

**FARKLI ETİYOPYA HARDALI (*Brassica carinata*)  
GENOTİPLERİNİN VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİ  
İLE BİYODİZELE UYGUNLUKLARININ  
BELİRLENMESİ**

**Emre ŞENYİĞİT**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI ETİYOPYA HARDALI (*Brassica carinata*) GENOTİPLERİNİN VERİM  
VE KALİTE ÖZELLİKLERİ İLE BİYODİZELE UYGUNLUKLARININ  
BELİRLENMESİ**

Emre ŞENYİĞİT  
0000-0001-8641-6995

Prof.Dr. Mehmet SİNCİK  
(Danışman)

DOKTORA TEZİ  
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2023  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ ONAYI

Emre ŞENYİĞİT tarafından hazırlanan “FARKLI ETİYOPYA HARDALI (*Brassica carinata*) GENOTİPLERİNİN VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİ İLE BİYODİZELE UYGUNLUKLARININ BELİRLENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof.Dr. Mehmet SİNCİK  
Bursa Uludağ Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi  
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

- Başkan** : Prof. Dr. Abdurrahim Tanju GÖKSOY  
0000-0002-0012-4412  
Bursa Uludağ Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi  
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı  
İmza
- Üye** : Prof. Dr. Dilek BAŞALMA  
0000-0003-4748-5546  
Ankara Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi  
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı  
İmza
- Üye** : Prof. Dr. Mehmet SİNCİK  
0000-0002-1568-2564  
Bursa Uludağ Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi  
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı  
İmza
- Üye** : Prof. Dr. Mehmet Demir KAYA  
0000-0002-4681-2464  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi  
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı  
İmza
- Üye** : Doç. Dr. Esra AYDOĞAN CİFCİ  
0000-0002-7473-0140  
Bursa Uludağ Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi  
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı  
İmza

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Ali KARA**  
**Enstitü Müdürü**  
.././.....

**B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**10/08/2023**

**Emre ŞENYİĞİT**

## TEZ YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Prof.Dr. Mehmet SİNCİK  
10.08.2023

Emre ŞENYİĞİT  
10.08.2023

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum  
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum  
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

## ÖZET

Doktora Tezi

### FARKLI ETİYOPYA HARDALI (*Brassica carinata*) GENOTİPLERİNİN VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİ İLE BİYODİZELE UYGUNLUKLARININ BELİRLENMESİ

**Emre ŞENYİĞİT**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Mehmet SİNCİK

Bu araştırma farklı Etiyopya hardalı (*Brassica carinata*) genotiplerinin verim ve kalite özellikleri ile biyodizele uygunluklarının belirlenmesi amacıyla 2017-2018 ve 2018-2019 vejetasyon dönemlerinde Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme tarlalarında yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak 16 adet hat ve 4 adet şahit çeşit olmak üzere toplam 20 adet Etiyopya hardalı genotipi kullanılmıştır. Tarla Denemeleri tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre genotipler ve şahit çeşitlere ait tane verimi değerleri dekara 294,2 kg ile 479,3 kg arasında, yağ oranı değerleri %37,2 ile %43,6 arasında ve yağ verimi değerleri dekara 117,6 kg ile 204,3 kg arasında değişmiştir. Tane ve yağ verimi dikkate alındığında, Awassa çeşidi ve BC22 hattı hem teksele yıllarda hem de birleştirilmiş verilerde ilk sıralarda yer almıştır. Yağ asitleri içeriği bakımından Etiyopya hardalı genotiplerinin ortalama palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit, araşhidik asit, linolenik asit, eikosoik asit, behenik asit ve erusik asit oranları sırasıyla %2,69 - %1,25 - %17,1 - %18,4 - %0,87 - %12,4 - %10,9 - %0,61 ve %35,4 olarak tespit edilmiştir. Araştırmada incelenen Etiyopya hardalı genotiplerinde yeterli numuneye sahip olanların biyodizel yakıtı uygunluk açısından özellikleri incelendiğinde birçok özelliğin TS 14214 biyodizel standartlarının sınır değerleri arasında olduğu ve diğer özellikleriyle birlikte ele alındığında araştırmada kullanılan Etiyopya hardalı genotiplerinin biyodizel olarak kullanılmasının mümkün olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Brassica carinata*, Biyodizel, Verim, Verim komponentleri  
**2023, xii + 83 sayfa.**

\*Bu çalışma 1150367 nolu proje kapsamında Tübitak tarafından desteklenmiştir.

## ABSTRACT

PhD Thesis

DETERMINATION OF YIELD, QUALITY AND BIODIESEL CHARACTERISTICS  
OF DIFFERENT ETHIOPIAN MUSTARD (*Brassica carinata*) GENOTYPES

**Emre ŞENYİĞİT**

Bursa Uludağ University  
Gaduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Field Crops

**Supervisor:** Prof. Dr. Mehmet SİNCİK

This research was carried out in the experimental fields of Bursa Uludağ University Faculty of Agriculture Agricultural Application and Research Center in 2017-2018 and 2018-2019 vegetation periods in order to determine the yield and quality characteristics of different Ethiopian mustard (*Brassica carinata*) genotypes and their compatibility with biodiesel. In the study, 20 Ethiopian mustard genotypes, 16 lines and 4 standard varieties, were used as material. Field trials were carried out according to a randomize complete block design with three replications. According to the results obtained from the research, the seed yield values of genotypes and varieties varied between 294,2 kg and 479,3 kg per decare, oil ratio values between 37,2% and 43,6%, oil yield values between 117,6 kg and 204,3 kg per decare. Considering seed and oil yield, Awassa variety and BC22 line ranked first in both individual years and combined data. In terms of fatty acids content, the average palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, arachidic acid, linolenic acid, eicosanoic acid, behenic acid, and erucic acid ratios of Ethiopian mustard genotypes were 2,69% - 1,25% - 17,1% - 18,4% - 0,87% - 12,4% - 10,9% - 0,61% and 35,4%, respectively. When the characteristics of the Ethiopian mustard genotypes examined in the study are reconsidered in terms of compatibility with biodiesel fuel, it can be said that many features are between the limit values of TS 14214 biodiesel standards and when considered together with other characteristics, it is possible to use the Ethiopian mustard genotypes in the research as biodiesel.

**Key words:** *Brassica carinata*, Biodiesel, Yield, Yield components

**2023, XV + 83 pages.**

\* This research is supported by Tubitak the scope of 115O367 numbered project.

## TEŞEKKÜR

Gerek Araştırma görevlisi olduğum dönemde, gerekse doktora eğitimimde ve diğer her türlü konuda yardımcı olan, deneyimlerini hiç esirgemedен paylaşan, bir hoca değil de, bir abi gibi benimseyen ve yol gösteren, gerek tezimde gerek diğer çalışmalarında her zaman yanımda olan ve her türlü arazi işinde de fiilen beraber çalıştđđım ve her ne olursa olsun her zaman sabırla karşılayan ve üzerimde çok fazla emeği olan değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet SİNCİK'e canı gönülden saygı ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bölümde çalıştđđım sürece bana güvenen, hep destek olan tüm bilgi ve deneyimini paylaşmakta çekinmeyen Prof. Dr. A. Tanju GÖKSOY hocama, aynı şekilde çalışma sürem boyunca her konuda yardıma koşan, abilik ve ablalık eden Erdinç GÖKSU ve Dr. Öğretim Üyesi Gamze BAYRAM'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımın büyük kısmında benimle birlikte çalışmaktan hiç kaçmayan bir nevi her zaman yanımda olan, bana sabır gösteren ve canı gönülden her zaman yardıma koşan kardeşlerim gibi gördüğüm Bilal ALPASLAN ve Cansu DOLGUN'A sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm çalışma hayatım ve tez yazma sürecim boyunca tüm sorumlulukları üstüne alarak bana çalışma alanı tanıyan eşim Kamer'e ve tüm tez yazım sürem boyunca yanımdan ayrılmayan kızım Eylül'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Emre ŞENYİĞİT  
19/01/2023



## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Deneme materyalinin özellikleri.....	13
3.1.2. Deneme yerinin iklim özellikleri.....	14
3.1.3. Deneme yerinin toprak özellikleri.....	16
3.2. Yöntem.....	16
3.2.1. Deneme yöntemi ve uygulanan işlemler.....	16
3.2.3. Denemede gerçekleştirilen ölçümler.....	18
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	25
4.1. Çiçeklenme Gün Sayısı.....	25
4.2. Fizyolojik Olum Gün Sayısı.....	27
4.3. Bitki Boyu.....	29
4.4. Bitkide Yan Dal Sayısı.....	31
4.5. Bitkide Harnup Sayısı.....	33
4.6. Harnupta Tane Sayısı.....	36
4.7. Bin Tane Ağırlığı.....	38
4.8. Tane Verimi.....	40
4.9. Yağ Oranı.....	43
4.10 Yağ Verimi.....	45
4.11. Yağ Asitleri Kompozisyonu.....	48
4.11.1. Araşidik asit.....	49
4.11.2. Behenik asit.....	50
4.11.3. Eikosanoik asit.....	51
4.11.4. Erusik asit.....	52
4.2.5. Linoleik asit.....	53
4.2.6. Linolenik asit.....	54
4.2.7. Oleik asit.....	55
4.2.8. Palmitik asit.....	56
4.2.9. Stearik asit.....	57
4.3.1. Su tayini (ppm).....	58
4.3.2. Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> ).....	59
4.3.3. Viskozite (mm <sup>2</sup> /s).....	60
4.2.4. Mikro karbon kalıntısı (%(m/m)).....	61
4.3.5. Oksidasyon kararlılığı (dk).....	63

4.3.6. İyot sayısı (g iyot/100 g) .....	64
4.3.7. Asit sayısı (mg KOH/g) .....	65
4.3.8. Metanol %(m/m) .....	67
4.3.9. Bulutlanma (°C) .....	68
4.3.10. Akma (°C) .....	69
4.2.11. Soğuk filtre tıkanma noktası (SFTN) (°C) .....	71
4.3.12. Yağ asidi metil ester (YAME) (% m/m) .....	72
4.3.13. Parlama noktası .....	73
4.3.14. Bakır şerit korozyon .....	73
5. SONUÇ .....	74
KAYNAKLAR .....	79
ÖZGEÇMİŞ .....	82

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
da	Dekar
g	Gam
kg	Kilogram
kg/da	Kilogram Dekar
m	Metre
mm	Milimetre
cm	Santimetre
°C	Santigrat Derece
%	Yüzde

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
Ark.	Arkadaşları
AÖF (LSD)	Asgari Önemli Farklılık
ÖD	Önemli Değil
TAE	Tarımsal Araştırma Enstitüsü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
VK	Varyasyon Katsayısı

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.1. Denemelerin yürütüldüğü alanlar (Google maps, 2017).....	13
Şekil 3.2. Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanına yukarıdan bakış .....	15
Şekil 3.3. Araştırmanın birinci yıl ekimlerinden bir görüntü.....	17
Şekil 3.4. Araştırmanın ikinci yıl ekimlerinden bir görüntü .....	17
Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan Hege parsel biçerdöveri.....	18
Şekil 3.6. Araştırma parsellerinden bir görüntü .....	18
Şekil 3.7. Deneme alanının 2017 ilkbahardaki görünümü ve parseller .....	20
Şekil 3.8. Parsellerden örnek alınması ve örneklerin etiketlenmesi.....	21
Şekil 3.9. Araştırmada örnek alınması ve parsel etiketlenmesi .....	22
Şekil 3.10. Deneme alanından bir görüntü.....	23

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

<b>Çizelge 3.1.</b> Araştırmada kullanılan Etiyopya hardalı genotipleri ve orjinleri .....	14
<b>Çizelge 3.2.</b> Deneme alanının bulunduğu Bursa iline ait iklim verileri.....	15
<b>Çizelge 3.3.</b> Deneme alanı topraklarının analiz sonuçları .....	16
<b>Çizelge 4.1.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde çiçeklenme gün sayısına ait .....	25
varyans analizi sonuçları .....	25
<b>Çizelge 4.2.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama çiçeklenme gün sayısı.	26
Değerleri.....	26
<b>Çizelge 4.3.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde fizyolojik olum gün sayısına ait ...	27
varyans analizi sonuçları .....	27
<b>Çizelge 4.4.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama fizyolojik olum gün ....	28
sayısı değerleri. ....	28
<b>Çizelge 4.5.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde bitki boyuna ait varyans analizi ....	29
Sonuçları .....	29
<b>Çizelge 4.6.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama bitki boyu değerleri.....	30
<b>Çizelge 4.7.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde bitkide yan dal sayısı değerlerine ait	
varyans analizi sonuçları .....	31
<b>Çizelge 4.8.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama bitkide yan dal sayısı .....	
Değerleri.....	32
<b>Çizelge 4.9.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde bitkide harnup sayısı değerlerine ait	
varyans analizi sonuçları .....	33
<b>Çizelge 4.10.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama bitkide harnup sayısı.....	
Değerleri.....	34
<b>Çizelge 4.11.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde harnupta tane sayısına ait varyans	
analizi sonuçları .....	36
<b>Çizelge 4.12.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama harnupta tane sayısı ..	37
Değerleri.....	37
<b>Çizelge 4.13.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde bin tane ağırlığı verilerine ait ....	38
varyans analizi sonuçları .....	38
<b>Çizelge 4.14.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama bin tane ağırlığı.....	39
Değerleri.....	39
<b>Çizelge 4.15.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde tane verimi değerlerine ait varyans	
analizi sonuçları .....	40
<b>Çizelge 4.16.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait tane verimi değerleri.....	41
<b>Çizelge 4.17.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde yağ oranı değerlerine ait varyans....	
analizi sonuçları .....	43
<b>Çizelge 4.18.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama yağ oranı değerleri ....	44
<b>Çizelge 4.19.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde yağ verimine ait varyans.....	
analizi sonuçları .....	45
<b>Çizelge 4.20.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama yağ verimi değerleri..	46
<b>Çizelge 4.22.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi.....	
Araşidik asit oranları .....	49
<b>Çizelge 4.23.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi.....	
Behenik asit oranları .....	50
<b>Çizelge 4.24.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi.....	
Eikosanoik asit oranları.....	51

<b>Çizelge 4.25.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi..... Erusik asit oranları .....	52
<b>Çizelge 4.26.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi..... Linoleik asit oranları .....	53
<b>Çizelge 4.27.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi..... Linolenik asit oranları .....	54
<b>Çizelge 4.28.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi..... Oleik asit oranları .....	55
<b>Çizelge 4.29.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi..... Palmitik asit oranları .....	56
<b>Çizelge 4.30.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi..... Stearik asit oranları .....	57
<b>Çizelge 4.31.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde su tayini (ppm) değerlerine ait..... varyans analizi sonuçları .....	58
<b>Çizelge 4.32.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama su tayini (ppm)..... değerleri.....	59
<b>Çizelge 4.33.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde yoğunluk ( $g/cm^3$ ) değerlerine ait.... varyans analizi sonuçları .....	59
<b>Çizelge 4.34.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama yoğunluk değerleri....	60
<b>Çizelge 4.35.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde viskozite ( $mm^2/s$ ) değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	60
<b>Çizelge 4.36.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama vizkozite değerleri ....	61
<b>Çizelge 4.37.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde mikro karbon kalıntısı (%(m/m)) değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	62
<b>Çizelge 4.38.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama mikro karbon kalıntısı değerleri.....	62
<b>Çizelge 4.39.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde oksidasyon kararlılığı (dk) değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	63
<b>Çizelge 4.40.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama oksidasyon kararlılığı ... değerleri.....	64
<b>Çizelge 4.41.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde iyot sayısı (g iyot/100 g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	64
<b>Çizelge 4.42.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama iyot sayısı değerleri...	65
<b>Çizelge 4.43.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde asit sayısı (mg KOH/g)..... değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	66
<b>Çizelge 4.44.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama asit sayısı değerleri ...	66
<b>Çizelge 4.45.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde metanol %(m/m) değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	67
<b>Çizelge 4.46.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama metanol değerleri .....	68
<b>Çizelge 4.47.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde bulutlanma ( $^{\circ}C$ ) değerlerine ait .. varyans analizi sonuçları .....	68
<b>Çizelge 4.48.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama bulutlanma değerleri .	69
<b>Çizelge 4.49.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde akma ( $^{\circ}C$ ) değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	70
<b>Çizelge 4.50.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama akma değerleri .....	70
<b>Çizelge 4.51.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde soğuk filtre tıkanma noktası ( $^{\circ}C$ ) değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	71

<b>Çizelge 4.52.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama soğuk filtre tıkanma noktası değerleri.....	71
<b>Çizelge 4.53.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde yağ asiti metil ester (% m/m) değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	72
<b>Çizelge 4.54.</b> Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama yağ asiti metil ester değerleri.....	72

## 1. GİRİŞ

Dünyada gün geçtikçe artan nüfus ile birlikte besin ve enerjiye olan ihtiyaç daha da artmakta ve daha fazla üretim ihtiyacı doğmaktadır. Bitkisel ürünler açısından üretim alanlarının artırılması pek mümkün gözükmesine de enerji anlamında güneş, rüzgâr, jeotermal ve benzeri bazı yenilenebilir kaynaklar sayesinde zamanla enerjideki açık azaltılabilecektir. Fosil yakıtların çevreyi kirletmesinin yanında mevcut rezervleri hızla tükenmektedir (Cardone vd. 2003). Dünyada kullanılan dizel yakıt miktarı sürekli artmaktadır. Gelişmiş ülkeler dizel yakıt kullanımı sonucu oluşan zehirli gazların etkilerini azaltmak için dizel yakıtta belirli oranlarda biyodizel karıştırmaya başlamıştır. Bazı ülkelerde biyodizel oranı yüzde yüzü bulabilmektedir. Dünya genelinde kullanılan biyodizelin kaynağını özellikle kanola, soya ve palm gibi yağlı tohumlardan elde edilen bitkisel yağlar ile atık kızartma yağları oluşturmaktadır (Blackshaw vd. 2011).

Ülkemizde 16 Haziran 2017 tarihli Resmî Gazete’de yayımlanan 2017/06 nolu tebliğ ile dizel yakıtta binde beş oranında biyodizel katılması zorunluluğu gelmiştir. Dünyadaki diğer ülkelerdeki uygulamalara nazaran binde beş düşük bir oran olarak görülse de biyodizel üretiminde yerli ham madde kullanma zorunluluğunun olması ve ülkemizdeki yemeklik yağ açığının fazla olması bu oranın düşük tutulmasına neden olmuştur.

Biyoyakıtların çevreye olan zararının az olmasının yanında patlayıcılık özelliğinin düşük olması taşımada ve saklamada kolaylık sağlamakta, ayrıca motorun yağlanması sağlayarak motor ömrünü uzatmaktadır. (Vicente vd. 2005).

Ülkemizde yağlı tohumların üretimi tüketimi karşılamada yetersiz kaldığı için her yıl büyük miktarlarda yemeklik yağ ithalatı yapılması gerekmektedir. Yapılan bu ithalat çok fazla döviz kaybına neden olmakta ve ithalat-ihracat dengesinde açığa neden olmaktadır. Ülkemizdeki yüksek yemeklik yağ açığı nedeniyle kaliteli bitkisel yağların biyodizel üretiminde kullanılması doğru değildir. Bu nedenle ülkemizde yağı yemeklik kalitesinde olmayan ancak biyodizel üretiminde kullanılabilen, kışlık olarak ekilebilen ve olumsuz iklim ve toprak koşulları altında yetişebilen yağlı tohumlu bitkilerin tarımının yaygınlaştırılması gerekmektedir.



Ülkemizde yağlı tohum üretiminde kullanılan kolza dışındaki *Brassica* türlerinin üretimi yeterince yaygınlaşmamıştır. Özellikle Kanada, Amerika ve Avrupa da kolza dışındaki hardal türlerinin biyodizel amaçlı üretimine oldukça önem verilmektedir. Hardalın yabancı formları ülkemiz topraklarında mevcut olup, başta buğday tarlaları olmak üzere birçok üretim yapılan tarlada yabancı ot olarak çıkmakta ve bu nedenle herbisit kullanılarak temizlenmesi sağlanmaktadır. Ülkemizde kültüre alınmış hardal türlerinin üretimi neredeyse yok denecek kadar azdır. Halbuki, biyodizel üretiminde kolza ve aspir gibi kaliteli yağa sahip bitkilerin yerine, içeriğindeki bazı maddelerden (Erusik asit, Glikosinolat vb.) dolayı insan ve hayvan beslenmesinde kullanılamayan, fakat diğer bitkilere nazaran kötü koşullara, hastalık ve zararlılara karşı daha dayanıklı olan ve verim ve kalite anlamında kabul edilebilir özelliklere sahip hardal türlerinin tercih edilmesi daha doğru bir yaklaşım olacaktır.

Hardal türlerinin biyodizel üretimi için uygunluklarının tespit edilmeye çalışıldığı oldukça fazla çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda ön plana çıkan bazı hardal türleri (*B. juncea*, *B. rapa*, *B. carinata* vb.) kolza bitkisine alternatif olarak düşünülmektedir. Bu hardal türlerinden biri olan Etiyopya hardalı (*Brassica carinata*) bitkisinin düşük verimli topraklarda kabul edilebilir verim değerlerine sahip olduğu, ayrıca hastalık ve zararlılara dayanıklılık anlamında da kolza bitkisine alternatif olabileceği yapılan bazı çalışmalarda belirtilmiştir (Cardone vd. 2003, Bozzini vd. 2007, Zanetti vd. 2009). Etiyopya hardalından elde edilen yağın özellikleri incelendiğinde biyodizel üretimi açısından kullanılmasında bir sıkıntı olmadığı ve Avrupa biyodizel standartlarının (EN-14214:2002) şartlarını taşıdığı bildirilmiştir (Cardone vd. 2003).

Etiyopya hardalının ekim ve yetiştiriciliğinde buğday üretimi için kullanılan aletlerden farklı olarak yüksek maliyetli veya teknolojik bir alet gerektirmemesi üretiminde kolaylık sağlamaktadır. Buna ek olarak, hasat zamanında tahıl biçerdöverlerinin tablalarına ek aparat takıldığında tohum kaybı da minimuma indirilmektedir. Etiyopya hardalının yağı içerisinde mevcut olan erusik asit ve glikosinolat gibi maddelerden dolayı insan veya hayvan beslenmesinde kullanılamamaktadır. Erusik asit içeriğinin ortalama %40 civarında olması ve glikosinolat değerinin yüksekliği buna engel olmakta olup insanda kalp rahatsızlıklarına ve hayvanlarda sağlık problemlerine neden olabilmektedir. Bu nedenle Etiyopya hardalının nispeten zayıf bünyeli arazilerde kışlık olarak yetiştirilmesi

ve biyodizel üretiminde kullanılması önerilmektedir. Ayrıca, Etiyopya hardalından elde edilen biyodizelin karbon içeriğinin kolza biyodizeline göre daha yüksek olması bu bitkinin biyodizel üretimi için kolzaya göre daha başarılı bir hammadde olabileceğini göstermektedir.

Bu noktalardan hareketle planlanan bu araştırmada, farklı Etiyopya hardalı (*Brassica carinata*) genotiplerinin verim ve kalite özellikleri ile biyodizele uygunluklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Getinet vd. (1996), Saskatchewan Kanada'da Etiyopya hardalının tohum kalitesi ve agonomik performansını belirlemek amacıyla 11 *Brassica carinata* hattını iki yıl boyunca arazi denemelerine tabi tutmuşlardır. Araştırma sonucunda hatlar arasında çiçeklenme süresinin 51-58 gün arasında değiştiğini, erkenci olanların 101 – 104 gün arasında, geççi olanların ise 107-111 gün arasında olgunluğa ulaştığını bildirmişler. Tane veriminin hatlar arasında dekara 45,4 ila 149,2 kg arasında, bin tane ağırlığının 3,7 g ile 5,7 g arasında, yağ oranının %31 ile %35 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Hatların yağ içeriği bakımından %38,9 ile %43 arasında erusik asit, %11,7 ile %17,3 arasında linolenik asit, %16,1 ile %20,4 arasında linoleik asit ve %9,8 ile %12,1 arasında oleik aside sahip olduğu gözlenmiştir. Araştırmacılar aynı koşullarda yetişen kolza bitkisine göre Etiyopya hardalının daha geççi ve aranan özellikler bakımından daha geride kaldığını bildirmişlerdir.

Setia vd. (1995) Etiyopya hardalı bitkisinde yapraktan pakloburazol uygulamalarının etkisini incelemiştir. Araştırmalarında 5, 10 ve 20 ug ml<sup>-1</sup> dozları olmak üzere 3 adet farklı doz ve bir adet de kontrol şeklinde uygulama yapılmıştır. Uygulanan bitki büyüme düzenleyicisi bitki boyu üzerinde kısılma anlamında oldukça fazla etkide bulunurken, tane verimi açısından her dozda kontrole göre daha yüksek verim vermiştir. Buna rağmen yağ oranında yapılan uygulamalar, kontrolün gerisinde kalmıştır. Araştırmadan elde edilen ortalama verilere göre bitki boyu kontrolde 223,6 cm iken uygulama dozlarında 126,7 cm ile 179,4 cm arasında değişmiştir. Dozun artmasıyla doğru orantılı olarak boy kısılması gözlenmiştir. Bitkide harnup sayısı değerlerine bakıldığında kontrolde 523,8 adet iken uygulama dozlarında 614,2 adet ile 714 adet arasında değişmiştir. Bitkide harnup sayısında da kontrole göre farklılık göze çarpmaktadır. Harnupta tane sayısı kontrolde 16,9 adet iken uygulama dozlarında 16,9 ile 18,6 arasında değişmiştir. Bin tane ağırlığı kontrolde 3,15 gam iken, uygulama dozlarında 2,9 ile 3,3 gam arasında değişmiştir. Tane verimi açısından kontrol dekara 223 kg verimle en son sırada yer almış olup, uygulama dozlarında dekara 276-317 kg arasında değerler elde edilmiştir. Yağ oranı bakımından kontrolde ortalama %39,1 yağ tespit edilmişken, uygulama dozlarında yağ oranı %37,3 ile %38,9 arasında değişmiştir.

Cardone vd. (2003), biyodizel üretimine alternatif bir bitki olarak Etiyopya hardalı (*Brassica carinata*) üzerine yaptıkları çalışmada, Etiyopya hardalının marjinal ekim alanlarında ya da düşük girdi ile üretim yapılan alanlarda başarılı olduğunu ve yağından elde edilen biyodizelin ticari biyodizel üretimi için istenen özelliklere sahip olduğunu belirtmişler. Ayrıca, çalışma sonuçlarına göre Etiyopya hardalından dekara 286 kg ile 355 kg arasında tane verimi değerleri elde edilmiştir. Yağ asitleri içeriği bakımından Etiyopya hardalı yağında ortalama %16,8 linoleik asit, %16,6 linolenik asit, %9,7 oleik asit ve %42,5 oranında erusik asit olduğunu bildirmişlerdir.

Bouaid vd. (2005), biyodizel üretimi için pilot bitki olarak Etiyopya hardalını (*Brassica carinata*) seçmişler ve bu bitkiye ait yağın biyodizelde kullanılıp kullanılmayacağını araştırmışlardır. Yaptıkları denemeler ve elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda Etiyopya hardalının yağ özelliklerinin biyodizel üretiminde kullanılması bakımından oldukça uygun ve ümitvar olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmada yağ özelliklerine ait verilerin uygunluğunu tespit etmede biyodizel kalite özelliklerinin tanımlandığı EN 14214:2002 Avrupa standartları dikkate alınmıştır.

Vicente vd. (2005) İspanya’da Etiyopya hardalının biyodizel üretimi için optimizasyonu üzerine yaptıkları çalışmada yüksek erusik asit içerikli ve düşük erusik asit içerikli Etiyopya hardalı çeşitlerini kullanmışlar. Yüksek erusik aside sahip olan Etiyopya hardalı Avrupa standardı EN 14214 ve Amerika standardı NBB/ASTM sınır değerlerine göre incelendiğinde 40°C derecedeki akışkanlık açısından 4,9 mm<sup>2</sup>/g ile 2 standartla birlikte sınır değerler arasında kalmıştır, 15°C deki yoğunluk bakımından 0,81 g/cm<sup>3</sup> değeri ile iki sınıflandırmanın da alt sınır değerinin biraz altında kalmıştır, su içeriği bakımından kilogramda 290 mg ile iki sınıflandırma içinde sınır değerler arasında yer almıştır, ester içeriği bakımından Avrupa standardına göre biraz yüksek kalırken, Amerika standardında ester içeriği bakımından bir limit bulunmamaktadır. Serbest gliserol değeri ve toplam gliserol değeri bakımından iki sınıflandırmanın maksimum değerlerinin oldukça altında değere sahiptir, asit hacmi bakımından ise iki sınıflandırmanın da maksimum sınırlarının altında değere sahiptir. İyot değeri bakımından Avrupa standartlarının maksimum değerinin altında bir değere sahipken, Amerikan sınıflandırmasında iyot değeri ile ilgili bir maksimum sınır bulunmamaktadır. Ester içeriği haricinde Avrupa standartlarının hepsinin sınır değerleri arasında değerlere sahip olan Etiyopya hardalının, Amerikan

standartlarının hepsinde sınır değerler arasında kaldığı belirlenmiştir. Yüksek erusik asit içeriği olan Etiyopya hardalı genotiplerinin iyot içeriğinin düşük olması nedeniyle biyodizel üretimi için daha uygun olduğu ve erusik asit miktarının FAME (Yağ asidi metil ester) verimi ve saflığı değerlerini etkilemediği bildirilmiştir.

Bozzini vd. (2007), biyodizel üretimi amaçlı bir projede kullanılan Sincron Etiyopya hardalı çeşidini kullanarak İtalya koşullarında birkaç farklı lokasyonda bu çeşide ait bazı tarımsal özellikleri belirlemişlerdir. Araştırmada bu çeşide ait bitkilerin 1,5 m ile 1,7 m arasında boylandığını, dekara 400 ila 480 kg arasında tane verimi alındığını, yağ oranı değerinin %33 ila %35 arasında değiştiğini, yağ asiti kompozisyonunun %11 oleik asit, %18,2 linoleik asit ve %47 erusik asit şeklinde olduğunu bildirmişlerdir.

Zanetti vd. (2009), iki farklı kışlık kolza çeşidi (Maplus ve Hearty) ve bir adet Etiyopya hardalı çeşidi (BRK1) ile yürüttükleri çalışmada farklı girdi seviyelerinde (gübre, su vb.) verim ve yağ içeriğindeki değişikleri incelemiştir. Araştırmadan elde edilen verilere göre yüksek girdi kullanımında kolza çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri artarken, Etiyopya hardalı çeşidinin verim ve kalite özellikleri arasında düşük ve yüksek girdi seviyeleri arasında önemli bir farklılık olmadığı gözlenmiştir. Bu sonuçlardan hareketle, düşük girdi seviyelerinde veya zayıf topraklarda Etiyopya Hardalının başarı oranının kolzaya göre daha iyi olacağı değerlendirilmiştir. Araştırmada kolza çeşitlerinde dekara verim 331 ile 378 kg arasında değişirken. Etiyopya hardalının ortalama verimi hem düşük hem de yüksek girdi seviyelerinde 273 kg/da olarak belirlenmiştir. Yine Etiyopya hardalı çeşidinde yağ oranı ortalama %36,7 olarak belirlenmiş ve erusik asit içeriği bakımından %41,3 lük bir değere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Blackshaw vd. (2011), Kanada koşullarında Biyodizel üretimi için alternatif bitkiler üzerine bir araştırma planlamışlardır. Araştırmada kullanılan 10 farklı bitki türünden bir tanesi de Etiyopya hardalı olarak seçilmiştir. İki yıl boyunca beş farklı lokasyondan elde edilen Etiyopya hardalı verileri incelendiğinde, olgunlaşma gün sayısı değerlerinin 89 gün ile 115 gün arasında, tane veriminin 100 kg/da ile 420 kg/da arasında ve yağ oranı değerinin ortalama yüzde 38 olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmadaki tüm kullanılan bitkilerin (*B. napus*, *B. rapa*, *B. juncea*, *B. carinata*, ketencik, keten, soya) biyodizel üretilebilme kriterlerini karşıladığı belirlenmiştir.

Pan vd. (2012), farklı ekim normu ve azot kaynaklarının Etiyopya hardalında tane verimi ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma 10 adet Etiyopya hardalı genotipi ile 6 farklı lokasyonda yapılmış olup, bazı lokasyonların iklim ve toprak özelliklerinin birbirinden çok farklı olması sebebiyle elde edilen sonuçlar arasında lokasyonlar arasında büyük farklılıklar oluştuğunu ve bu farklılıkların özellikle bazı deneme alanlarındaki aşırı kuraklık ve soğuk zararından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Araştırmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde tane verimi değerlerinin dekara 55,6 kg ile 349,3 kg arasında, yağ oranı değerlerinin %31,5 ile %47,1 arasında ve yağ verimi değerlerinin dekara 23 kg ile 99,8 kg arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Tadessa vd. (2012), dört farklı ekim normu ve yaprak budaması uygulama zamanının Etiyopya hardalı üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla iki yıl boyunca Etiyopya iklim koşulları altında araştırma yapmışlardır. Araştırmadan elde edilen değerler incelendiğinde; tane veriminin dekarda 118,5 kg ile 159,2 kg arasında, bin tane ağırlığının 3,5 g ile 3,7 g arasında, bitkide yan dal sayısının 12,7 adet ile 15,4 adet arasında, bitki boyunun 170,6 cm ile 174, 6 cm arasında ve yağ oranının %35,3 ile %36,4 arasında değiştiği gözlenmiştir.

Zanetti vd. (2012) İtalya'da Legnaro ve Rosalina bölgesinde iki yıl boyunca yüksek erusik asit oranına sahip Etiyopya hardalının adaptasyon durumu ve verim özelliklerini incelemişlerdir. Bu denemeye ait sonuçlar incelendiğinde; ortalama değerler bakımından tane verimi değerlerinin dekara 199 kg ile 225 kg arasında, yağ oranı değerlerinin %34,2 ile %38,9 arasında, protein oranı değerlerinin %27,6 ile %31,2 arasında, bin tane ağırlığı değerlerinin 3,56 g ile 4,08 g arasında değiştiği bildirilmiştir. Bölgede yetiştirilen kolza bitkisinin, Etiyopya hardalının tane verimine göre %60 daha fazla verim verdiği ve %18 daha fazla yağ oranına sahip olduğu fakat protein oranı açısından kolza bitkisi ile karşılaştırıldığında Etiyopya hardalı bitkisinin %58 daha fazla proteine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar Etiyopya hardalı bitkisinin soğuğa ve hastalık ve zararlılara karşı daha dayanıklı olduğunu ve besin maddesi azalması durumunda kolaylıkla uyum sağlayarak tane verimi ve kalite özellikleri bakımından kayıp vermediğini bildirmişlerdir.

Johnson vd. (2013), Kanada’da Etiyopya hardalı üzerine Saskatchewan da 3 yıl boyunca 5 farklı azot dozunun ve Albertada 4 yıl boyunca 8 farklı azot dozunun verim, kalite azot kullanım etkinliği vb. özellikler üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre tane verimi dekara 50,7 kg ile 205 kg arasında, yağ oranı %39,2 ile %41,9 arasında, protein oranı %24,4 ile %27,7 arasında değişim göstermiştir. Artan azot dozlarıyla birlikte verim değerlerinde de artış gözlenmiş ve azot kullanım etkinliğinin diğer *Brassica* türleri ile benzer olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, artan azot dozlarıyla birlikte protein oranında artış gerçekleşirken, yağ oranında azalış olduğu gözlenmiştir.

Del Gatto vd. (2015), 43 adet kolza çeşidi ve 4 adet Etiyopya hardalı çeşidinin İtalya’da 3 farklı lokasyondaki adaptasyonlarını incelemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Çalışmaya ait 3 senelik veriler incelendiğinde tohum verimi bakımından 3 lokasyonun arasında oldukça fark olduğu gözlenmiş olup 3 lokasyona ait ortalama verim değerleri kolza çeşitlerinde sırasıyla dekara 280 kg, 400 kg ve 152 kg iken Etiyopya hardalı çeşitlerinde sırasıyla 310 kg, 219 kg ve 337 kg olarak tespit edilmiştir. Burada bölgeler arasındaki iklim ve toprak şartları açısından meydana gelen farklılık açıkça gözükmemektedir. Yine bu bölgelere ait bitki boyu değerleri kolza çeşitlerinde 130 cm ile 156 cm arasında, Etiyopya hardalı çeşitlerinde ise 148 cm ile 162 cm arasında değişmektedir. Yağ oranı ortalaması kolza çeşitlerinde %44 civarlarında iken Etiyopya hardalı çeşitlerinde ortalama %29-38 aralığında kalmıştır. Araştırmacılar bu 3 lokasyon için Etiyopya hardalının, kolza bitkisi yanında başarısız kaldığını ve ıslah çalışmalarlarıyla geliştirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Hussain vd. (2015), Pakistan’ın güney Punjab bölgesinde Etiyopya hardalı üzerine afit zararının etkilerini incelemek üzere yürüttükleri çalışmada iki farklı afit varyetesi ve 3 farklı azot dozu uygulaması uygulamışlardır. Yapılan denemede kontrole göre artan afit dozlarının hepsinin tüm özellikleri düşürdüğü gözlenmiştir. Ayrıca artan afit oranı ile birlikte bitkilerdeki fotosentez oranında, transpirasyon oranında, su kullanım etkinliğinde ve dahili karbondioksit oranında çok belirgin düşüşler yaşandığı bildirilmiştir. Kontrol parsellerinden elde edilen ortalama veriler incelendiğinde bitki boyunun 200 cm ile 240 cm arasında, bitkide harnup sayısının 390 adet ile 410 adet arasında, bin tane ağırlığı değerlerinin 4,5 gam ile 5 gam arasında, harnupta tane sayısı değerlerinin 15 adet ile 18 adet arasında, tane veriminin dekara 150 kg ile 200 kg arasında değiştiği gözlenmiştir.

Montemurro vd. (2016) Güney İtalya'nın dört farklı marjinal yetiştirme koşullarına sahip bölgesinde *Brassica carinata*'nın agonomik performansı ve biyodizel üretim potansiyelini öğrenmek amacıyla iki sene boyunca bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada elde edilen veriler incelendiğinde ortalama değerler açısından tane veriminin dekara 84 kg ile 240 kg arasında, bitki boyunun 113 cm ile 155 cm arasında, bitkide harnup sayısının 32 adet ile 230 adet arasında, harnupta tane sayısının 11,2 adet ile 14,3 adet arasında, bin tane ağırlığının 3,8 g ile 6,1 g arasında, yağ oranının %31,5 ile %45,5 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar ayrıca Etiyopya hardalının biyodizel üretimi için önemli bir potansiyelinin var olduğunu bildirmişlerdir.

Sincik vd. (2016) üç farklı lokasyonda (Bursa, Edirne ve Samsun), kolza (*Brassica napus*), Etiyopya hardalı (*Brassica carinata*) ve Hint hardalı (*Brassica juncea*) bitkilerine ait çeşit ve hatların verim ve verim komponentlerini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Tane verimi değerleri incelendiğinde üç lokasyon ortalamaları üzerinden değerlendirilen kolza bitkisinde en yüksek tane verimi değeri dekara 505,4 kg olarak belirlenmiştir, Sadece Bursa lokasyonunda ekilen 68 adet Hint hardalı genotipinde en yüksek tane verimi değerleri dekara 399,7 kg ile 439,2 kg arasında değişmiş olup yine aynı şekilde sadece Bursa lokasyonunda ekilen 38 adet Etiyopya hardalı genotipinin tane verimi açısından en yüksek değerleri dekara 577 kg ile 606 kg arasında değerler almıştır.

Licata vd. (2017) İtalya'da Akdeniz iklim koşulları altında, 20 adet Etiyopya hardalı genotipi ile iki senelik bir araştırma yürütmüşler. Yaptıkları araştırmanın sonuçlarına göre bitki boyu değerlerinin 120,3 cm ile 169,5 cm arasında, tane verimi değerlerinin 226 kg/da ile 344 kg/da arasında, bin tane ağırlığı değerlerinin 2,13 g ile 2,77 g arasında, harnupta tane sayısı değerlerinin 13,9 adet ile 18,2 adet arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Hossain vd. (2018) Kanada'nın kuzey ovalarında üç yıl boyunca, üç farklı lokasyonda Etiyopya hardalı üzerine herbisit uygulaması, ekim oranı ve azotlu gübre dozlarının etkilerini öğrenmek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Araştırmada elde edilen veriler incelendiğinde olgunlaşma gün sayısı değerlerinin 102 gün ile 122 gün arasında, tane verimi değerlerinin 104,9 kg/da ile 337,2 kg/da arasında, yağ oranı değerlerinin %37,2 ile %48,5 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu bölgede Etiyopya



hardalının iyi adapte olduğunu ve biyoyakıt üretimi için alternatif olabileceğini bildirmişlerdir.

Verma vd. (2018) Hindistan'ın kuzey batısında yarı kurak koşullarda Etiyopya hardalında üç farklı sulama zamanı (I<sub>1</sub>: çimlenme, I<sub>2</sub>: çimlenme + harnup oluşumu, I<sub>3</sub>: çimlenme + %50 çiçeklenme + harnup oluşumu), üç farklı azot dozu (3, 6 ve 9 kg/da) ve üç farklı kükürt dozunun (0, 2 ve 4 kg/da) etkilerini incelemişler. Denemeden elde edilen ortalama değerler incelendiğinde; bitki boyunun 158,5 cm ile 207,76 cm arasında, bitkide yan dal sayısının 15,1 ile 17,5 adet arasında, tane veriminin dekarda 146,3 kg ile 218,1 kg arasında ve yağ oranının %35,2 ile %39,2 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Araştırmada, susuz ekime göre üç farklı zamanda yapılan sulamanın tane verimini %27-%28 oranında arttırdığı, gübre kullanılmamış araziye göre 9 kg/da azot gübresi kullanılan deneme alanlarında %50 civarında daha fazla tane verimi alındığı ve yine hiç gübreleme yapılmamış araziye göre dekara 4 kg kükürt uygulanan arazilerde tane veriminin %33-34 civarında arttığı gözlemlenmiştir.

Lal vd. (2019) biyodizel potansiyeli yüksek olan Etiyopya hardalının agonomik potansiyelini belirlemek amacıyla Hindistan'ın yarı kurak tropik iklim koşullarına sahip Yeni Delhi Hindistan Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme arazilerinde, Etiyopya hardalı, nohut ve karışık ekim alternatifinin de bulunduğu bir araştırma planlamışlardır. Bu araştırmada tek başına ekilen bitkilere ait değerlerin karışık ekimlerdeki bitkilerin değerlerine göre daha iyi olduğunu tespit edilmiştir. Tek başına ekilen Etiyopya hardalına ait verilere bakıldığında; bitki boyunun 170,7 cm ile 190,2 cm değerleri arasında, tane verimi değerlerinin dekara 131 kg ile 196 kg arasında, yağ oranı değerlerinin yüzde 41,0 ile yüzde 43,5 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Mulvaney vd. (2019) Güneybatı Amerika koşullarında Etiyopya hardalında sıra arası ve ekim normu üzerine yaptıkları bir çalışmada tane verimini 157,2 kg/da ile 276,1 kg/da değerleri arasında, yağ oranını ortalama %40, harnupta tane sayısını ortalama 13,7, bitki boyunu ortalama 122,6 cm, bin tane ağırlığını 3,54 g ve yağ içeriğini ortalama olarak %12,7 oleik asit, %18,3 linoleik asit, %12,9 linolenik asit ve %36,4 erusik asit şeklinde elde etmişlerdir. Ayrıca ekim normu ve sıra arası mesafesinin yağ oranı ve kalite üzerine önemli etkisinin bulunmadığını belirtmişlerdir.

Bhattarai vd. (2021) Güney Dakota’da bazı gübre formlarının Etiyopya hardalı üzerine etkisini incelemek için yaptıkları çalışmadan elde edilen verilere göre, bitki boyu değerlerinin 84,6 cm ile 90 cm değerleri arasında, bitkide harnup sayısı değerlerinin 66 adet ile 85 adet arasında, harnupta tane sayısı değerlerinin 13 adet – 14 adet arasında, tane verimi değerlerinin 110 kg ile 143 kg arasında, yağ oranı değerlerinin % 34,76 ile % 35,81 arasında, dekara yağ verimi değerlerinin 32,9 ile 50 kg arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Seepaul vd. (2021), Florida’da Etiyopya hardalının biyoyakıt bitkisi olarak yetiştiriciliğini ve biyolojisini incelemek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Araştırma beş yıl boyunca, dört farklı lokasyonda Kuzey Florida’ya adapte olmuş Avanza 641 isimli Etiyopya hardalı çeşidi kullanılarak yapılmıştır. Araştırmada, tane verimi dekara 124,5 kg ile 244,4 kg arasında değişirken, ortalama değerler incelendiğinde bitkide harnup sayısı 280 adet, yağ oranı %39,7, protein oranı %31,6, Glukosinolat miktarı 92,9 umol/g, doymuş yağ asiti %6,2, iyot hacmi 113,7, palmitik asit içeriği %3,4, oleik asit içeriği %12,7, stearik asit içeriği %1,1, linoleik asit içeriği %18,3, linolenik asit içeriği %12,9 ve erusik asit içeriği %36,4 olarak tespit edilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı tarafından desteklenen bu araştırma sonucunda, araştırmacılar bakanlığın 2050 yılına kadar olan hedefleri içerisindeki çalışmalarda Etiyopya hardalının da değerlendirilmesi gerektiğini bildirmişler.

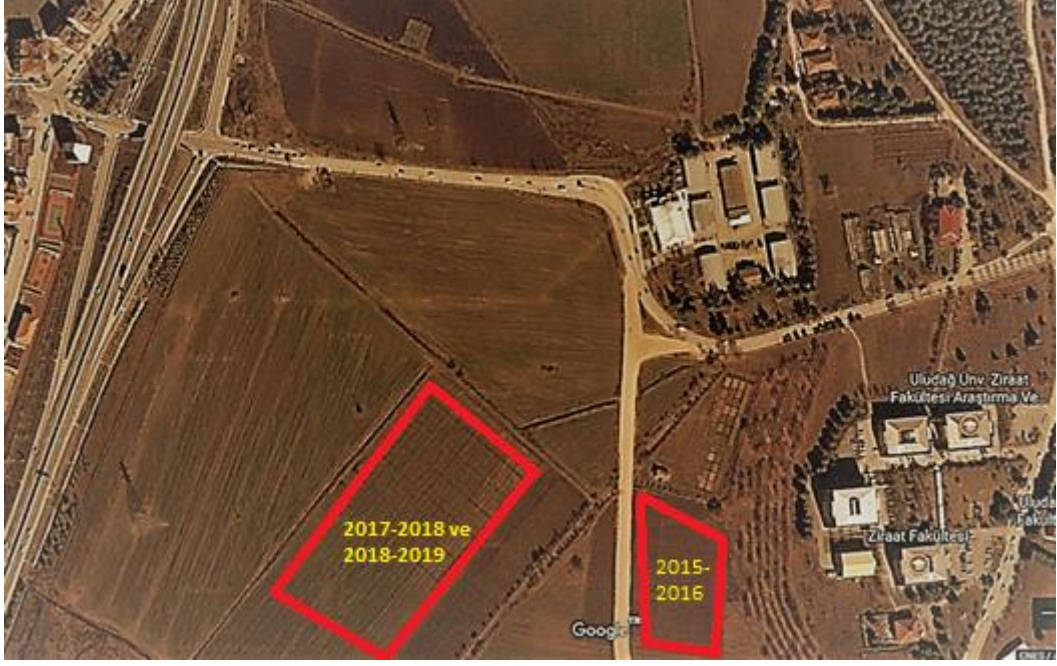
Bashyal vd. (2021), Etiyopya hardalında beş farklı azot dozu ve dört farklı uygulama zamanını Florida da iki sene ve Georgia’da 1 sene boyunca üç farklı lokasyonda denemişlerdir. Araştırmada elde edilen değerler incelendiğinde; tane veriminin dekara 107,4 ile 278,3 kg arasında, yağ oranının %48,2 ile %51,3 arasında, yağ veriminin dekara 61,2 kg ile 152,3 kg arasında ve Glukosinolat değerinin gamda 67 mikro mol ile 75,5 mikro mol arasında değiştiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar artan azot dozlarının tane verimi, yağ verimi ve erusik asit verimine pozitif etkisinin olduğunu bildirmiştir.

Redda vd. (2022) Etiyopya hardalının biyojet yakıtı olarak kullanımı için uygunluğunu belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada dört farklı Etiyopya hardalı çeşidi kullanmışlar. Araştırmada kullanılan Dodolla, Holetta 1, Derash ve Tesfa çeşitlerinin ortalama değerleri incelendiğinde; nem içeriği %0,20 ile %0,69 arasında, pH değerleri

5,15 ile 5,33 arasında, 20°C deki kırılma indeksi 1,472 ila 1,477 arasında bulunmuştur. Kinematik akışkanlık değerleri; 25°C de 88,44 ile 109,39 mm<sup>2</sup>s<sup>-1</sup>, 40°C de 51,41 ile 69,46 mm<sup>2</sup>s<sup>-1</sup> arasında, 100°C de 10,14 ile 14,80 mm<sup>2</sup>s<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir. 15°C deki yoğunluk değerleri 904,55 kg/m<sup>3</sup> ile 907,90 kg/m<sup>3</sup> arasında, 15°C deki özgül ağırlık 0,911 ile 0,914 g/cm<sup>3</sup> değerleri arasında, kül miktarı % 0,02 ile %0,03 arasında, iyot hacmi 93,93 ile 96,89 gI<sub>2</sub>/100g yağ değerleri arasında, palmitik asit değerlerinin %3,0 ile %4,1 arasında, linoleik asit değerlerinin %24,8 ile %28,7 arasında, linolenik asit değerlerinin %8,37 ile %10,6 arasında, erusik asit değerlerinin %41,9 ile %49,7 arasında, oleik asit değerlerinin %13,7 ile %27,4 arasında değiştiği bildirilmiştir. Etiyopya hardalı çeşitlerinin yüksek yağ içeriği, mükemmel doymuş asit profili, çok düşük azot, sülfür, metal ve fosfor içeriği ile çok düşük seviyede oksijenden karbona dönüşüm oranı gibi özellikleri ile biyojet yakıtı üretimi için çok yüksek kaliteli alternatif bir bitki olduğu değerlendirilmiş ve çeşitler arasında en iyi özelliklerin Dodolla'dan elde edildiği bildirilmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma, farklı Etiyopya hardalı (*Brassica carinata* L.) genotiplerinin verim ve kalite özellikleri ile biyodizele uygunluklarını belirlemek amacıyla 2017- 2018 ve 2018-2019 vejetasyon dönemlerinde Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme tarlalarında yürütülmüştür (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Denemelerin yürütüldüğü alanlar (Google maps, 2017)

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Deneme materyalinin özellikleri

1150367 nolu Tübitak 1001 projesi kapsamında Kanada ve Almanya Bitki Gen Bankalarından sağlanan 38 adet Etiyopya Hardalı genotipi ile Kanada Bitki Gen Bankasından sağlanan 4 adet şahit Etiyopya hardalı çeşidi (Awassa, Dodolla, Saryan ve Winteralaska) 6 x 7 Latis deneme desenine göre 2015-2016 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme alanlarında yetiştirilmiştir. Bu materyal içerisinde en iyi performans gösteren 16 adet Etiyopya hardalı hattı ile 4 adet Etiyopya hardalı şahit çeşidi (Awassa, Dodolla, Saryan ve Winteralaska) bu araştırmanın materyali olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1.** Araştırmada kullanılan Etiyopya hardalı genotipleri ve orijinleri

<b>Hat No:</b>	<b>Araştırma Kodu</b>	<b>Gen Merkezi Kodu</b>	<b>Orijini</b>
1	BC1	BRA1028	ZAMBİYA
2	BC3	BRA1043	İSVEÇ
3	BC8	BRA2483	ETİYOPYA
4	BC10	BRA2605	ETİYOPYA
5	BC12	BRA2478	ETİYOPYA
6	BC15	BRA2521	ETİYOPYA
7	BC18	BRA2427	ETİYOPYA
8	BC21	BRA2463	ETİYOPYA
9	BC22	BRA2464	ETİYOPYA
10	BC23	BRA2264	PAKİSTAN
11	BC24	BRA2124	ETİYOPYA
12	BC25	BRA927	ETİYOPYA
13	BC31	CN101629	ETİYOPYA
14	BC32	CN101662	KANADA
15	BC33	CN101625	ETİYOPYA
16	BC35	CN101668	ETİYOPYA
<b>Çeşit No:</b>	<b>Araştırma Kodu</b>	<b>Çeşit Adı</b>	<b>Orijini</b>
1	BC39	AWASSA	ETİYOPYA
2	BC40	DODOLLA	ETİYOPYA
3	BC41	SARYAN	PAKİSTAN
4	BC42	WİNTERALASKA	ABD

### **3.1.2. Deneme yerinin iklim özellikleri**

Araştırmanın yapıldığı, 2017-2018 ve 2018-2019 vejetasyon döneminde aylık ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde Bursa ili sıcaklık ortalaması 2017-2018 vejetasyon döneminde 14,6 °C iken 2018-2019 vejetasyon döneminde 13,4 °C olarak gerçekleştiği ve uzun yıllar sıcaklık ortalamasının da 12,6 °C olduğu görülmektedir. 2017-2018 vejetasyon dönemi incelendiğinde Bursa iline ait toplam yağış miktarı 727,7 mm iken,

2018-2019 vejetasyon döneminde yağış toplamı 526,5 mm olarak ölçülmüş olup, uzun yıllara ait yağış ortalamasının ise 664,1 mm olduğu görülmüştür.

**Çizelge 3.2.** Deneme alanının bulunduğu Bursa iline ait iklim verileri

Aylar	2017-2018 Dönemi		2018-2019 Dönemi		Uzun Yıllar Ortalaması	
	Aylık Sıcaklık Ortalaması (°C)	Aylık Yağış Ortalaması (mm)	Aylık Sıcaklık Ortalaması (°C)	Aylık Yağış Ortalaması (mm)	Aylık Sıcaklık Ortalaması (°C)	Aylık Yağış Ortalaması (mm)
Eylül	23,2	16,8	20,9	10,3	20,1	39,5
Ekim	15,1	125,9	17,1	28,3	15,2	68,8
Kasım	10,5	37,2	12,0	49,5	10,7	78,5
Aralık	9,0	112,4	5,7	129,5	7,4	103,4
Ocak	6,7	72,2	6,6	105,5	5,4	87,6
Şubat	9,6	71,4	6,7	55,9	6,3	74,6
Mart	13,1	123,6	9,9	18,5	8,4	69,7
Nisan	15,7	15,0	12,5	36,3	12,8	63,4
Mayıs	19,8	94,2	19,3	45,9	17,6	44,3
Haziran	23,4	59,0	23,6	46,8	22,1	34,3
Toplam	-	727,7	-	526,5	-	664,1
Ortalama	14,6	-	13,4	-	12,6	-



**Şekil 3.2.** Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanına yukarıdan bakış

### 3.1.3. Deneme yerinin toprak özellikleri

Deneme alanına ait topraklar alkali-killi toprak özelliğine sahip olup, potasyum ve fosfor bakımından zengin, organik maddece fakir ve orta derecede kireçli olmakla beraber tuzluluk bakımından sorunu bulunmamaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.3.'te verilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Deneme alanı topraklarının analiz sonuçları

Toprak Özellikleri	Analiz Sonuçları
Kireç (%)	1.60
Bünye	Killi
Toplam Tuz (%)	0.080
pH	7.20
Fosfor (kg/da)	9.60
Potasyum (kg/da)	100.00
Organik Maddeler (%)	1.90

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Deneme Yöntemi ve Uygulanan İşlemler

Çalışmada ele alınan genotipler 2017-2018 ve 2018-2019 vejetasyon dönemlerinde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak sıra arası 17.5 cm ve parsel uzunluğu 5 m olacak şekilde 8 sıralı deneme mibzeri (Şekil 3.3.) ile ilk yıl 7 Ekim 2017 ve ikinci yıl ise 15 Ekim 2018 tarihlerinde ekilmiştir. Ekim normu dekara 800 g olarak alınmıştır. Ekim öncelerinde 6 kg/da etkili madde dozunda azot-fosfor-potasyum 15-15-15 kompoze gübre şeklinde parsellere uygulanmıştır. İlkbahara girildiğinde ise dekara 10 kg etkili madde olacak şekilde %46'lık azot içeriğine sahip üre gübresi ek olarak verilmiştir. Denemeler kuru koşullarda yürütülmüş olup normal yağışlar haricinde sulama işlemi gerçekleştirilmemiştir.

Ekim öncelerinde pülverizatör kullanılarak trifluralin etken maddeli yabancı ot ilacı dekara 150 cc gelecek dozda toprağa uygulanmıştır. İlaçlamayı takiben ilacın toprağın 10-12 cm derinliğine karıştırılması için diskaro ile toprak işlenmesi gerçekleştirilmiştir. Çıkış takip eden sonraki dönemlerde yabancı ot kontrolü ve tip dışı kontrolleri

yapılmıştır. Gözlem ve ölçümler ortadaki 6 sırada ve rastgele seçilen 5 er adet bitki üzerinden yapılmıştır. Hasat işlemleri, bitkilerin %75'inde yapraklar sararıp döküldüğünde Hege tipi parsel biçerdöveri ile birinci yıl 18 Haziran 2018 ve ikinci yıl 24 Haziran 2019 tarihlerinde yapılmıştır.



**Şekil 3.3.** Araştırmanın birinci yıl ekimlerinden bir görüntü



**Şekil 3.4.** Araştırmanın ikinci yıl ekimlerinden bir görüntü





**Şekil 3.5.** Araştırmada kullanılan Hege parcel biçerdöveri

### **3.2.3. Denemede Gerçekleştirilen Ölçümler**

Araştırmada; çiçeklenme gün sayısı, fizyolojik olum gün sayısı (gün), bitki boyu (cm), yan dal sayısı (adet), bitkide harnup sayısı (adet), harnupta tane sayısı (adet), tane verimi (kg/da), bin tane ağırlığı (g), ham yağ oranı (%), ham yağ verimi (kg/da), yağ asitleri kompozisyonu (%) ve biyodizel yakıt kalitesi özellikleri incelenmiştir.



**Şekil 3.6.** Araştırma parsellerinden bir görüntü

**Çiçeklenme Gün Sayısı (gün):**

Ekim ile parseldeki bitkilerde çiçeklenmenin başladığı tarih arasındaki gün sayısıdır.

**Fizyolojik Olum Gün Sayısı (gün):**

Ekim tarihinden itibaren parseldeki bitkilerin %75'inin yaprak, sap ve harnupların sarardığı, tohumların dolgunlaştığı tarih arasındaki gün sayısıdır.

**Bitki Boyu (cm):**

Her parselde hasat olgunluğuna gelen bitkiler arasından rastgele seçilen 5 adet bitkide, kök boğazı ile tepe noktası arasında kalan mesafe ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

**Yan Dal Sayısı (adet):** Her parselde hasat olgunluğuna gelen bitkiler arasından rastgele seçilen 5 adet bitkide ana sapa bağlı olan yan dallar sayılmış ve ortalaması alınmıştır.

**Bitkide Harnup Sayısı (adet):**

Her parselde hasat olgunluğuna gelen bitkiler arasından rastgele seçilen 5 adet bitkide yer alan bütün harnuplar sayılmış ve ortalaması alınmıştır.

**Harnupta Tane Sayısı (adet):**

Her parselde hasat olgunluğuna gelen bitkiler arasından rastgele seçilen 5 adet bitkinin her birinden tesadüfen seçilen 5 adet harnuptaki (toplam 25 harnup) tohumlar sayılmış ve ortalaması alınmıştır.

**Tane Verimi (kg/da):**

Her parselde yer alan bitkiler Hege tipi parsel biçerdöveri ile hasat edilmiş, elde edilen tohumlar temizlenip tartılmış, % 10 nem seviyesine göre düzeltme yapılmış ve daha sonra parsel verimleri dekara dönüştürülmüştür.



**Şekil 3.7.** Deneme alanının 2017 ilkbahardaki görünümü ve parseller

**Bin tane ağırlığı (g):**

Her parselden hasat edilen ve temizlenen tohumlar içerisinde 4 adet 100 tohum sayılarak tartılmış, ağırlıkları ortalamasının 10 ile çarpılması ve %10 nem seviyesine göre düzeltilmesi ile tespit edilmiştir.

**Ham Yağ Oranı (%):**

Her parselde ait tohum örneklerinden 10 g tohum değirmende öğütülmüş ve bunun içerisinde 3 g numune alınarak kartuşlara konduktan sonra ham yağ oranları Soxhlet metodu ile susuz eter ekstraksiyonunda 6 saat süre ile analiz edilmiştir.

**Ham Yağ Verimi (kg/da)**

Her bir genotipe ait tane verimi ile ham yağ oranı değerlerinin çarpımı sonucu elde edilmiştir.



**Şekil 3.8.** Parsellerden örnek alınması ve örneklerin etiketlenmesi

#### **Yağ Asitleri Kompozisyonu (%)**

Çalışmada kullanılan hatlar ve şahit çeşitlerden 12 hat (BC1, BC8, BC10, BC12, BC15, BC18, BC21, BC22, BC31, BC32, BC33 ve BC35) ve 2 şahit çeşit (Awassa ve Saryan) olmak üzere toplam 14 adedinde ve sadece 2017-2018 vejetasyon döneminde yağ asitleri tayini yapılabilmiş olup, yağ asit analizleri Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Enerji Tarımı Laboratuvarları'nda yapılmıştır.

Metil esterleri oluşturulan örneklerin yağ asidi bileşimi Agilent 7890A Gaz kromatogafi sistemi, 7683B serisi oto enjektör ve alev iyonizasyonu dedektörü (FID) ile belirlenmiştir. Kromatografik ayırım için HP-88 kapillar GC kolonu (100 m×0,25×mm, 0,20 µm film kalınlıklı; J&W Scientific, USA) kullanılmıştır. Analiz şartları; enjektör sıcaklığı, 250 °C, fırın sıcaklığı programı; 140 °C' de 5 dakika, 4°C/dakika artışla 240 °C ve bu sıcaklıkta 10 dakika bekleyecek şekilde belirlenmiştir. Taşıyıcı gaz olarak helyum (30 mL/dk akış hızıyla) kullanılmış ve 1/30 split modu seçilmiştir. Ticari yağ asidi metil esterleri karışımı, dış standart olarak her bir yağ asidi metil esterinin çıkış zamanını belirlemek için kullanılmıştır. Her bir yağ asidinin % oranı, o yağ asidine ait pikin kalan alanının, toplam pik alanına bölümünden elde edilmiştir.



**Şekil 3.9.** Araştırmada örnek alınması ve parsel etiketlenmesi

### **Biyodizel Yakıt Kalitesi**

Araştırmada ele alınan kolza hatlarından elde edilen biyodizelin yakıt kalitesi Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan Enerji Bitkileri Araştırma Merkezi'nde Türk Standartları Enstitüsü tarafından hazırlanan TS EN 14214:2012+A2 standartlarına göre belirlenmiştir. Biyodizel analizleri çok pahalı ve zaman alıcı olduğu için araştırmada en yüksek verim potansiyeline sahip 12 adet Etiyopya hardalı hattı (BC1, BC8, BC10, BC12, BC15, BC18, BC21, BC22, BC31, BC32, BC33 ve BC35) ile 2 adet şahit çeşidin (Awassa ve Saryan) biyodizel yakıt özellikleri incelenebilmiştir.

### **Biyodizel Deney Yöntemleri**

**Yoğunluk Tayini:** KEM marka DA-640 model otomatik yoğunluk ölçüm cihazı ile TS EN ISO 12185 test yöntemine göre belirlenmiştir.

**Kinematik Viskozite Tayini:** TANAKA marka AKV-202 model otomatik kinematik viskozite cihazı ile TS 1451 EN ISO 3104/T1 test yöntemine göre 40 °C' de belirlenmiştir.

**Su Tayini:** Karl-Fischer MKC-520 marka su tayin cihazı ile TS 6147 EN ISO 12937 kulometrik karl fischer titrasyon test yöntemine göre belirlenmiştir.

**Parlama Noktası Tayini:** Koehler Rapid Tester marka parlama noktası tayin cihazı ile TS EN ISO 3679 hızlı denge kapalı kap test yöntemine göre belirlenmiştir.



**Şekil 3.10.** Deneme alanından bir görüntü

**Akma ve Soğuk Filtre Tıkanma Noktası Tayini:** Lawler marka cihaz ile TS 1233 ISO 3016 ve TS EN 116 test yöntemlerine göre belirlenmiştir.

**Mikro Karbon Kalıntısı Tayini:** TANAKA marka ACR-M3 model cihaz ile TS 6148 EN ISO 10370 mikro metot yöntemine göre belirlenmiştir.

**Bakır Şerit Korozyonu Tayini:** Petrotest marka cihaz ile TS 2741 EN ISO 2160 bakır şerit yöntemine göre belirlenmiştir.

**Oksidasyon Kararlılığının Tayini:** KLC Instruments Oxifast K-OSE cihazı ile TS EN 14112 test yöntemine göre belirlenmiştir.

**Asit Sayısı Tayini:** KEM marka AT-510 model otomatik potansiyometrik titratör ile TS EN 14104 test yöntemine göre belirlenmiştir.

**İyot Sayısı Tayini:** KEM marka AT-510 model otomatik potansiyometrik titratör ile TS EN 14111 test yöntemine göre belirlenmiştir.

**Metanol Muhtevası Tayini:** Perkin Elmer marka Clarus 680 model Head Space ünitesi Gaz Kromatografisi cihazı ile TS EN 14110 test yöntemine göre belirlenmiştir.

**Yağ Asitleri Metil Ester (YAME) ve Linolenik Asit Metil Ester İçeriği Tayini:**

Perkin Elmer marka Clarus 680 model Gaz Kromatografisi cihazı ile TS EN 14103:2011 test yöntemine göre belirlenmiştir.

**Mono- Di- ve Trigliserit Muhtevası Tayini:** Perkin Elmer marka Clarus 680 model Gaz kromatografisi cihazı ile TS EN 14105:2011 test yöntemine göre belirlenmiştir.

### **3.2.3. Sonuçların İstatistiksel Değerlendirilmesi**

Araştırmadan elde edilen teksel ve birleştirilmiş yıllara ait veriler tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemlilik testlerinde % 1 ve % 5, farklı grupların belirlenmesinde ise % 5 olasılık düzeyleri kullanılmıştır. İstatistiki farklı gruplar AÖF (LSD) testi ile belirlenmiştir. Tüm hesaplar bilgisayarda JMP-7 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Çiçeklenme gün sayısı

Çalışmada ele alınan Etiyopya hardalı hat ve çeşitlerinde çiçeklenme gün sayısına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde çiçeklenme gün sayısı bakımından Etiyopya hardalı genotipleri arasında 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllar değerleri arasında %1 olasılık düzeyinde istatistiki farklılığın bulunduğu gözlenmiştir.

**Çizelge 4.1.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde çiçeklenme gün sayısına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi		Kareler Ortalaması		
	Teksel	Birleştirilmiş	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
Vejetasyon Dönemi (A)	-	1	-	-	30,0
Tekerrür	2	4	11,8	11,8	11,8
Hat ve Çeşit (B)	19	19	24,4**	24,4**	48,8**
A x B İnt.	-	19	-	-	0,01
Hata	38	76	8,13	8,11	8,10

\*\* : % 1 olasılık düzeyinde önemli

Araştırmada yer alan Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama çiçeklenme gün sayısı değerleri Çizelge 4.2. de verilmiştir. Çizelge 4.2. incelendiğinde, araştırmada yer alan Etiyopya hardalı hatlarının ortalama çiçeklenme gün sayısı değerleri arasında hatlar bakımından en yüksek ortalama çiçeklenme gün sayısı değerlerine 2017-2018 vejetasyon döneminde 172,2 gün, 2018-2019 vejetasyon döneminde ise 171,2 gün ve birleştirilmiş veriler bakımından 171,7 gün ile BC3 hattında elde edildiği gözlemlenmektedir. Şahit çeşitler bakımından incelendiğinde ise en yüksek ortalama çiçeklenme gün sayısı değerleri 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş veriler için sırasıyla Awassa çeşidinde 172,7 gün – 171,7 gün – 172,2 gün, Winteralaska çeşidinde 172 gün – 171 gün – 171,5 gün olarak belirlenmiştir. Hatlar bakımından en az çiçeklenme gün sayısı değerleri 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş veriler bakımından BC23 hattından sırasıyla 163,7 gün – 162,6 gün – 163,2 gün ile tespit edilmiştir. Çeşitler bakımından ise Saryan çeşidi 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş veriler bakımından sırasıyla 168,3 gün – 167,3 gün – 167,8 gün değerleriyle en kısa ortalama çiçeklenme gün



sayısı değerlerine sahiptir. Çiçeklenme gün sayısı değerleri erkencilik vb. özellikler bakımından ihtiyaçlar doğrultusunda seleksiyonda göz önünde bulundurulmaktadır. Getinet vd. (1995) Kanada koşullarında yazlık ekimde Etiyopya hardalında çiçeklenme gün sayısını 51-58 gün; Kumar vd. (2020) ise ABD Florida koşullarında kışlık ekimde 77-126 gün arasında belirlemiştir. Görüldüğü gibi çalışmamızda yer alan Etiyopya hardalı genotipleri daha geç çiçeklenmiştir. Bu farklılıkların yetiştiricilik yapılan bölgelerin enlem derecelerinin iklim yapısının ve ele alınan genotiplerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Çizelge 4.2.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama çiçeklenme gün sayısı değerleri

Hat/Çeşit	Çiçeklenme Gün Sayısı (gün)		
	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
BC1	168,5 a-d	167,5 a-d	168,0 b-d
BC3	172,2 a	171,2 a	171,7 a
BC8	165,7 c-e	164,7 c-e	165,2 d-e
BC10	168,9 a-e	167,3 a-e	167,8 cd
BC12	169,5 a-d	168,5 a-d	169,0 a-c
BC15	166,2 b-e	165,1 b-e	165,7 de
BC18	171,8 a	170,8 a	171,3 a
BC21	165,5 c-e	164,5 c-e	165,0 de
BC22	170,0 a-c	169,0 a-c	169,5 a-c
BC23	163,7 e	162,6 e	163,2 e
BC24	171,7 a	170,8 a	171,2 ab
BC25	164,8 de	163,8 de	164,3 e
BC31	171,3 a	170,3 a	170,8 a-c
BC32	168,1 a-e	167,2 a-e	167,7 cd
BC33	166,1 b-e	165,2 b-e	165,7 de
BC35	165,3 c-e	164,3 c-e	164,8 de
Awassa	172,7 a	171,7 a	172,2 a
Dodolla	170,7 ab	169,6 ab	170,2 a-c
Saryan	168,3 a-e	167,3 a-e	167,8 cd
Winteralaska	172,0 a	171,0 a	171,5 a
<b>Veç. Dön. Ortalaması</b>	<b>168,6</b>	<b>167,6</b>	<b>-</b>
<b>V.K. (%)</b>	<b>1,69</b>	<b>1,70</b>	<b>1,69</b>
<b>AÖF (0.05)</b>	<b>4,67</b>	<b>4,69</b>	<b>3,26</b>

## 4.2. Fizyolojik Olum Gün Sayısı

Denemede yer alan Etiyopya hardalı hat ve şahit çeşitlerinin fizyolojik olum gün sayısı verilerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3.'te verilmiştir. Bu çizelge incelendiğinde fizyolojik olum gün sayısı verileri bakımından 2017-2018, 2018-2019 vejetasyon dönemleri ve birleştirilmiş verilerin hepsinde hat ve çeşitler arasında %1 olasılık düzeyinde istatistiki önemli farklılık belirlenmiştir. Ayrıca vejetasyon dönemleri arasında da yüzde beş olasılık düzeyinde farklılık tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde fizyolojik olum gün sayısına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi		Kareler Ortalaması		
	Teksel	Birleştirilmiş	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
Vejetasyon Dönemi (A)	-	1	-	-	30,0*
Tekerrür	2	4	3,71	3,71	3,72
Hat ve Çeşit (B)	19	19	27,80**	27,8**	55,61**
A x B İnt	-	19	-	-	0,01
Hata	38	76	7,46	7,43	7,45

\*,\*\* : Sırasıyla %1 ve %5 olasılık düzeyinde önemli

Çalışmadaki Etiyopya hardalı genotiplerine ait fizyolojik olum gün sayısı değerleri Çizelge 4.4. de verilmiştir. Çizelge 4.4. incelendiğinde, araştırmada yer alan Etiyopya hardalı hatlarının fizyolojik olum gün sayısı değerleri arasında hatlar bakımından en yüksek fizyolojik olum gün sayısı değerlerine 2017-2018 vejetasyon döneminde 235,3 gün, 2018-2019 vejetasyon döneminde ise 234,3 gün ve birleştirilmiş veriler bakımından 234,8 gün ile BC1 ve BC18 hatlarından elde edilmiştir. Şahit çeşitler bakımından incelendiğinde ise en yüksek ortalama fizyolojik olum gün sayısı değerleri 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş veriler için sırasıyla 236 gün – 235 gün – 235,5 gün ile Winteralaska ve Awassa çeşitlerinde belirlenmiştir. Hatlar bakımından en az fizyolojik olum gün sayısı değerleri 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş veriler bakımından BC23 hattından sırasıyla 225,3 gün – 224,3 gün- 224,8 gün ile tespit edilmiştir. Çeşitler bakımından ise Saryan çeşidi 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş veriler bakımından sırasıyla 229,6 gün – 228,6 gün – 229,2 gün değerleriyle en kısa sürede fizyolojik olgunluğa ulaşmıştır. Bu konuda yapılan diğer

çalışmalara bakıldığında; Kanada koşullarında yazlık ekimde Etiyopya hardalında fizyolojik olgunluk gün sayısını 101-111 gün arasında tespit edilirken (Getinet vd., 1995), ABD Florida koşullarında kışlık ekimde 154-165 gün arasında belirlemiştir (Kumar vd., 2020). Bu çalışmalardan farklı olarak araştırmamızda kullanılan hat ve çeşitlerin fizyolojik olum gün sayılarının çok yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Farklı çalışmalarda Etiyopya hardalı genotiplerinin fizyolojik olgunluk gün sayıları arasındaki bu farklılıklar araştırma yapılan bölgelerin enlem dereceleri, iklim koşulları ve kullanılan genotiplerin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

**Çizelge 4.4.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama fizyolojik olum gün sayısı değerleri.

Hat/Çeşit	Fizyolojik Olum Gün Sayısı (gün)		
	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
BC1	235,3 a	234,3 a	234,8 ab
BC3	233,0 a-d	232,0 a-d	232,5 a-d
BC8	227,7 ef	226,6 ef	227,1 gh
BC10	234,0 a-c	233,0 abc	233,5 abc
BC12	233,7 a-d	232,7 a-d	233,1 abc
BC15	229,3 d-f	228,3 d-f	228,8 fg
BC18	235,3 a	234,3 a	234,8 ab
BC21	231,7 a-e	230,7 a-e	231,1 c-f
BC22	233,3 a-d	232,3 a-d	232,8 a-c
BC23	225,3 f	224,3 f	224,8 h
BC24	234,3 ab	233,3 ab	233,8 a-c
BC25	230,0 b-e	229,0 b-e	229,5 d-g
BC31	234,3 ab	233,3 ab	233,8 a-c
BC32	232,0 a-e	231,0 a-e	231,5 c-f
BC33	234,7 a	233,6 a	234,1 a-c
BC35	228,0 ef	227,0 ef	227,5 gh
Awassa	236,0 a	235,0 a	235,5 a
Dodolla	232,7 a-d	231,6 a-d	232,1 b-e
Saryan	229,7 c-f	228,7 c-f	229,1 e-g
Winteralaska	236,0 a	235,0 a	235,5 a
<b>Veç. Dön. Ortalaması</b>	<b>232,3 a</b>	<b>231,3 b</b>	<b>-</b>
<b>V.K. (%)</b>	<b>1,18</b>	<b>1,20</b>	<b>1,17</b>
<b>AÖF (0.05)</b>	<b>4,50</b>	<b>4,49</b>	<b>3,13</b>

### 4.3. Bitki Boyu

Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait bitki boyu değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelge 4.5.'e bakıldığında bitki boyu değerleri bakımından Etiyopya hardalı genotipleri arasında 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllar değerleri arasında %1 olasılık düzeyinde istatistiki farklılıklar gözlenmiştir. Ayrıca birleştirilmiş veriler açısından vejetasyon dönemleri arasında ve vejetasyon dönemi x hat ve çeşit interaksiyon değerleri arasında da istatistiki anlamda %1 olasılık düzeyinde önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde bitki boyuna ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi		Kareler Ortalaması		
	Teksel	Birleştirilmiş	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
Vejetasyon Dönemi (A)	-	1	-	-	4805,7**
Tekerrür	2	4	62,5	76,6	69,5
Hat ve Çeşit (B)	19	19	796,2**	739,9**	1135,5**
A x B İnt.	-	19	-	-	400,6**
Hata	38	76	98,4	70,1	84,3

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

Denemede yer alan Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama bitki boyu değerleri Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Çizelge 4.6. incelendiğinde, Etiyopya hardalı hatlarının bitki boyu değerleri arasında hatlar bakımından en yüksek bitki boyu değerlerine 2017-2018 vejetasyon döneminde 215,3 cm ile BC12'de, 2018-2019 vejetasyon döneminde ise 210,1 cm ile BC21'de, birleştirilmiş veriler incelendiğinde ise 211,3 cm ile BC12'de gözlenmiştir. Şahit çeşitler bakımından ise en uzun bitki boyu değerleri 2017-2018 vejetasyon döneminde 165,0 cm ile Saryan çeşidinde, 2018-2019 vejetasyon döneminde ise 183,3 cm ile Dodolla çeşidinde ve birleştirilmiş veriler bakımından 164,6 cm ile Saryan çeşidinde tespit edilmiştir. Hatlar bakımından en kısa bitki boyu değerlerine 2017-2018 vejetasyon döneminde 152,3 cm ile BC32, 2018-2019 vejetasyon döneminde 152,4 cm ile BC24 ve birleştirilmiş veriler bakımından ise 152,4 cm ile BC24 hatlarında rastlanmıştır. Çeşitler bakımından en kısa bitki boylarına 2017-2018 vejetasyon döneminde 143,0 cm ile Dodolla, 2018-2019 vejetasyon döneminde 164,1 cm ile Saryan çeşidinde ve birleştirilmiş veriler bakımından en kısa bitki boyu 155,4 cm ile

Winteralaska çeşidinde gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak önemli çıkan vejetasyon dönemi x hat ve çeşit interaksyonu bazı hat ve çeşitlerin vejetasyon dönemlerine göre çok farklı bitki boyu değerleri vermesinden kaynaklanmıştır. Nitekim bu durum genotip x çevre interaksyonunun bir sonucudur. Yapmış oldukları çalışmalarda Etiyopya hardalında bitki boyu değerlerini Hussain vd. (2015) 200,0-240,0 cm, Verma vd. (2018) 158,5-207,7 cm ve Lal vd. (2019) 170,7-190,2 cm aralığında tespit etmişlerdir. Görüldüğü gibi yapılan çalışmalar ile bulgularımız uyumludur.

**Çizelge 4.6.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama bitki boyu değerleri

Hat/Çeşit	Bitki Boyu (cm)		
	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
BC1	176,7 bc	179,7 d-h	178,2 c-f
BC3	167,3 c-e	200,3 a-c	183,8 b-e
BC8	176,0 bc	178,6 d-h	177,3 d-f
BC10	174,3 bc	167,5 g-j	170,9 f-h
BC12	215,3 a	207,2 a	211,3 a
BC15	174,0 bc	180,8 d-g	177,4 def
BC18	173,7 bc	175,1 e-i	174,4 e-g
BC21	176,3 bc	210,1 a	193,2 b
BC22	170,0 b-d	171,1 f-j	170,5 f-h
BC23	165,0 c-e	187,1 c-e	176,0 ef
BC24	163,7 c-f	152,4 k	158,0 ij
BC25	174,0 bc	189,1 b-d	181,5 c-e
BC31	154,7 d-g	157,4 jk	156,0 j
BC32	152,3 e-g	184,4 d-f	168,4 f-i
BC33	185,7 b	188,6 b-e	187,1 b-d
BC35	175,3 bc	201,3 ab	188,3 bc
Awassa	147,3 fg	181,2 d-g	164,2 g-j
Dodolla	143,0 g	183,3 d-f	163,1 h-j
Saryan	165,0 c-e	164,1 i-k	164,5 g-j
Winteralaska	144,0 g	166,8 h-j	155,4 j
<b>Vej. Dön. Ortalaması</b>	<b>168,7 b</b>	<b>181,3 a</b>	<b>-</b>
<b>V.K. (%)</b>	<b>5,88</b>	<b>4,61</b>	<b>5,25</b>
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>16,3</b>	<b>13,8</b>	<b>10,5</b>

#### 4.4. Bitkide Yan Dal Sayısı

Araştırmada ele alınan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinde bitkide yan dal sayılarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelge 4.7.’ye bakıldığında bitkide yan dal sayısı değerleri bakımından Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitleri arasında 2017-2018 vejetasyon döneminde istatistiki olarak bir farklılık gözlenmemiştir. 2018-2019 vejetasyon dönemi değerlerinin arasında ise tekerrür ve hatlara ait değerler arasında %1 olasılık düzeyinde önemli istatistiki farklılık tespit edilmiştir. Birleştirilmiş yıllara ait değerleri incelendiğinde ise hat ve şahit çeşitler arasında %1 olasılık düzeyinde; vejetasyon dönemi, tekerrür ve vejetasyon dönemi x hat ve çeşit interaksiyon değerleri arasında %5 olasılık düzeyinde önemli farklılık olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.7.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde bitkide yan dal sayısı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi		Kareler Ortalaması		
	Teksel	Birleştirilmiş	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
Vejetasyon Dönemi (A)	-	1	-	-	27,80*
Tekerrür	2	4	0,21	16,10**	8,16*
Hat ve Çeşit (B)	19	19	3,84	6,71**	5,83**
A x B İnt.	-	19	-	-	4,72*
Hata	38	76	2,41	2,71	2,56

\*,\*\* : Sırasıyla %5 ve %1 olasılık düzeyinde önemli

Çalışmada yer alan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlere ait bitkide yan dal sayısı değerleri Çizelge 4.8.’de verilmiştir. Çizelge 4.8.’e bakıldığında, çalışmada yer alan Etiyopya hardalı hatlarının en fazla yan dal sayısı değerlerine 2017-2018 vejetasyon döneminde BC1 ve BC22 hatlarında 12,3 adet ile 2018-2019 vejetasyon döneminde BC18 hattında 12,1 adet ile ve birleştirilmiş yıllarda 11,4 adet ile BC21 hattında rastlanmıştır. 2017-2018 vejetasyon döneminde hat ve çeşitlerin yan dal sayıları arasında önemli farklılık bulunmamıştır. Şahit çeşitler açısından incelendiğinde en fazla yan dal sayısı değerlerinin 2017-2018 vejetasyon döneminde 11,7 adet ile Winteralaska, 2018-2019 vejetasyon döneminde 11,7 adet ve birleştirilmiş yıllara ait değerlerde 11,4 adet ile Awassa çeşidinden elde edildiğini görmekteyiz görülmektedir.

Hatlar bakımından en az bitkide yan dal sayısı değerlerine 2017-2018 vejetasyon döneminde 9,01 adet ile BC3 ve BC31 hatlarında, 2018-2019 vejetasyon döneminde 7,40 adet ile BC23 hattında ve birleştirilmiş yıllara ait değerlerde ise 8,18 adet ile BC8 hattında elde edilmiştir. Çeşitler bakımından en az bitkide yan dal sayısı değerleri sırasıyla 2017-2018 vejetasyon döneminde 9,33 adet, 2018-2019 vejetasyon döneminde 7,67 adet ve birleştirilmiş yıllara ait verilerde 8,50 adet ile Saryan çeşidinden elde edilmiştir. Vejetasyon dönemlerine göre hat ve çeşitlerin yan dal sayılarındaki değişim vejetasyon dönemi x hat ve çeşit interaksyonunun 0.05 olasılık düzeyinde önemli çıkmasına neden olmuştur. Bizim sonuçlarımıza paralel olarak Etiyopya hardalında yan dal sayısını Bindhani vd. (2020) 7,30-14,3 adet ve Bhattarai vd. (2021) 5,01-15,0 adet arasında belirlemiştir. Bulgularımız önceki araştırmacıların sonuçları ile uyum içerisindedir.

**Çizelge 4.8.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama bitkide yan dal sayısı değerleri

Hat/Çeşit	Bitkide Yan Dal Sayısı (adet)		
	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
BC1	12,3	9,6 a-d	10,97 ab
BC3	9,01	10,47 ab	9,73 a-e
BC8	8,30	8,03 b-d	8,18 e
BC10	9,72	9,0 b-d	9,33 b-e
BC12	10,0	10,2 a-c	10,1 a-c
BC15	11,0	8,4 b-d	9,7 a-e
BC18	10,0	12,1 a	11,05 ab
BC21	11,0	11,83 a	11,42 a
BC22	12,3	9,93 a-d	11,13ab
BC23	10,7	7,40 d	9,03 c-e
BC24	11,3	7,93 b-d	9,63 a-e
BC25	9,33	10,53 ab	9,93 a-e
BC31	9,01	9,67 a-d	9,33 b-e
BC32	9,03	7,47 d	8,23 de
BC33	10,3	10,2 abc	10,27 a-c
BC35	10,7	8,57 b-d	9,62 a-e
Awassa	11,0	11,73 a	11,37 a
Dodolla	10,3	7,9 b-d	9,12 c-e
Saryan	9,33	7,67 cd	8,5 c-e
Winteralaska	11,7	8,43 b-d	10,05 a-d
<b>Vej. Dön. Ortalaması</b>	<b>10,3 a</b>	<b>9,35 b</b>	<b>-</b>
<b>V.K. (%)</b>	<b>15,3</b>	<b>17,6</b>	<b>16,2</b>
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>-</b>	<b>2,71</b>	<b>1,84</b>

#### 4.5. Bitkide Harnup Sayısı

Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinde bitkide harnup sayılarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Aynı çizelgeden bitkide harnup sayısı değerleri bakımından Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitler arasında 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllara ait veriler arasında %1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar olduğu izlenebilmektedir. Bunların dışında birleştirilmiş yıllara ait verilerde vejetasyon dönemi ve vejetasyon dönemi x hat ve çeşit interaksiyon değerleri arasında %1 olasılık düzeyinde önemli farklılık görülmüştür.

**Çizelge 4.9.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde bitkide harnup sayısı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi		Kareler Ortalaması		
	Teksel	Birleştirilmiş	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
Vejetasyon Dönemi (A)	-	1	-	-	124433,7**
Tekerrür	2	4	283,8	1643,9	963,8
Hat ve Çeşit (B)	19	19	7876,7**	14705,6**	10001,3**
A x B İnt.	-	19	-	-	12581,0**
Hata	38	76	116,3	2366,2	1241,2

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

Araştırmada yer alan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait bitkide harnup sayısı değerleri Çizelge 4.10.’de verilmiştir. Söz konusu çizelge incelendiğinde araştırmada yer alan Etiyopya hardalı hatlarında en yüksek bitkide harnup sayısı değerlerine 2017-2018 vejetasyon döneminde BC22 hattında 442,0 adet ile 2018-2019 vejetasyon döneminde BC33 hattında 431,2 adet ile ve birleştirilmiş yıllarda 390,8 adet ile yine BC33 hattında rastlanmıştır. Şahit çeşitler açısından bakıldığında en yüksek bitkide harnup sayısı değerlerinin sırasıyla 2017-2018 vejetasyon döneminde 412,7 adet, 2018-2019 vejetasyon döneminde 378,3 adet ve birleştirilmiş yıllara ait değerlerde 395,5 adet ile Awassa çeşidinden elde edildiği görülmektedir.



**Çizelge 4.10.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama bitkide harnup sayısı değerleri

Hat/Çeşit	Bitkide Harnup Sayısı (adet)		
	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
BC1	295,0 hi	242,6 e-h	268,8 hi
BC3	277,0 j	395,7 ab	336,3 c-e
BC8	288,7 ij	216,4 gh	252,5 i
BC10	422,0 b	197,2 h	309,6 d-g
BC12	289,7 h-j	258,0 d-h	273,8 g-i
BC15	380,0 c	312,3 c-e	346,1 c-e
BC18	370,0 cd	279,0 d-g	324,5 c-f
BC21	356,7 d-f	331,9 b-d	344,2 c-e
BC22	442,0 a	264,6 d-h	353,3 bc
BC23	384,7 c	313,8 c-e	349,2 cd
BC24	359,0 de	209,6 gh	284,3 f-i
BC25	244,3 k	307,1 c-f	275,7 g-i
BC31	340,3 fg	227,6 g-h	284,0 f-i
BC32	355,7 d-f	262,3 d-h	309,0 d-h
BC33	350,3 e-g	431,2 a	390,7 ab
BC35	307,3 h	368,3 a-c	337,8 c-e
Awassa	412,7 b	378,3 a-c	395,5 a
Dodolla	337,3 g	208,6 gh	272,9 g-i
Saryan	377,3 c	193,4 h	285,4 f-i
Winteralaska	357,0 d-f	260,4 d-h	308,7 e-h
<b>Vejetasyon Dönemi Ortalaması</b>	<b>347,3 a</b>	<b>282,9 b</b>	<b>-</b>
<b>V.K. (%)</b>	<b>3,10</b>	<b>17,1</b>	<b>11,2</b>
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>17,8</b>	<b>80,1</b>	<b>40,5</b>

Hatlar bakımından en az bitkide harnup sayısı değerleri 2017-2018 vejetasyon döneminde 244,3 adet ile BC25 hattından, 2018-2019 vejetasyon döneminde 197,3 adet ile BC10 hattından ve birleştirilmiş yıllara ait değerlere bakıldığında 252,6 adet ile BC8 hattından elde edilmiştir. Çeşitler bakımından en az bitkide harnup sayısı değerleri 2017-2018 vejetasyon döneminde 337,3 adet ile Dodolla çeşidinden, 2018-2019 vejetasyon döneminde 193,5 adet ile Saryan çeşidinden ve birleştirilmiş yıllara ait verilerde 272,9 adet ile Dodolla çeşidinden elde edilmiştir. Bitkide harnup sayısı bakımından hat ve çeşitlerin vejetasyon dönemlerine göre farklı değerler vermesi vejetasyon dönemi x hat ve çeşit etkisinin önemli çıkmasında rol oynamıştır. Örneğin BC 22 hattının bitki başına harnup sayısı 2017-2018 vejetasyon döneminde 442 adet/bitki iken 2018-2019 vejetasyon döneminde 264.6 adet/bitki olarak belirlenmiştir. Keza, BC 33 hattında da bu

sayılar 2017-2018 ve 2018-2019 vejetasyon dönemleri için sırasıyla 350.3 adet/bitki ve 431.2 adet/bitki olarak değişmiştir. Tane verimine etki eden en önemli verim bileşenlerinden birisi olan bitkide harnup sayısı ile ilgili olarak yapılan diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlara bakıldığında; bizim elde ettiğimiz sonuçlara paralel olarak bitkide harnup sayısı değerlerini Hussain vd. (2015) 390,0-410,0 adet, Mohanrao ve Kumari (2019) 156,4-329,4 adet ve Seepaul vd. (2021) ise 111,8-280,5 adet olarak tespit etmiştir.

#### 4.6. Harnupta Tane Sayısı

Denemede incelenen Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinde harnupta tane sayısına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. İlgili çizelgeye bakıldığında harnupta tane sayısı bakımından Etiyopya hardalı genotipleri arasında 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllar değerleri arasında istatistiki olarak önemlilik tespit edilmemiştir. Ancak, birleştirilmiş yıllara ait veriler incelendiğinde tekerrürler arasında ve vejetasyon dönemleri değerleri arasında %5 olasılık düzeyinde istatistiki farklılıkların bulunduğu gözlenmiştir.

**Çizelge 4.11.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde harnupta tane sayısına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi		Kareler Ortalaması		
	Teksel	Birleştirilmiş	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
Vejetasyon Dönemi (A)	-	1	-	-	13,3*
Tekerrür	2	4	9,52	1,69	5,61*
Hat ve Çeşit (B)	19	19	2,06	2,76	1,64
A x B İnt.	-	19	-	-	3,19
Hata	38	76	2,22	1,90	2,06

\*: %5 olasılık düzeyinde önemli

Denemedeki Etiyopya hardalı hatlarına ve şahit çeşitlere ait harnupta tane sayısı değerleri Çizelge 4.12. de verilmiştir. Çizelge 4.12. incelendiğinde, denemede yer alan Etiyopya hardalı hatlarında harnupta tane sayısı değerleri 2017-2018 vejetasyon dönemi için 11,7 adet (BC1) ile 14,3 adet (BC35) arasında değişmiştir. Aynı vejetasyon dönemi için Şahit çeşitlere ait değerler ise 12,7 adet (Saryan) ve 15 adet (Awassa) arasında değişmiştir. 2018-2019 vejetasyon dönemi için hatlara ait harnupta tane sayısı değerleri 12,4 adet (BC15) ile 16,0 adet (BC1) arasında değişmiştir. Yine aynı vejetasyon döneminde şahit çeşitlere ait değerler sırasıyla 12,1 adet (Saryan) ile 13,8 adet (Awassa) arasında değişmiştir. Birleştirilmiş yıllara ait verilere bakacak olursak, hatlarda harnupta tane sayısı değerleri 12,7 adet ile 14,1 adet arasında değişmiştir. Burada en düşük harnupta tane sayısı BC15 hattından elde edilirken, en yüksek değer BC32 hattında tespit edilmiştir. Şahit çeşitlere ait değerler ise 12,4 adet ile 14,4 adet arasında değişmiştir. En yüksek değer Awassa çeşidinden elde edilirken, en düşük değeri Saryan çeşidi vermiştir.

Her ne kadar harnupta tane sayısı değerinin tane verimi üzerine etkisi önemli olsa da, başarılı bir çeşitte bu değerin yüksek olmasının yanında bitkide harnup sayısı ve bin tane ağırlığı değerlerinin de yüksek olması istenmektedir. Yapmış oldukları çalışmalarda harnupta tane sayısı değerlerini Hussain vd. (2015) 15,0-18,0 adet, Licata vd. (2017) 13,9-18,2 adet ve Bhattarai vd. (2020) ise 13,0-14,0 adet arasında belirlemiştir. Görüldüğü gibi bu sonuçlar bizim elde ettiğimiz değerlerle uyumludur.

**Çizelge 4.12.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama harnupta tane sayısı değerleri

Hat/Çeşit	Harnupta Tane Sayısı (adet)		
	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
BC1	11,7	16,0	13,8
BC3	12,0	14,8	13,4
BC8	13,3	13,2	13,2
BC10	13,7	14,0	13,8
BC12	12,0	13,8	12,9
BC15	13,0	12,4	12,7
BC18	13,0	13,5	13,2
BC21	13,3	13,1	13,2
BC22	13,3	13,8	13,5
BC23	12,3	14,4	13,4
BC24	12,7	15,2	13,9
BC25	12,7	14,4	13,5
BC31	13,0	13,4	13,2
BC32	14,0	14,2	14,1
BC33	12,7	13,0	12,8
BC35	14,3	13,2	13,8
Awassa	15,0	13,8	14,4
Dodolla	13,0	12,5	12,7
Saryan	12,7	12,1	12,4
Winteralaska	14,0	13,6	13,8
<b>Vej. Dön. Ortalaması</b>	<b>13,1</b>	<b>13,7</b>	<b>-</b>
<b>V.K. (%)</b>	<b>11,3</b>	<b>10,0</b>	<b>10,6</b>
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### 4.7. Bin Tane Ağırlığı

Araştırmada ele alınan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait bin tane ağırlıklarına ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir. Söz konusu çizelgeden bin tane ağırlıkları bakımından Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitler arasında 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllara ait veriler arasında %1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar olduğu izlenebilmektedir. Ayrıca birleştirilmiş yıllara ait verilerde vejetasyon dönemi değerleri arasında %1 olasılık düzeyinde farklılık saptanmıştır.

**Çizelge 4.13.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde bin tane ağırlığı verilerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi		Kareler Ortalaması		
	Teksel	Birleştirilmiş	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
Vejetasyon Dönemi (A)	-	1	-	-	1,31**
Tekerrür	2	4	0,02	0,02	0,02
Hat ve Çeşit (B)	19	19	0,16**	0,14**	0,29**
A x B İnt.	-	19	-	-	0,00
Hata	38	76	0,04	0,04	0,04

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

Araştırmada yer alan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlere ait bin tane ağırlığı verileri Çizelge 4.14.'de verilmiştir. İlgili çizelge incelendiğinde araştırmada yer alan Etiyopya hardalı hatları arasında en yüksek bin tane ağırlığı değerleri 2017-2018 vejetasyon döneminde 4,53 g, 2018-2019 vejetasyon döneminde 4,31 g ve Birleştirilmiş yıllara ait verilerde 4,42 g ile BC15 hattından elde edilmiştir. Şahit çeşitler açısından ise en yüksek bin tane ağırlığı değerleri Awassa çeşidinde 2017-2018 vejetasyon döneminde 4,70 g, 2018-2019 vejetasyon döneminde 4,47 g ve birleştirilmiş yıllara ait verilerde 4,58 g olarak tespit edilmiştir. Hatlar bakımından en düşük bin tane ağırlığı değerleri sırasıyla 2017-2018 vejetasyon döneminde 3,73 g, 2018-2019 vejetasyon döneminde 3,55 g ve birleştirilmiş yıllara ait değerlere bakıldığında 3,64 g ile BC3 hattından elde edilmiştir. Çeşitler bakımından en düşük bin tane ağırlığı değerleri 2017-2018 vejetasyon döneminde 4,13 g, 2018-2019 vejetasyon döneminde 3,93 g ve birleştirilmiş yıllara ait verilerde 4,03 g ile Saryan çeşidinde gözlenmiştir. Bin tane ağırlığı değerinin yüksek olması, bitkide harnup sayısı ve harnupta tane sayısı gibi özelliklerle birlikte tane

verimine doğrudan etki etmektedir. Bin tane ağırlığı ile ilgili olarak yapılan diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlara bakıldığında; bizim elde ettiğimiz sonuçlara paralel olarak bin tane ağırlığı değerlerini Getinet vd. (1996) 3,70-5,70 g, Zanetti vd. (2012) 3,56-4,08 g ve Hussain vd. (2015) 4,50-5,01 g değerleri arasında belirlemiştir.

**Çizelge 4.14.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama bin tane ağırlığı değerleri

Hat/Çeşit	Bin Tane Ağırlığı (g)		
	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
BC1	4,07 e-h	3,87 e-h	3,97 gh
BC3	3,73 h	3,55 h	3,64 i
BC8	4,10 d-g	3,90 d-g	4,00 f-h
BC10	4,43 a-d	4,21 a-d	4,32 b-d
BC12	4,13 d-g	3,93 d-g	4,03 f-h
BC15	4,53 ab	4,31 ab	4,42 ab
BC18	4,33 b-f	4,12 b-f	4,23 b-f
BC21	4,40 a-e	4,18 a-e	4,29 b-e
BC22	4,33 b-f	4,12 b-f	4,23 b-f
BC23	4,17 c-g	3,96 c-g	4,07 e-g
BC24	4,17 c-g	3,96 c-g	4,06 e-g
BC25	3,90 gh	3,71 g-h	3,81 hi
BC31	4,03 f-h	3,83 f-h	3,93 gh
BC32	4,27 b-f	4,06 b-f	4,17 c-g
BC33	4,40 a-e	4,18 a-e	4,29 b-e
BC35	4,10 d-g	3,90 d-g	4,00 f-h
Awassa	4,70 a	4,47 a	4,58 a
Dodolla	4,50 a-c	4,28 a-c	4,39 a-c
Saryan	4,13 d-g	3,93 d-g	4,03 f-h
Winteralaska	4,23 b-g	4,02 b-g	4,13 d-g
<b>Veç. Dön. Ortalaması</b>	<b>4,23 a</b>	<b>4,02 b</b>	<b>-</b>
<b>V.K. (%)</b>	<b>4,89</b>	<b>4,89</b>	<b>4,90</b>
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>0,34</b>	<b>0,32</b>	<b>0,23</b>

#### 4.8. Tane Verimi

Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinde tane verimi değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Bu çizelgeden, 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllara ait tane verimi değerler bakımından Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitler arasında % 1 olasılık düzeyinde istatistiki önemli farklılıklar olduğu izlenebilmektedir. Bunun dışında birleştirilmiş yıllara ait verilerde vejetasyon dönemi değerleri arasında da % 1 olasılık düzeyinde farklılık tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.15.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde tane verimi değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi		Kareler Ortalaması		
	Teksel	Birleştirilmiş	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
Vejetasyon Dönemi (A)	-	1	-	-	139319,0**
Tekerrür	2	4	155,4	25,2	120,4
Hat ve Çeşit (B)	19	19	8820,2**	5444,4**	14016,1**
A x B İnt.	-	19	-	-	248,5
Hata	38	76	146,2	160,8	153,5

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

Çalışmada yer alan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait tane verimi değerleri Çizelge 4.14.'de verilmiştir. Çizelge 4.14. incelendiğinde en yüksek tane verimi değerlerinin 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllarda sırasıyla dekardan 524,7 kg, 433,8 kg, 479,3 kg ile BC22 hattından elde edildiği görülmektedir. Çalışmadaki şahit çeşitlere ait tane verimi değerlerini incelediğimizde ise en yüksek tane verimi değerlerinin 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllara ait verilerde sırasıyla dekardan 504,0 kg, 423,4 kg ve 463,7 kg ile Awassa çeşidinden elde edildiği gözlenmiştir. Hatlar arasında en düşük tane verimi değerleri 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllara ait verilerde sırasıyla dekardan 313,0 kg, 275,4 kg ve 294,2 kg ile BC25 hattında tespit edilmiştir. Öte yandan şahit çeşitlere ait tane verimi değerleri incelendiğinde Winteralaska çeşidinin her dönemde en düşük tane verimi değerlerini verdiği tespit edilmiştir. Bu değerler 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllara ait veriler için sırasıyla dekar başına

448,0 kg, 385,2 kg ve 416,6 kg olarak tespit edilmiştir. Daha önce yapılmış olan çalışmalardan Bozzini vd. (2007) 400,0-480,0 kg/da, Blackshaw vd. (2011) 100,0-420,0 kg/da, Hossain vd. (2018) 104,9-337,2 kg/da ve Bonansea vd. (2023) 100,0-420,0 kg/da verim ile bulgularımızı destekler sonuçlar elde etmişlerdir.

**Çizelge 4.16.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait tane verimi değerleri

Hat/Çeşit	Tane Verimi (kg/da)		
	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
BC1	392,7 k	332,4 j	362,5 k
BC3	334,3 l	282,9 k	308,6 l
BC8	436,3 hi	369,5 hi	402,9 i
BC10	507,3 ab	422,8 a-c	465,1 ab
BC12	418,7 ij	354,6 i	386,6 j
BC15	498,7 bc	413,7 a-d	456,2 bc
BC18	481,3 cd	409,0 b-e	445,1 cd
BC21	455,3 e-h	393,1 d-g	424,2 f-h
BC22	524,7 a	433,8 a	479,2 a
BC23	467,0 d-g	393,5 d-g	430,2 e-g
BC24	443,0 h	379,6 gh	411,3 hi
BC25	313,0 m	275,3 k	294,1 m
BC31	447,3 gh	380,2 gh	413,8 hi
BC32	471,3 de	397,4 d-g	434,3 d-f
BC33	464,0 d-g	402,1 c-f	433,0 d-f
BC35	406,0 jk	354,6 i	380,3 j
Awassa	504,0 b	423,3 ab	463,6 b
Dodolla	467,3 d-f	390,7 e-g	429,0 e-g
Saryan	480,7 cd	403,6 b-f	442,1 c-e
Winteralaska	448,0 f-h	385,2 f-h	416,6 g-i
<b>Vejetasyon Dönemi Ortalaması</b>	<b>448,0 a</b>	<b>379,9 b</b>	<b>-</b>
<b>V.K. (%)</b>	<b>2,70</b>	<b>3,30</b>	<b>2,99</b>
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>19,9</b>	<b>20,9</b>	<b>14,2</b>

Çizelge 4.14.'e bakıldığında Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait tane verimi değerleri arasında oldukça yüksek farklılıklar olduğu görülmektedir. Her ne kadar çeşitler arasındaki farklılıklar, hatlar arasındaki farklılıklara göre düşük olsa da gözle görülür bir miktarda farklılık olduğu görülmektedir. Hatlar arasındaki farklılıkların bu kadar yüksek olmasının nedeni olarak farklı genetik yapıya ve orijinlere sahip olmaları gösterilebilir. Tane verimi yönünden vejetasyon dönemlerine göre istikrarlı olan BC 22 hattı öne



çıkılmaktadır. Ancak, hatlar arasında bir tercihte bulunulurken tane verimi yanında yağ oranı ve kalitesi ile biyodizel üretimine uygunluk gibi faktörler de dikkate alınmalıdır.

#### 4.9. Yağ Oranı

Çalışmada incelenen Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinde yağ oranı değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. İlgili çizelgeden, yağ oranı değerleri arasında 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllara ait veriler bakımından %1 olasılık düzeyinde istatistiki önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. Bunun dışında birleştirilmiş yıllara ait verilerde, vejetasyon dönemi değerleri arasındaki farklılıkların %1r olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.17.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde yağ oranı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi		Kareler Ortalaması		
	Teksel	Birleştirilmiş	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
Vejetasyon Dönemi (A)	-	1	-	-	67,5**
Tekerrür	2	4	3,05	3,03	3,04
Hat ve Çeşit (B)	19	19	7,77**	7,75**	15,5**
A x B İnt.	-	19	-	-	-
Hata	38	76	2,43	2,41	2,42

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

Araştırmada yer alan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait yağ oranı değerleri Çizelge 4.18.’de verilmiştir. İlgili çizelge incelendiğinde; araştırmada yer alan Etiyopya hardalı hatlarına ait yağ oranı değerleri arasında en yüksek değerler BC12 hattında 2017-2018 vejetasyon döneminde %44,3, 2018-2019 vejetasyon döneminde %42,8 ve birleştirilmiş yıllara ait verilerde %43,6 olarak tespit edilmiştir. Araştırmadaki şahit çeşitlere ait yağ oranı verileri incelendiğinde en yüksek yağ oranı değerlerine Awassa ve Saryan çeşitlerinde rastlandığını ve bu iki çeşidin yağ oranı değerlerinin büyük ölçüde benzer olduğu tespit edilmiştir. Bu iki çeşide ait yağ oranı değerleri sırasıyla 2017-2018 vejetasyon döneminde %43,3, 2018-2019 vejetasyon döneminde %41,8 ve birleştirilmiş yıllara ait verilerde %42,6 olarak belirlenmiştir. Hatlar arasında en düşük yağ oranı değerleri BC10 hattında tespit edilmiştir. Bu değerlere bakacak olursak 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllara ait veriler için sırasıyla %38,0, %36,5 ve %37,2 olarak tespit edilmiştir. Şahit çeşitlere ait yağ oranı

değerleri incelendiğinde Dodolla çeşidinin her dönemde en düşük yağ oranı değerlerini verdiği tespit edilmiştir. Bu değerler 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllara ait değerler için sırasıyla %39,3, %37,8 ve %38,6 olarak tespit edilmiştir. Yapmış oldukları çalışmalarda yağ oranı değerlerini Pan vd. (2012) %31,5-47,1, Hossain vd. (2018) %37,2-48,5 ve Lal vd. (2019) %41,0-43,5 aralığında belirlemiştir. Görüldüğü gibi bu sonuçlar bizim elde ettiğimiz verilerle uyumludur.

**Çizelge 4.18.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama yağ oranı değerleri

Hat/Çeşit	Yağ Oranı (%)		
	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
BC1	40,7 c-e	39,1 c-e	39,9 c-f
BC3	43,0 a-c	41,5 a-c	42,2 ab
BC8	42,3 a-d	40,8 a-d	41,5 bc
BC10	38,0 f	36,5 f	37,2 g
BC12	44,3 a	42,8 a	43,5 a
BC15	40,3 d-f	38,8 d-f	39,5 d-f
BC18	43,0 a-c	41,5 a-c	42,2 ab
BC21	42,0 a-d	40,5 a-d	41,2 b-d
BC22	43,3 ab	41,8 ab	42,5 ab
BC23	42,3 a-d	40,8 a-d	41,5 bc
BC24	40,0 def	38,5 d-f	39,2 ef
BC25	40,7 c-e	39,1 c-e	39,9 c-f
BC31	42,0 a-d	40,5 a-d	41,2 b-d
BC32	40,0 def	38,5 d-f	39,2 ef
BC33	41,0 b-e	39,5 b-e	40,2 c-f
BC35	42,3 a-d	40,8 a-d	41,5 bc
Awassa	43,3 ab	41,8 ab	42,5 ab
Dodolla	39,3 ef	37,8 ef	38,5 fg
Saryan	43,3 ab	41,8 ab	42,5 ab
Winteralaska	41,7 b-e	40,1 b-e	40,9 b-e
<b>Vej. Dön. Ortalaması</b>	<b>41,6 a</b>	<b>40,1 b</b>	<b>-</b>
<b>V.K. (%)</b>	<b>3,70</b>	<b>3,87</b>	<b>3,12</b>
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>2,57</b>	<b>2,565</b>	<b>1,78</b>

#### 4.10. Yağ Verimi

Araştırmada yer alan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerin yağ verimi değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19.'da verilmiştir. Çizelgede verilmiş olan değerler incelendiğinde; hat ve çeşitler bakımından 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllara ait değerler arasında %1 olasılık düzeyinde istatistiki önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Ayrıca birleştirilmiş yıllara ait verilerde, vejetasyon dönemi değerlerinin arasındaki farklılıklarının %1 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.19.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde yağ verimi sayısına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi		Kareler Ortalaması		
	Teksel	Birleştirilmiş	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
Vejetasyon Dönemi (A)	-	1	-	-	34812,7**
Tekerrür	2	4	132,6	65,1	98,9
Hat ve Çeşit (B)	19	19	1633,2**	957,9**	2537,7**
A x B İnt.	-	19	-	-	-
Hata	38	76	65,6	54,4	60,0

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

Araştırmada yer alan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait yağ verimi değerleri Çizelge 4.20.'de verilmiştir. İlgili çizelge incelendiğinde, çalışmada yer alan Etiyopya hardalı hatları bakımından en yüksek yağ verimi değerleri 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllarda sırasıyla 227,3 kg/da, 181,4 kg/da ve 204,3 kg/da olarak BC22 hattından elde edilmiştir. Çalışmadaki şahit çeşitlere ait yağ verimi değerlerini incelediğimizde ise en yüksek yağ verimi değerlerine 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllara ait verilerde sırasıyla dekarda 218,3 kg, 177,1 kg ve 197,7 kg ile Awassa çeşidinde ulaşıldığı görülmüştür. Hatlar arasında en düşük yağ verimi değerleri BC25 hattında tespit edilmiştir. 2017-2018 vejetasyon döneminde BC25 hattından dekarda 127,3 kg, 2018-2019 vejetasyon döneminde 107,9 kg ve birleştirilmiş yıllara ait verilerde ise 117,6 kg yağ elde edilmiştir.

**Çizelge 4.20.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait yağ verimi değerleri.

Hat/Çeşit	Yağ Verimi (kg/da)		
	2017-2018	2018-2019	Birleştirilmiş
BC1	159,7 i	130,3 g	144,9 i
BC3	143,8 j	117,3 h	130,5 j
BC8	184,7 e-h	150,9 d-f	167,8 e-g
BC10	192,7 d-f	154,2 d-f	173,4 c-f
BC12	185,6 e-g	152,0 d-f	168,8 e-g
BC15	201,1 cd	160,5 cd	180,8 bc
BC18	206,8 bc	189,6 a-c	188,2 b
BC21	191,1 d-f	159,2 c-e	175,1 c-e
BC22	227,3 a	181,3 a	204,3 a
BC23	197,8 c-e	160,7 c-d	179,3 cd
BC24	177,1 gh	146,0 f	161,5 gh
BC25	127,3 k	107,9 h	117,6 k
BC31	187,7 e-g	155,8 d-f	170,7 d-f
BC32	188,6 d-g	153,1 d-f	170,8 d-f
BC33	190,2 d-g	158,8 c-e	174,5 c-f
BC35	171,9 hi	144,9 f	158,4 h
Awassa	218,3 ab	177,1 ab	197,7 a
Dodolla	183,9 f-h	147,8 ef	165,9 f-h
Saryan	208,2 bc	168,8 bc	188,5 b
Winteralaska	186,8 e-g	154,8 d-f	170,8 d-f
<b>Veç. Dön. Ortalaması</b>	<b>186,5 a</b>	<b>152,5 b</b>	<b>-</b>
<b>V.K. (%)</b>	<b>4,30</b>	<b>4,80</b>	<b>4,57</b>
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>13,3</b>	<b>12,2</b>	<b>8,91</b>

Diğer yandan şahit çeşitlere ait yağ verimi değerleri incelendiğinde Dodolla çeşidinin her dönemde en düşük yağ verimi değerlerini verdiği tespit edilmiştir. Bu değerler 2017-2018 vejetasyon dönemi, 2018-2019 vejetasyon dönemi ve birleştirilmiş yıllara ait değerler için sırasıyla dekarda 183,9 kg, 147,8 kg ve 165,9 kg olarak tespit edilmiştir. Bizim elde ettiğimiz bulgulara paralel olarak Etiyopya hardalında ham yağ verimi değerlerini Bozzini vd. (2007) 132,0-168,0 kg/da, Hossain vd. (2018) 44,6-143,2 kg/da ve Bashyal vd. (2021) 61,2-152,3 kg/da aralığında tespit etmiştir. Günümüzde artan maliyet ve fiyatlarla birlikte yemeklik yağ ve biyodizel üretimi için üretilen bitkisel yağların önemi gün geçtikçe daha da artmaktadır. Kısıtlı alanlarda ekim yapıldığı için, ekim alanının artırılmasındansa yağ oranı ve verimi yüksek olan bitkilerin yetiştirilmesi ön plana çıkmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde, çalışmamızda BC 22 hattının diğer bazı hatlarla karşılaştırıldığında yağ oranının nispeten düşük olmasına rağmen tane veriminin

her iki vejetasyon döneminde de yüksek olması nedeniyle yağ veriminin de istikrarlı bir şekilde yüksek olması ümitvar bir çeşit adayı olduğunu ortaya koymaktadır.

#### 4.11. Yağ Asitleri Kompozisyonu

Çalışmada kullanılan Etiyopya hatları ve şahit çeşitlerden 12 hat (BC1, BC8, BC10, BC12, BC15, BC18, BC21, BC22, BC31, BC32, BC33 ve BC35) ve 2 şahit çeşit (Awassa ve Saryan) olmak üzere toplam 14 adedinde ve sadece 2017-2018 vejetasyon döneminde yağ asitleri tayini yapılabilmiş olup, yağ asit analizleri Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Enerji Tarımı Laboratuvarları'nda yapılmıştır. Araştırmada yer alan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinin bir kısmından elde edilen yağ asitleri ölçümlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21.'de verilmiştir. Çizelge 4.21. de verilmiş olan varyans analizi sonuçları incelendiğinde; ölçümü yapılan tüm yağ asitleri (Araşidik asit, Behenik asit, Eikosanoik asit, Erusik asit, Linoleik asit, Linolenik asit, Oleik asit, Palmitik asit ve Stearik asit) için genotiplere ait değerler arasındaki farklılıkların %1 olasılık düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.21.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde yağ asitleri kompozisyonuna ait varyans analizi sonuçları

2017-2018 Vejetasyon Dönemi						
Varyasyon Kaynağı	SD	Araşidik Asit	Behenik Asit	Eikosanoik Asit	Erusik Asit	Linoleik Asit
Tekerrür	2	0,00008	0,00048	0,04	1,92	0,71
Genotip	16	0,00477**	0,03870**	5,80**	173,5**	10,8**
Hata	32	0,00059	0,00204	0,24	2,14	0,73
Varyasyon Kaynağı	SD	Linolenik Asit	Oleik Asit	Palmitik Asit	Stearik Asit	
Tekerrür	2	0,232	1,49	0,0226	0,033	
Genotip	16	1,657**	50,9**	0,0870**	0,116**	
Hata	32	0,182	0,91	0,026	0,025	

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

#### 4.11.1. Araşidik Asit

Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Araşidik asit oranları Çizelge 4.22. de verilmiştir. Çizelge 4.22.'ye bakıldığında, genotiplere ait Araşidik asit oranlarının %0,75 ile % 0,92 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Araşidik asit oranı bakımından en yüksek değere sahip olan genotipler BC8, BC21, BC33 ve BC35 iken, en düşük değerlere sahip olan genotip BC18 olarak tespit edilmiştir. Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Araşidik asit oranlarının incelendiği daha önceki çalışmalara bakıldığında; Araşidik asit oranlarını Cardone vd. (2003) %0,70 ve Xin vd. (2014) %0,88- %0,90 değerleri arasında belirlediği ve bu değerlerin bizim elde ettiğimiz verilerle uyumlu olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.22.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi Araşidik asit oranları

Hat/Çeşit	Araşidik Asit (%)	Hat/Çeşit	Araşidik Asit (%)
<b>BC1</b>	0,87 cd	<b>BC22</b>	0,86 cd
<b>BC8</b>	0,92 ab	<b>BC31</b>	0,87 cd
<b>BC10</b>	0,87 cd	<b>BC32</b>	0,88 b-d
<b>BC12</b>	0,85 cd	<b>BC33</b>	0,88 a-d
<b>BC15</b>	0,88 b-d	<b>BC35</b>	0,89 a-c
<b>BC18</b>	0,85 d	<b>Awassa</b>	0,79 e
<b>BC21</b>	0,92 a	<b>Saryan</b>	0,75 e
<b>V.K. (%)</b>	<b>2,80</b>		
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>0,04</b>		



#### 4.11.2. Behenik Asit

Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Behenik asit oranları Çizelge 4.23. de verilmiştir. Çizelge 4.23. de bulunan farklı Etiyopya hardalı genotiplerinin Behenik asit oranları incelendiğinde, genotiplere ait Behenik asit oranlarının %0,39 ile %0,81 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek Behenik asit değerleri BC1 genotipinden elde edilmişken, en düşük değerlerin BC15 ve BC31 genotiplerinden elde edildiği görülmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara paralel olarak Behenik asit oranlarını; Barro vd. (2001) %0,50-0,80 ve Xin vd. (2014) ise %0,85-%0,86 sınırları arasında belirlemiştir.

**Çizelge 4.23.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi Behenik asit oranları

Hat/Çeşit	Behenik Asit (%)	Hat/Çeşit	Behenik Asit (%)
BC1	0,75 a	BC22	0,62 ef
BC8	0,50 gh	BC31	0,46 hi
BC10	0,70 b-d	BC32	0,52 gh
BC12	0,54 g	BC33	0,55 fg
BC15	0,39 i	BC35	0,68 b-e
BC18	0,66 de	Awassa	0,67 c-e
BC21	0,55 fg	Saryan	0,65 de
<b>V.K. (%)</b>			
		<b>7,40</b>	
<b>AÖF (0,05)</b>			
		<b>0,07</b>	

### 4.11.3. Eikosanoik Asit

Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Eikosanoik asit oranları Çizelge 4.24. de verilmiştir. Çizelge 4.24. değerlendirildiğinde, genotiplerin Eikosanoik asit oranlarının %8,21 ile %12,5 arasında değiştiği görülmektedir. Araştırmada incelenen genotiplerden Awassa ve Saryan en düşük Eikosanoik asit değerlerine sahipken, en yüksek Eikosanoik asit oranları BC15, BC8, BC21, BC31, BC32, BC33 genotiplerinde tespit edilmiştir. Bu konuda daha önce yapılmış olan çalışmalara bakıldığında; bizim elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olarak, farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Eikosanoik asit oranlarını Taylor vd. (2010) %6,2-12,0 ve Xin vd. (2014) ise %6,8 olarak belirlemiştir.

**Çizelge 4.24.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi Eikosanoik asit oranları

Hat/Çeşit	Eikosanoik Asit (%)	Hat/Çeşit	Eikosanoik Asit (%)
BC1	9,42 fg	BC22	11,91 a-c
BC8	12,26 ab	BC31	12,51 ab
BC10	11,04 de	BC32	12,45 ab
BC12	11,22 c-e	BC33	12,20 ab
BC15	12,54 a	BC35	10,85 e
BC18	10,02 f	Awassa	8,81 gh
BC21	11,96 a-c	Saryan	8,21 h
<b>V.K. (%)</b>			
		<b>4,50</b>	
<b>AÖF (0,05)</b>			
		<b>0,82</b>	

#### 4.11.4. Erusik Asit

Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Erusik asit oranları Çizelge 4.25. de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Erusik asit oranlarının %25,3 ile % 51,8 arasında değiştiği gözükmemektedir. En yüksek Erusik asit oranı Saryan şahit çeşidinden (%51,8) elde edilirken, en düşük erusik asit oranları BC15, BC8 ve BC31 genotiplerinde tespit edilmiştir. Yapmış oldukları çalışmalarda Erusik asit oranlarını Mulvaney vd. (2019) ve Seepaul vd. (2021) %36,4 oranında tespit ederken, Redda vd. (2022) %41,9-49,7 değerleri arasında belirlemiştir. Görüldüğü gibi bu sonuçlar bizim elde ettiğimiz verilerle uyumludur.

**Çizelge 4.25.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi Erusik asit oranları

Hat/Çeşit	Erusik Asit (%)	Hat/Çeşit	Erusik Asit (%)
BC1	37,3 d	BC22	32,6 fg
BC8	27,1 ij	BC31	26,3 ij
BC10	35,7 de	BC32	30,4 gh
BC12	28,7 hi	BC33	29,8 h
BC15	25,3 j	BC35	36,2 d
BC18	39,8 c	Awassa	45,0 b
BC21	33,4 ef	Saryan	51,8 a
V.K. (%)	4,10		
AÖF (0,05)	2,43		

#### 4.2.5. Linoleik Asit

Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Linoleik asit oranları Çizelge 4.26. da verilmiştir. İlgili çizelgeye bakıldığında, farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde Linoleik asit oranlarının %14,9 ile %21,2 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değerler BC31, BC8, BC15 ve BC12 genotiplerinden elde edilirken, en düşük değere Saryan genotipinde rastlanmıştır. Farklı araştırmacıların bu konuda yapmış oldukları çalışmalara baktığımızda; Etiyopya hardalı genotiplerinde Linoleik asit oranlarını bizim sonuçlarımıza paralel olarak Getinet vd. (1996) %16,1-20,4 değerleri arasında belirlerken; Bozzini vd. (2007) %18,2, Mulvaney vd (2019) ve Seepaul vd. (2021) ise %18,3 olarak tespit etmiştir.

**Çizelge 4.26.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi Linoleik asit oranları

Hat/Çeşit	Linoleik Asit (%)	Hat/Çeşit	Linoleik Asit (%)
<b>BC1</b>	18,4 d-f	<b>BC22</b>	18,7 de
<b>BC8</b>	21,1 a	<b>BC31</b>	21,2 a
<b>BC10</b>	18,2 d-f	<b>BC32</b>	19,4 b-d
<b>BC12</b>	20,3 a-c	<b>BC33</b>	19,2 cd
<b>BC15</b>	20,8 ab	<b>BC35</b>	17,7 e-g
<b>BC18</b>	17,2 fg	<b>Awassa</b>	16,8 g
<b>BC21</b>	18,9 c-e	<b>Saryan</b>	15,1 h
<b>V.K. (%)</b>		<b>4,60</b>	
<b>AÖF (0,05)</b>		<b>1,42</b>	

#### 4.2.6. Linolenik Asit

Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Linolenik asit oranları Çizelge 4.27. de verilmiştir. Çizelge 4.27. de yer alan Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Linolenik asit oranları incelendiğinde genotiplere ait bu oranların %11,0 ile %13,5 arasında değiştiği belirlenmiştir. İstatistiki olarak guplandırmalar incelendiğinde en yüksek değerlere sahip gupta başta Awassa ve BC32 olmak üzere BC10, BC12, BC22, BC33 genotiplerinin yer aldığı gözükmemektedir, En düşük değerlere sahip gupta ise BC21 ve Saryan genotipleri yer almaktadır. Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Linolenik asit oranlarına ilişkin yapılan diğer çalışmalara bakıldığında; Linolenik asit oranlarını Getinet vd. (1996) nin %11,7-17,3 aralığında, Mulvaney vd. (2019) ve Seepaul (2021) nin ise %12,9 olarak belirlediği görülmektedir. Bizim elde ettiğimiz değerler de bu sınırlar içinde yer almaktadır.

**Çizelge 4.27.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi Linolenik asit oranları

Hat/Çeşit	Linolenik Asit (%)	Hat/Çeşit	Linolenik Asit (%)
<b>BC1</b>	12,48 c-e	<b>BC22</b>	13,15 a-c
<b>BC8</b>	12,45 c-e	<b>BC31</b>	12,23 e-g
<b>BC10</b>	12,88 a-e	<b>BC32</b>	13,38 a
<b>BC12</b>	12,85 a-e	<b>BC33</b>	13,00 a-d
<b>BC15</b>	12,55 b-e	<b>BC35</b>	12,43 d-f
<b>BC18</b>	11,72 f-h	<b>Awassa</b>	13,55 a
<b>BC21</b>	11,01 i	<b>Saryan</b>	11,59 g-i
<b>V.K. (%)</b>			
		<b>3,42</b>	
<b>AÖF (0,05)</b>			
		<b>0,71</b>	

#### 4.2.7. Oleik Asit

Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Oleik asit oranları Çizelge 4.28. de verilmiştir. Çizelge 4.28.'e baktığımızda farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Oleik asit oranlarının %8,35 ile %23,0 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek Oleik asit oranlarının tespit edildiği genotipler BC15, BC8 ve BC31 iken, en düşük oleik asit oranı Saryan genotipinde gözlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına paralel şekilde farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Oleik asit oranlarını Getinet vd. (1996) %9,8-12,1 ve Redda vd. (2022) ise %13,7-27,4 değerleri arasında belirlemiştir.

**Çizelge 4.28.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi Oleik asit oranları

Hat/Çeşit	Oleik Asit (%)	Hat/Çeşit	Oleik Asit (%)
<b>BC1</b>	14,90 h-j	<b>BC22</b>	18,08 ef
<b>BC8</b>	21,51 a-c	<b>BC31</b>	22,33 ab
<b>BC10</b>	16,46 gh	<b>BC32</b>	18,73 d-f
<b>BC12</b>	21,28 bc	<b>BC33</b>	20,10 cd
<b>BC15</b>	23,02 a	<b>BC35</b>	15,74 g-i
<b>BC18</b>	15,92 g-i	<b>Awassa</b>	10,17 k
<b>BC21</b>	19,52 de	<b>Saryan</b>	8,35 l
<b>V.K. (%)</b>	<b>5,60</b>		
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>1,59</b>		

#### 4.2.8. Palmitik Asit

Farklı Etiyopya Hardalı genotiplerine ait palmitik asit oranları çizelge 4.29. da verilmiştir. Çizelge 4.29. a bakıldığında genotiplere ait Palmitik asit oranı değerlerinin %2,40 ile %2,95 değerleri arasında değiştiği belirlenmiş olup başta BC15 olmak üzere birçok genotipin istatistiki olarak üst gupta yer aldığı ve en düşüğü BC21 olmak üzere BC31 ve BC18 genotiplerinin de son sıralarda yer aldığı gözükmemektedir. Yapmış oldukları çalışmalarda Palmitik asit oranlarını Sharafi vd. (2015) %2,85-3,54 ve Redda vd. (2022) ise %3,00-4,10 aralığında tespit etmiştir. Görüldüğü gibi bu değerler bu çalışmada elde edilen verilerden biraz yüksektir. Bu farklılığın yetiştirme koşulları ve kullanılan genotiplerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Çizelge 4.29.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi Palmitik asit oranları

Hat/Çeşit	Palmitik Asit (%)	Hat/Çeşit	Palmitik Asit (%)
<b>BC1</b>	2,65 b-d	<b>BC22</b>	2,71 a-c
<b>BC8</b>	2,68 a-c	<b>BC31</b>	2,65 b-d
<b>BC10</b>	2,69 a-c	<b>BC32</b>	2,74 a-c
<b>BC12</b>	2,78 a-c	<b>BC33</b>	2,77 a-c
<b>BC15</b>	2,90 a	<b>BC38</b>	2,78 a-c
<b>BC18</b>	2,51 c-e	<b>Awassa</b>	2,87 ab
<b>BC21</b>	2,65 b-d	<b>Saryan</b>	2,66 b-d
<b>V.K. (%)</b>			
		<b>6,00</b>	
<b>AÖF (0,05)</b>			
		<b>0,27</b>	

#### 4.2.9. Stearik Asit

Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Stearik asit oranları Çizelge 4.30. da verilmiştir. Çizelgede yer alan bilgiler doğrultusunda farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait Stearik asit oranlarının %0,85 ile %1,51 değerleri arasında değiştiği gözükmektedir. İstatistiki guplandırma açısından incelendiğinde ise başta BC15, BC8 ve BC31 genotipleri olmak üzere birçok genotip üst sıralarda yer almakta iken en düşük Stearik asit oranları Saryan ve BC1 genotiplerinde tespit edilmiştir. Bu konuda yapılan diğer çalışmalara bakıldığında, Stearik asit oranlarını Sharafi vd. (2015)'nin %0,84-1,01 ve Seepaul vd. (2021)' in ise %1,1 olarak bizim sonuçlarımıza paralel şekilde tespit ettiği görülmektedir.

**Çizelge 4.30.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait 2017-2018 vejetasyon dönemi Stearik asit oranları

Hat/Çeşit	Stearik Asit (%)	Hat/Çeşit	Stearik Asit (%)
BC1	0,92 ef	BC22	1,27 a-d
BC8	1,46 a	BC31	1,46 a
BC10	1,29 a-c	BC32	1,40 ab
BC12	1,36 a-c	BC33	1,38 a-c
BC15	1,51 a	BC38	1,33 a-c
BC18	1,18 b-e	Awassa	1,02 d-f
BC21	1,33 a-c	Saryan	0,85 f
V.K. (%)	12,0		
AÖF (0,05)	0,26		



### 4.3. Farklı Etiyopya Hardalı (*Brassica carinata*) Genotiplerinin Biyodizel Yakıt Özellikleri

Biyodizel analizleri çok pahalı ve zaman alıcı olduğu için araştırmada en yüksek verim potansiyeline sahip 11 adet Etiyopya hardalı hattı (BC1, BC8, BC10, BC12, BC15, BC18, BC21, BC22, BC31, BC32 ve BC33) ile 2 adet şahit çeşidin (Awassa ve Saryan) biyodizel yakıt özellikleri sadece 2017-2018 vejetasyon döneminde incelenebilmiştir.

#### 4.3.1. Su Tayini (ppm)

Çalışmada ele alınan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinden elde edilen su tayini verilerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.31. de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde Etiyopya hardalı genotipleri arasında su tayini bakımından %1 olasılık düzeyinde istatistiksel farklılıklar olduğu gözlenmiştir. İncelenen yağ örnekleri içerisindeki su normalde bitkisel kökenli olmayıp biyodizel üretim aşamalarından gelmektedir ve çok düşük miktarlarda bulunduğundan herhangi bir olumsuzluk yaratmamaktadır.

**Çizelge 4.31.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde su tayini (ppm) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genotip	12	5686,4**
Tekerrür	2	1948,5
Hata	24	

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

Araştırmada yer alan Etiyopya hardalı genotiplerinde tespit edilen ortalama su tayini değerleri Çizelge 4.32. de verilmiştir. Çizelge 4.32. değerlendirildiğinde su tayini değerlerinin 270,3 ppm ile 406,3 ppm arasında değiştiği gözlenmektedir. Yapılan ölçümde en yüksek tayini su değerleri 406,3 ppm ile BC10 ve BC31 genotiplerinde gözlenmişken, en düşük su değeri 270,3 ppm ile BC8 genotipinde belirlenmiştir.

**Çizelge 4.32.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama su tayini (ppm) Değerleri

Hat/Çeşit	Su Tayini (ppm)(mg/kg)		
<b>BC1</b>	320,3 g	<b>BC22</b>	297,3 h
<b>BC8</b>	270,3 i	<b>BC31</b>	406,3 a
<b>BC10</b>	406,3 a	<b>BC32</b>	395,0 b
<b>BC12</b>	384,6 c	<b>BC33</b>	318,6 g
<b>BC15</b>	335,6 f	<b>Awassa</b>	379,0 d
<b>BC18</b>	319,3 g	<b>Saryan</b>	334,6 f
<b>BC21</b>	355,0 e		
<b>TS EN 14214</b> Min Değer: -- Max Değer: 500			
<b>V.K. (%)</b>	<b>0,62</b>		
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>3,62</b>		

#### 4.3.2. Yoğunluk (g/cm<sup>3</sup>)

Çalışmada ele alınan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinden elde edilen yoğunluk değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.33. de verilmiştir. Çizelge 4.33. incelendiğinde genotiplere ait yoğunluk değerleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olmadığı anlaşılmaktadır.

**Çizelge 4.33.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde yoğunluk (g/cm<sup>3</sup>) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
<b>Genotip</b>	12	0,00000034
<b>Tekerrür</b>	2	0,0001
<b>Hata</b>	24	

Biyodizel analizlerinde belirlenen Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlere ait ortalama yoğunluk değerleri Çizelge 4.34. de verilmiştir. Çizelge 4.34. incelendiğinde yoğunluk değerlerinin 0,8817 g/cm<sup>3</sup> ile 0,8828 g/cm<sup>3</sup> değerleri arasında değiştiği görülmektedir.

**Çizelge 4.34.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama yoğunluk değerleri

Hat/Çeşit	Yoğunluk 15°C (g/cm <sup>3</sup> )		
<b>BC1</b>	0,8823	<b>BC22</b>	0,8819
<b>BC8</b>	0,8819	<b>BC31</b>	0,8828
<b>BC10</b>	0,8826	<b>BC32</b>	0,8820
<b>BC12</b>	0,8820	<b>BC33</b>	0,8827
<b>BC15</b>	0,8820	<b>Awassa</b>	0,8821
<b>BC18</b>	0,8817	<b>Saryan</b>	0,8822
<b>BC21</b>	0,8821		
<b>TS EN 14214</b> Min Değer: 0,8600      Max Değer: 0,9000			
<b>V.K. (%)</b>	<b>0,002</b>		
<b>AÖF (0,05)</b>	-		

#### 4.3.3. Viskozite (mm<sup>2</sup>/s)

Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinden elde edilen viskozite değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.35.'de verilmiştir. Çizelge 4.35. incelendiğinde araştırmada incelenen genotiplere ait vizkozite değerleri arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.35. Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde viskozite (mm<sup>2</sup>/s) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
<b>Genotip</b>	12	0,040
<b>Tekerrür</b>	2	0,000029
<b>Hata</b>	24	

Çalışmada ele alınan Etiyopya hardalı hat ve şahit çeşitlerine ait ortalama vizkozite değerleri Çizelge 4.36. da verilmiştir. Çizelge 4.36. değerlendirildiğinde örneklere ait vizkozite değerlerinin 5,266 mm<sup>2</sup>/s ile 5,590 mm<sup>2</sup>/s değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir. Viskozite değerleri arasındaki farklılıkların oldukça düşük seviyelerde olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.36. Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama vizkozite değerleri

Hat/Çeşit	Viskozite 40°C (mm <sup>2</sup> /s)		
<b>BC1</b>	5,445	<b>BC22</b>	5,544
<b>BC8</b>	5,590	<b>BC31</b>	5,293
<b>BC10</b>	5,266	<b>BC32</b>	5,472
<b>BC12</b>	5,587	<b>BC33</b>	5,289
<b>BC15</b>	5,496	<b>Awassa</b>	5,455
<b>BC18</b>	5,551	<b>Saryan</b>	5,512
<b>BC21</b>	5,577		
<b>TS EN 14214</b> Min Değer: 3,500 Max Değer:5,000			
<b>V.K. (%)</b>	<b>0,15</b>		
<b>AÖF (0,05)</b>	-		

#### 4.2.4. Mikro Karbon Kalıntısı (%(m/m))

Analize tabi tutulan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinden elde edilen mikro karbon kalıntısı verilerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.37. de verilmiştir. Çizelge 4.37. incelendiğinde Etiyopya hardalı genotiplerine ait mikro karbon kalıntısı değerleri arasındaki farklılıklar %1 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.37.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde mikro karbon kalıntısı (%(m/m)) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
<b>Genotip</b>	12	0,000000145**
<b>Tekerrür</b>	2	0,000000034
<b>Hata</b>	24	

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

Araştırmada incelenen Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait ortalama mikro karbon kalıntısı değerleri Çizelge 4.38. de verilmiştir. Çizelge 4.38. incelendiğinde genotiplere ait Mikro Karbon Kalıntısı değerlerinin 0,00177 ile 0,00243 %(m/m) arasında değiştiği gözlenmektedir. Genotiplere ait ortalama değerler açısından en yüksek istatistiki gruba dahil olanlar 0,00243 %(m/m) ile BC31 ve BC32, 0,00230 %(m/m) değeri ile BC1 iken; en düşük istatistiki guba girenler 0,00177 %(m/m) ile BC33, 0,00180 %(m/m) ile BC15 ve 0,00183 %(m/m) ile BC18 genotipleri olmuştur.

**Çizelge 4.38.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama mikro karbon kalıntısı Değerleri

Hat/Çeşit	Mikro Karbon Kalıntısı (%(m/m))		
<b>BC1</b>	0,00230 ab	<b>BC22</b>	0,00217 b-d
<b>BC8</b>	0,00220 b-d	<b>BC31</b>	0,00243 a
<b>BC10</b>	0,00217 b-d	<b>BC32</b>	0,00243 a
<b>BC12</b>	0,00210 cd	<b>BC33</b>	0,00177 e
<b>BC15</b>	0,00180 e	<b>Awassa</b>	0,00223 bc
<b>BC18</b>	0,00183 e	<b>Saryan</b>	0,00223 bc
<b>BC21</b>	0,00203 d		
<b>TS EN 14214</b> Min Değer: -- Max Değer: 0,30			
<b>V.K. (%)</b>	<b>4,70</b>		
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>0,000169</b>		

#### 4.3.5. Oksidasyon Kararlılığı (dk)

Çalışmada ele alınan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinden elde edilen oksidasyon kararlılığı verilerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.39. da verilmiştir. Çizelge 4.39. incelendiğinde araştırmada yer alan genotiplere ait oksidasyon kararlılığı değerleri arasındaki farklılıkların istatistiki olarak %1 olasılık düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.39.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde oksidasyon kararlılığı (dk) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
<b>Genotip</b>	12	1,444**
<b>Tekerrür</b>	2	0,718
<b>Hata</b>	24	

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

Çalışmada ölçüm yapılan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait oksidasyon kararlılığı değerleri Çizelge 4.40. da verilmiştir. Çizelge 4.40. incelendiğinde, genotiplere ait oksidasyon kararlılığı ölçümlerinin 19,6 dk ile 22,0 dk arasında değiştiği gözlenmektedir. Genotiplere ait değerler arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olması sonucunda oluşan guplara baktığımızda ise, en yüksek istatistiki gupta 22,0 dk ile BC10, 21,7 dk ile BC8 ve 21,3 dk ile BC 18 genotipleri tespit edilmekteyken, en düşük istatistiki gupta 19,6 dk ile Saryan çeşidi, 20,0 dk ile BC1, BC21 ve BC33 genotipleri belirlenmiştir.

**Çizelge 4.40.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama oksidasyon kararlılığı Değerleri

Hat/Çeşit	Oksidasyon Kararlılığı (dk)		
BC1	20,0 ef	BC22	20,7 c-e
BC8	21,7 ab	BC31	20,7 c-e
BC10	22,0 a	BC32	20,7c-e
BC12	21,0 b-d	BC33	20,0 ef
BC15	20,7 c-e	Awassa	20,3 d-f
BC18	21,3 a-c	Saryan	19,6 f
BC21	20,0 ef		
TS EN 14214 Min Değer: 6 h Max Değer:--			
V.K. (%)	2,70		
AÖF (0,05)	0,96		

#### 4.3.6. İyot Sayısı (g iyot/100 g)

Araştırmada biyodizel özellikleri değerlendirilen Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinden elde edilen iyot sayısı verilerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.41. de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde genotiplere ait iyot sayısı değerleri arasındaki farklılıkların %1 olasılık düzeyinde istatistiki anlamda önemli olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.41.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde iyot sayısı (g iyot/100 g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genotip	12	6,529**
Tekerrür	2	0,923
Hata	24	

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

**Çizelge 4.42.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama iyot sayısı değerleri

Hat/Çeşit	İyot Sayısı (g iyot/100 g)		
<b>BC1</b>	100,7 ab	<b>BC22</b>	98,0 de
<b>BC8</b>	97,7 de	<b>BC31</b>	97,0 e
<b>BC10</b>	102,0 a	<b>BC32</b>	97,3 e
<b>BC12</b>	98,0 de	<b>BC33</b>	100,0 bc
<b>BC15</b>	99,0 cd	<b>Awassa</b>	97,7 de
<b>BC18</b>	98,0 de	<b>Saryan</b>	98,0 de
<b>BC21</b>	97,7 de		
<b>TS EN 14214</b> Min Değer: -- Max Değer: 120			
<b>V.K. (%)</b>	<b>0,96</b>		
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>1,59</b>		

Çalışmada değerlendirilen Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait iyot sayısı değerleri Çizelge 4.42. de verilmiştir. Çizelge 4.42. incelendiğinde genotiplere ait iyot sayısı değerlerinin 97,0 mg ile 102,0 mg arasında değiştiği görülmekte olup BC10 genotipi 102,0 mg ile BC1 genotipi 100,7 mg ile en yüksek değerlere sahipken, en düşük değerler 97,0 mg ile BC31, 97,3 mg ile BC32 ve bu değerlere çok yakın olan diğer genotip ve şahit çeşitlerde gözlenmiştir.

#### **4.3.7. Asit Sayısı (mg KOH/g)**

Biyodizel analizlerinde kullanılan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinde belirlenen asit sayısı değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.43. te verilmiştir. Asit sayısı değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde genotiplere ait asit sayısı değerleri arasındaki farklılıkların istatistiki anlamda %1 olasılık düzeyinde önemli bulunduğu tespit edilmiştir.



**Çizelge 4.43.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde asit sayısı (mg KOH/g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
<b>Genotip</b>	12	0,0001354**
<b>Tekerrür</b>	2	0,0000718
<b>Hata</b>	24	

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

Araştırmada ele alınan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait ortalama asit sayısı değerleri Çizelge 4.44. de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait asit sayısı değerlerinin 0,090 mg ile 0,110 mg arasında değiştiği gözlenmektedir. En düşük asit sayısı değerleri BC10, BC18, BC21, BC33 genotipleri ve Awassa şahit çeşidinde gözlenmişken, en yüksek asit sayısı değerleri Saryan şahit çeşidi ile BC22 ve BC32 hatlarında tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.44.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama asit sayısı değerleri

Hat/Çeşit	Asit Sayısı Tayini (mg KOH/g)		
<b>BC1</b>	0,093 de	<b>BC22</b>	0,107 ab
<b>BC8</b>	0,100 b-d	<b>BC31</b>	0,100 b-d
<b>BC10</b>	0,090 e	<b>BC32</b>	0,107 ab
<b>BC12</b>	0,103 a-c	<b>BC33</b>	0,093 de
<b>BC15</b>	0,103 a-c	<b>Awassa</b>	0,093 de
<b>BC18</b>	0,090 e	<b>Saryan</b>	0,110 a
<b>BC21</b>	0,097 c-e		
<b>TS EN 14214</b> Min Değer: - Max Değer: 0,50			
<b>V.K. (%)</b>	<b>5,00</b>		
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>0,00777</b>		

#### 4.3.8. Metanol %(m/m)

Çalışmada ele alınan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinden elde edilen metanol oranı verilerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.45. de verilmiştir. Çizelge değerlendirildiğinde genotiplerin metanol oranı değerleri arasındaki farklılıkların %1 olasılık düzeyinde istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.45.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde metanol %(m/m) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genotip	12	0,000000716**
Tekerrür	2	0,000000321
Hata	24	

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

Araştırmada biyodizel analizleri yapılan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait ortalama metanol ölçüm değerleri Çizelge 4.46. da sunulmuştur. Çizelge 4.46.'ya bakıldığında genotiplere ait metanol ölçüm değerlerinin %0,00127 ile %0,00273 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değerler %0,00273 ile BC8, %0,00263 ile BC1, %0,00253 ile Saryan, %0,00247 ile BC18 ve %0,00233 ile BC12 ve BC32 genotiplerinden elde edilmişken, en düşük değer ise %0,127 ile Awassa çeşidinde gözlenmiştir.

**Çizelge 4.46.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama metanol değerleri

Hat/Çeşit	Metanol %(m/m)		
<b>BC1</b>	0,00263 a	<b>BC22</b>	0,00177 cd
<b>BC8</b>	0,00273 a	<b>BC31</b>	0,00157 de
<b>BC10</b>	0,00150 de	<b>BC32</b>	0,00233 ab
<b>BC12</b>	0,00233 ab	<b>BC33</b>	0,00167 de
<b>BC15</b>	0,00173 d	<b>Awassa</b>	0,00127 e
<b>BC18</b>	0,00247 ab	<b>Saryan</b>	0,00253 ab
<b>BC21</b>	0,00217 bc		
<b>TS EN 14214</b> Min Değer: -- Max Değer: 0,20			
<b>V.K. (%)</b>	<b>12,07</b>		
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>0,000418</b>		

#### 4.3.9. Bulutlanma (°C)

Araştırmada yer alan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinden elde edilen bulutlanma verilerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.47. de verilmiştir. Çizelge 4.47. de bulunan genotiplere ait bulutlanma değerlerinin varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde; genotiplerin bulutlanma değerleri arasındaki farklılıkların istatistikî açıdan %1 olasılık düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.47.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde bulutlanma (°C) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
<b>Genotip</b>	12	1,548**
<b>Tekerrür</b>	2	0,0
<b>Hata</b>	24	

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

Çalışmada analiz edilen Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait ortalama bulutlanma değerleri Çizelge 4.48. de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde genotiplere ait bulutlanma değerlerinin 4,5 °C ile 6,5 °C arasında değiştiği görülmektedir. Genotiplere ait bulutlanma değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuş olup, bulutlanma değerleri arasında istatistiki guplar meydana gelmiştir. En yüksek istatistiki guplarda 6,5 °C değeri ile BC8, BC10, BC12, BC22, BC31 ve 6,0 °C değeri ile BC15 genotipleri bulunurken, en düşük istatistiki gupta 4,5 °C ile BC18 genotipi ve Saryan çeşidi yer almıştır.

**Çizelge 4.48.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama bulutlanma değerleri

Hat/Çeşit	Bulutlanma (°C)		
<b>BC1</b>	6,0 ab	<b>BC22</b>	6,5 a
<b>BC8</b>	6,5 a	<b>BC31</b>	6,5 a
<b>BC10</b>	6,5 a	<b>BC32</b>	6,0 ab
<b>BC12</b>	6,5 a	<b>BC33</b>	5,5 b
<b>BC15</b>	6,0 ab	<b>Awassa</b>	5,5 b
<b>BC18</b>	4,5 c	<b>Saryan</b>	4,5 c
<b>BC21</b>	5,5 b		
<b>TS EN 14214</b> Min Değer: -3 Max Değer: +15			
<b>V.K. (%)</b>	<b>9,20</b>		
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>0,91</b>		

#### 4.3.10. Akma (°C)

Çalışmada kullanılan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinden elde edilen akma verilerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.49. da verilmiştir. Çizelge 4.49. incelendiğinde, genotiplerin akma değerleri arasındaki farklılıkların istatistiki olarak %1 olasılık düzeyinde önemli olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.49.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde akma (°C) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
<b>Genotip</b>	12	10,98**
<b>Tekerrür</b>	2	0,08
<b>Hata</b>	24	

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

Araştırmada yer alan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait ortalama akma ölçümü değerleri Çizelge 4.50. de verilmiştir. İlgili çizelge incelendiğinde akma özelliğine ait değerlerin -12,5 °C ile -19,5 °C arasında değiştiği gözlenmektedir. Bunun yanında değerler arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmasından dolayı oluşan guplarda en yüksek gupta -12,5 °C değeri ile Awassa çeşidi bulunurken, en düşük gupta -19,5 °C değeri ile BC1 genotipinin yer aldığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.50.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama akma değerleri

Hat/Çeşit	Akma (°C )		
<b>BC1</b>	-19,5 f	<b>BC22</b>	-14,5b
<b>BC8</b>	-18,5 e	<b>BC31</b>	-16,5 d
<b>BC10</b>	-15,5 c	<b>BC32</b>	-15,5 c
<b>BC12</b>	-15 bc	<b>BC33</b>	-18,5 e
<b>BC15</b>	-14,5 b	<b>Awassa</b>	-12,5 a
<b>BC18</b>	-16,5 d	<b>Saryan</b>	-16,5 d
<b>BC21</b>	-15,5 c		
<b>TS EN 14214</b> Min Değer: -15      Max Değer:+10			
<b>V.K. (%)</b>	<b>3,07</b>		
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>0,83</b>		

#### 4.2.11. Soğuk Filtre Tıkanma Noktası (SFTN) (°C)

Etiyopya hardalı genotiplerinden elde edilen soğuk filtre tıkanma noktası (SFTN) özelliği verilerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.51. de verilmiştir. Çizelge 4.51.'e bakıldığında genotiplere ait SFTN değerleri arasındaki farklılıkların istatistiki olarak %1 olasılık düzeyinde önemli olduğu anlaşılmaktadır.

**Çizelge 4.51.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde SFTN (°C) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genotip	12	1,692**
Tekerrür	2	0,077
Hata	24	

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

**Çizelge 4.52.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama SFTN değerleri

Hat/Çeşit	Soğuk Filtre Tıkanma Noktası (°C)		
BC1	-1,5 ab	BC22	-1,5 ab
BC8	-2,5 cd	BC31	-2,5 cd
BC10	-1,0 a	BC32	-3,0 de
BC12	-1,5 ab	BC33	-2,5 cd
BC15	-2,0 bc	Awassa	-2,5 cd
BC18	-3,0 de	Saryan	-3,5 e
BC21	-3,0 de		
TS EN 14214 Min Değer: -- Max Değer:--			
V.K. (%)	21,4		
AÖF (0,05)	0,83		

Çalışmada kullanılan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait SFTN değerleri Çizelge 4.52. de verilmiştir. Çizelge 4.52. incelendiğinde genotiplerin SFTN değerleri -1,0 °C ile -3,5 °C arasında değişmekte olup, istatistiki anlamda en yüksek guba -1,0 °C

değeri ile BC10, -1,5 °C değeri ile BC1, BC12 ve BC22 genotipleri girmiştir. En düşük gupta ise -3,5 °C değeri ile Saryan çeşidinin olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.3.12. Yağ Asidi Metil Ester (YAME) (% m/m)

Araştırmada kullanılan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinden elde edilen yağ asiti metil ester (YAME) özelliği verilerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.53. te verilmiştir. Çizelgede yer alan varyans analizi sonuçlarının ışığı altında genotiplere ait YAME değerleri arasındaki farklılıkların %1 olasılık düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.53.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerinde YAME (% m/m) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
<b>Genotip</b>	12	7,33**
<b>Tekerrür</b>	2	0,07
<b>Hata</b>	24	

\*\* : %1 olasılık düzeyinde önemli

**Çizelge 4.54.** Farklı Etiyopya hardalı genotiplerine ait ortalama YAME değerleri

Hat/Çeşit	Yağ Asidi Metil Ester (% m/m)		
<b>BC1</b>	96,7 a	<b>BC22</b>	94,0 bc
<b>BC8</b>	94,7 b	<b>BC31</b>	90,3 g
<b>BC10</b>	93,3 b-e	<b>BC32</b>	92,0 ef
<b>BC12</b>	92,0 ef	<b>BC33</b>	91,7 fg
<b>BC15</b>	93,7 b-d	<b>Awassa</b>	92,3 d-f
<b>BC18</b>	92,7 c-f	<b>Saryan</b>	93,0 c-f
<b>BC21</b>	92,7 c-f		
<b>TS EN 14214</b> Min Değer: -- Max Değer: --			
<b>V.K. (%)</b>	<b>0,98</b>		
<b>AÖF (0,05)</b>	<b>1,53</b>		

Araştırmada ele alınan Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerine ait YAME lümü değerleri izelge 4.54. de verilmiştir. Çizelge 4.54. e bakılacak olursa, genotiplere ait YAME lümü değerlerinin 90,3 ile 96,7 % m/m arasında değiştiği görülmektedir. İstatistiki olarak oluşmuş guplandırmalarda en yüksek guba 96,7 % m/m değeri ile BC1 genotipi girmişken, en düşük gupta 90,3 % m/m değeri ile BC31 ve 91,7 % m/m değeri ile BC33 genotiplerinin yer aldığı tespit edilmiştir.

#### **4.3.13. Parlama Noktası**

Biyodizel örneklerine ait parlama noktası değerleri ölçüm sonuçlarının hepsi sadece belli bir sınır üstünde (120 C <) olarak gösterildiği için varyans analizi yapılamamıştır. Araştırmada yer alan tüm genotiplere ait parlama noktası değerleri 120 C üzerinde gözlenmiştir.

#### **4.3.14. Bakır şerit Korozyon**

Çalışmada incelenen Etiyopya hardalı hatları ve şahit çeşitlerinden elde edilen bakır şerit korozyon ölçüm sonuçları sabit bir değer şeklinde tüm genotip ve şahitler için Sınıf 1 olarak tespit edilmiştir.



## 5. SONUÇ

Farklı Etiyopya Hardalı genotiplerinin verim ve kalite özellikleri ile biyodizele uygunluklarının araştırılması amacıyla yürütülen bu çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, öncelikle ortalama çiçeklenme gün sayısı bitkinin erkenci ya da geççi olarak ekilmesinde bir ön bilgi olarak kullanılmakta ve ekilen bölgeye göre tavsiyede bulunmaya yardım etmektedir. Çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda ortalama çiçeklenme gün sayısı değerlerinin 163,2 gün ile 172 gün arasında değiştiği görülmekte olup, genotipler arasında en kısa sürede çiçeklenme BC23 ve BC 25 hatlarında gözlenirken, en uzun çiçeklenme süresi BC3, BC18 ve BC24 hatlarında tespit edilmiştir. Standart olarak kullanılan çeşitlerde ise en kısa çiçeklenme gün sayısı Saryan ve en uzun çiçeklenme süresi de Awassa çeşidinde belirlenmiştir. Çiçeklenme gün sayısı ve fizyolojik olgunlaşma gün sayısı bitkiye zarar verebilecek erken ilkbahar donları veya geç kalan don olaylarındaki zararı minimuma indirmek amacıyla ön bilgi olarak kullanılabilir.

Fizyolojik olgunlaşma gün sayısına ait ortalama değerlere bakıldığında genotipler ve şahit çeşitlere ait değerlerin 224,8 gün ile 235,5 gün arasında değiştiği tespit edilmiş olup, en erken olgunlaşma süresi BC23, BC8 ve BC35 hatlarından elde edilmiş ve en geç olgunlaşma gün sayısına ait değerler BC18 ve BC23 hatlarında görülmüştür. Şahit çeşitlerde ise Saryan çeşidi en erkenci iken Awassa ve Winteralaska çeşitleri en uzun sürede olgunlaşmıştır. Fizyolojik olgunlaşma gün sayısının belirlenmiş olması üreticilere ekim zamanını planlama açısından önemli bir özelliktir. Bu sürenin kısa olması sayesinde hasat zamanı daha erken sürede yapılabilir ve belki bir başka ürünün daha yetiştirilmesi için olanak sağlayabilir.

Çalışmada bitkilere ait ortalama bitki boyu değerleri 155,4 cm ile 211,3 cm arasında değişmekte olup en uzun boylu bitkiler genotipler içerisinde BC12 hattı ve şahit çeşitler içerisinde Saryan ve Awassa olarak tespit edilmiştir. En kısa boylu bitkiler ise genotiplerde BC24 hattı ve BC31 hattı, şahit çeşitler arasında ise Winteralaska olarak belirlenmiştir. Bitki boyu değerleri tane verimi, yatma problemi, biçerdöver hasat yüksekliği gibi konularda dikkat edilmesi gereken bir özellik olup mevcut koşullara göre seleksiyon yapılırken yol gösterici bir rol oynamaktadır.

Denemede ölçülmüş bitkilerde yan dal sayısına ait ortalama değerler incelendiğinde bitki başına düşen yan dal sayısının 8,18 adet ile 11,42 adet arasında değiştiği gözlenmiş olup, bitkide en fazla yan dal sayısı genotipler içerisinde BC21 hattında ve şahit çeşitler arasında Awassa çeşidinde tespit edilmiştir. Bitkilerde en az yan dal sayısı değerlerine bakılacak olursa genotipler arasında BC8 hattı ve şahit çeşitler arasında Saryan çeşidi ön plana çıkmaktadır.

Araştırmada ölçülen bir diğer özellik olan bitki başına harnup sayısı değerinin, yapılan sayımlar sonucunda 252,7 adet/bitki ile 395,5 adet/bitki arasında değiştiği tespit edilmiştir. Genotipler arasında bitkide en fazla harnup sayısı değeri BC33 genotipinden elde edilirken, şahit çeşitler arasında en fazla değer Awassa çeşidinde gözlenmiştir. En düşük değerleri inceleyecek olursak genotipler içerisinde bitkide en az harnup sayısı değerini BC8 hattı vermiştir. Şahit çeşitler açısından bakıldığında en düşük değer Dodolla çeşidinde tespit edilmiştir. Bitkide harnup sayısının yüksek olması tek başına yeterli bir özellik değildir, bu sayının yüksek olmasının dışında harnupta tane sayısı, bin tane ağırlığı vb. değerlerinde hesaba katılması gerekmektedir. Yani çok fazla harnup olmasına rağmen, harnupta tane sayısının az olması ve bin tane ağırlığın düşük olması sonucunda istenilen verime ulaşamamış bir bitki karşımıza çıkabilir. Kısacası harnup sayısı fazla olan bitki kesin olarak yüksek verimlidir diyemeyiz.

Çalışmadaki harnupta tane sayısı değerlerini inceleyecek olursak, değerlerin 12,4 adet/harnup ile 14,4 adet/harnup arasında değiştiği görülmektedir. Kolza bitkisinde bu sayı ortalama 30-40 adet/harnup aralığında olmakla beraber Etiyopya hardalı bu sayıların oldukça gerisinde kalmaktadır. Harnupta tane sayısı değerleri açısından genotipler arasında en yüksek değer BC32 hattından elde edilmişken, şahit çeşitler arasında en yüksek değer Awassa çeşidinden elde edilmiştir. Harnupta tane sayısı bakımından en düşük değerlere ise genotipler arasında BC15 hattında, şahit çeşitler arasında Saryan çeşidinde rastlanmaktadır.

Bin tane ağırlığı değeri gerek ekim normunun hesaplaması olsun gerekse tane veriminin artmasında olsun dikkat edilmesi gereken ölçütlerden biridir. Denemede yer alan genotipler ve şahit çeşitlere ait ortalama bin tane ağırlığı değerleri 3,64 gam ile 4,58 gam

arasında değişmektedir. Bin tane ağırlığının diğer bitki tohumlarına nazaran düşük olmasının nedeni Etiyopya hardalı bitkisine ait tohumların oldukça küçük olmasından kaynaklanmaktadır. Genotiplere ait ortalama bin tane ağırlığı değerleri incelendiğinde en yüksek bin tane ağırlığı BC15 genotipinden, en düşük bin tane ağırlığı değeri ise BC3 genotipinden elde edilmiştir. şahit çeşitlere ait ortalama değerlerde bin tane ağırlığının 4 gamın altına düşmediği gözden kaçmamıştır. şahit çeşitler arasında en düşük ortalama bin tane ağırlığı Saryan çeşidinde tespit edilmişken, en yüksek bin tane ağırlığı değeri Awassa çeşidinde belirlenmiştir.

Genel anlamda, bitkisel üretimde verim, organik üretim haricinde dünya çapında yapılan tüm tarımsal üretim ürünlerinde en önemli unsurların başında gelmektedir. Gerek ekonomik kazanç gerekse birim alandan daha fazla ürün elde edilmesi vb. birçok farklı ihtiyaç doğrultusunda ön planda tutulan ve yapılan araştırmalarda en çok çalışılan özelliklerden biri olması verim değerinin oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Araştırmada kullanılan Etiyopya hardalı bitkisinde tane veriminin yüksek olmasının önemi yanında yağ oranının da yüksek olması istenmektedir. Çünkü burada asıl üretim amacı yağ veriminin yüksek olmasıdır. Çalışmada kullanılan genotipler ve şahit çeşitlerin ortalama tane verimi değerlerinin dekara 294 kg ile dekara 479 kg arasında değişmiştir. Genotipler arasındaki farkın oldukça fazla olduğu anlaşılmaktadır. Burada genotiplerin özelliklerinin çeşit özellikleri kadar stabil olmadığı ya da tam olarak yeterli olmadığı söylenebilir. Sonuçta çeşitler belli aşamalardan ve seçimlerden geçtikten sonra belli bir standardı sağlıyorsa kabul edilmektedir bu suretle de değerleri daha stabil ve iyi durumdadır. Bazı durumlarda küçük miktarlardaki verim farkı bile çok önemli olabilirken buradaki verim farkı yaklaşık dekara 180 kg civarındadır. İncelenen genotipler arasında en yüksek verim BC22 hattından elde edilmiş olup, en son sırada BC25 genotipinde gözlenmiştir. şahit çeşitlere ait değerlere bakıldığında dekara tane verimi açısından en düşük değerin elde edildiği Winteralaska çeşidinde dekara 416 kg tane verimi gözlenirken, Awassa çeşidinde tane verimi dekara 463 kg olarak tespit edilmiş ve çeşitler arası en yüksek değere sahip olmuştur. Tane verimi anlamında en yüksek değer genotiplerin arasından elde edilmesine rağmen şahit çeşitlerin ortalama verimlerinin genotiplere nazaran oldukça yüksek olduğu da gözden kaçmamaktadır. Genotiplerde tane verimi 300 kg altına düşebilirken şahit çeşitlerde bu değer 410 kg'ın altına inmemiştir.

Genotiplerin ileride çeşit olarak kabul edilebilmesi için piyasada hali hazırda mevcut bulunan çeşitlerin verim, dayanıklılık, az girdi ve az su kullanımı vb. özellikleri yönünden daha yüksek veya yakın değerlere sahip olması gerekmektedir. Biyodizel üretimi için yağ üretimi ve yağ veriminin yüksek olması aranan ve istenen özellikler arasındadır. Tane veriminin yüksek olması bu değerlerinde artmasında pozitif bir yönelim olmasını sağlayacaktır.

Asıl yetiştirme amacı yağ üretimi olan bitkilerde yağ oranı en önemli özelliklerin başında gelmektedir. Yüksek yağ oranının aynı şekilde yüksek tane verimiyle birleştiği tohumlar elde edilmesi en çok istenen bitkiler olmaktadır. Araştırmada yer alan genotip ve şahit çeşitlere ait yağ oranı değerleri %37,2 ile %43,5 arasında değişmektedir. Genotipler arasında en yüksek yağ oranı %43,58 ile BC12 genotipinden elde edilmişken, %37,2 yağ oranı ile BC10 genotipi en son sırada yer almıştır. Şahit çeşitlere ait yağ oranı değerleri incelendiğinde %38,5 ile en düşük oran Dodolla çeşidinde belirlenirken, %42,5 ile en yüksek yağ oranı Awassa ve Saryan çeşitlerinde tespit edilmiştir. Araştırmada elde edilen yağ oranı değerleri kolza bitkisindeki kadar olmasa da, bitkisel üretim anlamında kabul edilebilir bir yeterliliktedir.

Yağ verimi, birim alanda üretilen üründen elde edilen yağ miktarı anlamına gelmekle birlikte tane verimi ve yağ oranı özelliklerinin bir sonucu olarak hesaplanmaktadır. Günümüzde gerek yemeklik gerek enerji ve gerekse diğer sektörler için yağa olan ihtiyaç mevcut olup zamanla giderek artan bir potansiyele sahip olacaktır. Bulduğumuz dönemde üretim alanlarının büyük miktarlarda genişletilmesi gibi bir olay mümkün olmaması nedeniyle, yağ veriminin olabildiğince ıslah çalışmalarıyla birlikte yükseltilmesi artık bir zorunluluk haline gelmiştir. Yağlı tohum üretimi yapan çiftçiler için yağ oranının artması kazancın artması demekken, dünya çapında artış olması ihtiyaçların karşılanması anlamında pozitif bir ivme yaratacaktır. Araştırmadaki genotip ve şahit çeşitlerin yağ verimi değerleri incelendiğinde; dekara 117,6 kg ile dekara 204,3 kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Genotiplerde dekara 117,6 kg ile en düşük değer BC25 hattında elde edilirken, en yüksek yağ verimi değeri dekara 204,3 kg ile BC22 hattından elde edilmiştir. Şahit çeşitlere ait yağ verimi değerlerinde en düşük değer dekara 165,9 kg ile Dodolla çeşidinde elde edilmişken, en yüksek yağ veriminin sağlandığı Awassa çeşidinde dekara 197,7 kg yağ verimi hesaplanmıştır. Her ne kadar yağ verimi

değerleri önemli bir özellik olsa da biyodizel üretimi için uygunluklarıyla birlikte değerlendirildiğinde daha net bir tespit ve öneri yapılabilir. Genel olarak bir değerlendirme yapılacak olursa ilerideki çalışmalarda kullanılmak üzere BC22, BC18, BC15, BC21, BC4 ve BC33 genotiplerinin ve genel anlamda şahit çeşitlerin hepsinin iyi olmasına karşılık Awassa ve Saryan çeşidinin ön planda tutulması faydalı olacaktır. Yine bu öncül genotiplerde hastalık ve zararlılara dayanıklılık anlamında da testler yapılabilir ve bu genotipler çerçevesinde bilgi yelpazesi genişletilebilir.

Araştırmada incelenen Etiyopya hardalı genotiplerinde yeterli numuneye sahip olanların biyodizel yakıtı uygunluk açısından özellikleri incelendiğinde birçok özelliğin TS 14214 biyodizel standartlarının sınır değerleri arasında olduğu ve diğer özellikleriyle birlikte ele alındığında araştırmada kullanılan Etiyopya hardalı genotiplerinin biyodizel olarak kullanılmasının mümkün olduğu görülmektedir.

Fosil yakıtların azalması, çevre kirliliği, pandemi süreci, yakıt birim fiyatlarının çok artması vb. birçok etkenden dolayı süreci hızlandırmış ve kısa sürede insanların ilgisini de üzerinde toplamıştır. Fakat hali hazırda daha elektrikli araçlar anlamında alt yapı, pil dayanıklılığı, şarj ünitesi vb. bir sürü konuda oldukça eksiklikler bulunmaktadır. Bu nedenle fosil yakıtların kullanımını bir süre daha devam edecektir. Eskiden fosil yakıtlara alternatif olarak düşünülen biyo yakıtlar şimdilerde ülkelerin çevreyi korumak amacıyla çıkarttığı kanun, yasa ve kurallar çerçevesinde normal yakıtların içine ilave edilmektedir. Yani alternatif olarak olmasa da ihtiyaç bulunmasından dolayı biyo yakıtlarla ilgili çalışmaların sürekliliği sağlanmalıdır. Ülkemizde kaliteli yemeklik yağın, yağ açığı varken biyodizel üretimine kullanılmaması için ülkemiz koşullarında kullanılacak alternatif ürünler ile ilgili araştırmalar devam etmelidir. Araştırmalarda elde edilen ya da kullanılan hatların özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla ihtiyaçlar doğrultusunda ıslah çalışmaları da planlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Barro, F., Fernandez-Escobar, J., De La Vega, M., & Martin, A. (2001). Doubled haploid lines of *Brassica carinata* with modified erucic acid content through mutagenesis by EMS treatment of isolated microspores. *Plant Breeding*, 120(3), 262-264.
- Bashyal, M., Mulvaney, M. J., Lee, D., Wilson, C., Iboyi, J. E., Leon, R. G. & Boote, K. J. (2021). *Brassica carinata* biomass, yield, and seed chemical composition response to nitrogen rates and timing on southern Coastal Plain soils in the United States. *GCB Bioenergy*, 13(8), 1275-1289.
- Bhattarai, D., Kumar, S., & Nleya, T. (2021), Nitrogen and sulfur fertilizers effects on growth and yield of *Brassica carinata* in South Dakota, *Agonomy Journal*, 113(2), 1945-1960.
- Bindhani, D., Goswami, S. B., Kumar, A., Verma, G., & Behera, P. (2020). Growth, yield attributes and yield of Indian mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern & Coss] as influenced by irrigation and nitrogen levels. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(7), 1735-1746.
- Blackshaw, R., Johnson, E., Gan, Y., May, W., McAndrew, D., Barthet, V. & Wispinski, D. (2011). Alternative oilseed crops for biodiesel feedstock on the Canadian prairies. *Canadian Journal of Plant Science*, 91(5), 889-896.
- Bonansea, S., Ernst, O. R., & Mazzilli, S. R. (2023). Baseline for *Brassica carinata* Components of nitrogen-use efficiency in Southern South America. *Agonomy*, 13(2), 412.
- Bouaid, A., Diaz, Y., Martinez, M., & Aracil, J. (2005), Pilot plant studies of biodiesel production using *Brassica carinata* as raw material. *Catalysis Today*, 106(1-4), 193-196.
- Bozzini, a., Calcagno, F., & Soare, T. (2007), "Sincron", a new *Brassica carinata* cultivar for biodiesel production. *Helia*. 30(46). 207-214.
- Cardone, M., Mazzoncini, M., Menini, S., Rocco, V., Senatore, A., Seggiani, M., & Vitolo, S. (2003). *Brassica carinata* as an alternative oil crop for the production of biodiesel in Italy: Agonomic evaluation, fuel production by transesterification and characterization. *Biomass and Bioenergy*, 25(6), 623-636.
- Del Gatto, A., Melilli, M. G., Raccuia, S. A., Pieri, S., Mangoni, L., Pacifico, D., , & Mengarelli, C. (2015), A comparative study of oilseed crops (*Brassica napus* L, subsp, oleifera and *Brassica carinata* A, Braun) in the biodiesel production chain and their adaptability to different Italian areas. *Industrial Crops and Products*, 75, 98-107.
- Getinet, A., Rakow, G., & Downey, R. K. (1996). Agonomic performance and seed quality of Ethiopian mustard in Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, 76(3), 387-392.

- Hossain, Z., Johnson, E. N., Blackshaw, R. E., Liu, K., Kapiniak, A., Gampe, C. & Gan, Y. (2018). Agronomic responses of *Brassica carinata* to herbicide, seeding rate, and nitrogen on the Northern Great Plains. *Crop Science*, 58(6), 2633-2643.
- Hussain, A., Razaq, M., Zaka, S. M., Shahzad, W., & Mahmood, K. (2015). Effect of aphid infestation on photosynthesis, growth and yield of *Brassica carinata* A. Braun. *Pakistan Journal of Zoology*, 47(5).
- Johnson, E. N., Malhi, S. S., Hall, L. M., & Phelps, S. (2013). Effects of nitrogen fertilizer application on seed yield, N uptake, N use efficiency, and seed quality of *Brassica carinata*. *Canadian Journal of Plant Science*, 93(6), 1073-1081.
- Kumar, S., Seepaul, R., Mulvaney, M. J., Colvin, B., George, S., Marois, J. J., ... & Small, I. M. (2020). *Brassica carinata* genotypes demonstrate potential as a winter biofuel crop in South East United States. *Industrial Crops and Products*, 150, 112353.
- Lal, B. L., Rana, K. S., Rana, D. S., Shivay, Y. S., Sharma, D. K., Meena, B. P., & Gautam, P. (2019). Biomass, yield, quality and moisture use of *Brassica carinata* as influenced by intercropping with chickpea under semiarid tropics. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(1), 61-71.
- Licataa, M., La Bellaa, S., Letob, C., Bonsanguea, G., Gennarola, M. C., & Tuttolomondob, T. (2017). Agronomic evaluation of ethiopian mustard (*Brassica carinata* A. Braun) germplasm and physical-energy characterization of crop residues in a semi-arid area of sicily (Italy). *Chemical Engineering*, 58.
- Mohanrao, S. A., & Kumari, V. (2019). Genetic divergence studies in doubled haploids of Ethiopian Mustard (*Brassica carinata* A. Braun). *Indian Journal of Plant Genetic Resources*, 32(03), 385-390.
- Montemurro, F., Diacono, M., Scarcella, M., D'Andrea, L., Boari, F., Santino, A., & Mastroilli, M. (2016). Agronomic performance for biodiesel production potential of *Brassica carinata* A. Braun in Mediterranean marginal areas. *Italian Journal of Agronomy*, 11(1), 57-64.
- Mulvaney, M. J., Leon, R. G., Seepaul, R., Wright, D. L., & Hoffman, T. L. (2019). *Brassica carinata* seeding rate and row spacing effects on morphology, yield, and oil. *Agronomy Journal*, 111(2), 528-535.
- Pan, X., Caldwell, C. D., Falk, K. C., & Lada, R. (2012). The effect of cultivar, seeding rate and applied nitrogen on *Brassica carinata* seed yield and quality in contrasting environments. *Canadian Journal of Plant Science*, 92(5), 961-971.
- Redda, Z. T., Laß-Seyoum, A., Yimam, A., Barz, M., & Jabasingh, S. A. (2022). Solvent extraction and characterization of *Brassica carinata* oils as promising alternative feedstock for bio-jet fuel production. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-20.

- Seepaul, R., Kumar, S., Iboyi, J. E., Bashyal, M., Stansly, T. L., Bennett, R., ... & Wright, D. L. (2021). *Brassica carinata*: Biology and agronomy as a biofuel crop. *GCB Bioenergy*, 13(4), 582-599.
- Setia, R. C., Bhathal, G., & Setia, N. (1995). Influence of paclobutrazol on growth and yield of *Brassica carinata* A. Br. *Plant growth regulation*, 16, 121-127.
- Sharafi, Y., Majidi, M. M., Goli, S. A. H., & Rashidi, F. (2015). Oil content and fatty acids composition in *Brassica* species. *International Journal of Food Properties*, 18(10), 2145-2154.
- Tadesse, T., Yeshealem, B., Assefa, A., & Liben, M. (2012). Influence of seed rate and leaf topping on seed yield, oil content and economic returns of Ethiopian mustard (*Brassica carinata*). *Pak. J. Agric. Sci*, 49(3), 237-241.
- Taylor, D. C., Falk, K. C., Palmer, C. D., Hammerlindl, J., Babic, V., Mietkiewska, E., & Keller, W. A. (2010). *Brassica carinata*—a new molecular farming platform for delivering bio-industrial oil feedstocks: case studies of genetic modifications to improve very long-chain fatty acid and oil content in seeds. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 4(5), 538-561.
- Verma, O. P., Singh, S., Pradhan, S., Kar, G., & Rautaray, S. K. (2018). Irrigation, nitrogen and sulphur fertilization response on productivity, water use efficiency and quality of Ethiopian mustard (*Brassica carinata*) in a semi-arid environment. *Journal of Applied and Natural Science*, 10(2), 593-600.
- Vicente, G., Martínez, M., & Aracil, J. (2005). Optimization of *Brassica carinata* oil methanolysis for biodiesel production. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 82(12), 899-904.
- Xin, H., Theodoridou, K., & Yu, P. (2014). Implication of modified molecular structure of lipid through heat-related process to fatty acids supply in *Brassica carinata* seed. *Industrial Crops and Products*, 62, 204-211.
- Zanetti, F., Vamerali, T., & Mosca, G. (2009). Yield and oil variability in modern varieties of high-erucic winter oilseed rape (*Brassica napus* L, var, oleifera) and Ethiopian mustard (*Brassica carinata* A, Braun) under reduced agricultural inputs, *Industrial Crops and Products*, 30(2), 265-270.
- Zanetti, F., Mosca, G., Rampin, E., & Vamerali, T. (2012). Adaptability and sustainable management of high-erucic *Brassicaceae* in Mediterranean environment, *Oilseeds*, 99-116.



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emre Şenyiğit  
Doğum Yeri ve Tarihi : Mustafakemalpaşa/BURSA 25.07.1986  
Yabancı Dil : İngilizce

### Eğitim Durumu

Lise : Sedat Karan Anadolu Lisesi 2004  
Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi 2005-2010  
Yüksek Lisans : B.U.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri A.D. 2010-2013

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : B.U.Ü. Ziraat Fakültesi 2010-2018  
B.U.Ü. M.K.P. M.Y.O. 2018- .....

İletişim (e-posta) : esenyigit@uludag.edu.tr

### Yayımları

Şenyiğit, E. (2013). *Farklı Azot Dozlarının Bazı Ekmeklik buğday (Triticum Aestivum L.) Çeşitlerinde Tane Verimi ve Verim Öğeleri Üzerine Etkileri* (Doctoral dissertation, Bursa Uludag University (Turkey)).

Dogan, R., & Senyigit, E. (2016). Correlation and path coefficient analysis of yield and yield components in hexaploid triticale (X Triticosecale Wittmack) Genotypes under Mediterranean Conditions. *J. Biol. Environ. Sci*, 10(28), 21-27.

Çiftçi, E. A., Polat, P. Ö. K., Şenyiğit, E., & Doğan, R. (2017). Stability of Durum Wheat Genotypes in Some Agonomic Traits Under Bursa Ecological Conditions. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(11), 1394-1400.

BAYRAM, G., TURGUT, İ., & ŞENYİĞİT, E. (2017). İkinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısırdaki ekim şekilleri ile farklı bitki sıklıklarının verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 97-101.

Karasu, A., Oz, M., Goksoy, A. T., Dogan, R., Sincik, M., & Senyigit, E. (2018). The effect of row spacing on seed yield and some agonomical characters of different soybean cultivars at south Marmara region of Turkey. In *International congress on oil and protein crops* (pp. 76-76).

Goksoy, A. T., Sincik, M., Erdogmus, M., Ergin, M., Aytac, S., Gumuscu, G., ... & Senyigit, E. (2019). The parametric and non-parametric stability analyses for interpreting genotype by environment interaction of some soybean genotypes. *Turkish Journal of Field Crops*, 24(1), 28-38.

Dolgun, C., Alpaslan, B., Şenyiğit, E., Göksoy, A. T., & Sincik, M. (2019). Determination of some yield and quality characteristics of different rapeseed genotypes in Southern Marmara ecological conditions. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1), 143-153.

SİNCİK, M., DOLGUN, C., ALPASLAN, B., ŞENYİĞİT, E., & GÖKSOY, A. T. (2019). Farklı Kolza Genotiplerinin Güney Marmara Ekolojik Koşullarında Bazı Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1), 143-153.

Sincik, M., Goksoy, A. T., Senyigit, E., Ulusoy, Y., Acar, M., Gizlenci, S., ... & Suzer, S. (2021). Response and yield stability of canola (*Brassica napus* L.) genotypes to multi-environments using GGE biplot analysis. *Bioago*, 33(2), 105-114.