $2n=36$ kromozom sayısına sahiptir. Yapılan bazı çalışmalar menşei Çin olduğu düşünülen iki *B. juncea* çeşidinin erusik asit içermediğini ve bunlardan gıda alanında kullanılabilir yağ üretiminin mümkün olduğunu tespit etmiştir [16]. Zorlu koşullarda yetiştirilebilme özelliği de bu hardal türünü tercih edilir hale getirmektedir. Özellikle iklim istekleri arasında sulak olmayan alanların da bulunması *Brassica juncea*’nın *Brassica napus*’a rakip olma konusunu ortaya koymaktadır. Düşük yağış alan bölgelerde de rahatlıkla yetiştirilebilen *B. juncea* her geçen gün daha fazla önem

kazanmaktadır. Ülkemizde İç Anadolu Bölgesi’nde üretici tarlalarında yabancı ot olarak varlığı tespit edilmiştir.

Camelina sativa (Ketencik) bitkisinin çok eski yıllardan beri tarımı yapıldığı bilinmektedir [7, 24]. Özellikle tohumlarındaki yağ alternatif yakıt üretiminde kullanılmaktadır. Tohumlarında yaklaşık olarak %31.15 oranında yağ bulunduğu ayrıca %12 oranında doymuş ve %77 doymamış yağ içerdiği belirlenmiştir [3, 15].

İnsanların beslenme şekilleri farklılıklar göstermesine rağmen karbonhidratlar, proteinler ve yağlar beslenmenin temelini oluşturmaktadır. Özellikler yağlar temel besin maddeleri arasında en fazla enerjiyi sağlamaktadır [18]. Yağ asitleri de katı ve sıvı yağların temelini oluşturmaktadır. Yağların fiziksel ve kimyasal özellikleri içeriğindeki yağ asitlerinin çeşitliliğine göre farklılık göstermektedir. Yağ asitleri kompozisyonu yağların kullanım alanlarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır [14]. Gliserol bütün yağ bitkilerinde aynı olmasına rağmen yağ asitleri her bitkide farklı kompozisyonlarda bulunmaktadır. Yağ bitkilerinin yağ asitleri kompozisyonları farklılıklar gösterebilir. Bu farklılığın temel sebepleri arasında ekolojik, genetik, morfolojik, fizyolojik ve çevresel bazı etkenlerin olabileceği belirtilmiştir [6].

Bu çalışmanın amacı, *Brassicaceae* familyasında yer alan gerek yemeklik ve gerekse biyodizel üretimi amacıyla potansiyel yağ üretimi için kültüre alınmış *Brassica napus* ve *Camelina sativa* çeşitleri ile yine aynı familyada yer alan bazı ülkelerde kültürü yapılan ancak ülkemizde tescilli olmayan *Sinapis alba* türüne ait bir popülasyon ve ülkemizin İç Anadolu Bölgesi’ndeki üretici tarlalarında yabancı ot olarak varlığı tespit edilen *Brassica juncea* türüne ait birer popülasyonun tarla koşullarında kültüre alınarak yetiştirilmesi ile elde edilecek tohumlarının yağ içerikleri ve yağ asitleri kompozisyonlarını belirlemek ve aralarındaki farklılıklar ile benzerlikleri ortaya koymaktır. Ayrıca bu çalışmada ülkemiz doğal florasında da belirlenen ve çok özel iklim istekleri olmayan *Brassica juncea*’nın yağlı tohum potansiyeli de belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Bitki Materyali

Bu çalışmada; *Brassicaceae* familyasına ait gerek yemeklik ve gerekse biyodizel üretimi için dünyada tarımsal üretime alınmış ve tohumlarında potansiyel yağ içeriğine sahip *Brassica napus*, *Camelina sativa*, *Brassica juncea* ve *Sinapis alba* türlerine ait genotipler materyal olarak kullanılmıştır. *Brassica napus* (Kanola) türü için ticari olarak piyasada satılan Excalibur ve Caravel çeşitleri, *Camelina sativa* (Ketencik) türü için Amerika Birleşik Devleti'ndeki Montano State Üniversitesi tarafından ıslah edilen ve North Dakota State Üniversitesinden temin ettiğimiz Blaine Creek çeşidi, *Sinapis alba* (Ak Hardal) türü için ülkemizde tescil edilmeyen ancak aktarlarda satılan bir köy popülasyonu, *Brassica juncea* türü için İç Anadolu Bölgemizde yabancı ot olarak varlığı tespit edilen üretici tarlasından alınan bir popülasyonuna ait tohumlar denemelerimizde genotip olarak yer almışlardır.

Deneme Alanı ve Uygulama

Araştırma denemeleri Tekirdağ ilinde Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Araştırma ve Deneme alanında (Şekil 1) 2013–2014 ve 2014–2015 yıllarını kapsayacak şekilde kışlık iki sezon olarak yürütülmüştür.

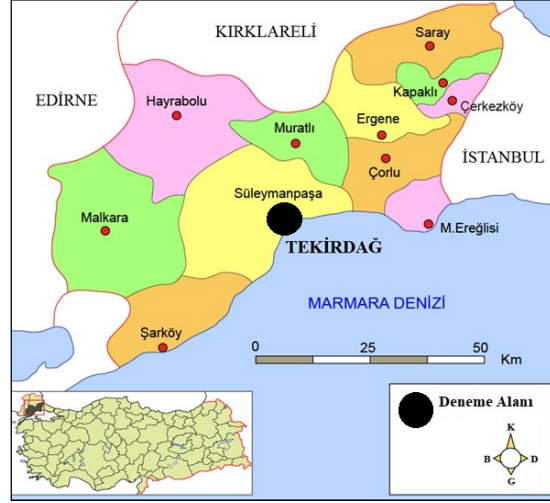
Deneme alanına ait toprak örneklerinden numune alınarak incelendiğinde; hafif alkali (pH: 7.7) ve organik madde miktarı bakımından oldukça fakir (%1.18) bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir.

Deneme alanına ait 2014–2015 yılları iklim verileri Çizelge 1'de ve uzun yıllara ait iklim verileri de Çizelge 2'de gösterilmektedir.

Ekim ayının ilk haftası toprak işlenerek parseller hazırlanmıştır (Şekil 2). Deneme alanı ekimleri 2013–2014 kışlık sezonu için 2 Ekim 2013 tarihinde ve 2014–2015 kışlık sezonu için 24 Ekim 2014 tarihinde yapılmıştır. Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulan denemede tohumlar 20 cm sıra arası mesafeye, dört metre uzunluğunda beşer sıradan oluşan alt parsellere ve dekara 250 g tohum olacak şekilde ekilmiştir.

Denemelerde herhangi bir gübre uygulaması, pestisit kullanımı ve sulama yapılmamıştır. Parsellerdeki yabancı ot mücadelesi için belirli aralıklarla çapalama yapılmıştır.

Olgunlaşma sürecini tamamlayan bitkiler Temmuz ayı içerisinde el ile hasat edilmişler ve tohumlar bitkilerden ayrılmışlardır.



Şekil 1. Tekirdağ İli Süleymanpaşa İlçesinde Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri araştırma ve deneme alanının harita üzerinde gösterilmesi

Figure 1. Map of Namık Kemal University Faculty of Agriculture Field Crops research and trial area in Süleymanpaşa District of Tekirdağ Province



Şekil 2. Deneme alanının hazırlanması ve parsellerde yetiştirilen bitkiler

Figure 2. Preparation of research area and plants grown in parcels

Çizelge 1. Tekirdağ ilinin 2014 ve 2015 yıllarına ait iklim verileri
Table 1. Climate data of Tekirdağ province for 2014 and 2015

Aylar	2014					2015				
	AOS (°C)	AMR (m/sn)	AOR (m/sn)	AON (%)	ATY (mm)	AOS (°C)	AMR (m/sn)	AOR (m/sn)	AON (%)	ATY (mm)
Ocak	8.0	12.6	2.3	90.4	44.0	5.8	21.2	3.0	82.0	49.5
Şubat	8.7	13.9	2.5	84.8	6.0	6.5	25.6	3.2	78.9	90.6
Mart	9.9	16.9	2.3	81.6	65.2	8.5	15.8	2.9	81.9	29.3
Nisan	13.4	13.2	2.4	83.3	41.2	11.4	15.0	2.8	74.3	60.1
Mayıs	17.5	12.7	2.3	80.4	65.2	18.5	13.5	2.5	74.8	7.5
Haziran	21.8	12.7	2.5	76.3	60.0	21.3	13.1	2.8	73.3	58.4
Temmuz	24.7	15.5	2.5	73.6	91.6	24.9	13.8	3.0	70.5	0.5
Ağustos	25.2	16.2	2.7	74.7	6.3	26.1	15.4	3.4	68.9	0.0
Eylül	20.6	17.3	2.6	77.9	92.2	22.7	12.1	2.8	77.2	34.9
Ekim	15.6	17.9	2.9	79.9	131.0	16.4	14.6	3.2	80.1	83.7
Kasım	11.2	14.4	2.3	85.2	21.7	13.8	19.7	2.9	80.8	48.5
Aralık	9.3	13.7	2.6	89.3	97.0	7.3	13.3	2.5	79.9	0.7

AOS: Aylık ortalama sıcaklık, AMR: Aylık maksimum rüzgâr hızı, AOR: Aylık ortalama rüzgâr hızı, AON: Aylık ortalama nem, ATY: Aylık toplam yağış
AOS: Monthly average temperature, AMR: Monthly maximum wind speed, AOR: Monthly average wind speed, AON: Monthly average humidity, ATY: Monthly total precipitation

Çizelge 2. Tekirdağ ili uzun yıllar (1950–2015) ortalamasına göre aylık iklim verileri
Table 2. Monthly climate data of Tekirdağ province for many years (1950–2015)

Tekirdağ/Merkez uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama değerler (1950–2015) Tekirdağ/Merkez average values in many years (1950–2015)												
İP BP	Ocak January	Şubat February	Mart March	Nisan April	Mayıs May	Haziran June	Temmuz July	Ağustos August	Eylül September	Ekim October	Kasım November	Aralık December
OS (°C)	5.6	7.0	10.9	16.2	22.1	28.1	31.9	31.3	26.8	20.1	12.7	7.5
OES (°C)	10.0	11.9	16.5	22.3	28.6	34.6	38.7	38.3	33.9	26.9	18.5	12.0
ODS (°C)	2.2	2.9	6.0	10.5	15.5	20.7	24.3	24.0	20.1	14.7	8.4	4.1
OGS (saat)	4.1	5.1	6.2	7.5	10.1	12.2	12.3	11.3	10.1	7.6	5.6	4.1
OYG	12.3	11.1	11.0	9.5	6.7	1.5	0.3	0.2	0.9	5.1	7.9	11.2
ATY (kg/m ²)	84.8	71.0	66.1	49.2	29.1	4.0	0.6	0.8	2.9	25.8	45.4	78.7

İP: İklimsel parametreler, OS: Ortalama sıcaklık, OES: Ortalama en yüksek sıcaklık, ODS: Ortalama en düşük sıcaklık, OGS: Ortalama güneşlenme süresi, OYG: Ortalama yağışlı gün sayısı, ATY: Aylık toplam yağış miktarı ortalaması
BP: Binary parameters, OS: Average temperature, OES: Average highest temperature, ODS: Average lowest temperature, OGS: Average sunlight time, OYG: Average rainy number of days, ATY: Average monthly total rainfall

Yağ İçeriği

Elde edilen tohumların yağ oranları (%) soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir.

Tohumlar ekstraksiyon bölgesine, çözücü ise solvent şişesinin içine eklenir. Çözücü, kaynama sıcaklığının üzerine çıkacak şekilde ısıtılır oluşan buharlar kondansatöre doğru hareket ederek yoğunlaşır ve tohumlara doğru damlar. Çözücü sifonun tepesine ulaştınca tohum bölmesini tamamen boşaltır ve çözücü şişesine damlamaya başlar. Bu işlemin birkaç kez tekrarlanması yeterli olur.

Her çeşide ait bitkiler ayrı ayrı hasat edildikten sonra tohumları ayrılmıştır ve nemin tamamen uzaklaşması için kurutularak ekstraksiyon işlemine hazırlanmıştır. Çözücü olarak 68.9°C'da kaynayan hekzan kullanılmıştır. Yağ oranının % olarak belirlenmesi için 250 mL çözücü ile ortalama 4 saat 60–70°C'da işleme devam edilmiştir [19].

Yağ asitleri içeriklerinin yüzde olarak belirlenmesi için ise gaz kromatografisi–kütle spektromu (GC–MS–FID) cihazı ve standart olarak da Fatty acids kit–EC10A (Sigma Aldrich, Amerika) kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Olgunlaşma süresini tamamlayan tohumlar hasat edilerek soxhlet ekstraksiyon yöntemi ile yağ oranları (%) belirlenmiştir. Türlerine ait yağ oranları Çizelge 3'de gösterilmektedir.

Brassicaceae familyasına ait *Brassica juncea*, *Camelina sativa*, *Excalibur* ve *Caravel* çeşidi *Brassica napus* ve *Sinapis alba* tohumlarının yağ içeriği incelendiğinde, *Excalibur* çeşidi *Brassica napus*'un en iyi orana sahip olduğu ve onu *Caravel* çeşidinin takip ettiği görülmüştür. Dünyada birçok yerde yağlık olarak yetiştirilen *Sinapis alba* ve *Camelina sativa* tohumlarında *Brassica*

juncea'ya göre daha az oranda yağ içerdiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada kanola yağ oranı için elde edilen değerlerin, Süzer [21] %35.30–41.20, Farsak ve Kaynak [11] %39.00–42.00 ile yakın değerlerde olduğu, Başalma [5] %23.00–33.40 ile Karaaslan ve ark. [12]'nin %32.40–39.90, bulduğu değerlerden yüksek olduğu ayrıca Sargın [20]'nin %45.10–49.90 belirlediği değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun çalışmalarda kullanılan çeşitlerin diğer denemelerde yazlık, araştırmamızda ise kışlık olarak yetiştirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sinapis alba tohumlarından elde edilen yağ içeriği, Eckey [10]'nin %24.00–46.00 bulduğu değerlere yakın ve Yaniv ve ark. [23]'nin %15.00 olarak belirlediği değerlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumun bitkilerin yetiştirildiği yerlerin çevresel özelliklerinin farkından dolayı ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Brassica juncea'nin yağ oranı, Ahmad ve Abdin [1]'in %42.1–48.1 değerlerinin altında olduğu belirlenmiştir. Bu farklı değerlerin tohumların toplandığı ve yetiştirildiği bölgelerin farklılığından dolayı ortaya çıktığı tahmin edilmektedir. *Camelina sativa* yağ oranı Katar ve ark. [13] %29.32–33.99 ile yakın değerlerde bulunmuştur.

Elde edilen yağ asitleri kompozisyonu verilerine göre *B. napus* oleik asit ve arışidik asit bakımından en zengini, *B. juncea* miristik asit ve linoleik asitçe zengin, *S. alba* ise erusik asit bakımından en zengin olduğunu göstermiştir (Şekil 3).

Sinapis alba'nin erusik asit değerleri Mandal ve ark. [17]'nin Yeni Delhi'deki çalışmasına göre daha düşük olmasına rağmen Wang ve ark. [20]'nin in bulduğu değerlerle uyumlu olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada belirlenen *Brassica napus*'un oleik asit içeriğinin Karabaş [23] ile uyumlu olmasının yanı sıra Çakmakçı ve ark. [9]'nin Isparta ili iklim koşullarında yürüttüğü çalışmanın verilerine göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun çalışmanın yürütüldüğü Tekirdağ ili ile diğer çalışmaların lokasyonlarının iklim koşulları, toprak özellikleri ve coğrafik koşullarının

birbirlerinden farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 3. *Brassicaceae* familyasına ait bazı türlerin tohumlarının yağ içeriği

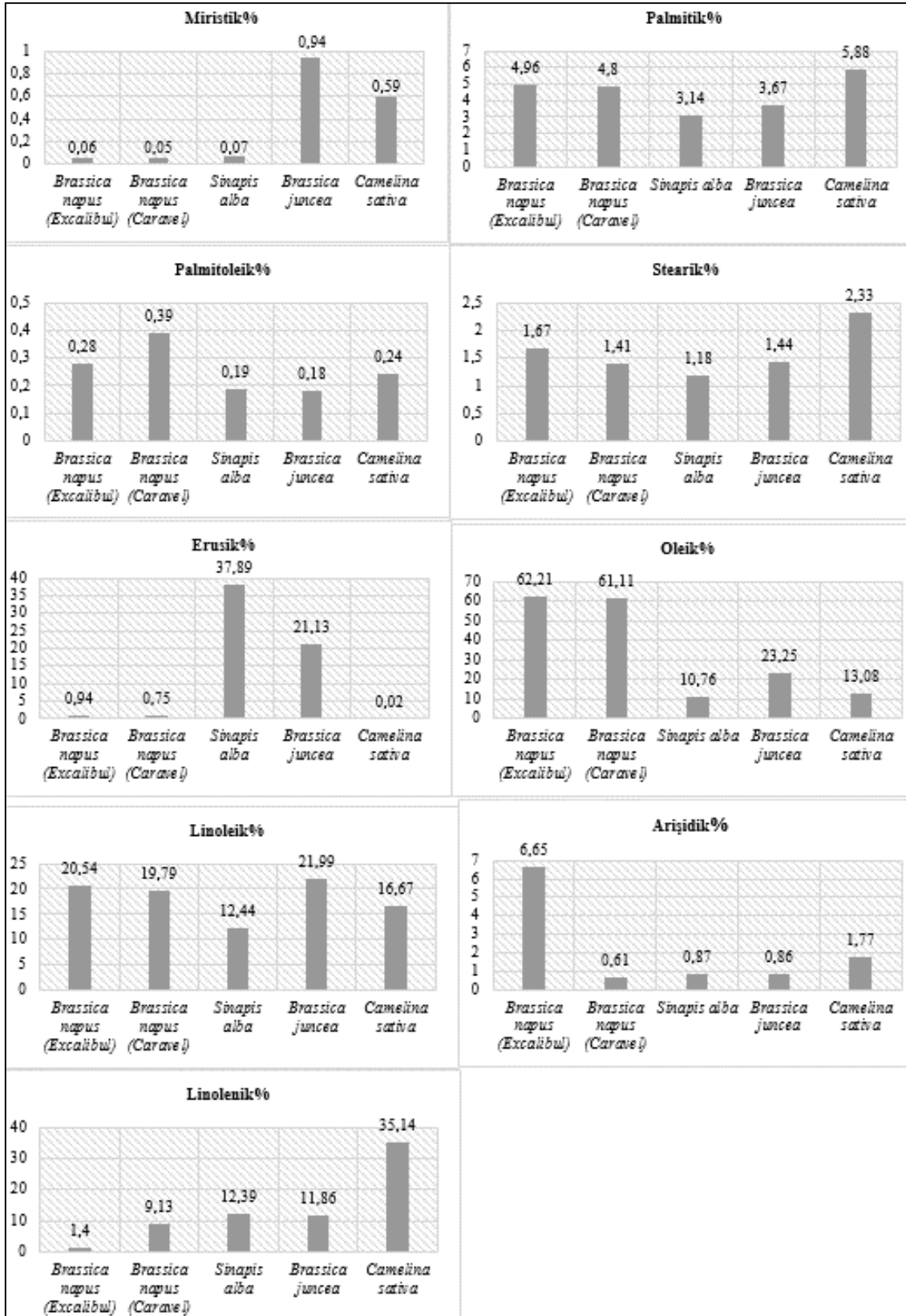
Table 3. The oil content of the seeds of some species belonging to the family *Brassicaceae*

Bitki türü / Plant species	Yağ içeriği (%) / Oil content (%)
<i>Brassica napus</i> (Excalibur)	42.34
<i>Brassica napus</i> (Caravel)	40.73
<i>Sinapis alba</i>	26.46
<i>Brassica juncea</i>	32.86
<i>Camelina sativa</i>	33.08

SONUÇ

Bu çalışma yağlık olarak kültüre alınan çeşitlerin ve doğada yabancı olarak bulunan *Brassicaceae* familyasına ait bazı türlerin yağ içeriklerinin ve yağ asitleri kompozisyonlarının belirlenmesi ve aralarındaki farkların ve benzerliklerin tespit edilmesi amacı ile yapılmıştır. Elde edilen veriler kültüre alınan türlerde yağ içeriğinin daha fazla olmasına rağmen şuan ekonomik bir önemi olmayan ve yabancı olarak doğada yetişen türlerin de kültür çeşitlerine yakın oranlarda yağ içerdiğini göstermiştir. Bu durum şu anda ekonomik bir önemi olmayan bazı çeşitlerin yağlık potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Bitkisel bazı yağlar biyomotorin üretiminde sıkça kullanılmaktadır. Özellikle Almanya'da erusik asit miktarı yükseltilmiş kolza yağı kullanıldığı bilinmektedir [9]. Ayrıca yağ asitleri kompozisyonlarına göre *Brassica juncea* içerdiği erusik asit ile de potansiyel bir alternatif enerji bitkisi olarak değerlendirilebilir. *Brassicaceae* familyası yağlı tohumlu bitkiler bakımından önemlidir ve yabancı türleri de yağlık olarak büyük bir potansiyele sahiptir. Bu nedenle doğada yabancı olarak bulunan ve yağlı tohumlu bitkiler arasında yer alan diğer türler de yağ içeriği ve yağlık bitki potansiyeli bakımından değerlendirilmelidir. Yağlık bitkilerin ekonomideki yeri ve önemi göz önüne alındığında bu ve benzeri çalışmaların sayısı artırılarak alternatif yeni yağ bitkisi çeşitleri geliştirilebileceği düşünülmektedir.



Şekil 3. *Brassica napus*, *Sinapis alba*, *Brassica juncea*, *Camelina sativa* tohumlarının yağ asitleri kompozisyonu verileri

Figure 3. Fatty acid composition data of *Brassica napus*, *Sinapis alba*, *Brassica juncea*, *Camelina sativa*

KAYNAKLAR

1. Ahmad, A., Abdin M.Z., 2000. Interactive effect of sulphur and nitrogen on the oil and protein contents and on the fatty acid profiles of oil in the seeds of rapeseed (*Brassica campestris* L.) and mustard (*Brassica juncea* L. Czern and Coss.). *Journal of Agronomy & Crop Science* 185:49-54.
2. Al-Shehbaz, I.A., 2012. A generic and tribal synopsis of the *Brassicaceae* (Cruciferae). *Taxon* 61:931-954.
3. Angelini, L., E. Moscheni, 1998. Camelina (*Camelina sativa* [L.] Crantz) in oleaginose non alimentari. pp.82-85. Ed. G. Mosca. Bologna: Edagricole. 162pp.
4. Başalma, D., Ö. Kolsarıcı, 2001. Yabancı kökenli kışlık kolza çeşitlerinin Ankara koşullarında verim ve öğelerinin karşılaştırılması. *Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi 17-21.09.2001, Tekirdağ*, 85-90.
5. Başalma, D., 2007. Yazlık kolza (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) çeşitlerinde farklı bitki sıklıklarının verim öğeleri ve verime etkisi. 1. Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Sempozyumu, 28-31.05.2007, Samsun, 316-322.
6. Baydar, H., 2000. Bitkilerde yağ sentezi, kalitesi ve kaliteyi artırmada ıslahın önemi. *Ekin Dergisi* 11:50-57.
7. Crowley, J.G., A. Fröhlich, 1998. Factors affecting the composition and use of camelina. *Crops Research Centre, Oak Park, Carlow. ISBN:1901138666*.
8. Çakmacı, T., Uçar, Y., Erbaş, S., 2016. Atık su uygulamalarının kanola'da (*Brassica napus* L.) yağ oranı ve yağ asitleri kompozisyonuna etkisi. *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 26(2):145-151.
9. Çelik, H., Kaynak M.A., 2007. Kolza (L.) çeşitlerinde ekim zamanlarının verim ve verim unsurları üzerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 4(1-2):69-76.
10. Ecker, E.W., 1954. Vegetable fats and oils. *ACS Monograph Series. Reinhold, New York*.
11. Farsak, H., Kaynak, H.A., 2010. Kanola (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) çeşitlerinde sıra arası uzaklığının verim ve verim unsurları üzerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(1):79-86.
12. Karaaslan, D., Hakan, M., Gizlenci, S., 2007. Diyarbakır koşullarına uygun kolza çeşitlerinin belirlenmesi. *Türkiye 7. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27.06.2007, Erzurum*, s:661-664.
13. Karabaş, H., 2013. Investigation of biodiesel fuel from canola oil using various reaction parameters/Farklı reaksiyon parametreleri kullanılarak kanola yağından biyodizelin araştırılması. *International Journal of Automotive Engineering and Technologies* 2(3):85-91. (Retrieved from; <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaet/issue/7965/104561>).
14. Karaca, A., Aytaç, S., 2007. Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22(1):123-131.
15. Katar, D., Arslan, Y., Subaşı, İ., 2012. Kışlık farklı ekim zamanlarının ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) bitkisinin verim ve verim öğelerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 29(1):105-112.
16. Kirk, J.T.O., Oram, R.N., 1981. Isolation of erucic acid free lines of *Brassica juncea*: Indian mustard now a potential oilseed crop in Australia. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 47:51-52.
17. Mandal, S., Yadav, S., Singh, R., Begum, G., Suneja, P., Singh, M., 2002. Correlation studies on oil content and fatty acid profile of some cruciferous species. *Genetic Resources and Crop Evolution* 49:551-556.
18. Özdemir, N., Denkbaş, E.B., 2003. Hayat veren yağlar: omega yağları. *Bilim ve Teknik Dergisi* 78-80.
19. Regulation, H., 1991. Commission regulation (EEC) No.2568/91 of 11.07.1991 on the characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis. 05.09.1991. *Official Journal L*, 248:1-83.
20. Sargın, O., 2012. Bitki sıklığının kışlık kolza çeşitlerinde verim, verim komponentleri ve yağ oranı üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). *Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 43s.
21. Süzer, S., 2007. Bazı kolza (kanola) çeşitlerinin Edirne koşullarında verim ve

- verim unsurlarının belirlenmesi. *1. Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Sempozyumu*, 28-31.05.2007, Samsun, 277-283.
22. Wang, Y., Sonntag, K., Rudloff, E., Chen, J., 2005. Intergeneric somatic hybridization between *Brassica napus* L. and *Sinapis alba* L. *Journal of Integrative Plant Biology Formerly Acta Botanica Sinica* 47(1):84-91.
23. Yaniv, Z., Schafferman, D., Elber, Y., Ben-Moshe, E., Zur, M., 1994. Evaluation of *Sinapis alba*, native to Israel, as a rich source of erucic acid in seed oil. *Industrial Crops and Products* 2(2):137-142.
24. Zubr, J., 1997. Oil-seed crop: *Camelina sativa*. *Industrial Crops and Products* 6:113-119.