

## Isparta Ekolojik Koşullarında Bazı Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) Genotiplerinin Tarımsal ve Yağ Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Gülçin KOÇER<sup>1</sup>, Hasan BAYDAR<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü – Isparta-Türkiye

\*Sorumlu yazar: hasanbaydar@isparta.edu.tr

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 27/12/2021

Kabul tarihi: 08/06/2022

**Anahtar Kelimeler:** Ketencik, Tohum verimi, Yağ oranı, Yağ asitleri

DOI: 10.55979/tjse.1048941

### ÖZET

Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz), kurak ve yarı kurak bölgelerin doğal yağışlarla beslenen marjinal tarım arazilerinde düşük maliyetle kültürlü yapılabilen, yüksek yağ içeriğine sahip ve omega yağ asitleri bakımından zengin bir yağlı tohum bitkisidir. Bu çalışmada, 16 ketencik genotipi 25 Eylül 2018 tarihinde tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak ekilmiş ve 10 Haziran 2019 tarihinde hasat edilmiştir. Genotiplerin ortalama bitki boyu 83.1 (Vniimk 17) ile 102.7 cm (Ames 26680), bitki başına ortalama dal sayısı 14.5 (Ames 26665) ile 22.2 adet (Ames 26680), bitki başına ortalama kapsül sayısı 589.7 (Ames 26665) ile 1344.7 adet (K-50), 1000 tane ağırlığı 0.63 g (Ames 22964) ile 0.87 g (Ames 26676), hasat indeksi % 5.9 (Ames 26673) ile % 12.6 (Arslanbey), tohum verimi 103.1 kg/da (Vniimk 17) ile 227.8 kg/da (K-49), yağ verimi 30.1 kg/da (Vniimk 17) ile 66.5 kg/da (Ames 22964), ve yağ oranı % 24.6 (Ames 26676) ile % 30.6 (Ames 22964) arasında değişmiştir. Ketencik genotiplerinden elde edilen ham yağlarda oleik asit % 14.37-20.08, linoleik asit % 17.30-24.46, linolenik asit % 37.04-49.98 ve erusik asit % 0.21-4.92 arasında değişim göstermiştir. Ketencik yağında en önemli kalite kriteri olarak kabul edilen erusik asit bakımından genotiplerin 11'inde ise % 2'nin altında erusik asit varlığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, ketencik tarımı için son derece elverişli ekolojik koşullara sahip olduğu anlaşılan Göller yöresinde tarımsal ve kalite özellikleri yönüyle öne çıkan farklı orijinli ketencik genotipleri belirlenmiştir.

### ARTICLE INFO

Received: 07/09/2021

Accepted: 08/06/2022

**Keywords:** Camelina, Seed yield, Oil content, Fatty acids

DOI: 10.55979/tjse.1048941

### ABSTRACT

*Camelina sativa* (L.) Crantz is an oilseed crop with high oil content and rich in omega fatty acids, which can be cultivated at low cost in marginal agricultural lands fed by only natural precipitation in arid and semi-arid regions. In this study, 16 camelina genotypes were used. The genotypes were sown on 25 September 2018 in randomized blocks experimental design with 3 replications and harvested on 10 June 2019. It was determined plant height from 83.1 (Vniimk 17) to 102.7 cm (Ames 26680), branch number from 14.5 (Ames 26665) to 22.2 (Ames 26680), capsule number from 589.7 (Ames 26665) to 1344.7 (K-50), 1000 seed weight from 0.63 g (Ames 22964) to 0.87 g (Ames 26676), harvest index from 5.9% (Ames 26673) to 12.6% (Arslanbey), seed yield from 103.1 kg/ha (Vniimk 17) to 227.8 kg/ha (K-49), oil yield from 30.1 kg/ha (Vniimk 17) to 66.5 kg/ha (Ames 22964) and the oil ratio from 24.6% (Ames 26676) to 30.6% (Ames 22964). In crude oils obtained from the seeds of camelina genotypes consisted of oleic acid 14.37-20.08%, linoleic acid 17.30-24.46%, linolenic acid 37.04-49.98%, and erucic acid 0.21-4.92%. In terms of erucic acid, which is accepted as the most important quality criteria in camelina oil, it was lower than 2% in 11 of the genotypes. As a result, camelina genotypes with superior agricultural and quality characteristics were determined for the Göller region, which had extremely favorable ecological conditions for camelina cultivation.

### 1. Giriş

Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz), *Brassicaceae* familyasından tek yıllık ve otsu yapıda, heksaploid ( $2n = 6x = 40$ ) genomlu ve C3 fotosentezi gerçekleştiren bir yağ ve enerji bitkisidir. Ketenciğin hem kışlık hem de yazlık olarak yetiştiriciliği yapılabilen alt türleri ve kültür çeşitleri mevcuttur. Biyolojik kışlık alt türlerin (ssp. *sativa* ve ssp. *pilosa*) sapa kalkarak çiçeklenebilmesi için vernalizasyon ihtiyaçları vardır ve bu nedenle sonbaharda ekilirler. Oysa biyolojik yazlık alt türün (ssp. *foetida*) vernalizasyon ihtiyacı olmadığından hem sonbaharda hem de ilkbaharda ekilerek yetiştirilebilir (Hotton vd., 2020).

Ketencik tarımı Kuzey Amerika ülkeleri ile Kuzey ve Doğu Avrupa ülkeleri dışında yaygın değilse de olumsuz çevre faktörlerinden çok fazla etkilenmemesi, marjinal tarım alanlarda başarıyla kültürünün yapılabilmesi, kurağa ve soğuğa toleranslı olması, yağ içeriğinin ve yağ asitleri kompozisyonunun hem yemeklik hem de endüstriyel tüketime uygun olması, erken olgunlaşarak ikinci ürün tarımına imkan sağlaması ve üretim girdi maliyetlerinin düşük olması nedeniyle alternatif yağ bitkisi olarak giderek büyük önem kazanmaktadır (McVay & Lamb, 2008).

Ketencik tohumlarından elde edilen yağ  $\alpha$ -linolenik asit (18:3, % 35-40), linoleik asit (18:2, % 13-17) ve oleik asit

(18:1, %14-17) içeriği ile değerli bir bitkisel yağ kaynağıdır (Zubr, 1997). Ancak diğer *Brassicaceae* türlerinde olduğu gibi ketencik yağında da kabul edilebilir sınırların üzerinde erusik asit (C22:1) bulunabilmesi ve küspe unlarında sülfür içeren  $\beta$ -D-glukopiranoz,  $\beta$ -tioglukozit ve N-hidroksisülfat gibi glukozinolatların (GSL'ler) mevcudiyeti nedeniyle insan ve hayvan gıdası olarak kullanımı sınırlıdır (Kurt & Seyis, 2008). Söz konusu kalite özelliklerini iyileştirmek amacıyla yağında erusik asit ve küspesinde GSL'ler barındırmayan veya kabul edilebilir limitin altında (<%2) ihtiva eden çeşitlerin geliştirilmesine dönük ıslah çalışmaları yapılmaktadır (Russo vd., 2014). Ancak yüksek erusik asit içeren klasik ketencik yağı özellikle jet yakıtı, biyodizel ve endüstriyel yağlayıcılar için çok idealdir (Aurora vd., 2003; Bernardo vd., 2003). Ketencik yağından üretilen biyodizelin kullanılması durumunda, petrol dizeline kıyasla sera gazı (GHG) emisyonunu %40-60 oranında azalttığı, kolza yağına benzer özellikler taşımakla birlikte ayrıca yağlama yağının daha hızlı bozulmasına karşı koruma sağlayan yüksek iyot içeriğine sahip olduğu açıklanmıştır (Krohn & Fripp, 2012).

Yağlı tohumlar ve bitkisel yağ üretimi bakımından her geçen yıl dış ticaret açığı artan Türkiye'nin yağ bitkileri tarımı ve bitkisel yağ endüstrisi için ketencik büyük bir potansiyeldir. Türkiye'de yağlı tohum üretiminde kışlık olarak ekimi yapılan kanola (kolza) ve yazlık ekimi yapılan aspir ve keten dışındaki yağ bitkileri (ayçiçeği, soya, yarfıstığı, susam gibi) yıllık yağış miktarı yüksek veya sulama olanağı olan tarım alanlarında yetiştiriciliği yapılmaktadır. Oysa botanik akrabası olan kolza gibi ketencik de kışlık olarak güzden ekimi yapıp doğal yağışlarla büyüme ve gelişmesini tamamlayarak yaz mevsimi başlarında hasat edilmektedir (Baydar & Erbaş, 2014). ABD'nin Montana eyaletinin kuru tarım alanlarında üreticiler buğday hasadından sonra tarla alanını nadasa bırakmak yerine yazlık ketencik yetiştirmeyi (3-3.5 ay gibi kısa yetiştirme periyodunda erken ilkbaharda ekim ve yaz başında hasat) tercih etmektedir. Çünkü yazlık ketencik bitkisi bir sonraki tahıl ürünü için toprakta yeterli nem bıraktığı, ayrıca üst üste tahıl üretimine kıyasla tahıl+ketencik rotasyonun ile hem hastalık ve zararlılar ile daha etkin mücadele edildiği hem de toprakta besin elementlerinden daha iyi yararlandırdığı anlaşılmıştır (McVay & Lamb, 2008).

Ketencik bitkisinin gen havuzunun dar olması nedeniyle ıslah çalışmaları ile tane verimini, yağ içeriğini ve yağ asitleri bileşimini iyileştirme girişimleri sınırlı kalmıştır. Bu nedenle dünya genelinde henüz yeterli sayıda ketencik çeşidi bulunmamaktadır. Ancak ABD'de Montana Devlet Üniversitesi tarafından geliştirilmiş "Blaine Creek" ve "Suneson" gibi, Avrupa'da Limagrain tarafından geliştirilmiş kışlık "Epona" ve yazlık "Celine" gibi erkenci ve yüksek verimli, aynı zamanda  $\alpha$ -linolenik asit bakımından zengin çeşitler bulunmaktadır. Almanya'da yaygın olarak "Lindo", "Licella" ve "Ligena" çeşitlerinin, diğer Avrupa ülkelerinde ise yaygın olarak "Calene" çeşidinin kültürü yapılmaktadır. Türkiye'de ise Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından 2017 yılında tescil ettirilen "Arslanbey"

ketencik çeşidi bulunmaktadır. Gelecekte ketencik ıslahında en önemli ıslah amaçları ve hedeflerinin (1) tohum iriliğinin ve yağ içeriğinin yükseltilmesi, (2) daha kısa zincirli (C12-C16) doymuş veya Omega-3 LC-PUFA ve Omega-7 gibi doymamış yağ asitleri seviyelerinin artırılması, (3) fotosentetik CO<sub>2</sub> fiksasyon kapasitesinin iyileştirilmesi, (4) kuraklığa ve sıcaklığa karşı daha yüksek direnç kazandırılması, (5) genetik kaynakların (omik-platformlar) ve yeni moleküler markörlerin geliştirilmesi ve (6) terpenler, mum esterleri ve polihidroksibütirat (PHB) üretimi olacağı bildirilmiştir (Sanger vd., 2017).

Dünya'da giderek varlığını daha da derinden hissettiren küresel ısınma ve çölleşme tehdidine karşı tarım alanlarında sıcaklık ve kuraklık riskine karşı çeşitli stratejiler ve önlemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu tür çalışmalarda sığağa ve kurağa toleranslı yeni türlerin ve çeşitlerin belirlenmesi ve geliştirilmesi hedeflenmektedir. Türkiye'de küresel ısınmadan en fazla etkilenerek çölleşme tehdidi altında bulunan bölgelerin başında Güneydoğu, Orta Anadolu ve Geçit Bölgeleri gibi kurak ve yarı kurak bölgeler ile yeterli suya sahip olmayan yarı nemli Ege ve Akdeniz bölgeleri gelmektedir. Bu kapsamda gelecekte sıcaklığın ve kuraklığın giderek tarımsal faaliyetler üzerinde olumsuz etkilerinin artması ile bu tür tarım bölgeleri için en önemli bitkisel yağ kaynaklarından birisi de ketencik bitkisi olduğunu göstermektedir.

Dünya'da kültürü yapılan çok eski bir yağ bitkisi olmakla birlikte, ticari olarak yakın zamana kadar ülkemizde tarımı yapılmayan ketencik biyodizel üretimine hammadde temini amacıyla Türkiye'nin en büyük biyodizel üreticisi olan DB Tarımsal Enerji tarafından sözleşmeli tarım modeliyle ancak sınırlı sayıda üretici ile sınırlı alanlarda (yaklaşık 2000 da) tarımı yapılmaktadır. Çünkü, yenilenebilir enerjiye olan ihtiyacın her geçen yıl artarak devam ettiği ülkemizde biyodizel üretimini teşvik etmek için çeşitli yasal zorunluluk uygulamaları ve vergi muafiyeti düzenlemeleri yapılmaktadır. Avrupa Birliği'nin yenilenebilir enerji politikalarına uyum sağlamak üzere 6 Haziran 2017 tarihli Resmi Gazete'de, Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) tarafından dizel yakıtlarına en az % 0.5 oranında yerli tarım ürünlerinden ve bitkisel atık yağlardan üretilmiş biyodizelin katılması koşulunu getirilmiştir. Bu kapsamda, ülkemiz agro-ekolojik şartlarında özellikle yüksek verimlilikte ve kalitede biyodizel üretime uygun ketencik çeşitlerine ve genotiplerine ihtiyaç duyulduğu, ketencik üzerinde hem yetiştirme teknikleri hem de çeşit geliştirme ıslahı konularında daha fazla araştırma yapılması gerektiği bildirilmektedir (Sevilmiş vd., 2019).

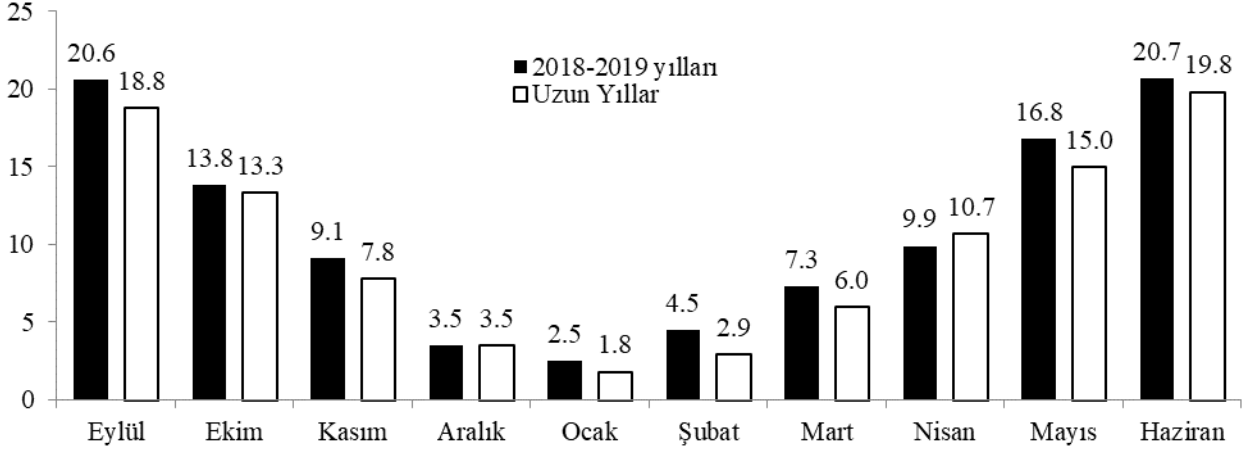
Bu çalışma, Isparta ekolojik şartlarında ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) bitkisinin kurak ve yarı kurak tarım alanları için alternatif bir yağ bitkisi olarak değerlendirilme olanakları ile yüksek verimlilikte ve kalitede ketencik genotiplerinin tarımsal ve yağ kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, bölgemizde ketencik tarımının gerçek potansiyelinin ortaya konulması ve farkındalık yaratılarak ülke genelinde yaygınlaştırılmasına katkı sağlanması bakımından da değer ifade etmektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

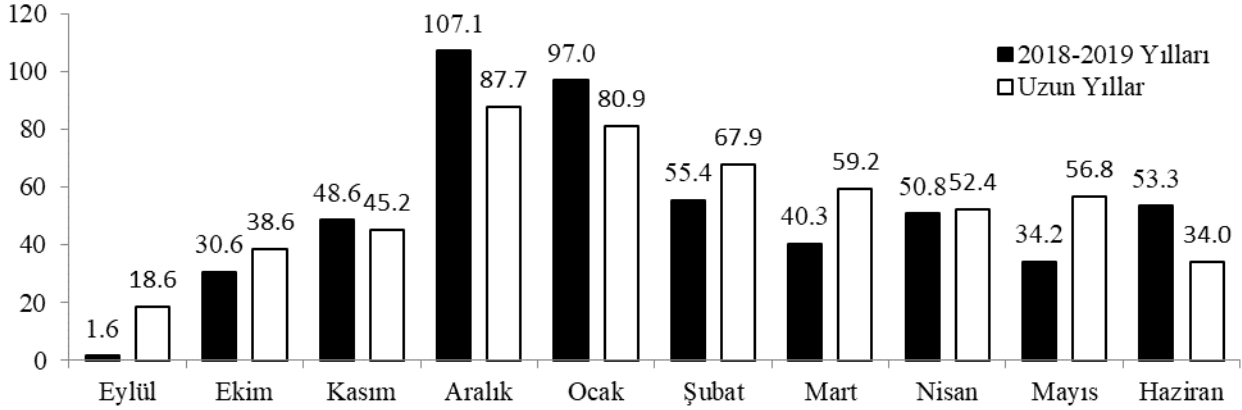
### 2.1. Araştırma Yerinin İklim ve Toprak özellikleri

Araştırmanın tarla denemeleri 2018/2019 vejetasyon döneminde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Arazisi üzerinde yürütülmüştür. Arazinin deniz

seviyesinden yüksekliği 1049 m'dir. Isparta ili, Batı Akdeniz Bölgesinin Göller yöresinde Akdeniz iklimi ve karasal iklimin kesişme noktasında Batı Geçit Kuşağı'nda yer almakta olup, yazları sıcak ve kurak, kışları serin ve yağışlı bir iklime sahiptir. Isparta ilinde araştırmanın vejetasyon dönemi (Eylül 2018/Haziran 2019) boyunca kaydedilen bazı önemli iklim verileri Şekil 1 ve 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Vejetasyon dönemine ait ortalama sıcaklık (°C) değerleri  
Figure 1. Average temperature (°C) values of the vegetation period



Şekil 2. Vejetasyon dönemine ait ortalama yağış (mm) değerleri  
Figure 2. Average precipitation (mm) values of the vegetation period

Deneme tarlası toprağı killi-tınlı ve hafif alkali (pH 7.5) yapıda olup, kireç oranı (% 7.2) ve tuz oranı (% 0.4) düşük seviyelerdedir. Deneme tarlası toprağının fiziksel bünyesi ve kimyasal yapısı, birçok tarla bitkisine göre toprak seçiciliğı daha az olan ketencik tarımı için uygun özellikler taşımaktadır. Tarla denemelerinin kurulduğu 2018 ve 2019 yıllarına ait iklim verileri incelendiğinde (Şekil 1 ve 2), vejetasyon döneminde (Eylül 2018-Haziran 2019) ketencik genotiplerinin çimlenme, çıkış, rozetleşme, sapa kalma, tomurcuklanma, çiçeklenme, kapsül oluşturma ve olgunlaşma gibi devreleri kapsayan büyüme ve gelişme süreçlerini olumsuz yönde etkileyecek ekstrem don, kuraklık ve sıcaklık değerleri ortaya çıkmamıştır.

### 2.2. Materyal

Araştırmada materyal olarak Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü ve 19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nden temin edilen toplam 16 adet ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz, 2n = 40) genotipi kullanılmıştır. Bu genotiplerin tamamının çiçek taç yaprak rengi sarı ve tohum kabuk rengi kahverengidir. Araştırmada materyal olarak kullanılan genotiplerin adları ve accession kodları Çizelge 1'de sunulmuştur. ABD National Genetic Resources Program (NGRP) kayıtlarına göre Ames 26680, Ames 26681 ve Ames 28372, sapa kalkabilmek ve çiçeklenebilmek için vernalizasyon ihtiyacı olan mutlak "kışlık" genotiplerdir. Araştırmada standart (kontrol) olarak 2017 yılında Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından tescil ettirilmiş tek yerli ketencik çeşidimiz olan "Arslanbey" kullanılmıştır.

### 2.3. Metot

Tarla denemesi, Tesadüf Blokları Deneme Deseni'ne göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. İşlenerek ekime hazır hale getirilen deneme tarlası üzerine 25 Eylül 2018 tarihinde ekim yapılmıştır. Her bir deneme parselinin boyutu 0.8 m (20 cm arayla 4 sıra) x 4 m = 3.2 m<sup>2</sup>'dir. Parsel araları 60 cm ve blok araları 2 m olarak tutulmuştur. Tohum ekimi 20 cm sıra arası mesafe verilerek açılan markör sıralarına 2-3 cm derinliğe düşecek şekilde yapılmış, çıkış sonrası sıra üzerinde her iki bitki arası 5 cm olacak şekilde seyreltilmiştir (Ermış, 2019). Ekimle birlikte taban gübresi olarak 20 kg/da diamonyum fosfat (18-46-0) ve sapa kalkma döneminden önce üst gübre olarak 10 kg/da amonyum sülfat (21-0-0) verilmiştir (Yıldırım, 2015). Yetiştirme periyodu boyunca doğal yağışlarla yetinilerek sulama yapılmamıştır. Yabancı otlar ile sıra araları rotovator ve sıra üzerleri el çapası kullanılarak mücadele edilmiştir.

Kenar tesiri altında kalan bitkiler deneme dışı bırakıldıktan sonra her parselden rastgele seçilen 10 bitkide; bitki boyu (cm), bitki başına dal sayısı (adet/bitki), bitki başına kapsül sayısı (adet/bitki), kapsül başına tane sayısı (adet/kapsül), 1000 tane ağırlığı (g) ve hasat indeksi (%) [(Tohum Ağırlığı/Bitki Ağırlığı) x 100] belirlenmiştir. Her parselde sıraların 30 cm'lik dış kısımları kenar tesiri olarak bırakıldıktan sonra kalan bütün bitkiler hasat ve harman edilmiş, tartılan tohum miktarı üzerinden tohum verimi (kg/da) tespit edilmiştir (Şekil 3).

Her bir parseli temsil eden tohum örnekleri 70 °C ayarlı etüvde 48 saat bekletildikten sonra Nükleer Manyetik Rezonans (NMR, Bruker mqone Minispec) cihazında okutularak yağ oranı (%) belirlenmiştir. NMR ölçümünde kullanılan 2 g ketencik tohumu öğütüldükten sonra cam tüp içerisinde 5 ml n-hekzan ile bir gece boyunca soğuk ekstraksiyona tutulmuş ve ertesi gün cam tüplerdeki üst faz temiz tüpe alınarak n-hekzan uçurulmuş, geride kalan saf yağ metil esterlerine (FAME) dönüştürülmüştür. Soğuk ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ham yağ (0.5 g) efendorf tüpüne konarak üzerine 1 ml sodyum metilante (0.5 g Na-metilant + 80 ml metanol + 20 ml iso-oktan) eklenmiştir. Bu şekilde bir gece bekletildikten sonra üzerine 0.25 ml iso-oktan ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Tüpte en üstte toplanan esterleştirilmiş yağ asitleri (FAME) fazından 0.5 µl çekilerek FID detektörlü Gaz Kromatografisi (Shimadzu GC-20259) cihazına enjekte edilmiştir.

GC cihazının çalışma koşulları; Kolon Teknokroma TR-CN100 (100 m x 0.25 mm, 0.20 µm), enjektör sıcaklığı 250 °C, detektör sıcaklığı 250 °C, akış hızı (psi) 10, taşıyıcı gaz N (40 ml/dk), enjektör kapasitesi 1.0 µl'dir. Fırın sıcaklığı 140 °C'de 10 dk bekletilip 240 °C'ye dakikada 3 °C'lik artışla ulaştırılmıştır. Elde edilen kromatogramlardaki pikler ticari standart yağ asidi metil ester karışımına (Sigma, Supelco® 37 Component FAME Mix) göre tanımlanmıştır. Yağ asitlerine ilişkin kromatogramlar elde edilerek palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), oleik asit (C18:1), linoleik asit (C18:2), linolenik asit (C18:3), arasidik asit (C20:0), eikosenoik asit (C20:1), behenik asit

(C22:0) ve erusik asit (C22:1) oranları (%) tespit edilmiştir (Baydar & Erbaş, 2014).

### 2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulan denemeden elde edilen verilerin varyans analizleri SAS istatistik paket programında yapılmış ve ortalamalar arasındaki farkların önem düzeylerini belirlemek için Duncan Testi (P<0.05 veya P<0.01) uygulanmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

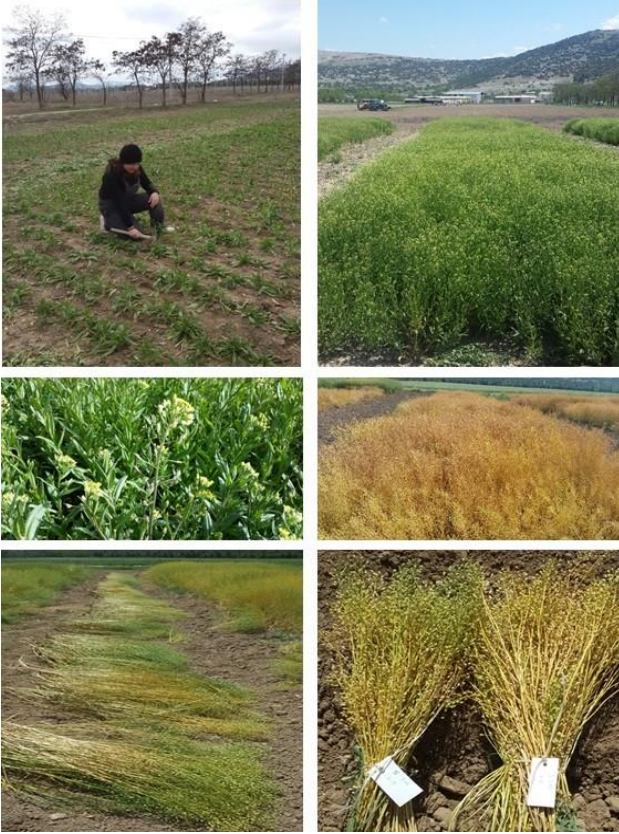
### 3.1. Büyüme ve Gelişme Özellikleri ile Tarımsal Üretim Potansiyeli

Tarla denemesinin kurulduğu 25 Eylül 2018 tarihinden itibaren güz yağışlarının geç düşmesi nedeniyle çıkışlar 10 Kasım 2018 tarihinde başlamış (ekim tarihinden 45 gün sonra), bitkiler 4-6 yapraklı oldukları rozetleşme devresine aynı yılın kasım ayının son haftasında girebilmişler ve kış mevsimini soğuk ve don zararı görmeden (Ketencik bitkisi rozet dönemindeyken -15 °C'ye kadar dayanabilmektedir) geçirmişlerdir (Şekil 3).

Ketencik bitkisinin, diğer yağlı tohumlu bitkilere kıyasla soğuğa ve kuraklığa toleranslı olmasının altında yatan mekanizma(lar) tam olarak aydınlatılmamış olmakla birlikte, bu durumun bitki aksamının gliserol ve uzun zincirli C16 ve C18 yağ asitlerinden oluşan kütin ve düz ve uzun zincirli ≥C20 alifatiklerden oluşan mumların meydana getirdiği kütikala tabakası ile kaplanmış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kütikala tabakasının yağsı ve mumsu yapısının stoma dışına su kaybını önlediği, böceklerden ve patojenlerden kaynaklanan hasarları azalttığı, UV ışığından veya yüksek radyasyondan koruduğu ve böylelikle bitkiyi çeşitli abiyotik ve biyotik çevresel stres faktörlerine karşı direnç sağladığı bilinmektedir (Razeq vd., 2014).

Araştırmada rozet yapraklılık devresi uzun süren ve geç sapa kalkan genotiplerin daha geç çiçeklenme devresine girdikleri ve bu nedenle soğuğa daha yüksek direnç gösterdikleri gözlenmiştir. Bitkiler, günlerin uzamaya ve sıcaklığın artmaya başladığı 2019 yılı şubat ayının ortasından itibaren 12-16 yapraklı olarak sapa kalkmaya başlamışlar, nisan ayının ilk haftasında çiçeklenme devresine girilmiş ve Mayıs ayının ikinci haftasında çiçeklenmelerini tamamlayarak kapsüllerini olgunlaştırmaya başlamışlardır. Nihayet Haziran ayının ilk yarısında olgunlaşan bitkiler hasat ve harman edilmişlerdir. Çıkış tarihinden (10 Kasım 2020) itibaren yaklaşık 7 ay (ortalama 210 gün) sonra bitkiler büyüme ve gelişme evrelerini (rozet yapraklılık <1 ay, sapa kalkma <3 ay, çiçeklenme başı <5 ay, çiçeklenme sonu <6 ay, kapsül dolumu ve olgunlaşma <7 ay) tamamlayarak hasat edilebilir olgunluğa gelmişlerdir (Şekil 3). Ketencik genotiplerinin büyüme ve gelişme evrelerine geçiş zamanları arasında sadece birkaç günlük farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak Göller yöresinin ketencik tarımı için son derece elverişli ekolojik koşullara sahip olduğu anlaşılmıştır (Şekil 3).





Şekil 3. Ketencik bitkilerinin farklı büyüme ve gelişme dönemleri

Figure 3. Different growth and development periods of camelina plants

Angelini vd. (2020), Akdeniz iklim kuşağında yer alan İtalya’da ketencik genotiplerinin sonbahar (kışlık) ve ilkbahar (yazlık) mevsiminde ekildiğinde sırasıyla 197 ve 98 günde büyüme ve gelişme döngülerini tamamlayarak hasat olgunluğuna eriştiklerini, döngüleri tamamlamak için gün sayısındaki bu bariz azalmaya rağmen sonbahar ve ilkbaharda ekilen mahsullerin çiçeklenebilmeleri için sırasıyla 642 ve 467 büyüme gün derecesine, hasat olgunluğuna ulaşabilmeleri için ise sırasıyla 1172 ve 1082 büyüme gün derecesine ( $GDD = \sum [(T_{max} + T_{min})/2 - T_{base} (5 \text{ }^\circ\text{C})]$ ) ihtiyaç duydukları, böylece sonbahar ve ilkbaharda ekilen mahsullerin belirli bir döngüye erişmek için benzer GDD değerleri verdiklerinden termal zamanın bir bölgede ketencik bitkisinin olgunluğunun ve hasat zamanının tahmin edilmesinde çok faydalı ve güvenilir olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Göller yöresi gibi güz yağışları yetersiz ve düzensiz olan bölgelerde (Bkz. Şekil 2) eylül ayında kanola (kolza) ekimi yapıldıktan sonra mutlaka bir defa yağmurlama sulama yapılması önerilmektedir (Baydar & Erbaş, 2014). Halbuki ketencikte çıkış sulamasına gerek olmadan geciken güz yağışlarında bile soğuğa ve dona dayanabilecek yeterlilikte rozet yaprakları oluşturdukları gözlenmiştir. Hatta ketencikte eylül gibi erken güz aylarında ekilip çıkış sulaması yapıldığında, kanolanın aksine daha fazla yapraklanıp boylanarak kış soğuklarına ve dona hassasiyet kazandığı fark edilmiştir. Sonuç olarak, ketencik bitkisinin kışlık olarak yetiştirilme durumunda hem tohum veriminin

ve yağ oranının daha yüksek olması (Katar vd., 2012; Ayışığı, 2015; Kınay vd., 2019) hem de yağda  $\alpha$ -linolenik asidin daha yüksek (Angelini vd., 2020) ve erusik asidin daha düşük (Kurasiak-Popowska vd., 2021) olması nedeniyle yazlık yerine kışlık yetiştiriciliği tercih edilmelidir.

### 3.2. Morfolojik, tarımsal ve kalite özellikleri

Ketencik genotiplerinin bazı morfolojik, tarımsal ve kalite özellikler Çizelge 1’de sunulmuştur. Genotipler arasında 1000 tane ağırlığı hariç bitki boyu, dal sayısı, kapsül sayısı, hasat indeksi, tohum verimi ve yağ verimi ile yağ oranı bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 1). Genotiplerin ortalama bitki boyu 83.1 (Vniimk 17) ile 102.7 cm (Ames 26680), bitki başına ortalama dal sayısı 14.5 (Ames 26665) ile 22.2 adet (Ames 26680), bitki başına ortalama kapsül sayısı 589.7 (Ames 26665) ile 1344.7 adet (K-50), 1000 tane ağırlığı 0.63 g (Ames 22964) ile 0.87 g (Ames 26676), hasat indeksi % 5.9 (Ames 26673) ile % 12.6 (Arslanbey), tohum verimi 103.1 kg/da (Vniimk 17) ile 227.8 kg/da (K-49) ve yağ verimi 30.1 kg/da (Vniimk 17) ile 66.5 kg/da (Ames 22964) arasında değişmiştir (Çizelge 1).

Türkiye’nin farklı ekolojik bölgelerinde farklı ketencik genotipleri üzerine yapılan araştırmalarda tohum verimi Ankara koşullarında 107.2-149.5 kg/da (Yücekaya Akbulut, 2014), Eskişehir koşullarında 45.8-119.7 kg/da (Köse vd., 2018), Tokat koşullarında kışlık ekimde 212.7-494.3 kg/da ve yazlık ekimde 58.2- 460.9 kg/da (Kınay vd., 2019), Samsun koşullarında 80.8-140.7 kg/da (Göre & Kurt, 2018) arasında değiştiği rapor edilmiştir. Ketencikte tohum verimi üzerinde hem genotip hem çevre hem de genotip x çevre etkileşimi belirleyicidir (Angelini vd., 2020). Kaliforniya’da 2013, 2014 ve 2015 yıllarında 105 adet ketencik genotipi ile 17 farklı çevrede yapılan adaptasyon denemelerinde tohum veriminin 26.9-269.1 kg/da ve yağ oranının % 29-31 arasında değiştiği, aynı koşullarda 48 kanola çeşidinden 150-300 kg/da arasında tohum verimi ve % 40-48 arasında yağ oranı elde edildiği bildirilmiştir (George vd., 2017). Her ne kadar ketenciğin kanolaya göre verim ve yağ stabilitesi daha iyi ise de kanola ile rekabet edebilir olabilmesi için ileri genetik ve ıslah çalışmaları ile hem tohum verimi hem de yağ oranı yüksek ketencik çeşitlerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

Ketencik genotiplerinin tohumlarında yağ oranı % 24.6-30.6 arasında bulunmuş, Ames 22964, Ames 26667 ve Ames 22987 ilk üç sırayı alırken, 14 genotip Arslanbey çeşidinden daha yüksek ortalama değerler vermiştir (Çizelge 1). Samsun ekolojik koşullarında 12 ketencik genotipi % 28.4-36.0 arasında (Göre & Kurt, 2017), Ankara ekolojik koşullarında 11 ketencik genotipi % 39.9-49.4 arasında (Yücekaya Akbulut, 2014), Kütahya ekolojik koşullarında 9 ketencik genotipi % 26.6-35.9 arasında (Bilir Gürpınar, 2019), Eskişehir ekolojik koşullarında 25 ketencik genotipi % 28.1-38.1 arasında (Köse vd., 2018) ve Tokat ekolojik koşullarında 11 ketencik genotipi kışlık ekimde % 31.2-37.9, yazlık ekimde % 16.3-31.3 arasında (Ayışığı, 2015) yağ oranı değerleri vermiştir.

Çizelge 1. Ketencik genotiplerinin bazı morfolojik, tarımsal ve kalite özellikleri

Table 1. Some morphological, agricultural and quality characteristics of camelina genotypes

Genotipler	Accession No (NGRP)	Bitki Boyu (cm)	Dal sayısı (adet/bitki)	Kapsül sayısı (adet/bitki)	1000 tane ağırlığı (g)
Arslanbey	Bilinmiyor	91.3 ab	17.2 b-d	755.6 b-d	0.81
Ames 22964	PI 633192	87.7 ab	17.2 b-d	929.1 a-d	0.63
Ames 22987	PI 633194	92.4 ab	15.9 cd	864.5 a-d	0.84
Ames 26665	PI 650142	84.6 b	14.5 d	589.7 d	0.73
Ames 26667	PI 650144	88.2 ab	18.2 a-d	1062.3 a-d	0.77
Ames 26673	PI 650150	94.0 ab	20.8 a-c	972.8 a-d	0.76
Ames 26676	PI 650153	95.0 ab	19.2 a-d	934.9 a-d	0.87
Ames 26680	PI 650157	102.7 a	22.2 a	1221.9 a-b	0.70
Ames 26681	PI 650158	92.3 ab	21.6 ab	1066.3 a-d	0.73
Ames 26686	PI 650163	94.6 ab	19.6 a-c	984.8 a-d	0.68
Ames 28372	PI 650168	87.7 ab	17.5 a-d	954.8 a-d	0.68
CSS-CAM25	PI 650154	94.2 ab	17.4 a-d	1116.0 a-c	0.73
K-49	Bilinmiyor	92.3 ab	19.2 a-d	1192.5 ab	0.73
K-50	Bilinmiyor	83.6 b	17.8 a-d	1344.7 a	0.80
No. 402	PI 304269	93.0 ab	17.2 b-d	795.9 b-d	0.73
Vniimk 17	PI 258366	83.1 b	16.2 cd	696.2 cd	0.81
<b>Ortalama F değeri</b>		91.1	18.2	967.6	0.75
		0.94*	2.10*	2.0*	0.57 <sup>öd</sup>
Genotipler	Accession	Hasat indeksi (%)	Tohum verimi (kg/da)	Yağ verimi (kg/da)	Yağ oranı (%)
Arslanbey	Bilinmiyor	12.6 a	217.3 ab	56.5 a-c	25.9 de
Ames 22964	PI 633192	10.2 a-c	217.2 ab	66.5 ab	30.6 a
Ames 22987	PI 633194	8.8 b-d	142.0 de	42.7 cd	30.0 a-c
Ames 26665	PI 650142	9.3 bc	118.4 ef	32.6 d	27.5 b-d
Ames 26667	PI 650144	9.7 a-c	162.0 c-d	49.2 a-c	30.3 ab
Ames 26673	PI 650150	5.9 d	116.0 ef	33.2 d	28.6 a-d
Ames 26676	PI 650153	7.5 b-d	131.3 d-f	32.4 d	24.6 e
Ames 26680	PI 650157	8.8 b-d	208.3 ab	56.8 a-c	27.2 c-e
Ames 26681	PI 650158	7.7 b-d	161.4 cd	47.1 b-d	29.1 a-c
Ames 26686	PI 650163	10.7 ab	205.5 ab	60.6 a-c	29.5 a-c
Ames 28372	PI 650168	9.5 bc	190.1 a-c	54.3 a-c	28.5 a-d
CSS-CAM25	PI 650154	8.2 b-d	190.7 a-c	55.5 a-c	29.0 a-c
K-49	Bilinmiyor	9.1 b-d	227.8 a	64.3 ab	28.2 a-d
K-50	Bilinmiyor	7.2 cd	211.1 ab	62.2 ab	29.4 a-c
No. 402	PI 304269	8.6 b-d	165.8 cd	49.6 a-d	29.9 a-c
Vniimk 17	PI 258366	8.4 b-d	103.1 f	30.1 d	29.2 a-c
<b>Ortalama F değeri</b>		8.9	173.0	49.6	28.6
		2.67*	13.28**	4.5**	3.19**

\*\* : P<0.01, \* : P<0.05, Aynı harf/harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Öd: önemli değil

\*Sapa kalkabilmesi ve çiçeklenebilmesi için vernalizasyon ihtiyacı olan mutlak "kışık" genotipler

Yağ oranı, ketencik tohum kalitesini yükselten en önemli kalite özelliklerinden birisidir. Yağ oranı arttıkça birim alandan daha yüksek miktarlarda ham yağ elde edilebilmekte, böylece yağ üretim maliyeti azalmaktadır. Ancak yağ oranı ile tohum verimi arasında olumsuz bir ilişki bulunmaktadır (Guya vd., 2014). Genel olarak yağ oranı yükseldikçe tohum verimi azalmaktadır (Vollmann vd., 2005). Örneğin araştırmamızda tohum verimi sıralamasında üstten ikinci sırada yer alan Arslanbey çeşidi yağ oranı sıralamasında alttan ikinci sırada yer alabilmiştir (Çizelge 1). Bu nedenle hem tohum verimi hem de yağ oranı yüksek çeşitlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer taraftan Dünya ketencik koleksiyonlarında mevcut genetik varyasyonun çok azından faydalanılabilmektedir (Buchsenschutz-Nothdurft vd., 1988; Vollmann vd., 2005). Örneğin NGRP

koleksiyonunda bulunan PI kodlu 41 ketencik genotiplerinin kuru tohumlarındaki yağ içeriği % 23.6 (PI 650152) ile % 44.1 (PI 650115) arasında geniş bir varyasyon göstermesine karşın kültürü yapılan ketencik çeşitlerinin ortalama yağ oranı % 30 civarındadır (Hotton vd., 2020).

Oysa günümüzde kültürü yapılan ticari kanola çeşitlerinin yağ oranı % 40-50 arasında değişmektedir. Bu nedenle etkili ıslah yöntemleri ile ketenciğin rekabet halinde olduğu kanola kadar yüksek yağ içeren (>%40) çeşitlerin geliştirilerek tarıma kazandırılması büyük önem taşımaktadır. Hotton vd. (2020) tarafından NGRP koleksiyonlarında bulunan ve %45'e yakın oranlarda yağ içeren genotiplerin bitki ıslahı çalışmalarında gen kaynağı olarak değerlendirilmesi gerektiği rapor edilmiştir.

Ketencik genotiplerinin tohumlarından soğuk ekstraksiyon ile elde edilen ham yağların GC-FID yağ asitleri kompozisyonları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Ketencik genotiplerinin yağ asitleri kompozisyonu (%)

Table 2. Fatty acid composition of camelina genotypes (%)

Genotipler	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	C22:0	C22:1
Arslanbey	7.90	2.78	16.45	20.95	45.65	1.13	4.35	0.00	0.64
Ames 22964	7.21	2.83	16.63	21.18	44.62	1.45	1.94	2.19	1.92
Ames 22987	6.04	2.86	15.41	24.09	39.92	1.53	3.90	2.56	3.64
Ames 26665	8.82	3.43	17.49	20.07	42.22	1.05	1.19	4.25	1.43
Ames 26667	8.76	2.80	17.49	19.45	46.97	0.95	2.36	1.14	0.21
Ames 26673	5.12	2.60	20.08	19.93	44.12	1.86	1.32	0.00	4.92
Ames 26676	8.27	3.57	17.32	24.46	37.04	1.67	3.48	0.83	3.28
Ames 26680	6.01	3.60	15.69	21.90	43.20	2.64	4.22	2.26	0.44
Ames 26681	2.15	2.88	14.85	17.30	49.71	2.19	7.54	2.00	1.42
Ames 26686	3.76	2.67	17.26	20.34	46.04	1.79	4.35	1.50	2.26
Ames 28372	5.85	2.97	18.27	19.80	45.88	1.68	4.46	0.00	1.06
CSS-CAM25	5.84	2.77	14.37	18.69	49.98	1.78	5.36	0.00	1.16
K-49	5.69	2.86	18.94	20.32	42.96	1.41	5.51	1.37	0.85
K-50	6.40	2.91	17.10	23.59	40.85	1.83	2.87	1.28	3.11
No. 402	8.14	2.82	16.58	24.62	42.11	1.34	1.73	1.22	1.06
Vniimk 17	8.14	2.43	18.41	19.18	45.66	1.46	2.87	0.71	1.10
Ortalama	6,51	2,92	17,02	20,99	44,18	1,61	3,59	1,33	1,78

**C16:0:** Palmitik, **C18:0:** Stearik, **C18:1:** Oleik, **C18:2:** Linoleik, **C18:3:** Linolenik, **C20:0:** Arasidik, **C20:1:** Eikosenoik (gondoik), **C22:0:** Behenik ve **C22:1:** Erusik asit

Ketencik genotiplerinden elde edilen ham yağlarda oleik asit % 14.37-20.08, linoleik asit % 17.30-24.46, linolenik asit % 37.04-49.98 ve erusik asit % 0.21-4.92 arasında değişim göstermiştir. Oleik asit (C18:1) bakımından Ames 26673, linoleik asit (C18:2) bakımından No. 402 ve  $\alpha$ -linolenik asit (C18:3) bakımından CSS-CAM25 genotipi en yüksek değerler vermiştir (Çizelge 2). Ketencik yağının yemeklik yağ olarak kullanılmasını engelleyen en önemli yağ asidi bileşeni erusik asittir. Gıda amaçlı bitkisel yağlarda (kolza veya kanola yağında olduğu gibi) erusik asit için izin verilen üst sınır değeri ABD’de % 2 ve AB’de % 5’tir (Campbell vd., 2013).

Araştırmamızda, ketencik yağında en önemli kalite kriteri olarak kabul edilen erusik asit bakımından bütün genotiplerin yağında % 5’ten daha düşük ve 11’inde ise % 2’nin altında erusik asit varlığı tespit edilmiştir. Ames 26673 % 4.92 ile en yüksek, Ames 26667 % 0.21 ile en düşük erusik asit içeren genotipler olarak dikkat çekmiştir (Çizelge 2). NGRP ketencik koleksiyonunda bulunan genotiplerin erusik asit içeriklerinin % 1.83 ile % 4.79 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Hotton vd., 2020).

#### 4. Sonuç

Türkiye’de ticari olarak yakın zamana kadar tarımı yapılmayan ketenciğin son yıllarda biyodizel yatırımı yapan bazı özel sektör kuruluşları tarafından sözleşmeli olarak üretimi yapılmaya başlamıştır. Ancak bu bitkinin üreticiler tarafından yeterince tanınmıyor veya bilinmiyor olmasından başka ayrıca desteklenen tarımsal ürünler kapsamı dışında olması ülke genelinde ketencik tarımının gelişmesini engellemektedir. İşte bu araştırma ülkemizde ketencik ile ilgili yapılan az sayıda araştırmadan birisi olması ve Göller yöresinde de içine alan Batı Akdeniz Bölgesinde ketencik üzerinde yapılan ilk akademik araştırma olması nedeniyle özgün değer taşımaktadır.

Ülkemizin tescilli tek yerli çeşidi olan Arslanbey diğer NGRP orjinli ketencik genotipleri ile karşılaştırıldığında tohum verimi bakımından K-49, yağ verimi bakımından Ames 22964, K-49, K-50, Ames 26686 ve Ames 26680, yağ oranı bakımından başta Ames 22964, Ames 26667 ve Ames 22987 olmak üzere 14 genotip Arslanbey çeşidinden daha yüksek ortalama değerler vermiştir. Ayrıca ketencik yağının yemeklik olarak tüketimini sınırlayan en önemli yağ asidi olan erusik asit bakımından bütün genotipler % 5’ten, 11 genotip ise % 2’den daha az erusik asit ihtiva etmiştir.

Sonuç olarak, ketencik tarımı için son derece elverişli ekolojik koşullara sahip olduğu anlaşılan Göller yöresinde tarımsal ve yağ kalite özellikleri yönüyle öne çıkan farklı orijinli ketencik genotipleri belirlenmiştir. Bunların introduksiyon yoluyla kısa zamanda kayıt altına alınarak ticari üretimlerine başlanabileceği gibi seleksiyon, melezleme ve mutasyon gibi daha kapsamlı ıslah yöntemleri için ebeveyn, başlangıç veya yarıyol ıslah materyalleri olarak değerlendirilebilecekleri öngörülmüştür.

#### 5. Teşekkür

Bu araştırma makalesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Gülçin KOÇER tarafından sunulan Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

#### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı

sağlamış olduklarını beyan ederler.

## 6. Kaynaklar

- Angelini, L.G., Chehade, L.A., Foschi, L., Tavarini, S. (2020). Performance and potentiality of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) genotypes in response to sowing date under Mediterranean environment. *Agronomy*, 10, 1929. doi:10.3390/agronomy10121929
- Aurora, B., Howard-Hildige, R., Connell, A., Nichol, R., Ryan, J., Rice, B. (2003). Camelina oil as a fuel for diesel transport engines. *Industrial Crops and Products*, 17, 191-197. doi:10.1016/S0926-6690(02)00098-5
- Ayışığı, S. (2015). Bazı Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) Genotiplerinin Tokat-Kazova Şartlarında Verim ve Verimle İlgili Özelliklerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Baydar, H., Erbaş, S. (2014). Yağ Bitkileri Bilim ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 97, Isparta.
- Bernardo, A., Howard-Hildige, R., O'Connell, A., Nichol, R., Ryan, J., Rice, B., Roche, E., Leahy, J.J. (2003). Camelina oil as a fuel for diesel transport engines. *Industrial Crops and Products*, 17, 191-197.
- Bilir Gürpınar, E. (2019). Kütahya Ekolojik Koşullarında Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) Genotiplerinin Bazı Tarımsal ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Buchsenschutz-Nothdurft, A., Schuster, A., Friedt, W. (1988). Breeding for modified fatty acid composition via experimental mutagenesis in *Camelina sativa* (L.) Crantz. *Industrial Crops and Products*, 7, 291-295.
- Campbell, M., Rossi, A., Erskine, W. (2013). Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz): Agronomic potential in Mediterranean environments and diversity for biofuel and food uses. *Crop and Pasture Science*, 64, 388-398. doi:10.1071/CP13054
- Ermış, H. (2019). Ankara Ekolojik Koşullarında Farklı Sıra Arası Mesafeleri ve Ekim Normlarının Ketencik'te (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) Tohum Verimi ve Bazı Özelliklere Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kahramanmaraş.
- George, N., Hollingsworth, J., Yang, W., Kafka, S. (2017). Canola and camelina as new crop options for cool-season production in California. *Crop Science*, 57, 693-712. doi:10.2135/cropsci2016.04.0208
- Göre, M., Kurt, O. (2017). Farklı ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) genotiplerinin ham yağ oranları ve yağ asitleri kompozisyonlarının belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 201-205.
- Guya, S.O., Wysocki, D.J., Schillinger, W.F. (2014). Camelina: Adaptation and performance of genotypes. *Field Crops Research*, 155, 224-232. doi: 10.1016/j.fcr.2013.09.002
- Hotton, S.K., Kammerzell, M., Chan, R., Hernandez, B.T., Young, H.A. (2020). Phenotypic examination of *Camelina sativa* (L.) Crantz accessions from the USDA-ARS National Genetics Resource Program. *Plants*, 9, 642. doi:10.3390/plants9050642
- Katar, D., Arslan, N., Subaşı, İ. (2012). Ankara ekolojik koşullarında farkı ekim zamanlarının ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) bitkisinin yağ oranı ve bileşimi üzerine olan etkisinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29 (3), 84-90.
- Kınay, A., Yılmaz, G., Ayışığı, S., Dökülen, S. (2019). Yield and quality parameters of winter and summer-sown different camelina (*Camelina sativa* L.) genotypes. *Turkish Journal of Field Crops*, 24 (2), 164-169. doi: 10.17557/tjfc.631133
- Köse, A., Bilir, Ö., Katar, D., Arslan, Y. (2018). Bazı ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) genotiplerinin agronomik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *UÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (1), 101-111.
- Krohn BJ, Fripp M.A. (2012). Life cycle assessment of biodiesel derived from the niche filling energy crop camelina in the USA. *Applied Energy*, 92, 92-98. doi:10.1016/j.apenergy.2011.10.025
- Kurasiak-Popowska, D., Graczyk, M., Przybylska-Balcerek, A. (2021). Influence of variety and weather conditions on fatty acid composition of winter and spring *Camelina sativa* varieties in Poland. *European Food Research and Technology*, 247, 465-473.
- Kurt, O., Seyis, F. (2008). Alternatif yağ bitkisi: Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz). *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (2), 116-120.
- McVay, K.A., Lamb, P.F. (2008). Camelina production in Montana. *Montana State University Extension MontGuide MT200701AG*, Revised 3/08.
- Razeq, F.M., Kosma, D.K., Rowland, O., Molina, I. (2014). Extracellular lipids of *Camelina sativa*: characterization of chloroform-extractable waxes from aerial and subterranean surfaces. *Phytochemistry*, 106, 188-96. doi: 10.1016/j.phytochem.2014.06.018
- Russo, R., Galasso, I., Caruso, I., Reggiani, R. (2014). Variability in Content and Pattern of Glucosinolates in *Camelina sativa* Genotypes. *Proceedings of the 58th Italian Society of Agricultural Genetics Annual Congress*, Alghero, Italy – 15/18 September, 2014.
- Sainger, M., Jaiwal, A., Sainger, A., Chaudhary, D., Jaiwal, R., Jaiwal, P. (2017). Advances in genetic improvement of *Camelina sativa* for biofuel and industrial bio-products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 623-637. doi:10.1016/j.rser.2016.10.023
- Sevilmiş, U., Bilgili, M.E., Kahraman, Ş., Seydoşoğlu, S., Sevilmiş, D. (2019). Ketencik (*Camelina sativa*) tarımı. *Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2 (2), 36-62.
- Vollmann, J., Grausgruber, H., Stift, G., Dryzhyruk, V., Lelley, T. (2005). Genetic diversity in camelina germplasm as revealed by seed quality characteristics and RAPD polymorphism. *Plant Breeding*, 124, 446-453. doi: 10.1111/j.1439-0523.2005.01134.x
- Yıldırım, H. (2015). Azot ve Fosfor Dozlarının Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) Bitkisinde Bazı Verim ve Kalite Bileşenlerine Etkileri. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Konya.
- Yücekaya Akbulut, B. (2014). Ankara Koşullarında Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) Çeşit ve Popülasyonlarının Verim ve Verim Ögelerinin Belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Ankara.
- Zubr, J. (1997). Oil-seed crop: *Camelina sativa*. *Industrial Crops and Products*, 6, 113-119. doi: 10.1016/S0926-6690(96)00203-8