

T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ISPARTA EKOLOJİK KOŞULLARINDA BAZI KETENCİK
(*Camelina sativa* (L.) Crantz.) GENOTİPLERİNİN TARIMSAL VE
YAĞ KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Gülçin KOÇER

Danışman
Prof. Dr. Hasan BAYDAR

ISPARTA - 2022



© 2022 [Gülçin KOÇER]

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	15
3.1. Araştırma Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri	15
3.2. Materyal	18
3.3. Yöntem	18
3.4. Verilerin Değerlendirilmesi	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	22
4.1. Büyüme ve Gelişme Özellikleri ile Tarımsal Üretim Potansiyeli.....	22
4.2. Bitki Boyu	25
4.3. Bitki Başına Dal Sayısı	26
4.4. Bitki Başına Kapsül Sayısı.....	28
4.5. Bin Tane Ağırlığı	31
4.6. Hasat İndeksi.....	33
4.7. Tohum Verimi.....	35
4.8. Yağ Oranı	37
4.9. Yağ Asitleri Kompozisyonu.....	39
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	43
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ	50

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ISPARTA EKOLOJİK KOŞULLARINDA BAZI KETENCİK [*Camelina sativa* (L.) Crantz] GENOTİPLERİN TARIMSAL VE YAĞ KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Gülçin KOÇER

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hasan BAYDAR

Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz), kurak ve yarı kurak bölgelerin doğal yağışlarla beslenen marjinal tarım arazilerinde düşük maliyetle kültürü yapılabilen, yüksek yağ içeriğine sahip ve omega yağ asitleri bakımından zengin bir yağlı tohum bitkisidir. Bu araştırmada 16 ketencik genotipi (Vniimk 17, No. 402, Ames 26665, Ames 26667, Ames 26673, Ames 26676, CSS-CAM25, Ames 26680, Ames 26681, Ames 26686, Ames 28372, Ames 22964, Ames 22987, K-49, K-50 ve Arslanbey) 25 Eylül 2018 tarihinde tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak ekilmişler ve 10 Haziran 2019 tarihinde hasat edilmişlerdir. 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 %5.94 (Ames 26673) ile %12.69 (Arslanbey), tohum verimi 103.1 kg/da (Vniimk 17) ile 227.8 kg/da (K-49) ve yağ oranı %24.66 (Ames 266676) ile 30.62 (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.

Anahtar Kelimeler: Ketencik, Tohum verimi, Yağ içeriği, Yağ asitleri

2022, 50 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION OF AGRICULTURAL AND OIL QUALITY CHARACTERISTICS OF SOME CAMELINA (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) GENOTYPES IN ISPARTA ECOLOGICAL CONDITIONS

Gülçin KOÇER

Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Field Crops

Supervisor: Prof. Dr. Hasan BAYDAR

Camelina (*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 (Vniimk 17, No. 402, Ames 26665, Ames 26667, Ames 26673, Ames 26676, CSS-CAM25, Ames 26680, Ames 26681, Ames 26686, Ames 28372, Ames 22964, Ames 22987, K-49, K-50 and Arslanbey) were used. The genotypes were planted on 25 September 2018 in randomized blocks experimental design with 3 replications and harvested on 10 June 2019. The average plant height of the genotypes was 83.1 (Vniimk 17) to 102.7 cm (Ames 26680), the average number of branches per plant 14.5 (Ames 26665) and 22.2 (Ames 26680), the average number of capsules per plant 589.7 (Ames 26665) and 1344.7 (K-50), 1000 seed weight 0.63 g (Ames 22964) to 0.87 g (Ames 26676), harvest index 5.94% (Ames 26673) to 12.69% (Arslanbey), seed yield 103.1 kg/da (Vniimk 17) to 227.8 kg/ (K-49) and the oil ratio ranged from 24.66% (Ames 266676) to 30.62 (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, the presence of erucic acid was lower than 2% in 11 of the genotypes. As a result, Cameline genotypes with superior agricultural and quality characteristics were determined for the Göller region, which had extremely favorable ecological conditions for camelina cultivation.

Key Words: Camelina, Seed yield, Oil content, Fatty acids

2022, 50 pages

TEŞEKKÜR

Sürekli artan küresel gıda ve enerji talebi, azalan fosil yakıt rezervleri ve global ısınma gibi iklimsel kaygılar, yenilenebilir ve sürdürülebilir alternatif enerji kaynaklarını araştırmaya zorlamaktadır. Kurak ve yarı kurak bölgelerin doğal yağışlarla beslenen marjinal tarım arazilerinde düşük maliyetle kültürü yapılabilen, yüksek yağ içeriğine sahip ve omega yağ asitleri bakımından zengin bir yağlı tohum bitkisi olan ketencik bu arayışların ürünüdür. Böylesi değerli bir ürün ile beni tanıştıran, sevdiren ve nihayet yüksek lisans tez konusu olarak öneren, tez çalışmasının her aşamasında yardım ve desteklerini esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Hasan Baydar'a ve tarla denemesinin yürütülmesi aşamalarında yardımcı olan Doç. Dr. Sabri Erbaş'a ve Zir. Müh. Ümmü Bozdağ'a teşekkürü borç bilirim.

Gülçin KOÇER
ISPARTA, 2022



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Vejetasyon dönemine ait ortalama sıcaklık (°C) değerleri	16
Şekil 3.2. Vejetasyon dönemine ait ortalama yağış (mm) değerleri	16
Şekil 3.3. Ketencik bitkilerinin farklı büyüme ve gelişme dönemleri	17
Şekil 3.4. Ketencik tohumunda yağ oranının belirlendiği NMR cihazı	20
Şekil 3.5. Ketencik tohumlarından n-hekzan ile soğuk ekstraksiyon yapılarak ham yağ eldesi.....	21
Şekil 3.6. Ketencik yağının GC-FID ile yağ asitleri analizi	21
Şekil 4.1. Isparta ekolojik koşullarında ketencik genotiplerinin ortalama bitki boyu değerleri.....	26
Şekil 4.2. Isparta ekolojik koşullarında ketencik genotiplerinin bitki başına ortalama dal sayısı değerleri.....	28
Şekil 4.3. Ketencik genotiplerinin bitki başına ortalama kapsül sayısı değerleri	30
Şekil 4.4. Ketencik genotiplerinin ortalama bin tane ağırlığı değerleri	32
Şekil 4.5. Ketencik genotiplerinin ortalama hasat indeksi değerleri.....	34
Şekil 4.6. Ketencik genotiplerinin ortalama tohum verimi değerleri.....	36
Şekil 4.7. Ketencik genotiplerinin ortalama yağ oranı değerleri	38
Şekil 4.8. Bitkilerde erusik asidin sentez yolağı	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Genetik materyal olarak kullanılan ketencik genotipleri	18
Çizelge 4.1. Ketencik genotiplerinde bitki boyuna ilişkin varyans analiz tablosu	25
Çizelge 4.2. Ketencik genotiplerinde bitki boyuna ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları	26
Çizelge 4.3. Ketencik genotiplerinde bitkide dal sayısına ilişkin varyans analiz tablosu	27
Çizelge 4.4. Ketencik genotiplerinde bitki başına dal sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları	28
Çizelge 4.5. Ketencik genotiplerinde kapsül sayısına ilişkin varyans analiz tablosu	29
Çizelge 4.6. Ketencik genotiplerinde bitki başına kapsül sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları	30
Çizelge 4.7. Ketencik genotiplerinde bin tane ağırlığına ilişkin varyans analiz tablosu	31
Çizelge 4.8. Ketencik genotiplerinde bin tane ağırlığına ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları	32
Çizelge 4.9. Ketencik genotiplerinde hasat indeksine ilişkin varyans analiz tablosu	33
Çizelge 4.10. Ketencik genotiplerinde hasat indeksine ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları	34
Çizelge 4.11. Ketencik genotiplerinde tohum verimine ilişkin varyans analiz tablosu	35
Çizelge 4.12. Ketencik genotiplerinde tohum verimine ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları	36
Çizelge 4.13. Ketencik genotiplerinde yağ oranına ilişkin varyans analiz tablosu....	37
Çizelge 4.14. Ketencik genotiplerinin ortalama yağ oranı değerleri	38
Çizelge 4.15. Ketencik genotiplerinin yağ asitleri kompozisyonu (%)	39

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

cm	Santimetre
da	Dekar
dk	Dakika
F	F değeri
g	Gram
GC-FID	Gaz kromatografisi
ha	Hektar
K.O	Kareler ortalaması
K.T	Kareler toplamı
kg	Kilogram
m	Metre
ml	Mililitre
NGRP	National Genetic Resources Program
NMR	Manyetik rezonans cihaz
S.D	Serbestlik derecesi
V.K	Varyans kaynakları
(C16:0)	Palmitik asit
(C18:0)	Stearik asit
(C18:1)	Oleik asit
(C18:2)	Linoleik asit
(C18:3)	Linolenik asit
(C22:1)	Erusik asit
(C20:0)	Arasidik asit
(C20:1)	Eikosenoik asit
(C22:0)	Behenik asit
°C	Santigrat derece
%	Yüzde
µl	Mikrolitre
<	Küçüktür
>	Büyüktür

1. GİRİŞ

Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz), “Yalancı keten” (False flax) olarak da bilinen, Kuzey Avrupa, Rusya-Ukrayna ve Yakın Doğu Asya’da doğal olarak yetişen hem kışlık hem de yazlık olarak kültürü yapılabilen, tek yıllık, otsu yapıda, daha çok kendine döllen bir yağ ve enerji bitkisidir. Brassicaceae familyasının *Camelina* cinsine ait *C. sativa*, *C. microcarpa*, *C. laxa*, *C. rumelica*, *C. hispida* ve *C. anomala* olmak üzere toplam 11 türü bulunmakla birlikte (Davis, 1965) bunlardan sadece *C. sativa* ve *C. microcarpa* türlerinin kültürü yapılmaktadır. Ticari değeri en yüksek olan *C. sativa*’nın ssp. *sativa*, ssp. *pilosa* ve ssp. *foetida* olmak üzere 3 alt türü tanımlanmıştır (Angelini vd., 1997). *C. sativa*, genom büyüklüğü 750 Mbp olan heksaploid ($2n = 6x = 40$) bir türdür (Sainger vd., 2017). Tarımsal anlamda “kışlık” ketencik olarak adlandırılan ssp. *sativa* ve ssp. *pilosa* bol tohum üretimi ile en umut verici alt türler olarak görünmektedir. Bu alt türler sapa kalkarak çiçeklenebilmeleri için vernalizasyon ihtiyaçları vardır ve bu nedenle sonbaharda ekilirler. Oysa “yazlık” ketencik olarak adlandırılan ssp. *foetida* al türünün vernalizasyon ihtiyacı olmadığından hem sonbaharda hem de ilkbaharda ekilebilir (Hotton vd., 2020).

Avrupa kıtasında ketencik tarımı ilk olarak M.Ö. 600 yıllarında Avrupa’nın Ren Nehri’ni çevreleyen vadilerde başlamış, II. Dünya Savaşı’na kadar tarım alanları giderek genişlemiş, ancak 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren yerini hızla kolzaya ve ayçiçeğine bırakmıştır. Her ne kadar günümüzde Kuzey Amerika ülkeleri ile bazı Kuzey ve Doğu Avrupa ülkeleri dışında ketencik tarımı istenilen düzeyde gelişme göstermemiş ise de olumsuz çevre faktörlerinden çok fazla etkilenmemesi, marjinal tarım alanlarında 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 ketencik alternatif yağ bitkisi olarak giderek büyük önem kazanmaktadır (McVay ve Lamb, 2008).

Ketencik, çeşitli gıda, sağlık, biyoyakıt ve diğer gıda dışı yağlı tohum uygulamaları için bir biyoteknoloji platformu olarak işlev görme potansiyeline sahiptir. Ketencik yağı yüksek miktarda alfa-linolenik asit (omega-3) içeriği ile besin değeri yüksek

nadir bir bitkisel yağ kaynağıdır (Abramovic ve Abram, 2005). Ancak diğer Brassicaceae türlerinde olduğu gibi ketencik yağında bazen kabul edilebilir sınırların üzerinde erusik asit (C22:1) bulunabilmesi ve küspe unlarında sülfür içeren β -D-glukopiranozlu β -tioglukozit N-hidroksisülfat gibi glukozinolatların (GSL'ler) mevcudiyeti nedeniyle insan ve hayvan gıdası olarak kullanımı sınırlı olabilmektedir. 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).

Günümüzde kültürü yapılan ketencik çeşitlerinden elde edilen yağların %90'dan fazlasını doymamış yağ asitleri (linolenik asit (C18:3; omega-3 yağ asidi), linoleik asit (C18:2; omega-6 yağ asidi), oleik asit (C18:1; omega-9 yağ asidi) ve eikosenoik asit (C20:1) oluşturmaktadır (Kurt ve Seyis, 2008). Ketencik yağı α -linolenik asit (18:3, % 30-43), linoleik asit (18:2, % 20-25), oleik asit (18:1, % 15-20) ve daha düşük düzeylerde gondoik asit (20:1) ve erusik asit (22:1) (< %10) olmak üzere doymamış yağ asitleri bakımından oldukça zengindir. Spesifik yağ asitleri kompozisyonu ketencik yağını jet yakıtı, biyodizel ve endüstriyel yağlayıcılar için ideal kılmaktadır (Aurore vd., 2003; Ghamkhar vd., 2010), kanola yağı kalite parametreleri esas alınarak ketencik yağında; (1) % 30'dan fazla alfa-linolenik asit, (2) % 3'ten daha az erusik asit, (3) % 10'dan daha az doymuş yağ asitleri toplamı ve (4) 1'den daha büyük α -linolenik asit/ linoleik asit oranı olmak üzere dört kalite parametresinin ölçüt alınması gerektiğini bildirmişlerdir.

Türkiye tarım ürünleri, gıda ve içecek ihracatı 2020 yılında yaklaşık 21 milyar dolar olarak gerçekleşmiş, bunun 5.5 milyar doları endüstri bitkileri ve ürünleri ihracatından sağlanmıştır. Diğer yandan aynı yıl tarım ürünleri, gıda ve içecek ithalatı 16 milyar dolar olarak gerçekleşmiş ve bu değer % 50'den fazlası (8.5 milyar dolar) endüstri bitkileri ve ürünleri ithalatından kaynaklanmıştır. Bilhassa pamuk elyafı (2.7 milyar dolar), yağlı tohumlar (2.3 milyar dolar) ve bitkisel yağlar (1.5 milyar dolar) ithalatına 4.5 milyar dolar döviz ödenmiştir. 2020 yılında 1 milyon ton (2 milyar dolar) pamuk elyafı, 1.2 milyon ton ayçiçeği tohumu (0.6 milyar dolar) ve 3 milyon ton soya tohumu (1.2 milyar dolar) ithal edilmiş olup toplam 2.4 milyon ton yağlı tohum ithal edilmiştir (TUİK, 2021).

Türkiye'nin bitkisel yağ üretiminde ham madde kaynağı olarak en fazla yağlık ayçiçeği başta olmak üzere kanola, soya ve aspir ile tohumlarından yan ürün olarak yağ elde edilen pamuk ve mısırdan yararlanılmaktadır. Her ne kadar yarfıstığı ve susam gibi sadece Akdeniz ikliminin hakim olduğu bölgelerimizde kültürü yapılan yağ bitkileri varsa da bu tür ürünler bitkisel yağ kaynağı olarak değerlendirilmemektedir. Üstelik bu ürünler arasında kışlık olarak ekimi yapılan kanola (kolza) ve yazlık ekimi yapılan aspir dışındakiler yıllık yağış miktarı yüksek veya sulama olanağı olan tarım alanlarında yetiştiriciliğı yapılmaktadır. Oysa ketencik bitkisi de botanik akrabası olan kanola gibi kışlık olarak güzden ekimi yapılip doğal yağışlarla büyüme ve gelişmesini tamamlayarak yaz mevsimi başlarında hasat edilen bir ürün olarak büyük potansiyel değer ifade etmektedir.

Dünyada ketencik tarımının en fazla yapıldığı yer Amerika Birleşik Devletleri'nin Montana eyaletinin kuru tarım alanlarıdır. Montana'da yaygın olarak uygulanan münavebe desenlerinden birisi de buğday ile ketencik rotasyonudur. Üreticiler buğday hasadından sonra tarla alanını nadasa bırakmak yerine yazlık ketencik yetiştirmeyi (erken ilkbaharda ekim ve yaz başında hasat) tercih etmektedirler. Çünkü 3-3.5 ay gibi kısa yetiştirme periyodunda 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 edildiğı hem de toprakta besin elementlerinden daha iyi yararlandığı anlaşılmıştır (McVay ve Lamb, 2008). Alternatif biyoenerji kaynakları üzerinde bilimsel araştırmalara çok önem verilen Montana Devlet Üniversitesi'nde ketencik ıslahı ve yetiştiriciliğı üzerinde büyük bütçeli araştırma projeleri yürütölmektedir. Montana'da gerçekleştirilen ketencik üretimi sayesinde yılda milyonlarca galon biyoyakıt elde edildiğı rapor edilmektedir. Ketencik yağından üretilen biyodizelin kullanılması durumunda, petrol dizeline kıyasla sera gazı (GHG) emisyonunu % 40-60 oranında azalttığı, kanola yağına benzer özellikler taşımakla birlikte ayrıca yağlama yağının daha hızlı bozulmasına karşı koruma sağlayan yüksek iyot içeriğine sahip olduğı açıklanmıştır (Krohn ve Fripp, 2012).

Geleneksel melezleme ve mutasyon ıslahı yoluyla mahsul verimini, yağ içeriğini ve bileşimini iyileştirme girişimleri genetik varyasyonun dar oluşu nedeniyle sınırlı kalmıştır. 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 CO₂ fiksasyon kapasitesinin iyileştirilmesi, (4) kuraklığa ve sıcaklığa karşı daha yüksek direnç kazandırılması, (5) genetik kaynaklarının (omik-platformlar) ve yeni moleküler markörlerin geliştirilmesi ve (6) terpenler, mum esterleri ve polihidroksibütirat (PHB) üretimi olacağı bildirilmiştir (Sainger vd., 2017).

Dünyada ketencik bitkisi üzerinde yapılan ıslah çalışmaları belirli ülkelerde yoğunlaştığından dünya genelinde henüz yeterli sayıda ketencik çeşidi bulunmamaktadır. Bununla birlikte 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 α -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. Ayrıca Sustainable Oil Company tarafından SO-40, SO-50 ve SO-60 gibi yüksek verimli yazlık ketencik çeşitleri geliştirilmiştir (Baydar ve Erbaş, 2014). Türkiye'de ise Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından 2017 yılında tescil ettirilen "Arslanbey" ketencik çeşidi bulunmaktadır.

Dünyada 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 sıcağa ve kurağa toleranslı yeni türlerin ve çeşitlerin belirlenmesi ve geliştirilmesi hedeflenmektedir. Ülkemizde küresel ısınmadan en fazla etkilenerek çölleşme tehdidi altında bulunan bölgelerin başında Güney Doğu, 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 birisinin de ketencik bitkisi olduğunu göstermektedir.

Dünyada kültürü yapılan çok eski bir yağ bitkisi olmakla birlikte, ticari olarak yakın zamana kadar ülkemizde tarımı yapılmayan ketenciğin 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 üretimine uygun ketencik çeşitlerinin ve genotiplerine ihtiyaç duyulduğu, ketencik üzerinde hem yetiştirme teknikleri hem de çeşit geliştirme ıslahı konularında daha fazla araştırma yapılması gerektiği bildirilmektedir.

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

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ketencik *Camelina sativa* (L.) Crantz), tek yıllık ve otsu yapıda bir bitki olup 3-4 ay gibi kısa bir olum süresi vardır. Brassicaceae familyasının bir üyesi olarak bu familyanın benzer özelliklerini taşır. Yetiştirildiği iklim ve toprak ortamına göre 30-90 cm arasında boylanır. Oldukça fazla sayıda dal meydana getirir. 5-10 cm uzunluğunda ok veya mızrak başı şeklinde küt uçlu yaprakları vardır. Çiçeklerinde 4 adet petal (taç), 4 adet sepal (çanak), 6 adet stamen (erkek organ) ve 1 adet ovary (dişi organ) bulunur. Petal yaprakları sarı ve bazen sarıya çalan beyaz renktedir. Ketenciğin, keten gibi kapsül biçiminde meyveleri vardır. Bu nedenle “yalancı keten” olarak da adlandırılır. Çapı 0.5-2.5 mm olan kapsüllerinde 8-16 arasında tohum oluşur. 1000 tane ağırlığı 0.8-2 g arasındadır. Tohum rengi açık sarıdan koyu sarıya kadar değişir (Baydar ve Erbaş, 2014). Ketencik, yüksek oranda kendine döllen bir bitki olup % 1'in altında yabancı döllenmektedir (Walsh vd., 2012).

Ketencik 1940'lara kadar kuzey yarımkürede yaygın olarak bitkisel yağ üretimi için yetiştirilmiş, ancak daha sonra yerini kolza ve ayçiçeği gibi yağ bitkilerine bırakmıştır. Bununla birlikte, çoklu doymamış yağ asitleri ve antioksidanlar açısından zengin yağ içeriğinin yanı sıra marjinal arazilerde düşük maliyetle yetişebilmesi nedeniyle alternatif bir yağ kaynağı olarak ketencik bitkisi yeniden ilgi odağı haline gelmiştir. Dünyanın en zengin ketencik genetik kaynaklarından birisi olan Ulusal Genetik Kaynaklar Programı (NGRP) koleksiyonu en başta ketencik genetiği ve ıslahı araştırmaları için büyük değer görmektedir. NPGR koleksiyonu tohum verimi ve yağ oranı gibi tarımsal özellikler ile erusik asit ve GLA'lar gibi kaliteyle ilgili özelliklerin geliştirilmesi için büyük olanaklar sunmaktadır. Örneğin NGRP koleksiyonu fentipik olarak tarandığında bitki başına tohum verimi 5 g'ın üzerinde ve erusik asit oranı % 2'nin altında çık değerli genotipleri barındırmaktadır (Hotton vd., 2020).

Dünyada kültürü yapılan ketencik çeşitlerinin tohumlarında % 30-40 arasında yağ bulunmaktadır. Keten yağının ana yağ asidi linolenik asit (C18:3, % 30-36) olup, ayrıca her birinin oranı % 15-20 arasında değişen oleik (C18: 1), linoleik (C18:2) ve eikosenik (C22:1) asitler ihtiva etmektedir. Brassicaceae familyasının bir üyesi olmasına rağmen tohum yağında erusik asit en fazla % 3-5 oranında bulunmaktadır.

Yüksek doymamış yağ asitleri içeriği nedeniyle ketencik yağı hızlı kurur. Bu nedenle endüstriyel cila, vernik, boya ve sabun üretiminde çok tercih edilir. Ayrıca biyodizel üretimine de uygundur. Bernardo vd. (2003), tarafından yapılan bir araştırmada ketencik yağından elde edilen biyodizelin 2000 d/d'den daha yüksek motor devirlerinde olduğunu ve mineral yakıtlardan (38.50 kW) daha fazla çeki gücüne (43.25 kW) ve daha düşük CO, CO₂ ve egzoz emisyonlarına sahip olduğu saptanmıştır. Ancak biyodizel kalitesinin artırılması için çoklu doymamış yağ asitleri oranının tekli doymuş yağ asitleri oranı lehine düşürülmesi gerekmektedir (Friedt vd., 1994).

Kurt ve Seyis (2008), ketencik yağının kendine özgü çoklu doymamış yağ asitleri kompozisyonu nedeniyle hem gıda hem de sanayi amaçlı olarak değerlendirilebileceğini, ketencik yağının % 50-55 α -linolenik asit ihtiva eden keten yağı gibi yüksek oranda çoklu doymamış yapısı nedeniyle önemli bir bitkisel yağ kaynağı haline geldiğini, ancak ketencik çeşitlerinin çoğunun % 2-4 erusik asit (C22:1n-9) içerdiğini, bu oranın kolzada kaliteli yemeklik yağ için kabul edilen maksimum % 2 sınırından daha yüksek olduğunu, bununla birlikte erusik asit ihtiva etmeyen veya kabul edilebilir sınırların altında erusik asit içeren ketencik çeşitlerinin geliştirildiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, ilgili literatürlere atıf yaparak ketencik çeşitlerinin tohumlarında % 37-43 arasında ham yağ bulunduğunu, yağı alındıktan sonra geriye kalan küspenin % 10 yağ, % 45 protein, % 13 lif, % 5 mineral madde, az miktarda da vitamin ve diğer maddeler ihtiva ettiğini kaydetmişlerdir.

Kara (1994), tarafından Erzurum ekolojik koşullarında 1987 ve 1988 yıllarında sıra üzeri mesafeyi 10 cm olarak sabit tutarak 3 farklı sıra aralığında (40, 50, 60 cm) yaptığı tarla denemesinde, sıra aralığı mesafesinin ketenciğin tohum, yağ ve protein verimi üzerine etkisinin önemli olduğu, 40, 50 ve 60 cm' lik sıra aralığı mesafelerinden sırasıyla 57.4, 46.2 ve 51.3 kg/da tohum verimi, 18.9, 15.2 ve 16.8 kg/da yağ verimi, 14.0, 11.3 ve 11.8 kg/da protein verimi elde edildiği, Erzurum şartlarında ketencik üretimi için tavsiye edilen sıra aralık mesafesinin 40 cm olabileceği ifade edilmiştir.

Zubr (1997), Danimarka'da 1994 ve 1995 yıllarında yaptığı yazlık keten çeşitlerin 120 günde olgunlaştıklarını, en uygun sıra arası mesafesinin 10-13 cm olduğunu ve

tohumluk miktarının 0.5-0.7 kg arasında değiştiğini, 10 kg/da saf N uygulanmasının yeterli olduğunu ve azotlu gübrenin en uygun uygulama zamanının kışlık çeşitlerde erken ilkbaharda, yazlık çeşitlerde ise 4-6 yapraklı olduğu dönemde olduğunu, yazlık çeşitlerin 260 kg/da tohum verimi ve % 42 yağ oranı, kışlık çeşitlerin ise 330 kg/da tohum verimi ve % 45 yağ oranı verdiğini rapor etmiştir.

Karahoca (2002), tarafından Adana ekolojik şartlarında farklı dozlarda azot ve fosfor uygulamalarının ketencik bitkisinin tohum verimi ve yağ oranına olan etkileri araştırılmıştır. Araştırmada 15 kg/da azot ve 10 kg/da fosfor uygulamalarına kadar tohum ve yağ verimleri artışlar göstermiş, en yüksek yağ oranı (% 31) ile yağ verimi (72.3 kg/da) 15 kg/da azot ve 15 kg/da fosfor uygulamasından alınmıştır. Araştırmacılar bölge için en uygun gübre miktarını 15 kg/da azot ve 5-10 kg/da fosfor olarak açıklamışlardır.

Katar vd. (2012a), tarafından yapılan Ankara ekolojik koşullarında kışlık ve yazlık olarak ketencik bitkisinde farklı ekim zamanlarının (1 Ekim, 15 Ekim, 1 Kasım, 15 Kasım, 15 Mart, 1 Nisan, 15 Nisan ve 1 Mayıs) etkisi araştırılmış, ekim zamanlarına göre yağ veriminin 0.3-129.7 kg/da, yağ oranının % 20.5-39.4, linolenik asit oranının % 24.8-32.2, linoleik asit oranının % 18.4-23.3 ve oleik asit oranının % 16.0-17.5 arasında değiştiği, kışlık ekim zamanlarında hem yağ verimi hem de yağ oranının daha yüksek olduğu, erusik asit içeriğinin ise ekim zamanlarından önemli düzeylerde etkilenmediği tespit edilmiştir.

Bolat (2014), tarafından Eskişehir ekolojik koşullarında ketencik bitkisinde farklı azot (0, 5, 10 ve 15 N kg/da) ve fosfor (0, 3 ve 6 P₂O₅ kg/da) dozlarının bazı tarımsal ve kalite özellikleri üzerine etkisi araştırılmış, araştırma sonuçlarına göre farklı azot dozlarının tohum verimine, 1000 tane ağırlığına ve yağ verimine pozitif bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Fosfor dozları tohum verimi, 1000 tohum ağırlığı ve yağ verimi yanında bitki boyuna da pozitif bir etki de bulunmuştur. Azot x Fosfor interaksyonunun ise istatistiksel olarak sadece bitki boyu üzerinde önemli olduğu saptanmıştır. Azot uygulaması ile tohum verimi 71.5 kg/da'dan 98.9 kg/da'a ve fosfor uygulaması ile dekara tohum verimi 79.3 kg/da'dan 97.3 kg/da'a yükselmiş, en ekonomik azot dozu 13.71 kg/da olarak tespit edilmiştir.

Çoban (2014), tarafından Konya ekolojik koşullarında ketencik bitkisinde en uygun ekim sıklığının saptanması amacıyla yapılan bir araştırmada 4 farklı sıra arası (10, 15, 20 ve 25 cm) ve 4 farklı sıra üzeri (2, 3, 4 ve 5 cm) mesafe uygulanmış, kapsülde tohum sayısı, 1000 tane ağırlığı ve yağ oranı dışında incelenen diğer özellikler için farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek tohum verimi 144.3 kg/da ile 10x3 cm ve en düşük tohum verimi 9.2 kg/da ile 25x5 cm sıklıkta ekilen parsellerden, en yüksek yağ oranı ise % 23.9 ile 10x2 cm ve en düşük yağ oranı % 19.7 ile 20x5 cm sıklıkta ekilen parsellerden elde edilmiştir.

Koç (2014), tarafından Konya ekolojik şartlarında ketencik bitkisinin bazı tarımsal ve kalite özellikleri üzerine güzlük ve yazlık ekim zamanlarının (20 Eylül, 30 Eylül, 9 Ekim, 19 Ekim, 10 Mart, 20 Mart, 30 Mart ve 10 Nisan) etkisi araştırılmış, kapsülde tohum sayısı hariç diğer tüm özelliklerde ekim zamanları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Araştırmada en yüksek tohum verimi 5.78 g/bitki ile 20 Eylül tarihinde ve en düşük tane verimi ise 0.25 g/bitki ile 10 Nisan tarihinde ekilen parsellerden elde edilmiştir. Diğer taraftan en yüksek yağ oranı % 37.5 ile 19 Ekim tarihinde ve en düşük yağ oranı % 22.7 ile 10 Nisan tarihinde ekilen parsellerden elde edilmiştir.

Yücekaya Akbulut (2014), tarafından Ankara ekolojik koşullarında bazı ketencik çeşit (Giessen Nr.3) ve genotiplerinin (Vniimk 17, No.402, CR 476/65, CS-163-2073-72, CS-CR1670, CS-CR1676, CPS-CAM10, CSS-CAM30, CSS-CAM37 ve NE2006-1) verim ve kalite öğelerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada çıkış süresi, çiçeklenme süresi, bitki boyu, harnup sayısı, tohum verimi, bin tane ağırlığı, ham yağ oranı ve yağ verimi bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunurken, ana sapa bağlı dal sayısı ve harnupta tohum sayısı bakımından tespit edilen farklılıkların önemli çıkmadığı tespit edilmiştir. Aynı araştırmada ana sapa bağlı dal sayısı 8.0-10.6 adet, ana sapta kapsül sayısı 22.3-29.0 adet, kapsülde tohum sayısı 10.0-13.3 adet, 1000 tane ağırlığı 0.67-0.87 g, ham yağ oranı % 39.9- 49.4, tohum verimi 107.2-149.5 kg/da ve yağ verimi 49.3-74.2 kg/da arasında değişmiştir.

Ayışığı (2015), tarafından Tokat ve Kazova şartlarında bazı ketencik genotiplerin kışlık ve yazlık ekimlerde verim ve verimle ilgili özelliklerinin belirlenmesi amacıyla

yürütülen bir araştırmada 11 farklı ketencik genotipi (Vinimik 17, PI304269, CR 476/65, CR 1674/90, Ames 26665, Ames 26667, Ames 26673, Ames 26676, Ames 26680, Ames 26686 ve Ames 28372) materyal olarak kullanılmış; kışlık ekimlerinden elde edilen tohum ve yağ verimlerinin daha yüksek olduğu, tohum veriminin kışlık ekimlerde 136.4-254.6 kg/da ve yazlık ekimlerde 34.4-79.8 kg/da, yağ veriminin ise kışlık ekimlerde 58.2-111.8 kg/da ve yazlık ekimlerde 8.0-25.0 kg/da arasında değiştiği, hem kışlık hem de yazlık ekimlerde Ames 26680 ve Ames 26686 genotiplerinden en yüksek verim değerleri elde edildiği rapor edilmiştir.

Yıldırım (2015), tarafından Konya ekolojik şartlarında ketencik bitkisinde farklı azot (7.5, 10.0, 12.5 ve 15.0 kg/da) ve fosfor (5.0, 7.5, 10.0 ve 12.5 kg/da) uygulamalarının bazı verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmış, farklı dozlardaki azot ve fosforun ketencik bitkisinde çiçeklenme süresi, vejetasyon süresi, bitki boyu, ilk kapsül yüksekliği, tane verimi, yağ oranı ve yağ verimi üzerine etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur. Gübre dozlarının ortalaması olarak çiçeklenme süresi 58.6-69.3 gün, vejetasyon süresi 105.3-116.6 gün, bitki boyu 83.2-95.2 cm, ilk kapsül yüksekliği 71.0-80.0 cm, kapsül sayısı 75.3-117.1 adet/bitki, tohum sayısı 13.8-16.6 adet/kapsül, 1000 tane ağırlığı 0.82-1.06 g, tohum verimi 71.1-197.9 kg/da, yağ oranı % 24.0-29.3 ve yağ verimi 20.8-57.9 kg/da değerleri arasında değişmiştir. Artan azot uygulaması ile çiçeklenme süresinin, vejetasyon süresinin, bitki boyunun ve ilk kapsül yüksekliğine ait değerler artarken, kapsülde tohum sayısı, tane verimi, yağ oranı ve yağ veriminin ise azaldığı saptanmıştır. Aynı zamanda artan fosfor uygulaması ile bitkideki kapsül sayısı ve kapsüldeki tohum sayısında artış olduğu gözlenirken, bin tane ağırlığında ise bir azalma olduğu kaydedilmiştir. Araştırmada, en yüksek tane verimi (197.9 kg/da) azotun ve fosforun 7.5 kg/da doz uygulamasından, en yüksek yağ oranı (% 29.3) 15 kg/da azot x 10 kg/da fosfor uygulamasından ve en yüksek yağ verimi (57.93 kg/da) 7.5 kg/da azot x 7.5 kg/da fosfor uygulamasında elde edilmiştir.

George vd. (2017), 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 arasında değiştiğini, ortalama %30 yağ oranı ve ortalama 100 kg/da tohum verimi ile buğday ve kolzaya rakip olamayacağını, ancak çok düşük yağış alan kuru tarım alanlarında ekonomik olarak değerlendirilebileceğini rapor etmişlerdir.

Aynı araştırcılara göre ketenciğin kolzaya göre en önemli avantajlı yönlerinin vejetasyon süresinin biraz daha kısa olması ve nispeten kuraklığa ve soğuğa daha fazla direnç göstermesidir. Kolzanın su stresinden büyük zarar gördüğü çevrelerde ketenciğin daha üretken olduğunu gözlemişlerdir.

Katar ve Katar (2017), tarafından Eskişehir ekolojik şartlarında 3 yıl süreyle yrtlen bir araştırmada, farklı sıra aralıkları (15, 30 ve 45 cm) ve farklı bitki sıklıkları (200, 400, 600 ve 800 bitki/m²) oluşturularak yapılan tarla denemelerinde ortalama bitki boyu, yan dal sayısı, 1000 tohum ağırlığı, tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi değerleri sırasıyla 88.5 cm, 9.5 adet/bitki, 1.26 g, 209.2 kg/da, % 33.5 ve 70.0 kg/da olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları, farklı sıra arası mesafelerin ve bitki sıklıklarının ketencik bitkisinin tohum verimi üzerinde önemli etkisi olduğu anlaşılmış, yıllar ortalaması olarak en yüksek tohum verimi (285.8. kg/da) ve yağ verimi (95.8 kg/da) 15 cm sıra arası ve 600 adet bitki/m² sıklıkta yetiştirme koşullarında saptanmıştır.

Göre ve Kurt (2017), tarafından Samsun ekolojik şartlarında bazı ketencik genotiplerinin verim ve bazı tarımsal özelliklerinin saptanması amacıyla yrtlen iki yıllık bir araştırmada bitki boyu 63.3-75.3 cm, bitkide dal sayısı 2.6-4.2 adet, bitkideki kapsül sayısı 46.8-108.5 adet, kapsülde tohum sayısı 7.4-9.7 adet, 1000 tane ağırlığı 0.98-1.36 g ve tohum verimi 80.8-140.7 kg/da olduğu kaydedilmiştir. Ames 26680, yüksek tohum verimi ile diğer genotiplere göre daha yüksek performans göstermiştir.

Akbaş (2017), tarafından Konya ekolojik şartlarında iki farklı ketencik ketencik genotipinin (Rusya ve ABD orijinli) bazı tarımsal ve kalite özellikleri üzerine gzlk ekim zamanlarının (20 Eylül, 30 Eylül, 10 Ekim ve 20 Ekim) etkisi araştırılmış, çıkış süresi, çiçeklenme süresi, vejetasyon süresi, bitki boyu, kapsül sayısı, ilk kapsül yüksekliliği, 1000 tane ağırlığı ve kıştan çıkma oranı özellikleri üzerine ekim zamanlarının etkisinin istatistiksel anlamda önemli olduğu tespit edilmiştir. Araştırma bulgularına göre 20 Ekim tarihinde gerçekleştirilen ekimlerde 5.45 g/bitki tane verimi ve % 34.9 yağ oranı değerleri ile Rusya orijinli genotipin daha yüksek performans gösterdiği kaydedilmiştir.

Köse vd. (2018), tarafından Eskişehir koşullarında 2014-15 ve 2015-16 yıllarında bazı ketencik genotiplerinin performanslarının belirlenmesi amacıyla yürütülen bir araştırmada, ortalama bitki boyu, yan dal sayısı, kapsül sayısı, 1000 tohum ağırlığı, yağ oranı, tohum verimi ve yağ verimi değerleri sırasıyla 82.0 cm, 10.1 adet/bitki, 14.8 adet/bitki, 1.16 g, % 32.4, 82.0 kg/da ve 26.6 kg/da olarak tespit edilmiştir. Araştırmada, birinci yıl en yüksek ortalama tohum (106.7 kg/da) ve yağ verimi (34.9 kg/da) PI 304268 genotipinden elde edilmiş, PI 650144 ise ikinci yılda 119.7 kg/da tohum ve 41.7 kg/da yağ verimi ile ilk sırada yer almıştır. İki yıla ait ortalama yağ oranı değerlerine göre en yüksek yağ oranı % 34.3 ile PI 304268 ve BVAL903414 ketencik genotiplerinden elde edilirken, en düşük yağ oranı % 30.0 ile BVAL901480 genotipinde belirlenmiştir.

Bilir Gürpınar (2019), tarafından Kütahya ekolojik şartlarında yürütülen bir araştırmada 9 yabancı orijinli (PI304269, CR 476/65, CR 1674/90, Ames 26665, Ames 26667, Ames 26673, Ames 26676, Ames 26680 ve Ames 28372) ve 1 adet “Yerli hat” olmak üzere toplam 10 adet ketencik genotipinde tarımsal ve teknolojik özellikler belirlenmiş; bitki boyu 69.3-90.6 cm, ilk dal yüksekliği 14.2-45.6 cm, dal sayısı 9.8-17.4 adet, kapsül sayısı 168.3-427.6 adet, kapsülde tohum sayısı 8.6-12.3 adet, bitkide tohum sayısı 1473-4511 adet, bitkide kapsül ağırlığı 1.23-2.63 g, 1000 tane ağırlığı 0.08-0.13 g, bitki başına tohum verimi 0.86-2.02 g, ham yağ oranı % 26.6-35.9 ve bitki başına yağ verimi 0.29-0.71 g arasında değiştiği bildirilmiştir. Araştırma verilerine göre diğerlerine göre daha yüksek performans gösteren Ames-26667, PI-304269, Ames-266680 ve Ames-266676 genotiplerinin ümitvar oldukları ifade edilmiştir.

Ermiş (2019), tarafından Ankara ekolojik koşullarında farklı sıra arası mesafeler (10, 20 ve 30 cm) ve farklı ekim normları (0.50, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50 kg/da) uygulanarak yapılan bir araştırmada incelenen özelliklerin sıra arası mesafelere ve ekim normlarına göre değiştiği, sıra arası x ekim normu interaksiyonlarının önemli olduğu rapor edilmiştir. Çalışmada sıra arası mesafelere göre tohum verimi 205.5 kg/da (30 cm) ile 326.7 kg/da (10 cm), yağ verimi 73.5 kg/da (10 cm) ile 117.7 kg/da (10 cm), oleik asit oranı % 15.0 (20 cm) ile % 16.0 (10 cm), linoleik asit oranı % 17.1 (10 cm) ile % 17.6 (20 cm), linolenik asit oranı % 28.1 (10 cm) ile % 32.1 (20 cm), erusik asit oranı % 2.9 (20 cm) ile % 3.2 (10 cm) arasında; ekim normlarına göre ise tohum

verimi 235.4 kg/da (0.75 kg/da) ile 254.0 kg/da (1.50 kg/da) arasında, yağ verimi 84.7 kg/da (0.75 kg/da) ile 92.9 kg/da (1.50 kg/da), oleik asit oranı % 15.7 (0.50 kg/da) ile % 16.0 (1.00 kg/da), linoleik asit oranı % 17.1 (0.75 kg/da) ile % 17.6 (0.50 kg/da), linolenik asit oranı % 29.4 (1.00 kg/da) ile % 31.5 (0.50 kg/da) ve erusik asit oranı % 2.9 (0.50 kg/da) ile % 3.2 (1.50 kg/da) arasında değişim gösterdiği kaydedilmiştir.

Kalkan (2019), tarafından Tekirdağ ekolojik şartlarında üç farklı ketencik genotipinin (PI 304269, Ames 26667 ve Ames 28372) bazı tarımsal ve kalite özellikleri üzerine farklı azot dozlarının (0, 3, 6, 9, 12 ve 15 kg/da) etkisi araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre özellikler üzerinde genotipler ve dozlar arasındaki farklılıkların yanı sıra genotip x doz interaksyonlarının da önemli olduğu, çeşit x azot dozu düzenine göre en fazla tohum veriminin 122.2 kg/da ile Ames 26667 genotipinden 15 kg/da N uygulaması ile, en düşük tohum veriminin ise 60.1 g/bitki ile Ames 28372 genotipinden 15 kg/da N uygulaması ile elde edilmiştir. En yüksek yağ oranının ise % 39.7 ile PI 304269 genotipinden 0 kg/da N uygulamasında ile elde edildiği bildirilmiştir.

Kınay vd. (2019), tarafından Tokat ekolojik şartlarında yapılan bir çalışmada yazlık ve kışlık olarak ekilen 11 adet ketencik genotipinin (Vinimik 17, PI 304269, CR 476/65, CR 1674/90, Ames 26665, Ames 26667, Ames 26673, Ames 26676, Ames 26680, Ames 26686 ve Ames 28372) performansları karşılaştırılmış, incelenen özellikler bakımından genotipler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Verim ve verim bileşenleri açısından kışlık ekimler yazlık ekimlere göre daha iyi performans göstermiştir. Kışlık keten bitkileri mayıs sonu veya haziran başında hasat edilmiştir. Kışlık ekimde ortalama tohum verimi 212.7- 494.3 kg/da ve yağ oranı % 32.1-33.4 arasında, yazlık ekimde ise ortalama tohum verimi 58.2- 460.9 kg/da ve yağ oranı % 24.3-35.1 arasında değişmiştir. Ames-26686 genotipi kışlık ekim için, Ames-26680, Ames-26686 ve Ames 28372 genotipleri ise ilkbahar yağışlarının yeterli olduğu yıllarda yazlık ekim için önerilmiştir.

Demirler (2020), tarafından Tokat ili Kazova ekolojik şartlarında kışlık olarak yetiştirilen iki ketencik genotipinde (TOGÜ-1 ve TOGÜ-2) farklı azot (N) dozlarının (0, 4, 8, 12, 16 ve 20 kg N/da) bazı karakterler üzerinde etkileri araştırılmıştır.

Araştırmada genotipler ve dozlar arasındaki farklılıkların yanında genotip x doz interaksyonları da önemli bulunmuş, en yüksek tohum verimi 166.4 kg/da (12 kg/da N) ile TOGÜ-1 genotipinden, en düşük tohum verimi ise 98.0 kg/da (0 kg/da N) ile TOGÜ-2 genotipinden elde edilmiştir. Tek yıllık yürütölen bu çalışmada TOGÜ-1 genotipi tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi bakımından daha yüksek performans göstermiş, 12-16 kg/da N gübre uygulamasının daha iyi sonuç verdiği bildirilmiştir.



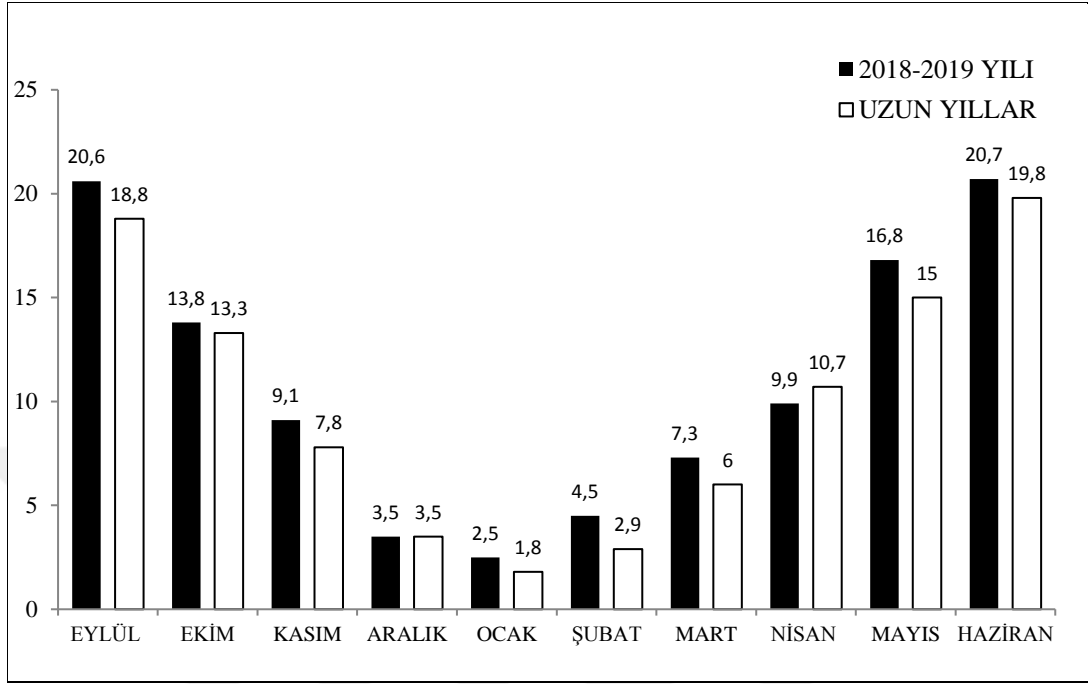
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri

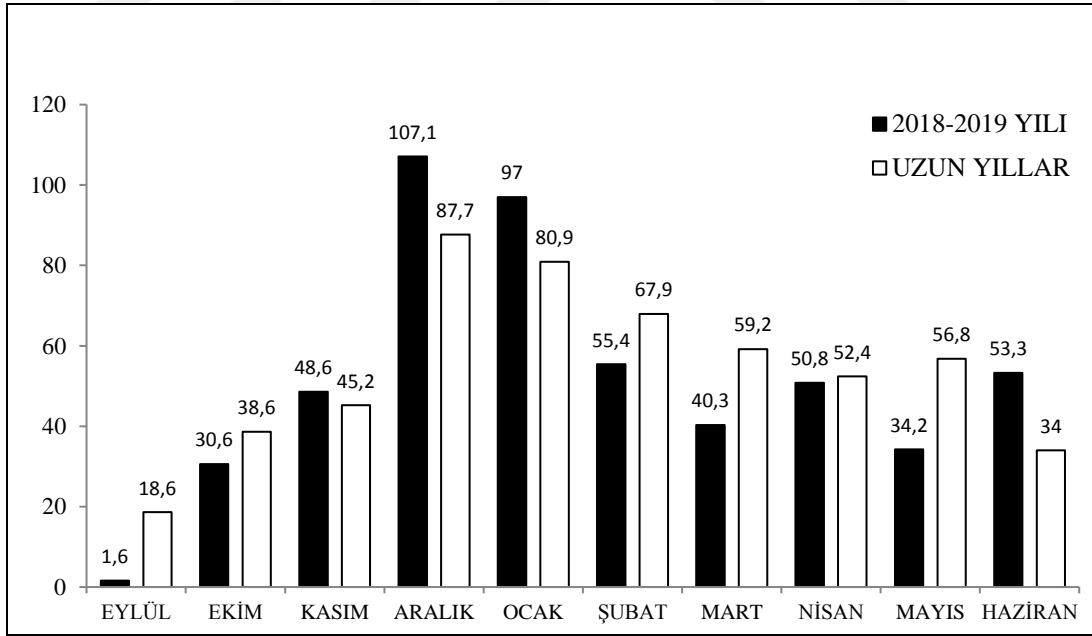
Araştırmamın tarla denemeleri 2018/2019 vejetasyon döneminde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Arazisi üzerinde yürütülmüştür. Arazinin deniz seviyesinden yüksekliği 1049 m'dir. Isparta ili, Batı Akdeniz Bölgesinin Göller yöresinde 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'da günlük ortalama güneşleme müddeti 7.3 saattir. Açık gün sayısı 126 gün/yıl olup güneşlemenin en çok olduğu ay temmuz (ortalama 11.4 saat/gün), en az olduğu ay ise aralıktır (ortalama 3.2 saat/gün). Isparta ilinde araştırmanın vejetasyon dönemi (Eylül 2018/Haziran 2019) boyunca kaydedilen bazı önemli iklim verileri Şekil 3.1 ve 3.2'de gösterilmiştir. En düşük sıcaklık ortalaması ocak ayında (2.5°C), en yüksek sıcaklık ortalaması ise haziran ayında (20.7°C), en düşük yağış miktarı ortalaması 1.6 mm ile eylül ayında ve en yüksek yağış ortalaması 107.1 mm ile aralık ayında düşmüştür (Şekil 3.1 ve 3.2). Nispi nem oranı % 47.4 (eylül) ile % 82.7 (aralık) arasında değişmiştir. Uzun yıllar ortalaması ile karşılaştırıldığında her üç iklim parametresinde de aylara göre azalışlar ve artışlar olduğu görülmektedir.

Tarla denemelerinin kurulduğu 25 Eylül 2018 tarihinden bitkilerin hasat olgunluğuna geldiği 15 Haziran 2019 tarihine kadar ketencik bitkisinin büyüme ve gelişmesine olumsuz etkide bulunan bir ekstrem hava koşulu ile karşılaşılmasıdır. 2018 yılında güz yağışlarının çimlenmeye yetecek miktarda düşmemesi nedeniyle ilk çıkışlar Kasım ayının ikinci haftası içinde başlamış ve bitkiler bu ayın sonunda rozet yapraklar (4-6 yapraklı) oluşturarak kış mevsimine girmişlerdir. Kış mevsiminde kimi zaman kar örtüsüz don olayları olduğu halde bitkiler donlardan zarar görmemiştir. 2019 yılında şubat ayının ikinci yarısında sapa kalkmaya başlayan bitkiler nisan ayının son haftasında çiçeklenmeye ve mayıs ayının ortasından itibaren çiçeklenme devresini tamamlayarak olgunlaşma devresine geçmişlerdir. Bahar aylarında mevsim normallerinde seyreden yağış miktarları ve sıcaklık değerleri bitkilerin kuraklık ve sıcaklık stresi geçirmeden gelişmelerini sağlamış, sulama

yapmaya ihtiyaç duyulmamıştır. Nihayet sıcak ve kurak günlerin başladığı haziran ayının ortasında olgunlaşan bitkiler hasat ve harman edilmişlerdir (Şekil 3.3).



Şekil 3.1. Vejetasyon dönemine ait ortalama sıcaklık (°C) değerleri



Şekil 3.2. Vejetasyon dönemine ait ortalama yağış (mm) değerleri



Şekil 3.3. Ketencik bitkilerinin farklı büyüme ve gelişme dönemleri

3.2. 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 standart (kontrol) olarak 2017 yılında Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından tescil ettirilmiş tek yerli ketencik çeşidimiz olan "Arslanbey" kullanılmıştır. Araştırmada materyal olarak kullanılan genotiplerin accession kodu, adı, orijini ve sağlayan kuruluş bilgileri Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Genetik materyal olarak kullanılan ketencik genotipleri

Geliş Kodu	Accession	Genotip Adı	Orijini	Donor
K-2	PI 258366	Vniimk 17	Rusya	NGRP**
K-11	PI 304269	No. 402	İsveç	NGRP
K-8	PI 650142	Ames 26665	Danimarka	NGRP
K-9	PI 650144	Ames 26667	Danimarka	NGRP
K-4	PI 650150	Ames 26673	Danimarka	NGRP
K-5	PI 650153	Ames 26676	Rusya	NGRP
K-32	PI 650154	CSS-CAM25	Rusya	NGRP
K-6	PI 650157*	Ames 26680	Rusya	NGRP
K-36	PI 650158*	Ames 26681	Polonya	NGRP
K-1	PI 650163	Ames 26686	Rusya	NGRP
K-7	PI 650168*	Ames 28372	ABD	NGRP
K-10	PI 633192	Ames 22964	Almanya	NGRP
K-3	PI 633194	Ames 22987	Almanya	NGRP
K-49	Bilinmiyor	Bilinmiyor	Bilinmiyor	NGRP
K-50	Bilinmiyor	Bilinmiyor	Bilinmiyor	NGRP
K-0	Bilinmiyor	Arslanbey	Türkiye	NGRP

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

** National Genetic Resources Program (NGRP)

3.3. Yöntem

Tarla denemeleri, Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekimler, önceden işlenerek ekime hazır hale getirilen deneme tarlası üzerine 25 Eylül 2018 tarihinde yapılmıştır. Her deneme parseli 19.2 x 4 m (toplam 76.8 m²) ebadında ve 4 sıra olacak şekilde markör çekilerek yapılmıştır. 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 yapılmıştır. Ekimle birlikte taban gübresi olarak 20 kg/da taban gübre (18-46-0) ve

sap kalkma döneminden önce üst gübre olarak 10 kg/da amonyum sülfat (21-0-0) verilmiştir. Yetiştirme periyodu boyunca doğal yağışlarla yetinilerek sulama yapılmamıştır. Deneme tarlasında çıkış sonrası sıra üzerinde her iki bitki arası 5 cm olacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Yabancı otlar ile sıra araları rotavator ve sıra üzerleri el çapası kullanılarak mücadele edilmiştir. Kenar tesiri altında kalan bitkiler deneme dışı bırakıldıktan sonra aşağıdaki gözlem, ölçüm ve analizler yapılmıştır.

Bitki boyu (cm): Hasat olgunluk devresinde her bir parselden rastgele seçilen 10 bitkinin toprak yüzeyi ile en üst noktası arasındaki dikey uzaklık cm olarak ölçülüp ortalaması alınarak belirlenmiştir.

Bitki başına dal sayısı (adet/bitki): Hasat olgunluk devresinde her bir parselden rastgele seçilen 10 bitkinin kapsül bağlayan dalları adet olarak sayılıp ortalaması alınarak belirlenmiştir.

Bitki başına kapsül sayısı (adet/bitki): Hasat olgunluk devresinde her bir parselden rastgele seçilen 10 bitkinin en az bir adet tohum içeren kapsülleri adet olarak sayılıp ortalaması alınarak belirlenmiştir.

Kapsül başına tane sayısı (adet/kapsül): Hasat olgunluk devresinde her bir parselden rastgele seçilen 10 bitkiden rastgele seçilen 20 kapsülün tohumları adet olarak sayılıp ortalaması alınarak belirlenmiştir.

1000 tane ağırlığı (g): Her bir parselden hasat ve harman edilerek elde edilen tohumlardan rastgele 4x100 adet tohum sayılıp tartıldıktan sonra elde edilen ortalama değer 10 ile çarpılarak belirlenmiştir.

Hasat indeksi (%): Parsel kenarlarından birer sıra ve başlardan 25 cm kenar tesiri olarak atıldıktan sonra kalan bütün bitkiler sökülerek ağırlığı tartılacak, aynı bitkilerden elde edilen tohum miktarı ile oranlanarak % olarak hasat indeksi belirlenmiştir.

$$\text{Hasat indeksi} = [\text{Tohum Ağırlığı}/\text{Bitki Ağırlığı}] \times 100 \quad (3.1)$$

Tohum verimi (kg/da): Parsel kenarlarından birer sıra ve başlardan 25 cm kenar tesiri olarak atıldıktan sonra kalan bütün bitkiler hasat ve harman yapılmış ve tartılan tohum miktarı kg/da olarak tohum verimine dönüştürülmüştür.

Yağ oranı (%): 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 (Şekil 3.4).



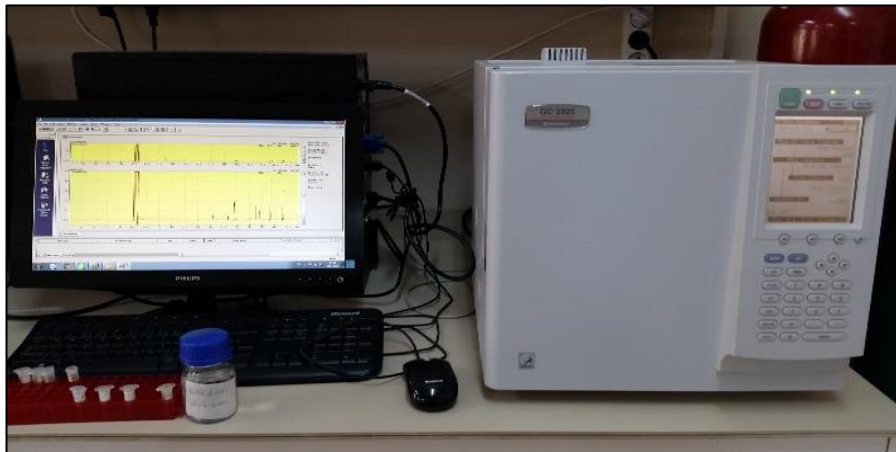
Şekil 3.4. Ketencik tohumunda yağ oranının belirlendiği NMR cihazı

Yağ asitleri kompozisyonu (%): 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 (Şekil 3.5). Soğuk ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ham yağ (0.5 g) efendorf tüpüne konarak üzerine 1 ml sodyum metilante (0.5 g Na-metilat + 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 (Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Ketencik tohumlarından n-hekzan ile soğuk ekstraksiyon yapılarak ham yağ eldesi

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 tanıtılmıştır. 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.



Şekil 3.6. Ketencik yağının GC-FID ile yağ asitleri analizi

3.4. 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.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. 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 (-15 °C'ye kadar dayanabilmektedir) geçirmişlerdir. Rozet yapraklılık devresi uzun süren ve geç sapa kalkan genotiplerin daha geç çiçeklenme devresine girdikleri ve bu nedenle soğuğa daha yüksek direnç gösterdikleri gözlenmiştir.

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 (Bkz. Şekil 3.3). Ketencik genotiplerinin büyüme ve gelişme evrelerine geçiş zamanları arasında sadece birkaç günlük farklılıklar olduğu gözlenmiştir.

Angelini vd. (2020), Göller yöresi gibi Akdeniz iklim kuşağında yer alan İtalya'da ketencik genotipleri 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 GDD ve hasat olgunluğuna ulaşabilmeleri için 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.

Ketencik genotiplerinin rozet yapraklılık devresinde kış mevsimine girdiklerinde soğuktan ve dondan zarar görmedikleri, ayrıca bahar aylarında düşen yağışların ve sıcaklıkların normal seyirinde devam ettiğinde sulama yapmaya ihtiyaç duyulmadan ekonomik bir ürün elde edilebileceği anlaşılmıştır. Baydar ve Koçer (2018/19) tarafından kanola ve ketencik bitkilerinde güzlük ekimde çıkış sulaması üzerinde yürütülen ve sonuçları henüz makaleye dönüştürülmemiş bir araştırmada, kanolaya çıkış sulaması yapılmadığında geciken güz yağışları nedeniyle rozetleşme evresine (6-8 yapraklı) giremeden kış mevsimine girildiği ve bu nedenle büyük soğuk ve don zararına maruz kaldıkları gözlenmiştir. Bu nedenle Göller yöresi gibi güz yağışları yetersiz ve düzensiz olan bölgelerde eylül ayında kanola ekimi yapıldıktan sonra mutlaka bir defa yağmurlama sulama yapılması önerilmiştir. Halbuki ketencikte çıkış sulamasına gerek olmadan geciken güz yağışlarında bile soğuğa ve dona dayanabilecek yeterlilikte rozet yaprakları oluşturdukları belirlenmiştir. 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. Denenen genotipler arasında soğuğa toleranslılık skalasında (1-5); K-7 kodlu genotip (Ames 28372) “soğuğa hassas” (4), K-8 kodlu genotip (Ames 26665) “soğuğa çok dayanıklı” (1) ve Arslanbey çeşidi ise “soğuğa dayanıklı” (2) değerinde skorlanmıştır.

Ketencik, diğer yağlı tohumlu bitkilere kıyasla soğuğa ve kuraklığa toleranslı olmasının altında yatan mekanizma(lar) tam olarak aydınlatılmamış olmakla birlikte bitki aksamının gliserol ve uzun zincirli C16 ve C18 yağ asitlerinden oluşan kütin ve düz ve uzun zincirli \geq C20 alifatiklerden oluşan mumların meydana getirdiği kütiküle tabakası ile kaplanmış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kütiküle 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).

Dünyada ketencik tarımı yapan ülkeler arasında yer alan Polanya'da 4 yıl süren yapılan bir araştırmada, kışlık (güzden ekim) ve yazlık (erken baharda ekim) olarak yetiştirilen ketencik genotiplerinin yağ asitleri kompozisyonlarının oldukça stabil kaldığı ve yetiştirme sezonundan önemli bir şekilde etkilenmediği, ancak erusik asit oranlarının kışlık üretimde çok düşük (ortalama %0.1), yazlık üretimde ise yüksek (ortalama %3.37) olduğu tespit edilmiştir (Kurasiak-Popowska vd., 2021). Akdeniz iklim koşullarında yapılan bir araştırmada (Angelini vd., 2020), sonbaharda ekimi yapılan kışlık mahsulün ilkbahar ekimi yapılan yazlık mahsule kıyasla tohum doldurma devresinde daha ılıman sıcaklıklar yaşandığından başta α -linolenik asit (ALA) olmak üzere çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar) bakımından kışlık ürünün daha zengin olduğu ifade edilmiştir. Sonuç olarak, ketencik bitkisinin kışlık olarak yetiştirilme durumunda hem tohum veriminin ve yağ oranının daha yüksek olması (Katar vd., 2012b; Ayıışı, 2015; Kınay vd., 2019) hem de yağda α -linolenik asidin daha yüksek (Angelini vd., 2020) ve erusik asidin daha düşük (Kurasiak-Popowska vd., 2021) olması nedeniyle yazlık yerine kışlık yetiştiriciliği tercih edilmelidir.

Göller yöresinde kışlık olarak yetiştirilen ketencik bitkilerinin kurak ve sıcak mevsim başlamadan tarlayı erken terk ederek (haziran ayının ilk yarısında) ikinci ürün tarımına da olanak sağladığı gözlenmiştir. Benzer şekilde Tokat ekolojik şartlarında yazlık ve kışlık olarak ekilen ketencik genotiplerinin performansları karşılaştırıldığında, kışlık ekimler yazlık ekimlere göre daha yüksek verim performansı göstermiş, kışlık ketencik bitkileri mayıs sonu-haziran başında hasat olgunluğuna gelmiştir (Kınay vd., 2019).

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, ketencik bitkisinin Göller yöresi ekolojik şartlarına çok iyi uyum sağladığını ve kışlık olarak başarıyla kültürü yapılabilecek alternatif bir ürün olduğunu göstermiştir. Araştırmada genetik materyal olarak kullanılan 16 adet ketencik genotipinden 100-230 kg/da arasında tohum verimi, %25-31 arasında yağ oranı ile yüksek α -linolenik asit (% 37-50) ve düşük erusik asit (%0.2-5.0) içeren gıda ve biyoenerji değeri yüksek bitkisel yağ üretilebileceği anlaşılmıştır.

4.2. Bitki Boyu

Ketencik genotiplerinin bitki boyuna ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.1’de verilmiştir. Varyans analizine göre genotiplerin ölçülen bitki boyu değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Ketencik genotiplerinde bitki boyuna ilişkin varyans analiz tablosu

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Bloklar	2	502.47	251.23	3.08
Genotipler	15	1153.36	76.89	0.94*
Hata	30	2446.30	81.54	
Genel	47	4102.13		

*: $P<0.05$

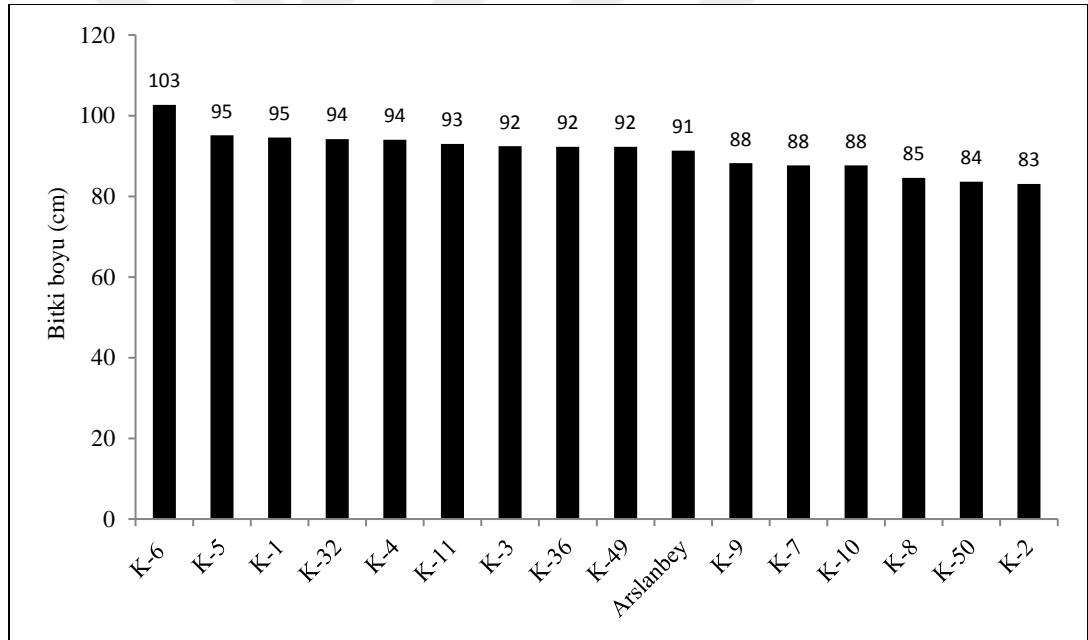
Ketencik genotiplerine ilişkin ortalama bitki boyu değerleri ve oluşan önemlilik grupları Çizelge 4.2’de verilmiş ve şematik olarak Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Genotiplerin ortalama bitki boyu değerleri 83.1 (Vniimk17) ile 102.7 cm (Ames 26680) arasında ölçülmüştür. Arslanbey çeşidi ortalama 91.3 cm ile genotipler ortalamasına yakın bir boy oluşturmuştur. Türkiye’nin farklı ekolojik bölgelerinde yapılan araştırmalarda farklı ketencik genotiplerine ait bitki boyu değerleri Ankara koşullarında 52.6-63.3 cm (Yücekaya Akbulut, 2014), Eskişehir koşullarında 60.0-103.0 cm (Köse vd., 2018), Kütahya koşullarında 69.3-90.6 cm (Bilir Gürpınar, 2019), Tokat koşullarında kışlık ekimde 72.2-124.4 cm ve yazlık ekimde 30.1-91.9 cm ve Samsun koşullarında 63.3-75.3 cm (Kurt ve Göre, 2018) arasında değiştiği belirtilmiştir.

Bitki boyu kantitatif bir karakterdir ve kalıtımında hem genler hem de çevre faktörleri etkilidir. Bu nedenle bitki boyu değerleri arasındaki farklar sadece genotipten değil bitkinin yetiştiği iklim ve toprak koşullarından da kaynaklanmaktadır. Örneğin kışlık/yazlık ekim (Kınay vd., 2019) erken ekim (Koç, 2014), sık ekim (Çoban, 2014), sulama (McVay ve Lamb, 2008) ve gübreleme (Yıldırım, 2015) koşullarında yetiştirilen bitkiler boylarını daha fazla uzatmaktadır. Ancak aşırı boylan bitkilerde yatma sorunu ortaya çıkabileceği gibi aşırı kısa kalan bitkilerde de makineli hasat işlemi güçleşebilmektedir. Bu nedenle ketencik tarımında yüksek verim ve kalite gözetilerek modern çeşitler için ideal bitki boyunun hangi sınırlar içerisinde olması gerektiği konusunda araştırmalara ihtiyaç vardır.

Çizelge 4.2. Ketencik genotiplerinde bitki boyuna ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları

Kodu	Accession	Genotip Adı	Bitki Boyu (cm)	Grubu
K-6	PI 650157	Ames 26680	102.7	a
K-5	PI 650153	Ames 26676	95.1	ab
K-1	PI 650163	Ames 26686	94.6	ab
K-32	PI 650154	CSS-CAM25	94.2	ab
K-4	PI 650150	Ames 26673	94.0	ab
K-11	PI 304269	No. 402	93.0	ab
K-3	PI 633194	Ames 22987	92.4	ab
K-36	PI 650158	Ames 26681	92.3	ab
K-49	Bilinmiyor	Bilinmiyor	92.3	ab
K-0	Bilinmiyor	Arslanbey	91.3	ab
K-9	PI 650144	Ames 26667	88.2	ab
K-7	PI 650168	Ames 28372	87.7	ab
K-10	PI 633192	Ames 22964	87.7	ab
K-8	PI 650142	Ames 26665	84.6	b
K-50	Bilinmiyor	Bilinmiyor	83.6	b
K-2	PI 258366	Vniimk 17	83.1	b

*: Aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 4.1. Isparta ekolojik koşullarında ketencik genotiplerinin ortalama bitki boyu değerleri

4.3. Bitki Başına Dal Sayısı

Ketencik genotiplerinin bitki başına dal sayısına ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.3'te verilmiştir. Varyans analizine göre genotiplerin bitkide dal sayısına ait değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak $P < 0.05$ düzeyinde önemlidir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Ketencik genotiplerinde bitkide dal sayısına ilişkin varyans analiz tablosu

V.K	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	24.63	12.31	1.91
Genotip	15	202.56	13.50	2.10 *
Hata	30	193.20	6.44	
Genel	47	420.40		

*:P<0.05

Ketencik genotiplerine ilişkin bitki başına ortalama dal sayısı değerleri ve oluşan önemlilik grupları Çizelge 4.4'te verilmiş ve şematik olarak Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Genotiplerin bitki başına ortalama dal sayısı değerleri 14.5 (Ames 26665) ile 22.2 adet (Ames 26680) arasında ölçülmüştür. Arslanbey çeşidi ortalama 17.2 adet ile genotipler ortalamasına yakın bir dal sayısı oluşturmuştur.

Türkiye'nin farklı ekolojik bölgelerinde yapılan araştırmalarda farklı ketencik genotiplerine ait bitki başına dal sayısı değerleri Ankara koşullarında 8.0-10.6 adet (Yücekaya Akbulut, 2014), Eskişehir koşullarında 7.0-14.7 adet (Köse vd., 2018), Kütahya koşullarında 9.8-17.4 adet (Bilir Gürpınar, 2019) ve Samsun koşullarında 2.6-4.2 adet (Kurt ve Göre, 2018) arasında değiştiği belirtilmiştir.

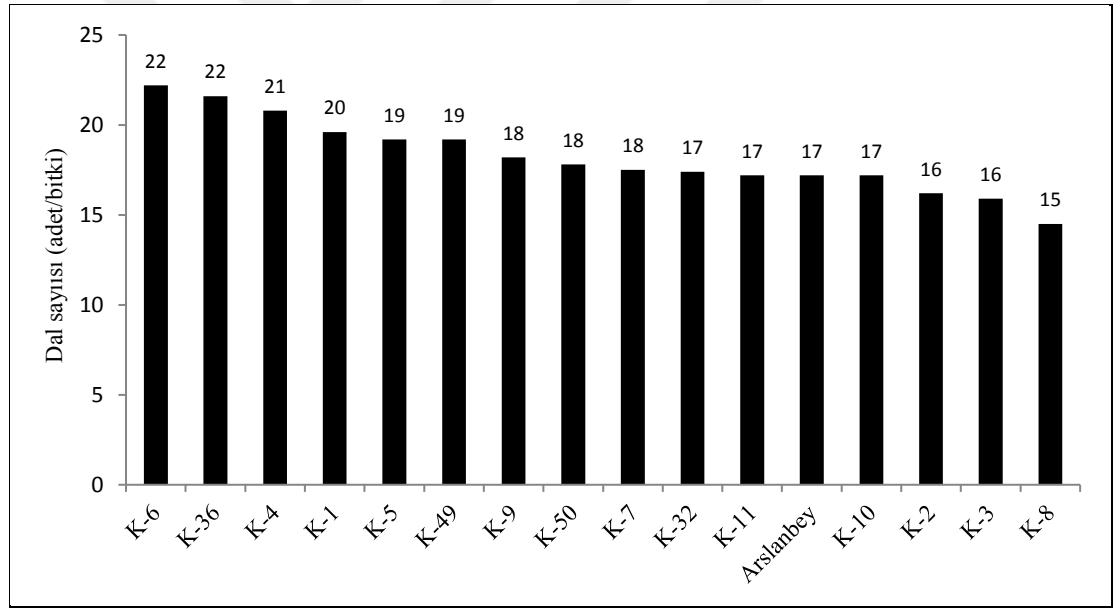
Ketencik bitkisinde dal sayısı ile kapsül sayısı arasında olumlu bir ilişki vardır ve dal sayısı arttıkça kapsül sayısı ve buna bağlı olarak tohum verimi de artmaktadır. Bu nedenle ketencik bitkisinde dallanma arzulanan bir özelliktir. Ancak bitki boyu ve kapsül sayısı gibi kantitatif bir karakter olup kalıtımında çok sayıda gen görev almaktadır. Bu nedenle bu karakterin fenotipi hem genlerden hem de çevre faktörlerinden etkilenmektedir. Özellikle ekim sıklığına (veya bitki yoğunluğuna) ve azotlu gübre uygulamalarına bağlı olarak bitkinin yaprak koltuklarından çıkan dal sayısı değişmektedir. Örneğin 0, 4, 8, 2, 16 ve 20 kg/da dozlarında azot uygulanmış ketencik bitkilerinde dal sayısı sırasıyla 3.3, 3.7, 3.9, 4.2, 4.4 ve 3.8 adet şeklinde artış göstermiştir (Demirler, 2020).

Bitki sıklığı açısından değerlendirildiğinde m²'de 200, 400, 600 ve 800 adet olacak şekilde ketencik yetiştirildiğinde bitki başına dal sayısı sırasıyla 10.7, 9.8, 9.2 ve 8.4 olacak şekilde azalış göstermiştir (Katar ve Katar, 2017). Bu iki araştırma sonuçlarına göre belirli bir seviyeye kadar azot dozu arttıkça dal sayısı artarken birim alanda bitki yoğunluğu arttıkça dal sayısı azalmaktadır.

Çizelge 4.4. Ketencik genotiplerinde bitki başına dal sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları

Kodu	Accession	Genotip Adı	Dal sayısı (adet)	Grubu
K-6	PI 650157	Ames 26680	22.2	a
K-36	PI 650158	Ames 26681	21.6	ab
K-4	PI 650150	Ames 26673	20.8	a-c
K-1	PI 650163	Ames 26686	19.6	a-c
K-5	PI 650153	Ames 26676	19.2	a-d
K-49	Bilinmiyor	Bilinmiyor	19.2	a-c
K-9	PI 650144	Ames 26667	18.2	a-d
K-50	Bilinmiyor	Bilinmiyor	17.8	a-d
K-7	PI 650168	Ames 28372	17.5	a-d
K-32	PI 650154	CSS-CAM25	17.4	a-d
K-11	PI 304269	No. 402	17.2	b-d
K-0	Bilinmiyor	Arslanbey	17.2	b-d
K-10	PI 633192	Ames 22964	17.2	b-d
K-2	PI 258366	Vniimk 17	16.2	cd
K-3	PI 633194	Ames 22987	15.9	cd
K-8	PI 650142	Ames 26665	14.5	d

*: Aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 4.2. Isparta ekolojik koşullarında ketencik genotiplerinin bitki başına ortalama dal sayısı değerleri

4.4. Bitki Başına Kapsül Sayısı

Ketencik genotiplerinin bitki başına kapsül sayısına ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.5'te verilmiştir. Varyans analizine göre genotiplerin ölçülen bitkide kapsül sayısına ait değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak $P < 0.05$ düzeyinde önemlidir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Ketencik genotiplerinde kapsül sayısına ilişkin varyans analiz tablosu

V.K	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	121871.90	60935.95	1.01
Genotip	15	1808091.40	120539.42	2.00*
Hata	30	1803636.68	60121.22	
Genel	47	3733599.98		

*:P<0.05

Ketencik genotiplerine ilişkin bitki başına ortalama kapsül sayısı değerleri ve oluşan önemlilik grupları Çizelge 4.6'da verilmiş ve şematik olarak Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Genotiplerin bitki başına ortalama kapsül sayısı değerleri 589.7 (Ames 26665) ile 1344.7 adet (K-50) arasında ölçülmüştür. Arslanbey çeşidi ortalama 755.6 adet kapsül sayısı üreterek Ames 26665 ve Vniimk 17 genotiplerinden sonra bitki başına kapsül sayısı en düşük olan üçüncü genotip olmuştur.

Ketencik gibi tek yıllık ve otsu tarla bitkilerinde, bitki başına meyve (kapsül) sayısı, meyvede tohum sayısı ve 1000 tane ağırlığı tohum verimi üzerine etki eden en önemli verim bileşenleridir. Genel olarak kapsül sayısı fazla olan ketencik genotiplerinin potansiyel tohum verimleri daha yüksektir. Ketencik bitkisinde çapı 0.5-2.5 mm arasında değişen kapsüllerinin her birinde 8-16 arasında tohum meydana getirmektedir. Göller yöresinde kışlık ekim şartlarında bitki başına 1000'den fazla kapsül meydana getiren K-50, Ames 26680, CSS-CAM25, Ames 26681 ve Ames 26667 genotiplerinin diğerlerine göre verim performanslarının daha yüksek olduğu söylenebilir.

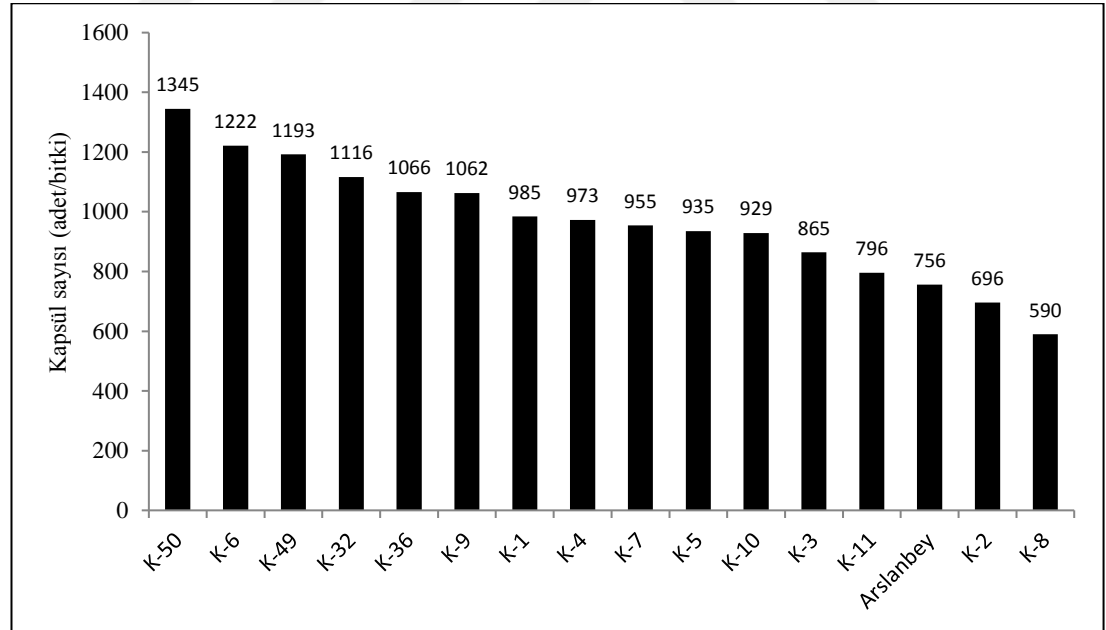
Türkiye'nin farklı ekolojik bölgelerinde yapılan araştırmalarda farklı ketencik genotiplerine ait bitki başına kapsül sayısı değerleri Eskişehir koşullarında 106.4-195.1 adet (Köse vd., 2018), Kütahya koşullarında 168.3-427.6 adet (Bilir Gürpınar, 2019) ve Konya koşullarında 236.3-424.1 adet (Akbaş, 2017) arasında değiştiği belirtilmiştir. Isparta koşullarında yaptığımız araştırmada bu değerlerin çok üzerinde bitki başına kapsül sayısı değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.16). Kapsül sayısı sadece genotipten değil bitkinin yetiştiği yerin iklim ve toprak özellikleri ile yetiştirme faktörlerinden de etkilenmektedir. Özellikle ekim sıklığı veya bitki yoğunluğu bitkide dal sayısı üzerinden kapsül sayısını doğrudan etkileyen bir faktördür. Örneğin Tokat ekolojik koşullarında yapılan bir araştırmada sıra üzeri

mesafe (10, 20, 30 ve 40 cm) arttıkça bitkide kapsül sayısı da 64.2’den 71.4’e artış göstermiştir (Yılmaz vd., 2019).

Çizelge 4.6. Ketencik genotiplerinde bitki başına kapsül sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları

Kodu	Accession	Genotip Adı	Kapsül Sayısı (adet)	Grubu
K-50	Bilinmiyor	Bilinmiyor	1344.7	a
K-6	PI 650157	Ames 26680	1221.9	ab
K-49	Bilinmiyor	Bilinmiyor	1192.5	ab
K-32	PI 650154	CSS-CAM25	1116.0	a-c
K-36	PI 650158	Ames 26681	1066.3	a-d
K-9	PI 650144	Ames 26667	1062.3	a-d
K-1	PI 650163	Ames 26686	984.8	a-d
K-4	PI 650150	Ames 26673	972.8	a-d
K-7	PI 650168	Ames 28372	954.8	a-d
K-5	PI 650153	Ames 26676	934.9	a-d
K-10	PI 633192	Ames 22964	929.1	a-d
K-3	PI 633194	Ames 22987	864.5	a-d
K-11	PI 304269	No. 402	795.9	b-d
K-0	Bilinmiyor	Arslanbey	755.6	b-d
K-2	PI 258366	Vniimk 17	696.2	Cd
K-8	PI 650142	Ames 26665	589.7	d

*: Aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 4.3. Ketencik genotiplerinin bitki başına ortalama kapsül sayısı değerleri

4.5. Bin Tane Ağırlığı

Ketencik genotiplerinin 1000 tane ağırlığına ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.7’de verilmiştir. Varyans analizine göre genotiplerin bin tane ağırlığına ait değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Ketencik genotiplerinde bin tane ağırlığına ilişkin varyans analiz tablosu

V.K	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	0.1719	0.0859	4.85 *
Genotip	15	0.1504	0.0100	0.57
Hata	30	0.5313	0.0177	
Genel	47	0.8536		

*:P<0.05

Ketencik genotiplerine ilişkin 1000 tane ağırlığı değerleri ve oluşan önemlilik grupları Çizelge 4.8’de verilmiş ve şematik olarak Şekil 4.4’te gösterilmiştir. Genotiplerin 1000 tane ağırlığı değerleri 0.63 g (Ames 22964) ile 0.87 g (Ames 26676) arasında ölçülmüştür. Arslanbey çeşidi ortalama 0.81 g 1000 tane ağırlığı ile genotipler arasında üst sıralarda yer almıştır. Türkiye’nin farklı ekolojik bölgelerinde yapılan araştırmalarda farklı ketencik genotiplerine ait 1000 tane ağırlığı değerleri Ankara koşullarında 0.67-0.87 g (Yücekaya Akbulut, 2014), Konya koşullarında 1.21-1.39 g (Akbaş, 2017), Eskişehir koşullarında 0.96-1.40 g (Köse vd., 2018), Kütahya koşullarında 0.08-0.13 g (Bilir Gürpınar, 2019), Samsun koşullarında 0.98-1.36 g (Kurt ve Göre, 2018) arasında değiştiği tespit edilmiştir.

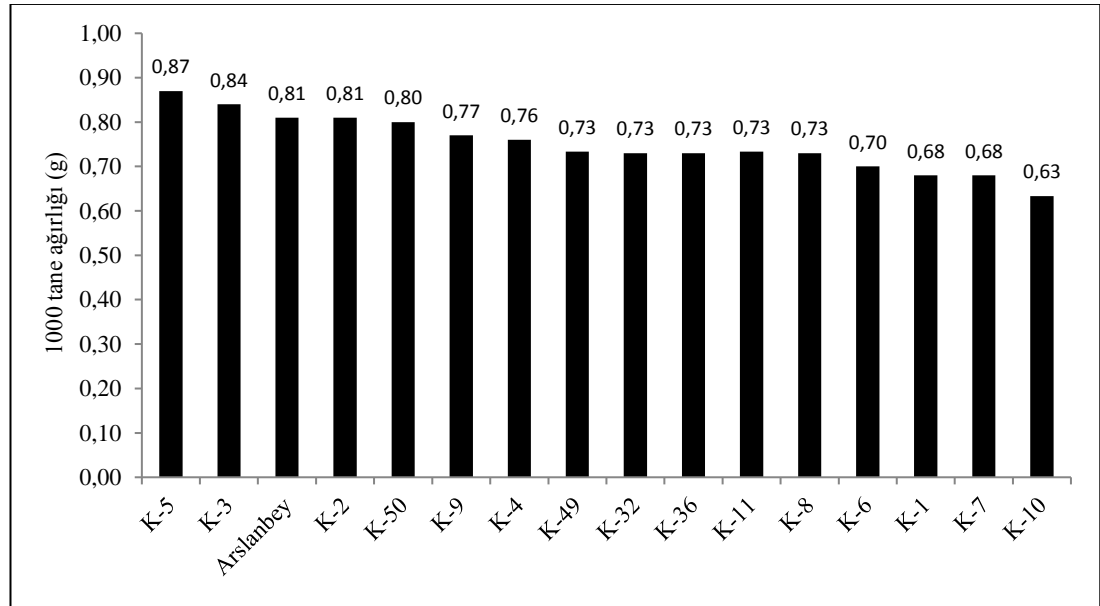
Ketencikte büyük (iri) tohumlu genotipler ile ilgili yapılan araştırmalarda, 1000 tohum ağırlığı ile yağ içeriği arasında ters (olumsuz) bir korelasyon (ilişki) olduğu anlaşılmıştır. Benzer şekilde bizim araştırmamızda, bin tane ağırlığı en yüksek (0.87 g) olan genotip (Ames 26676) aynı zamanda en düşük yağ oranına (%24.66) sahip olan çeşit olarak dikkati çekmiştir (Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.14). Bu nedenle yağ kaynağı olarak büyük tohumlu çeşitlere küçük tohumlu çeşitlerden daha az değer verilmektedir (Vollmann vd., 2005). 1000 tane ağırlığı ile tohum verimi arasında olumlu bir ilişki olduğundan ketencik genotipleri arasında hem tane iriliği fazla hem de yağ oranı yüksek genotiplerin belirlenerek ıslah çalışmalarında değerlendirilmesi gerekmektedir.

1000 tane ağırlığı kalıtım derecesi yüksek bir karakter olduğundan aynı genotipin 1000 tane ağırlığı farklı çevre koşullarından çok az etkilenir. Ayrıca 1000 tohum ağırlığı ile tohum verimi arasında genelde olumlu, yağ oranı ile genelde olumsuz bir ilişki söz konusudur. Bu nedenle iri tohumlu tohum verimi yüksek genotiplerin genelde yağ oranları düşük olmaktadır (Vollmann vd., 2005).

Çizelge 4.8. Ketencik genotiplerinde bin tane ağırlığına ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları

Kodu	Accession	Genotip Adı	1000 tane ağırlığı (g)	Grubu
K-5	PI 650153	Ames 26676	0.87	a
K-3	PI 633194	Ames 22987	0.84	a
K-0	Bilinmiyor	Arslanbey	0.81	a
K-2	PI 258366	Vniimk 17	0.81	a
K-50	Bilinmiyor	Bilinmiyor	0.80	a
K-9	PI 650144	Ames 26667	0.77	a
K-4	PI 650150	Ames 26673	0.76	a
K-49	Bilinmiyor	Bilinmiyor	0.73	a
K-32	PI 650154	CSS-CAM25	0.73	a
K-36	PI 650158	Ames 26681	0.73	a
K-11	PI 304269	No. 402	0.73	a
K-8	PI 650142	Ames 26665	0.73	a
K-6	PI 650157	Ames 26680	0.70	a
K-1	PI 650163	Ames 26686	0.68	a
K-7	PI 650168	Ames 28372	0.68	a
K-10	PI 633192	Ames 22964	0.63	a

*: Aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 4.4. Ketencik genotiplerinin ortalama bin tane ağırlığı değerleri

4.6. Hasat İndeksi

Ketencik genotiplerinin 1000 tane ağırlığına ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.9'da verilmiştir. Varyans analizine göre genotiplerin 1000 tane ağırlığına ait değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Ketencik genotiplerinde hasat indeksine ilişkin varyans analiz tablosu

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	3.81	1.90	0.70
Genotip	15	109.21	7.28	2.67*
Hata	30	81.88	2.72	
Genel	47	194.91		

*: $P<0.05$

Hasat indeksi, bir kültür bitkisinin ürettiği toplam fotosentetik üründe ne kadarının generatif organlar için kullandığını gösteren önemli bir tarımsal parametredir. Tek yıllık ve otsu yapıda bir C3 bitkisi olan ketenciğin ticari olarak yararlanılan organı tohumlarıdır. Öyleyse büyüme ve gelişme devreleri tamamlandıktan sonra hasat edilen toplam kuru kütlede tohumun % payı hasat indeksini vermektedir.

Hasat indeksi ne kadar yüksek olursa tohum verimi potansiyelinin de yüksek olması beklenmektedir (Angelini vd., 2020). Her ne kadar hasat indeksi ile tohum verimi arasında her daim önemli doğrusal ilişkiler olmasa da genotiplerin generatif etkinliğini ifade etmek için yararlanılabilecek bir agronomik özelliktir.

Araştırmada yer alan 16 farklı ketencik genotipinin hasat indeksi değerleri Çizelge 4.10'da sunulmuştur. Hasat indeksi değerleri % 5.94 (Ames 26673) ile % 12.69 (Arslanbey) arasında değişmiştir. Ketencik bitkisinde hasat indeksi genotipe ve çevre faktörlerine göre geniş bir aralıkta değişkenlik göstermekte, genel olarak % 10-40 arasında değişmektedir (Wilckens vd., 2011).

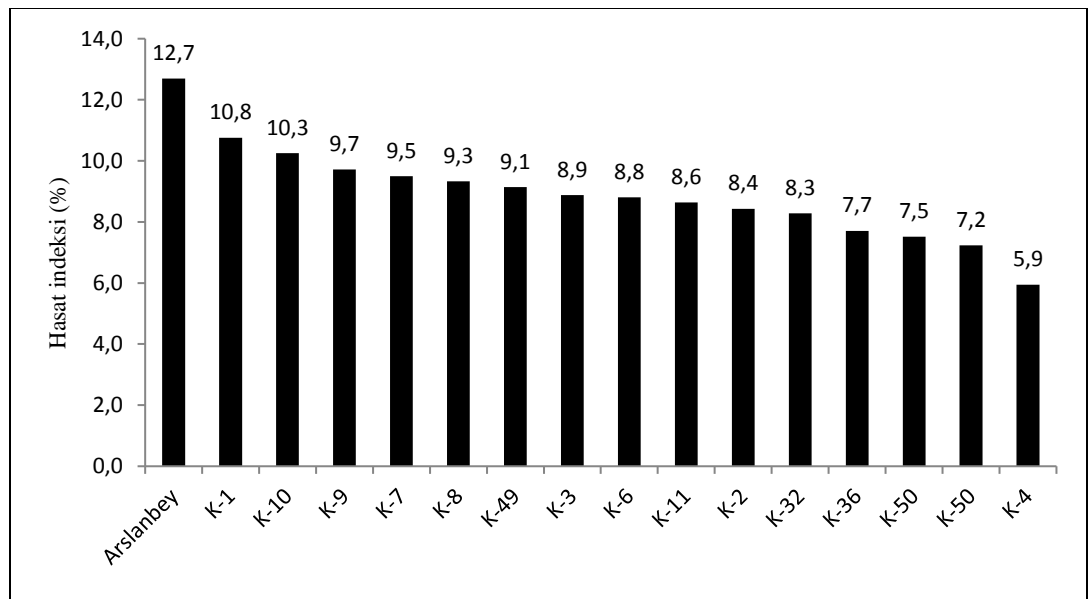
Bu araştırmada yer alan genotipler aynı çevrede aynı koşullar altında yetiştirildiklerinden aralarındaki hasat indeksine ilişkin farklılıkların genotipten kaynaklandığı düşünülmektedir. Araştırmada genel olarak bitki boyu uzun olan genotiplerin hasat indeksinin düşük olduğu gözlenmiştir. Örneğin Ames 26673 ve

Ames 26676 gibi bitki boyu bakımından üst sıralarda yer alan genotipler (Çizelge 4.2) hasat indeksi bakımından alt sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.10). Bitki boyu ve hasat indeksi arasındaki benzer olumsuz ilişki Angelini vd. (2020) tarafından da ifade edilmiştir. Bitkinin fotosentetik asimilat birikimini vejetatif organlardan ziyade generatif organların üretimine harcanması hasat indeksini yükselterek tohum verimi üzerinde olumlu etkide bulunur. Bu nedenle hasat indeksini azaltacak kültürel uygulamalar (örneğin gereğinden fazla azotlu gübreleme gibi) yapılmamalıdır.

Çizelge 4.10. Ketencik genotiplerinde hasat indeksine ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları

Kodu	Accession	Genotip Adı	Hasat indeksi (%)	Grubu
K-0	Bilinmiyor	Arslanbey	12.69	a
K-1	PI 650163	Ames 26686	10.76	ab
K-10	PI 633192	Ames 22964	10.25	a-c
K-9	PI 650144	Ames 26667	9.72	a-c
K-7	PI 650168	Ames 28372	9.50	bc
K-8	PI 650142	Ames 26665	9.33	bc
K-49	Bilinmiyor	Bilinmiyor	9.14	b-d
K-3	PI 633194	Ames 22987	8.88	b-d
K-6	PI 650157	Ames 26680	8.81	b-d
K-11	PI 304269	No. 402	8.64	b-d
K-2	PI 258366	Vniimk 17	8.43	b-d
K-32	PI 650154	CSS-CAM25	8.28	b-d
K-36	PI 650158	Ames 26681	7.71	b-d
K-5	PI 650153	Ames 26676	7.52	b-d
K-50	Bilinmiyor	Bilinmiyor	7.23	cd
K-4	PI 650150	Ames 26673	5.94	d

*: Aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 4.5. Ketencik genotiplerinin ortalama hasat indeksi değerleri

4.7. Tohum Verimi

Ketencik genotiplerinin tohum verimlerine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.11’de verilmiştir. Varyans analizine göre genotiplerin 1000 tane ağırlığına ait değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Ketencik genotiplerinde tohum verimine ilişkin varyans analiz tablosu

V.K	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	6.76	3.38	0.01
Genotip	15	76228.25	5081.88	13.28**
Hata	30	11483.13	382.77	
Genel	47	87718.14		

** : $P<0.01$

Ketencik genotiplerine ilişkin tohum verimi değerleri ve oluşan önemlilik grupları Çizelge 4.12’de verilmiş ve şematik olarak Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Genotiplerin ortalama tohum verimi değerleri 103.1 kg/da (Vniimk 17) ile 227.8 kg/da (K-49) arasında ölçülmüştür. Arslanbey çeşidinin ortalama tohum verimi 217.3 kg/da olup K-49 kodlu genotipten sonra ikinci sırada yer almıştır.

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 (Kurt ve Göre, 2018) arasında değiştiği rapor edilmiştir. Ketencikte tohum verimi üzerinde hem genotip hem çevre hem de genotip x çevre etkileşimi belirleyicidir (Angelini vd., 2020). Ketenciğin en büyük rakibi yakın botanik akrabası olan kanoladır. Çünkü aynı yetiştirme koşulları altında kanola ketenciğe göre daha fazla tohum verimi ve yağ oranı vermektedir (George vd., 2017).

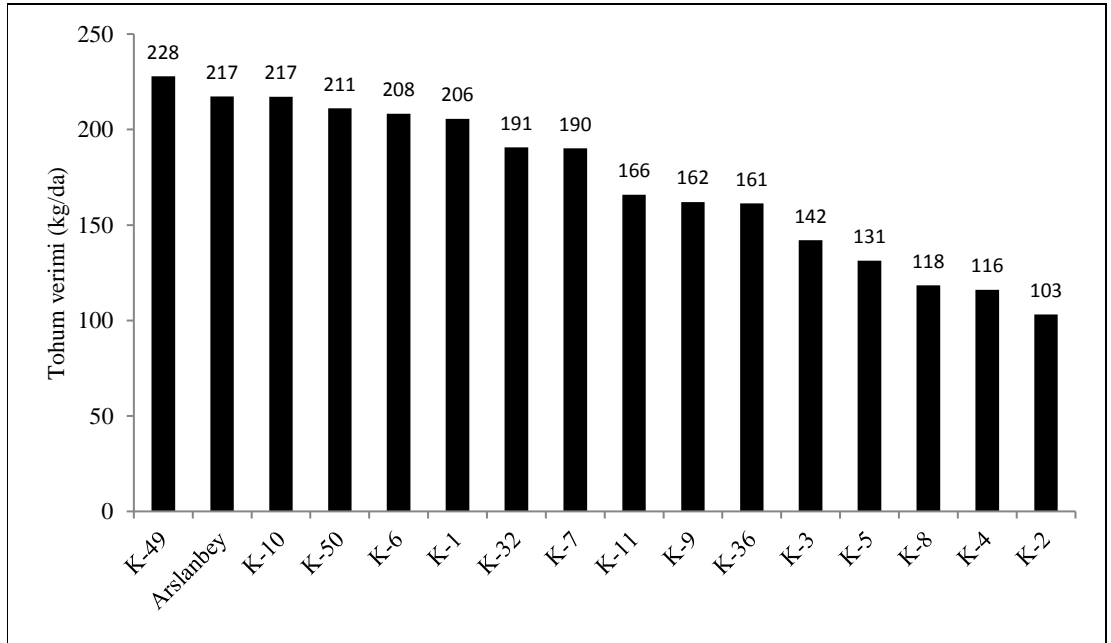
Kaliforniya’da 2013, 2014 ve 2015 yıllarında 105 adet ketencik genotipi ile 17 farklı çevrede yapılan adaptasyon denemelerinde tohum veriminin 26.9-269.1 kg/da ve yağ oranının % 29-31 arasında değiştiği, aynı koşullarda 48 kanola çeşidinden 150-300 kg/da arasında tohum verimi ve % 40-48 arasında yağ oranı elde edildiği

bildirilmiştir. 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.

Çizelge 4.12. Ketencik genotiplerinde tohum verimine ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları

Kodu	Accession	Genotip Adı	Tohum verimi (kg/da)	Grubu
K-49	Bilinmiyor	Bilinmiyor	227.8	a
K-0	Bilinmiyor	Arslanbey	217.3	ab
K-10	PI 633192	Ames 22964	217.2	ab
K-50	Bilinmiyor	Bilinmiyor	211.1	ab
K-6	PI 650157	Ames 26680	208.3	ab
K-1	PI 650163	Ames 26686	205.5	ab
K-32	PI 650154	CSS-CAM25	190.7	a-c
K-7	PI 650168	Ames 28372	190.1	a-c
K-11	PI 304269	No. 402	165.8	cd
K-9	PI 650144	Ames 26667	162.0	cd
K-36	PI 650158	Ames 26681	161.4	cd
K-3	PI 633194	Ames 22987	142.0	de
K-5	PI 650153	Ames 26676	131.3	d-f
K-8	PI 650142	Ames 26665	118.4	ef
K-4	PI 650150	Ames 26673	116.0	ef
K-2	PI 258366	Vniimk 17	103.1	f

*: Aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 4.6. Ketencik genotiplerinin ortalama tohum verimi değerleri

4.8. Yağ Oranı

Ketencik genotiplerinin tohum verimlerine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.13'te verilmiştir. Varyans analizine göre genotiplerin yağ oranlarına ait değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) çıkmıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Ketencik genotiplerinde yağ oranına ilişkin varyans analiz tablosu

V.K	S.D	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	6.88	3.4418521	1.41
Genotip	15	117.10	7.8067332	3.19**
Hata	30	73.4884958	2.4496165	
Genel	47	197.4731979		

** $P<0.01$

Göller yöresi koşullarında 16 farklı ketencik genotipinin tohumlarında tespit ettiğimiz ortalama yağ oranı değerleri Çizelge 4.14'te verilmiştir. Genotiplerin yağ oranları % 24.66 (Ames 266676) ile % 30.62 (Ames 22964) arasında değişim göstermiş, yerli tek çeşidimiz olan Arslanbey'in yağ içeriği ortalama % 25.99 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Samsun ekolojik koşullarında 12 ketencik genotipi % 28.4-36.0 arasında (Göre ve 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.

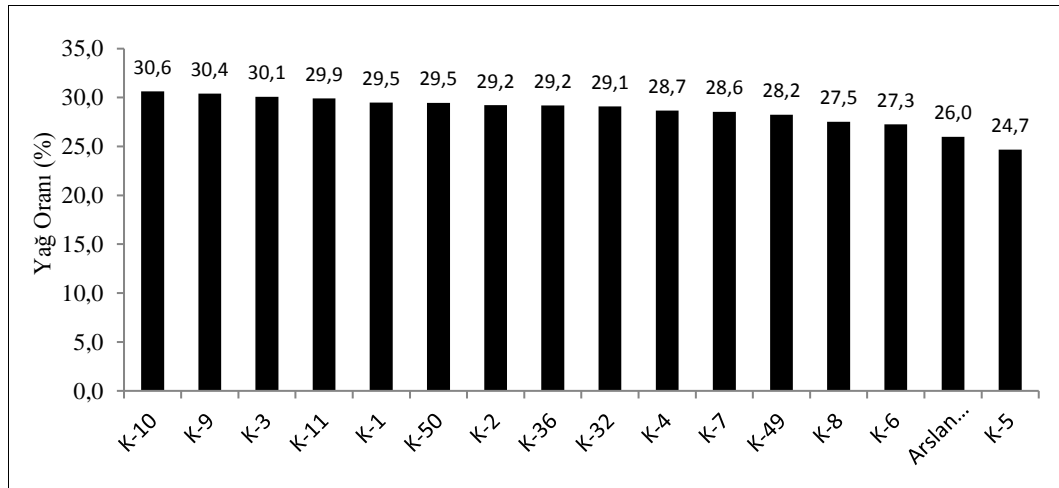
Yağ oranı, ketencik tohum kalitesini yükselten en önemli kalite özelliklerinden birisidir. Yağ oranı arttıkça birim alandan daha yüksek miktarlarda ham yağ elde edilebilmekte, böylece yağ üretim maliyeti azalmaktadır. Dünya ketencik koleksiyonlarında muazzam genetik potansiyele rağmen bu potansiyelin çok azından faydalanılabildiği (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 (Hotton vd., 2020) dünyada kültürü yapılan ketencik çeşitlerinin ortalama yağ oranı % 30 civarındadır. Halbuki 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. Bu bakımdan Hotton vd. (2020) tarafından NGRP koleksiyonlarında bulunan ve %45'e yakın oranlarda yağ içeren genotiplerin bitki ıslahı çalışmalarında gen kaynağı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Çizelge 4.14. Ketencik genotiplerinin ortalama yağ oranı değerleri

Kodu	Accession	Genotip Adı	Yağ Oranı (%)	Grubu
K-10	PI 633192	Ames 22964	30.62	a
K-9	PI 650144	Ames 26667	30.39	ab
K-3	PI 633194	Ames 22987	30.06	a-c
K-11	PI 304269	No. 402	29.92	a-c
K-1	PI 650163	Ames 26686	29.50	a-c
K-50	Bilinmiyor	Bilinmiyor	29.45	a-c
K-2	PI 258366	Vniimk 17	29.21	a-c
K-36	PI 650158	Ames 26681	29.19	a-c
K-32	PI 650154	CSS-CAM25	29.09	a-c
K-4	PI 650150	Ames 26673	28.66	a-d
K-7	PI 650168	Ames 28372	28.55	a-d
K-49	Bilinmiyor	Bilinmiyor	28.23	a-d
K-8	PI 650142	Ames 26665	27.52	b-d
K-6	PI 650157	Ames 26680	27.27	c-e
K-0	Bilinmiyor	Arslanbey	25.99	de
K-5	PI 650153	Ames 26676	24.66	e

*: Aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 4.7. Ketencik genotiplerinin ortalama yağ oranı değerleri

Yağ oranı ile tohum verimi arasında olumsuz bir ilişki vardır (Guya vd., 2014). Genel olarak yağ oranı yükseldikçe tohum verimi azalmaktadır (Vollmann vd., 2005). Örneğin bu araştırmada tohum verimi sıralamasında üstten ikinci sırada yer

alan Arslanbey çeşidi yağ oranı sıralamasında alttan ikinci sırada yer alabilmiştir (Çizelge 4.12 ve 4.14). Bu nedenle hem tohum verimi hem de yağ oranı yüksek çeşitlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

4.9. Yağ Asitleri Kompozisyonu

Araştırmada genetik materyal olarak kullanılan ketencik genotiplerinin tohumlarından soğuk ekstraksiyon ile elde edilen ham yağların GC-FID yağ asitleri kompozisyonları Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Ketencik genotiplerinin yağ asitleri kompozisyonu (%)

Genotip/Kod	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	C22:0	C22:1
Vniimk 17	8.14	2.43	18.41	19.18	45.66	1.46	2.87	0.71	1.10
No. 402	8.14	2.82	16.58	24.62	42.11	1.34	1.73	1.22	1.06
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
CSS-CAM25	5.84	2.77	14.37	18.69	49.98	1.78	5.36	0.00	1.16
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
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
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
Arslanbey	7.90	2.78	16.45	20.95	45.65	1.13	4.35	0.00	0.64

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 palmitik asit % 2.15-8.82, stearik asit % 2.43-3.60, oleik asit 14.37-20.08, linoleik asit % 17.30-24.46, linolenik asit % 37.04-49.98, arasidik asit % 0.95-2.64, eikosenoik (gondoik) asit % 1.19-7.54, behenik asit % 0.00-2.56 ve erusik asit % 0.21-4.92 arasında değişim göstermiştir. Oleik asit (C18:1) bakımından Ames 26673 genotipinden, linoleik asit (C18:2) bakımından No. 402 genotipinden ve α -linolenik asit (C18:3) bakımından CSS-CAM25 genotipinden en yüksek üst sınır değerleri elde edilmiştir. Ülkemizin tek

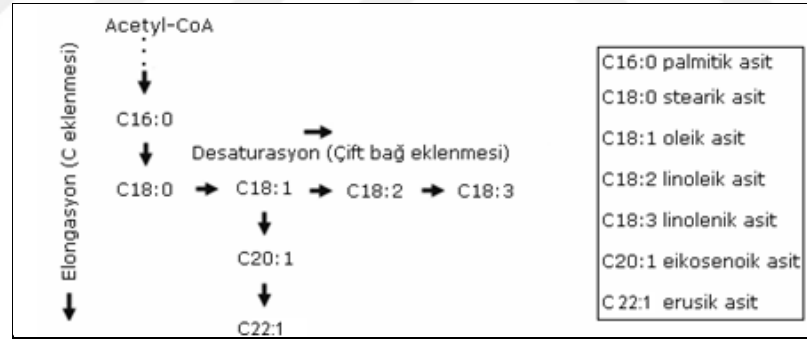
yerli ketencik çeşidi olan Arslanbey'in tohum yağında palmitik asit % 7.90, stearik asit % 2.78, oleik asit % 16.45, linoleik asit % 20.95, linolenik asit % 45.65, arasidik asit % 1.13, eikosenoik asit % 4.35 ve erusik asit % 0.65 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

Göre ve Kurt (2017), tarafından Samsun ekolojik koşullarında 12 ketencik genotipinin yağ asidi kompozisyonu (palmitik asit % 6.2-7.3, stearik asit % 2.4-2.7, oleik asit % 14.7-17.2, linoleik asit % 16.0-20.3, linolenik asit % 36.0-40.1, arasidik asit % 1.3-2.1, eikosenoik asit % 15.6-18.1 ve erusik asit % 0.3-0.6) ile araştırmamıza 16 ketencik genotipinin yağ asitleri kompozisyonu karşılaştırıldığında eikosenoik asit oranları dışında benzer sınır aralıkları bulunmuştur. NGRP koleksiyonunda bulunan PI kodlu 41 ketencik genotiplerinin tohum yağlarında doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (C18:2) % 10.5-16.4 arasında ve linolenik asit (C18:3) % 23.5-36.2 arasında değiştiği kaydedilmiştir (Hotton vd., 2020). Oysa bizim araştırmamızda yer alan 16 ketencik genotipinin yağlarında her iki yağ asidi de daha yüksek oranlarda bulunmuştur.

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). NGRP ketencik koleksiyonunda bulunan genotiplerin erusik asit içeriklerinin % 1.83 ile % 4.79 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Hotton vd., 2020). 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 4.15).

Yağ asitleri sentezi, fotosentezin temel ürünü olan glikozun sırasıyla prüvik asite ve asetil CoA'ya dönüştürüldükten sonra elongasyon (C eklenmesi) ve desaturasyon (çift bağ eklenmesi) proseslerinden sorumlu genlerin (*FAD/FAD*) ve enzimlerin kontrolü altında gerçekleşmektedir. 16 karbonlu ve doymuş (çift bağ içermeyen) palmitik asite (C16:0) 2 karbon eklenerek 18 karbonlu doymuş bir yağ asidi olan stearik asit (C18:0) sentezlenir. Stearik asit ise stearoyl-CoA desaturaz enzimi ile 1

çift bağ eklenerek tekli doymamış bir yağ asiti olan oleik aside (C18:1) dönüştürülür. Δ^{12} desaturaz enzimi ile oleik aside bir çift bağ eklenirse 2 çift bağ içeren linoleik asit (C18:2) ve Δ^{15} desaturaz enzimi ile linoleik aside bir çift bağ daha eklenirse 3 çift bağ içeren α -linolenik asit (C18:3) sentezlenmiş olur. Yağ asitleri sentezinde yolak stearik→oleik→linoleik→linolenik şeklinde devam ettiği için oleik asit oranı arttıkça linoleik asit oranı azalmaktadır. Çizelge 4.14'ten de görülebileceği gibi oleik asit içeriği yüksek olan genotiplerin linoleik asit içeriği düşüktür. Diğer taraftan oleik aside acyl-CoA elongaz enzimleri ile 2 C eklenerek eikosenoik asit (C20:1) ve eikosenoik aside de 2 C daha eklenerek erusik asit (C22:1) sentezlenmektedir (Şekil 4.8). Kolzada yağ asitleri sentez zincirinde oleik asitten erusik aside olan döngünün genetik olarak bloke edilmesiyle doğal olarak oleik asit (C18:1) sentezinde bir yığılma ortaya çıkmış, böylece erusik asitçe zengin yağ üreten kolza yerine oleik asitçe zengin yağ üreten kanola geliştirilmiştir (Baydar, 2020). Kolza ile benzer yağ asitleri sentez mekanizmasına sahip olan ketencik bitkisinde de erusik asit sentezinden sorumlu enzimler genetik olarak bloke edilir veya susturulur ise kanola gibi erusik asit içermeyen ketencik çeşitleri geliştirilebilir.



Şekil 4.8. Bitkilerde erusik asidin sentez yolağı (Baydar ve Erbaş, 2014)

Bu araştırmada yer alan ketencik genotipleri aynı ekolojik koşullar altında yetiştirildiklerinden yağ asitleri kompozisyonları arasındaki farkların nedeni genetikdir. Ancak yağ asitleri sentezinde görev alan enzimler çevresel faktörlere karşı oldukça duyarlı olduğundan aynı genotipler farklı iklim bölgelerinde ve farklı kültürel uygulamalar altında yetiştirildiğinde yağ asitleri kompozisyonları değişebilmektedir. Örneğin tohum oluşma ve olgunlaşma dönemlerinde gündüz ve özellikle de gece sıcaklık artışları oleik asit sentezini, sıcaklık düşüşleri ise linoleik asit sentezini teşvik etmektedir (Izquierdo vd., 2002). Çünkü sıcaklık artışları oleik asitten linoleik asidin sentezlenmesini katalize eden oleoyl-ACP desaturaz enziminin

aktivitesini yavaşlatmaktadır. Yüksek erusik/düşük oleik asitli kolza çeşitleri (Norin gibi) düşük sıcaklıklarda yetiştirildiklerinde erusik asit oranları artıp oleik asit oranları azalırken, düşük erusik/yüksek oleik asitli kolza çeşitleri (Westar gibi) aynı koşullarda oleik asit oranları azalmakta fakat linoleik ve linolenik asit oranları artmaktadır (Yaniv vd., 1995).



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya ölçeğinde iklim değişimleri nedeniyle tarımsal kuraklık gıda ve enerji güvenliğini ciddi boyutlarda tehdit eder hale gelmiştir. Sürekli artan küresel gıda ve enerji talebi, azalan fosil yakıt rezervleri ve çevresel kaygılar, yenilenebilir ve sürdürülebilir alternatif enerji kaynaklarını araştırmaya zorlamaktadır. Kurak ve yarı kurak bölgelerin doğal yağışlarla beslenen marjinal tarım arazilerinde düşük maliyetle kültürü yapılabilen, yüksek yağ içeriğine sahip ve omega yağ asitleri bakımından zengin bir yağlı tohum bitkisi olan ketencik işte bu arayışların ürün olarak ilgi odağı olmayı başarmıştır. Bu nedenle ketencik bitkisinin tarımsal biyo-ürün ve endüstriyel biyo-yakıt olma potansiyelinin daha da iyileştirilebilmesi için ketencik yetiştiriciliği ve ıslahı üzerindeki bilimsel araştırmalar giderek daha da büyük önem kazanmaktadır.

Ülkemizde 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 oluşu dışında 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 yöresini de içine alan Batı Akdeniz Bölgesinde ketencik üzerinde yapılan ilk akademik araştırma olması nedeniyle özgün değer taşımaktadır. Bugüne kadar ülkemizde tescil edilen sadece bir adet (Arslanbey) ketencik çeşidi olduğu dikkate alınırca, bu araştırma sayesinde tek yerli çeşidimizin diğer NGRP orjinli ketencik genotipleri ile performans karşılaştırma fırsatı da doğmuştur.

Araştırmada materyal olarak 16 adet ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) genotipi (Vniimk 17, No. 402, Ames 26665, Ames 26667, Ames 26673, Ames 26676, CSS-CAM25, Ames 26680, Ames 26681, Ames 26686, Ames 28372, Ames 22964, Ames 22987, K-49, K-50 ve Arslanbey) kullanılmıştır. Adı geçen genotipler 25 Eylül 2018 tarihinde tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak ekilmişler ve 10 Haziran 2019 tarihinde hasat edilmişlerdir. 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 % 5.94 (Ames 26673) ile % 12.69 (Arslanbey) ve tohum verimi 103.1 kg/da (Vniimk 17) ile 227.8 kg/da (K-49) arasında değişmiştir. İncelenen agronomik özellikler arasında 1000 tane ağırlığı dışındaki bütün özellikler için genotipler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Ketencik genotiplerinin tohumlarında yağ oranı % 24.66 (Ames 266676) ile % 30.62 (Ames 22964) arasında bulunmuş, elde edilen ham yağlarda palmitik asit % 2.15-8.82, stearik asit % 2.43-3.60, oleik asit % 14.37-20.08, linoleik asit % 17.30-24.46, linolenik asit % 37.04-49.98, arasidik asit % 0.95-2.64, eikosenoik (gondoik) asit % 1.19-7.54, behenik asit % 0.00-2.56 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 α -linolenik asit (C18:3) bakımından CSS-CAM25 genotipi en yüksek değerler vermiştir. 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.

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.

KAYNAKLAR

- Abramovic, H. & Abram, V. (2005). Physico-chemical properties, composition and oxidative stability of *Camelina sativa* oil. *Food Technology and Biotechnology*, 43(1), 63-70.
- Akbaş, M. & Önder, M. (2018). Determination of yield and some quality components of false flax (*Camelina sativa* (L.) Crantz). genotypes sown on different dates in autumn. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 8(2), 25-34.
- Akbaş, M. (2017). *Sonbaharda Farklı Zamanlarda Ekilen Ketencik (Camelina sativa (L.) Crantz.) Genotiplerinin Verim ve Bazı Kalite Unsurlarının Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- 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
- Angelini, L.G., Moscheni, E., Colonna, G. Belloni, P. & Bonari, E. (1997). Variation in agronomic characteristics and seed oil composition of new oilseed crops in Central Italy. *Industrial Crops and Products*, 6, 313-323.
- Aurore, 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.
- Ayışığı, S. (2015). *Bazı Ketencik (Camelina sativa (L.) Crantz) Genotiplerinin Tokat-Kazova Şartlarında Verim ve Verimle İlgili Özelliklerinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Baydar, H. (2020). *Bitki Genetiği ve Islahı*. Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 2735, Ankara.
- 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*. (Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Bolat, Ç. (2014). *Farklı Azot ve Fosfor Dozlarının Ketencik (Camelina sativa (L.) Crantz.) Bitkisinin Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

- Buchsenschutz-Nothdurft, A., Schuster, A. & Friedt, W. (1988). Breeding for modified fatty acid composition via experimental mutagenesis in *Camelina sativa* (L.) Crtz. *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.
- Çoban, F. (2014). *Ekim Sıklıklarının Ketencik (Camelina sativa (L.) Crantz.) Bitkisinde Önemli Agronomik Özellikler Üzerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Davis, P.H. (1965). *Flora of Turkey*. University of Edinburg.
- Demirler, S. (2020). *Tokat Kazova Şartlarında Farklı Azot Dozlarının Ketencik Bitkisinin (Camelina sativa (L.) Crantz.) Verim ve Kalite Özelliklerine Etkileri* (Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Ermiş, H. (2019). *Ankara Ekolojik Koşullarında Farklı Sıra Arası Mesafeleri ve Ekim Normlarının Ketencik'te (Camelina sativa (L.) Crantz.) Tohum Verimi ve Bazı Özelliklere Etkisi*. (Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Friedt, W., Büchsenschütz, A., Bickert, C. & Schuster, A. (1994). Züchterische und produktionstechnische Bearbeitung von Lein und Leindotter in Hinblick auf eine Verwendung als nachwachsenden Rohstoff. *Vortr. Pflanzenzüchtg*, 30, 158-172.
- George, N., Hollingsworth, J., Yang, W. & Kaffka, S. (2017). Canola and camelina as new crop options for cool-season production in California. *Crop Science*, 57, 693-712.
- Ghamkhar, K., Croser, J., Aryamanesh, N., Campbell, M., Konkova, N. & Francis, C. (2010). Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) as an alternative oilseed: molecular and ecogeographic analyses. *Genome*, 53(7), 558-567.
- 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.
- 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

- Izquierdo, N, Aguirrezábal, L., Andrade, F. & Pereyra, V. (2002). Night temperature affects fatty acid composition in sunflower oil depending on the hybrid and the phenological stage. *Field Crops Research*, 77(2-3), 15-126.
- Kalkan, Ş. (2019). *Farklı Azot Dozlarının Ketencik (Camelina Sativa (L.) Crantz) Bitkisinin Tohum Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Kara, K. (1994). Değişik sıra aralık mesafelerinin ketenciğin (*Camelina sativa*) verim ve verim unsurları üzerine etkileri. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 18, 59- 64.
- Karahoca, A. (2002). *Çukurova Koşullarında Ketencik (Camelina sativa (L.) Crantz.)'te Farklı Azot ve Fosfor Gübrelemesinin Tohum Verimi ve Yağ Oranına Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Katar, D. & Katar, N. (2017). Farklı sıra aralıklarında uygulanan ekim normlarının ketenciğin (*Camelina sativa* (L.) Crantz) verim ve verim unsurlarına etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(1), 76-85.
- Katar, D., Arslan, N. & Subaşı, İ. (2012a). Ankara ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarının ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) bitkisinin yağ oranı ve bileşimi üzerine olan etkisinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(3), 84-90.
- Katar, D., Arslan, Y. & Subaşı, İ. (2012b). Genotypic variations on yield, yield components and oil quality in some camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) genotypes. *Turkish Journal of Field Crops*, 17(2), 105-110.
- Kınay, A., Yılmaz, G., Ayıışı, 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.
- Koç, N. (2014). *Farklı Zamanlarda Ekilen Ketencik (Camelina sativa (L.) Crantz.)'in Verim ve Bazı Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- 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, B.J. & 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.
- 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. & Göre, M. (2018). Samsun ekolojik koşullarında bazı ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) genotiplerin önemli tarımsal karakterlerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55(2), 179-186.
- 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.
- 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.
- TUİK, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://http:www.tuik.gov.tr>. (Son erişim tarihi: 15.10.2021)
- 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.
- Walsh, K.D., Puttick, D.M., Hills, M.J. & Yang, R.C. (2012). First Report of Outcrossing Rates in Camelina [*Camelina sativa* (L.) Crantz]. *Can J Plant Sci*, 92, 681–685.
- Wilckens, R., Fischer, S., Solis, A. & Johnson, B. (2011). Seeding date influence on camelina seed yield, yield components, and oil content in Chile. *Industrial Crops and Products*, 34, 1358-1365.
- Yaniv, Z., Schafferman, D. & Zur, M. (1995). The Effect of Temperature on Oil Quality and Yield Parameters of High and Low Erucic Acid Cruciferae Seeds (Rape And Mustard). *Industrial Crops and Products*, 3(4), 247-251.
- Yıldırım, H. (2015). *Azot ve Fosfor Dozlarının Ketencik (Camelina sativa (L.) Crantz.) Bitkisinde Bazı Verim ve Kalite Bileşenlerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Yılmaz, G., Dökülen, Ş. & Kınay, A. (2019). Effects of different sowing densities on some agronomic characteristics of camelina (*Camelina sativa* L.). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7, 157-162.

Yücekaya Akbulut, B. (2014). *Ankara Koşullarında Ketencik (Camelina sativa (L.) Crantz.) Çeşit ve Popülasyonlarının Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)

Zubr, J. (1997). Oil-seed crop: *Camelina sativa*. *Industrial Crops and Products*, 6, 113- 119.



ÖZGEÇMİŞ

